

Teil II:

Konzeption und Anwendung eines Instrumentariums zur Messung der Innovationsleistung

Die Motivation für ein neues Konzept zur Messung der Leistung in Forschung und Entwicklung ergibt sich sowohl aus der praktischen Unzulänglichkeit vorhandener Ansätze, als auch aus der deutlichen Nachfrage nach einer entsprechenden allgemein anwendbaren Methodik.

Aufbauend auf diesen Erfahrungen des ersten Teils soll im zweiten Teil der Untersuchung ein eigenes Konzept zur Messung der F&E-Leistung formuliert werden. Unter Berücksichtigung der heute zur Verfügung stehenden Meßinstrumente und der Anforderungen der Anwender wird zunächst in Kapitel 5 ein theoretisch fundiertes Konzept erarbeitet. Im nachfolgenden Kapitel 6 wird dieses theoretische Modell im Rahmen einer Fallstudie validiert.

5 ENTWURF EINES KONZEPTS ZUR PROZEßORIENTIERTEN MESSUNG DER INNOVATIONSLEISTUNG

Die Entwicklung eines Konzepts zur Messung der Leistung in Forschung und Entwicklung ist Ziel dieses Kapitels. Zu diesem Zweck wird - ähnlich einer industriellen Entwicklung - zunächst eine Spezifikation ausgearbeitet, die sich auf Erfahrungen mit derzeit verfügbaren Konzepten zu Messung der Leistung in F&E bezieht und Anforderungen seitens der potentiellen Anwender für ein neues Konzept berücksichtigt (vgl. Abbildung 5-1).

Die Erfahrungen mit vorhandenen Methoden wurden in Kapitel 3 beschrieben. Die dort erfolgte Einordnung der Methoden und Kenngrößen in ein Klassifikationsschema zeigt, daß methodeninhärente Vor- und Nachteile existieren, die bei der Erstellung eines eigenen Konzepts berücksichtigt werden müssen. Da keine der vorhandenen Methoden im gesamten Spektrum des Innovationsprozesses einsetzbar ist, müssen außerdem Einsatz- und Anwendungsbereiche definiert werden.

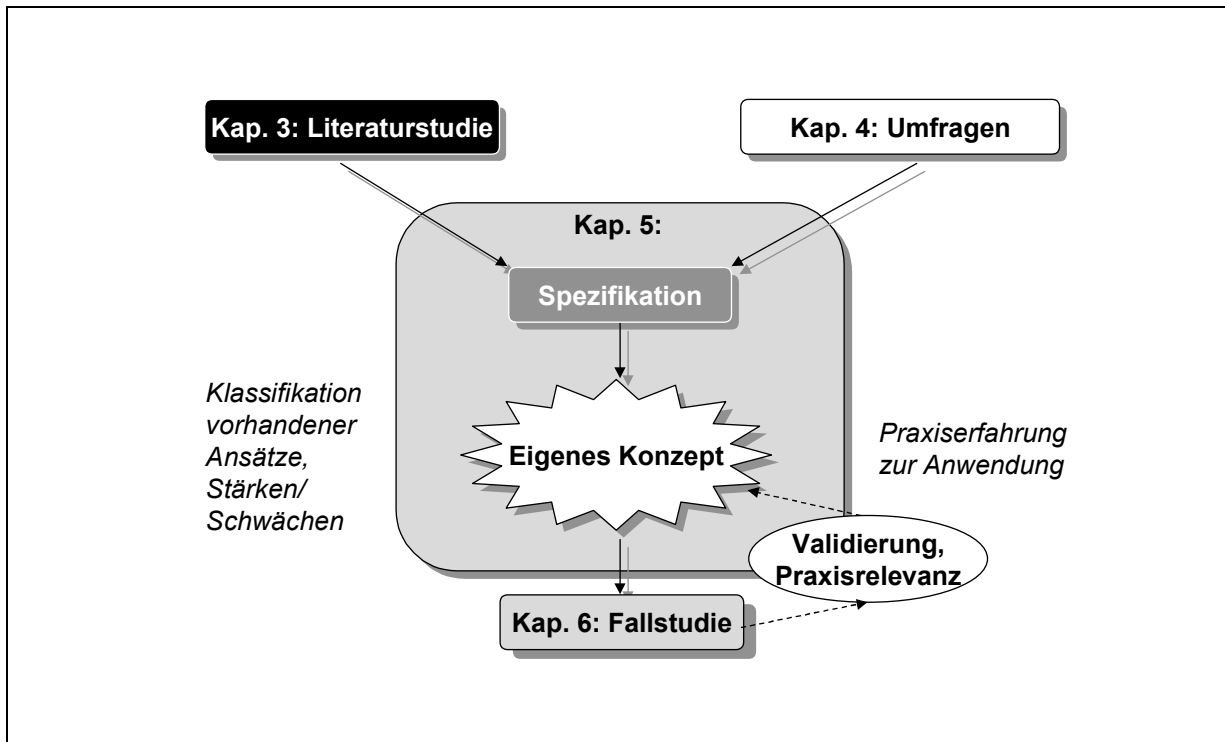


Abbildung 5-1: Entwicklung eines eigenen Konzepts

Mit Hilfe der in Kapitel 4 ausgewerteten Umfragen können aus theoretischer Sicht Anforderungen der Anwender abgeleitet werden und in die Spezifikation einfließen. Aufgrund dessen wird im Kapitel 5 ein neues Konzept entwickelt, dokumentiert und eine Vorgehensweise für die praktische Anwendung erarbeitet.

Dieses Konzept wird im nachfolgenden Kapitel 6 an einer Fallstudie erprobt. Die daraus resultierenden Erfahrungen zeigen Möglichkeiten und Grenzen des neuen Konzepts auf.

5.1 Untersuchung der vorhandenen Kenngrößenklassen auf Eignung für ein neues Konzept

Aus Kapitel 3 ergibt sich die Erkenntnis, daß keine der beschriebenen Methoden allein eine umfassende, unverzerrte Messung der F&E-Leistung gewährleisten kann. Dies zeigt sich auch bei einem Längsschnitt durch die Literatur. Daraus geht hervor, daß sich innerhalb der letzten 30 Jahre kein „dominantes Design“ für eine Methode zur Messung der F&E-Leistung herausgebildet hat. Grund dafür ist, daß jede der Einzelmethode zur Messung der F&E-Leistung Vor- und Nachteile besitzt. Hinzu kommt, daß jede der Methoden nur einen eingegrenzten Einsatzbereich aufweist, in dem eine unverzerrte Leistungsmessung möglich ist. Erst durch eine Kombination verschiedener Methoden können die Nachteile aufgehoben und die gesamte Spanne eines Innovationsprozesses abgedeckt werden.

5.1.1 Leistungsfähigkeit vorhandener Ansätze

Die Leistungsfähigkeit der verschiedenen vorhandenen Ansätze gründet sich auf deren Stärken und Schwächen. Diese wurden für jede Kenngröße in Kapitel 3 bereits ausführlich diskutiert. Anschließend soll geprüft werden, welche Eigenschaften der Kenngrößen im Hinblick auf einen Einsatz für ein neues Konzept am besten geeignet sind.

Untersucht werden die Basis-Ansätze. Die in Kap. 3.4 beschriebenen Kombinations-Ansätze werden erst im Vergleich mit dem eigenen Konzept diskutiert.

5.1.1.1 Quantitative Kenngrößen

Traditionell werden von den Unternehmen quantitative Kennzahlen zur Ermittlung der Leistung in Forschung und Entwicklung bevorzugt. Dies ist auf die vom Controlling geprägte Zahlenorientierung zurückzuführen. Die Kenngrößen sollten transparent und objektiv nachvollziehbar sein, d.h. möglichst ohne jegliche subjektive Einflußfaktoren.

Aus diesen Vorgaben leitet sich eine eindeutige Bevorzugung der laut Klassifikation als „quantitativ-objektiv“ bezeichneten Kenngrößen ab. Unter diese Kenngrößen-Klasse fallen Input-⁶⁷⁰, Prozeß-⁶⁷¹ und Output-Kenngrößen⁶⁷², sowie deren Kombinationen (Beziehungs-

670 Z.B. F&E-Aufwand, Anzahl der Mitarbeiter in F&E.

671 Z.B. Kosten- und Zeiteinhaltung, Erfüllungsgrad des Lastenhefts, Anzahl der Projektabbrüche.

672 Z.B. Anzahl von erstellten Patenten, Anzahl neuer Produkte, Umsatz neuer Produkte.

zahlen). Diesen Kenngrößen ist gemeinsam, daß sie relativ leicht verfügbar sind, da sie größtenteils bereits im Rahmen des F&E-Berichtswesens anfallen und nicht zusätzlich erhoben werden müssen. Entsprechend glaubwürdig sind auch die daraus gebildeten Kenngrößen. Rein objektiv erhobene Kenngrößen können sich allerdings nur auf bereits durchgeführte Abschnitte eines Innovationsprozesses beziehen.

Input-Kenngrößen

Objektive Input-Kenngrößen beziehen sich auf die für Innovationsprozesse wichtigen Eingangsgrößen vergangener Perioden. Schätzungen der Input-Kenngrößen für laufende oder zukünftige Abrechnungsperioden sind zulässig und im Rahmen einer langfristigen Budgetplanung auch als relativ valide zu betrachten. Doch auch diese Schätzungen sind mit bestimmten Unsicherheiten behaftet, die bei strenger Auslegung des Kriteriums „Objektivität“ nicht zugelassen werden sollten.

Die Bereitstellung von Ressourcen für Forschung und Entwicklung ist oft von der Umsatz- und Ergebnissituation des Unternehmens abhängig⁶⁷³. Das bedeutet, daß der Input entkoppelt von der F&E-Leistung ist und lediglich Potentiale für einen F&E-Output beschreibt. Ein direkter Schluß vom Input auf einen zu erwartenden Output ist daher methodisch unsauber. Die Aussagekraft bezüglich der Leistungsfähigkeit eines F&E-Prozesses von reinen Input-Kennzahlen ist gering. Input-Faktoren allein können daher lediglich für die Überprüfung der Umsetzung strategischer Vorgaben herangezogen werden, beispielsweise zur Überprüfung der strategischen Aussage „Mittelfristige Erhöhung der F&E-Intensität auf X% des Umsatzes“.

In Verbindung mit Output-Kenngrößen können jedoch aussagekräftige Beziehungs-Kenngrößen gebildet werden, auf die an späterer Stelle eingegangen wird⁶⁷⁴.

Prozeß-Kenngrößen

Prozeß-Kenngrößen messen im allgemeinen den unmittelbaren Prozeßfortschritt bezüglich Zeiten, Kosten und Zielerreichung sowie den Produktentwicklungsfortschritt. Diese Kenngrößen leiten sich direkt aus dem Projekt-Management ab. Sie sind daher auf Projektebene einfach und kostengünstig aus Meilenstein- und Projektfortschrittsberichten zu erheben und

673 Z.B. werden die F&E-Aufwendungen oft aus einem Prozentsatz des Unternehmensumsatzes bestimmt.

674 Vgl. Kap. 5.1.1.1, S. 281 ff.

erfüllen die Forderung nach einer hohen Validität. Voraussetzung für die Anwendung von Prozeß-Kenngrößen ist allerdings, daß das zu überwachende Vorhaben einem gut strukturierten Prozeß folgt, eine klare Projektstruktur besitzt und ein Projektmanagement vorhanden ist, das die Projekt-Kenngrößen erhebt. Diese Voraussetzungen sind insbesondere bei schlecht strukturierbaren Grundlagenforschungsprojekten und Projekten unter einer gewissen Größenordnung meist nicht gegeben. In solchen Fällen muß man zur Projektbeurteilung auf qualitative Projektmaße (z.B. Checklisten und Peer Reviews) ausweichen.

Die Messung der Projekt-Kenngrößen geschieht zeitnah⁶⁷⁵ und ist daher recht aktuell. Die geringe Zeitverzögerung zwischen der Verfügbarkeit der Kenngröße zur F&E-Leistung und dem tatsächlichen Anfall dieser Leistung prädestinieren Prozeß-Kenngrößen als projektnahe Frühindikatoren für die F&E-Leistung. Die auf individuelle Projekte bezogenen Kenngrößen können höher aggregierte Kenngrößen, wie „Zahl der in Planzeit abgeschlossenen Projekte“, „Anzahl der Projektabbrüche“, bilden. Auf diese Weise wird es möglich, die Prozeßqualität von ganzen Abteilungen zu untersuchen und Besonderheiten einzelner Projekte zu eliminieren. Problematisch ist der Einzelvergleich mit anderen, früher durchgeführten Projekten, da sich Projekte häufig in ihrer Komplexität unterscheiden. Hier kann man sich mit der Einführung von sog. Komplexitätsfaktoren behelfen, die jedoch subjektiv bestimmt werden müssen.

Unterschieden wird zwischen ein- und zweidimensionalen Prozeß-Kenngrößen. Während eindimensionale Kenngrößen nur jeweils Zeiten, Kosten oder Sachfortschritt messen, berücksichtigen zweidimensionale Kenngrößen zusätzlich den Zusammenhang zwischen zwei dieser projektbestimmenden Faktoren. So kann z.B. eine Kostenunterschreitung gegenüber dem Plan entweder auf ein erwünschtes, effizientes Vorgehen oder aber auf eine Unterschreitung der Sachziele zurückzuführen sein. Wenn möglich sind daher zweidimensionale Kenngrößen vorzuziehen.

Viele Projekt-Kenngrößen messen die Einhaltung von Zeiten, Kosten und Sachfortschritt gegenüber den Vorgaben aus einem Projektplan. Hier liegt eine klare Schwäche der Projekt-Kenngrößen. Werden nämlich Projektpläne mit sehr hohen Sicherheiten versehen, ist die Einhaltung oder Unterschreitung der Planziele kein besonders ambitioniertes Unterfangen. Aus diesen relativ einfach zu erreichenden Zielen sollte sich folgerichtig eine hohe F&E-Effizienz ableiten. Dieses Verhalten kann ein Außenstehender nur unzureichend beurteilen. Die unternehmensinternen Instanzen, die F&E-Projekte genehmigen, haben daher die Aufgabe, von vornherein die Projektplanung auf aggressive, aber realistische Ziele hin zu überprüfen.

675 Z.B. zu den regelmäßigen Meilenstein-Reviews.

Außerdem können Projekte, deren Ziele regelmäßig deutlich unterschritten werden, in den Planzielen auf ein realistischeres Niveau angehoben werden.

Output-Kenngrößen

Ohne genaue Kenntnis des Prozesses können Aussagen über dessen Leistung durch Beurteilung des Outputs getroffen werden. Objektive Output-Kenngrößen messen die F&E-Leistung eines bereits durchgeführten Abschnittes im Innovationsprozeß. Je nach Definition der Output-Kenngröße und Dauer des Innovations- und Produktlebenszyklus kann zwischen der Realisierung der F&E-Leistung und der Messung eine z.T. mehrere Jahre dauernde Zeitspanne liegen. Die Messung ist lediglich „Vergangenheitsbewältigung“, obwohl natürlich aus den Kenngrößen Schlußfolgerungen für spätere Prozesse bzw. Prozeßabschnitte gezogen werden können. Für steuernde Maßnahmen in diesem Prozeßabschnitt ist es dann allerdings zu spät.

Innerhalb des Innovationsprozesses fallen zu verschiedenen Punkten meßbare Output-Kenngrößen an. Diese können, wie in Kapitel 3.2.1.3 gezeigt, entlang des Innovationsprozesses in Kenngrößen der Wissensgenerierung, Kenngrößen der Produkt- und Prozessebene und Kenngrößen zum Unternehmensoutput unterteilt werden⁶⁷⁶.

Kenngrößen der Wissensgenerierung fallen in den frühen Schritten des Innovationsprozesses, z.B. in Form von Veröffentlichungen von Forschungsergebnissen oder Patentierungen an. Zahl und Qualität der Veröffentlichungen sowie Anzahl von Patenten sind die wichtigsten objektiven Kenngrößen in diesem Stadium. Trotz ihrer unzweifelhaften Objektivität sind diese Outputs nicht unbedingt repräsentativ für die F&E-Leistung, sondern vielmehr eine Funktion der – je nach Projekt und Unternehmen – unterschiedlichen Geheimhaltungs- und Patentierungspolitik. Im Extremfall werden Forschungsergebnisse überhaupt nicht veröffentlicht oder patentiert, um nicht andere Unternehmen auf bestimmte Entwicklungen hinzuweisen. Andererseits werden oft unnötig viele Patente generiert, um andere Unternehmen an der Forschung und Entwicklung in bestimmten Bereichen zu behindern⁶⁷⁷. Eine Quantifizierung von F&E-Outputs (wie z.B. Know-how-Zuwachs) in einer frühen Phase im Innovationsprozeß ist daher äußerst schwierig und nur auf diese Weise möglich.

676 Die vierte, strategische Ebene spielt bei der Betrachtung nur eine untergeordnete Rolle. Die Steigerung des Unternehmenswertes ist überwiegend von außerhalb der F&E liegenden Umfeldfaktoren abhängig. Es ist daher fraglich, ob anhand der aggregierten Größe der Steigerung des Unternehmenswertes auf eine bestimmte F&E-Leistung geschlossen werden kann. Auf eine genauere Beschreibung der strategischen Ebene wird daher im folgenden verzichtet.

In Fällen einer Bestimmung von frühen Output-Kenngrößen sind auch Rückkopplungen zu beachten, die entstehen können, wenn das F&E-Personal an Output-Kenngrößen, wie Anzahl der Patente oder Veröffentlichungen allein gemessen wird. Dann könnte es zu einer Fokussierung auf den Prozeß der Veröffentlichung oder Patentierung um ihrer selbst willen kommen, anstatt die Qualität und Effektivität der Arbeit im Gesamtzusammenhang des Unternehmens zu berücksichtigen⁶⁷⁸.

Die nächsten, gut meßbaren Outputs eines Innovationsprozesses sind die Anzahl oder der Umsatz mit Neuprodukten. Im Laufe des Innovationsprozesses kommen über die Entwicklung und Serienvorbereitung und Produktion immer mehr „F&E-fremde“ Leistungen in den Prozeß, die jedoch den Erfolg des Neuproduktes wesentlich beeinflussen. Dies gilt insbesondere bei Produkten mit einem hohen Marketing-Anteil. Einige Autoren kritisieren zurecht, daß nur noch ein Teil des z.B. am Umsatz gemessenen Neuprodukterfolges tatsächlich von der Forschung und Entwicklung herrührt⁶⁷⁹. Zur Abgrenzung der Forschungs- und Entwicklungsleistung müßte der Anteil am Erfolg bestimmt werden. Dies ist mit objektiven Mitteln kaum möglich. Robb hat diese Problematik erkannt und sowohl Marketing und Vertrieb als auch die F&E-Abteilung den jeweiligen Beitrag der F&E am Erfolg verschiedener Produkte abschätzen lassen⁶⁸⁰. Interessanterweise kommen beide Abteilungen zu relativ ähnlichen Ergebnissen. Die Bewertung des Anteils der F&E am Produkterfolg ist je nach Situation unterschiedlich, denn der Erfolgsanteil der F&E an einem nur leicht geänderten Produkt (Facelifting, Relaunch) ist anders als an einer radikalen Weltneuheit. Eine solche Gewichtung führt jedoch zu Output-Kenngrößen mit einem subjektiven Anteil.

Fest steht, daß nur durch das Zusammenspiel aller am Innovationsprozeß beteiligten Abteilungen ein Erfolg zu erzielen ist. Daher ist es möglicherweise sogar schädlich zu versuchen, den Produkterfolg aufzuteilen.

Neben der Abgrenzungsproblematik zwischen Abteilungen entsteht auch eine Zurechnungsproblematik, wenn bestimmte Forschungsergebnisse den Ausgangspunkt für unterschiedliche Produkte bilden, gleichzeitig aber die Output-Messung auf Produktebene erfolgen soll. Auch hier kann man sich nur mit einer subjektiven Gewichtung des gemeinsamen Forschungsinputs auf die Einzelprodukte behelfen.

677 Zu der Problematik von Schutz- und Behinderungspatenten vgl. Specht, G./Beckmann, C., F&E-Management, 1996, S. 451 ff.

678 Vgl. das berühmte Prinzip „publish or perish“ bestimmter öffentlicher Forschungsinstitutionen.

679 Vgl. Robb, W.L., Research, 1991, S. 16.

680 Vgl. Robb, W.L., Research, 1991, S. 18 f.

Die Messung der F&E-Leistung am Umsatz mit neuen Produkten birgt noch weitere Probleme. Eine zeitpunktbezogene Messung des Umsatzes eines neuen Produktes wird verzerrt sein, wenn ein üblicher Produktlebenszyklus zugrunde gelegt wird. Auf Produktebene kann die am Neuproduktumsatz gemessene F&E-Leistung erst am Ende des Produktlebenszyklusses objektiv und vollständig beurteilt werden. Der je nach Produkt teilweise recht lange Produktlebenszyklus führt dazu, daß eine rein objektive Messung erst mit hoher Zeitverzögerung durchgeführt werden kann. Die Ergebnisse dieser Messung sind dann nur noch von geringem Wert. Verzichtet man auf die Bedingung der vollständigen Objektivität, können (subjektive) Annahmen zum Umsatzverlauf eines Produktes schon in einem sehr frühen Stadium des Innovationsprozesses getroffen und die somit verbundene Zeitverzögerung überwunden werden.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, den Umsatz einer Reihe von Produkten mit ähnlichem Produktlebenszyklus für ein bestimmtes Jahr zu betrachten. Aus statistischer Sicht eliminieren sich dann unterschiedliche Stadien der verschiedenen Produkte im Lebenszyklus.

Die aus Unternehmenssicht wichtigste Größe des Erfolges eines Produktes am Markt wird ab einem bestimmten Punkt von einer ganzen Reihe von unternehmensexternen, nicht mehr vom Unternehmen ausreichend kontrollierbaren Umständen beeinflußt. Aufgrund einer geänderten Gesetzgebung oder plötzlicher, neuer Markttrends kann eine effiziente und effektive Forschungs- und Entwicklungsarbeit plötzlich zunichte gemacht werden. Daher ist eine alleinige Betrachtung des Markterfolges als Kriterium für die F&E-Leistung unzulässig.

Aus der Betrachtung der Output-Kenngrößen in diesem Abschnitt wird deutlich, daß die Forderung nach Objektivität der Datenerhebung nicht mit den anderen Ansprüchen nach Zeitnähe und einer verursachungsgerechten Zurechnung von F&E-Leistungen in Einklang zu bringen ist. Der Verzicht auf strenge Objektivität und die Verwendung einer Reihe von Output-Kenngrößen entlang des Innovationsprozesses verbessern die Möglichkeiten zur Beurteilung der F&E-Leistung. Der Vorwurf, daß subjektive Kennzahlen nicht nachvollziehbar sind, kann dadurch entkräftet werden, daß der Prozeß, der zu subjektiven Urteilen führt, für alle Beteiligten möglichst transparent und nachvollziehbar gestaltet und der Konsens aller Beteiligten gesucht wird. Deshalb müssen sinnvolle und nachvollziehbare Annahmen getroffen werden.

Die externe Vergleichbarkeit von Output-Kenngrößen ist limitiert, da die einzelnen Branchen auch völlig unterschiedliche Innovations- und Produktlebenszyklen aufweisen. Selbst in einer Branche können Produktlebenszyklen extreme Unterschiede aufweisen. So haben einige chemische Verbindungen als Produkte der Grundstoffindustrie einen Lebenszyklus von über 40 Jahren, andere Verbindungen erfahren jedes Jahr grundlegende Veränderungen.

Externe Vergleichswerte können dann nur auf einige Spitzenkennzahlen beschränkt werden, deren Aussagewert allerdings gering ist. Wichtiger ist es, die interne Vergleichbarkeit herzustellen und zu wahren, da intern auch detaillierte Vergleiche angestellt werden können.

Beziehungszahl-Indikatoren

Beziehungszahl-Indikatoren messen die F&E-Leistung durch Inbeziehungsetzen von Output zu Input-Kenngrößen, wie z.B. bei Return-on-Research-Kennzahlen. Wichtigste Voraussetzung für die Validität der Beziehungszahl-Indikatoren ist es, daß zu den Outputs die relevanten Inputs ins Verhältnis gesetzt werden.

Die schon im vorhergehenden Abschnitt⁶⁸¹ angesprochene Zeitverzögerung zwischen Inputs und Outputs ist das größte Problem bei der Bestimmung valider Beziehungszahl-Indikatoren. Werden sowohl Input als auch Output monetär bewertet, so sind Verfahren der Investitionsrechnung anwendbar, die eine Abzinsung auf einen bestimmten Zeitpunkt ermöglichen und damit die Zeitverzögerung eliminieren können. Auch hier ist zu beachten, daß insbesondere beim Output subjektive Schätzungen, z.B. der Umsatzzahlen notwendig sind. Bei akkurater Schätzung aller Eingangsgrößen bieten RoR-Berechnungen recht gute und im Management anerkannte Schätzungen der F&E-Leistung. Der Aufwand für solche Berechnungen ist allerdings höher als bei den anderen, oben beschriebenen Verfahren⁶⁸². Die Einbeziehung einer ganzen Reihe von Faktoren in die Berechnungen ist notwendig und setzt gleichzeitig eine als positiv zu bewertende Kommunikationstätigkeit mit den der F&E nachgelagerten Bereichen wie Produktion, Marketing und Vertrieb in Gang.

Neben dem Problem des „Time-lags“ zwischen Input und Output bleiben auch alle anderen bereits genannten Schwierigkeiten einer verursachungsgerechten Zuordnung der F&E-Leistung zu den einzelnen Projekten oder Produkten bestehen.

Die isolierte Bewertung einzelner F&E-Projekte vernachlässigt außerdem mögliche Synergien zwischen verschiedenen Projekten. Auch ist dieses Verfahren erst dann anwendbar, wenn bereits konkrete Vorstellungen über den Ablauf des Innovations- und des Produktlebenszyklusses vorliegen. Für die Berechnung von Projekten der Grundlagenforschung, die möglicherweise noch keinen konkreten Vermarktungshintergrund besitzen, ist dieses Verfahren daher ungeeignet.

681 Vgl. Kap. 5.1.1.1, S. 278.

5.1.1.2 Qualitative Kenngrößen

Ausgangspunkt für die in diesem Abschnitt angesprochene Gruppe von Kenngrößen ist die subjektive, zunächst rein qualitativ geprägte Urteilsbildung zur Innovationsleistung. Während quantitativ-subjektive Kenngrößen das subjektive Urteil zur Innovationsleistung mittels festgelegter Vorgehensweisen in quantitative Größen⁶⁸³ transformiert, werden solche Verfahren bei den rein qualitativen Kenngrößen zur Innovationsleistung nicht verwendet.

Quantitativ-subjektive Kenngrößen könnten auch in die Gruppe der quantitativen Kenngrößen einbezogen werden, sind allerdings bezüglich ihrer Stärken und Schwächen den rein qualitativen Kenngrößen zur Messung der F&E-Leistung zuzurechnen.

Quantitativ-subjektive Kenngrößen

Checklisten, Profile und Scoring-Modelle gehören zu den quantitativ-subjektiven Kenngrößen und bewerten die Güte des F&E-Prozesses anhand von vorgegebenen, hinsichtlich Effektivität und Effizienz im F&E-Prozeß optimalen Verhaltensmustern. Die Bewertung mittels vorgegebener Checklisten setzt allerdings voraus, daß zwischen Bewertern und Bewerteten ein Konsens über den adäquaten Kriterienkatalog besteht, d.h. eine Übereinstimmung über die Checklistenpunkte und Idealprofile eines F&E-Prozesses. Auf diese Weise wird eine allgemeine Zustimmung zu einer ex ante nicht vorhandenen Validität eines Meßverfahrens erreicht. Dabei ist zu beachten, daß der vorhandene Kriterienkatalog tatsächlich eine optimal effiziente und effektive F&E-Leistung beschreibt, also ein prozeßkonformes Verhalten tatsächlich zu einer hohen F&E-Leistung führt.

Die eigentliche Bewertung der F&E-Leistung hat trotz des Kriterienkataloges und des quantifizierten Urteils eine intuitiv-subjektive Prägung. Die Beurteilung ist dementsprechend anzweifelbar. Jedoch ist die subjektive Urteilsbildung transparent und nachvollziehbar. Das Verfahren ist außerdem aufwendig, weil meist mehrere Personen befragt werden müssen und nicht auf bereits vorhandene Ergebnisse und Kennzahlen aus dem Controlling zurückgegriffen werden kann. Zusätzlich ist eine Überführung in monetäre Größen bei diesem, wie auch bei allen qualitativen Verfahren nicht möglich.

Andererseits ist die Anwendung von Checklisten und Profilen in schwer strukturierbaren Situationen (z.B. Grundlagenforschung) möglich und die oben beschriebenen Zurechnungs- und Abgrenzungsprobleme werden auf elegante Art umgangen. Ein Nebeneffekt der Mes-

682 Vgl. Kap. 5.1.1.1, S. 278.

683 Z.B. Checklisten und Profile.

sung anhand von Checklisten bzw. Profilen besteht in der gleichzeitigen Diagnose und Signalisierung von Maßnahmen zur Verbesserung der F&E-Leistung.

Ungleich aufwendiger ist das ebenfalls zu dieser Kenngrößengruppe zählende F&E-Benchmarking. Dabei ist das Finden von Benchmarking-Partnern allein schon eine relativ große Hürde. Des weiteren kann ein externes Benchmarking erst zu einem Zeitpunkt stattfinden, wenn bereits Resultate der F&E-Leistung im eigenen Unternehmen vorliegen. Um die Vergleichbarkeit sicherzustellen, sind weitreichende Definitionen erforderlich. Es ist daher zu vermuten, daß nur einfach berechnete, aber wenig aussagekräftige Spitzenkennzahlen verglichen werden. Diese geben jedoch wenige Hinweise auf Maßnahmen zur Verbesserung der F&E-Leistung im eigenen Unternehmen.

Qualitative Kenngrößen

Peer Reviews und Audits sind die bekanntesten Methoden zur qualitativen Bestimmung der F&E-Leistung. Die Urteilsbildung erfolgt rein intuitiv-subjektiv. Eine Validität des Urteils zur F&E-Leistung wird kraft der fachlichen Autorität der beurteilenden Personen impliziert. Eine qualitative Verbesserung solcher Urteile erhofft man sich durch Expertengruppen.

Die Bewertung der F&E-Leistung erfolgt ganzheitlich. Als Meßobjekt rückt der Forscher und der F&E-Prozeß in den Vordergrund. Aufgrund dieses Ansatzes sind die qualitativen Methoden besonders für die Bewertung der F&E-Leistung in Phasen und Projekten mit geringer Strukturierung, insbesondere in der Grundlagenforschung geeignet. Die Methoden beziehen sich auf gegenwärtige Gegebenheiten und schließen auch zukünftige Entwicklungen voll in das Urteil ein. Die Einbindung von Experten aus allen Phasen des Innovationsprozesses, inklusive der Vermarktung, in die Bewertungsgruppe führt zu dem außerordentlich wichtigen Nebenaspekt der Verbesserung der fachübergreifenden Kommunikation und zu einer strukturierten Informationsaufarbeitung im Unternehmen.

Insbesondere Peer Reviews werden bei richtiger Durchführung als zuverlässig in der Beurteilung der F&E-Leistung angesehen⁶⁸⁴, so daß hier die Aussagekraft subjektiver Kenngrößen kaum in Frage gestellt wird⁶⁸⁵.

684 Vgl. Kap. 3.3.3.1, S. 205 ff. sowie Stahl, M./Koser, M.C., *Weighted Productivity*, 1978, S. 20; Kostoff, R.N., *Research Impact*, 1994, S. 11; Gibson, J., *Performance*, 1979; Patterson, W.C., *Performance*, 1983, S. 23.

685 Insbesondere wurde bereits empirisch gezeigt, daß die Bewerter aus dem eigenen Fachbereich die F&E-Leistung am kompetentesten beurteilen können, vgl. Stahl, M.J./Steger, J.A., *Peer rating approach*, 1977, S. 36.

Die Bewertung der Arbeitsleistung von Einzelpersonen ist oft durch regelmäßige Personalgespräche gesichert. Sie ist aber für die Bewertung der meist in Teams erbrachten F&E-Leistung nicht besonders sinnvoll, zumal Einzelpersonenbewertungen häufig verzerrt sind⁶⁸⁶. Audits sind für eine routinemäßige Bewertung einer größeren Anzahl von F&E-Vorhaben zu aufwendig und werden auch in Industrieunternehmen heute nur für einzelne, größere Forschungsvorhaben realisiert.

Nach wie vor sind intuitiv-subjektive Werturteile zur F&E-Leistung angreifbarer als auf objektiven Fakten beruhende Beurteilungen, besonders, wenn diese quantitativ dargestellt wurden. Wichtig ist daher, daß die Bewerter und deren Urteile allgemein akzeptiert werden und der Bewertungsprozeß möglichst strukturiert und für alle Seiten transparent verläuft.

Die Durchführung subjektiver Bewertungsverfahren ist insgesamt aufwendig. Interne F&E-Experten werden von ihrer eigentlichen Arbeit durch die Mitarbeit in Bewertungsteams abgehalten. Bei der Verwendung externer Experten besteht dagegen das Problem der Veröffentlichung von Firmengeheimnissen.

5.1.2 Anwendungs- und Einsatzbereiche vorhandener Ansätze

Die Untersuchung der Leistungsfähigkeit der verschiedenen Ansätze zeigt deutlich Unterschiede und Präferenzen einzelner Kenngrößen-Kategorien bezüglich der Einsatz- und Anwendungsbereiche. Außerdem messen diese, z.T. in unterschiedlicher Gewichtung, Effektivität und Effizienz in Forschung und Entwicklung. Im folgenden soll der Einsatz- und Meßbereich der verschiedenen Kenngrößen untersucht werden.

5.1.2.1 Voraussetzungen für die Anwendung

Voraussetzung für die Messung der Leistung in Forschung und Entwicklung ist zunächst, daß die entsprechenden Quellen zur Verfügung stehen, die die notwendigen Meßwerte liefern. In der praktischen Anwendung sind diejenigen Meßmethoden vorzuziehen, die Quellen benutzen, die schnell und ohne großen Zeit- und Kostenaufwand zu aktivieren sind. Die zu erzeugenden Kenngrößen leiten sich am besten aus bereits vorhandenen Quellen des Berichtswesens etc. ab.

Bei Input-Kenngrößen kann die Höhe des F&E-Etats aus vorhandenen Budgets oder Hochrechnungen abgelesen werden. Im Gegensatz dazu ist die Existenz von Projektmanagement und Projektcontrolling die Voraussetzung für die Ableitung von Projekt-Kenngrößen. Einige

686 Z.B. durch den Halo- oder Matthäus-Effekt, vgl. Kap. 3.3.4.3, S. 220 ff.

F&E-Vorhaben, besonders Grundlagen-Forschungsprojekte werden jedoch nicht mit einem konsequenten Projektmanagement geführt. Bei den Output-Kenngrößen werden z.B. Publikationen und Patente, Umsatz- und Ertragszahlen oder Marktanteile einzelner, neu eingeführter Produkte verglichen. Die meisten dieser Zahlen dürften einfach zu beschaffen sein. Besonders aufwendig sind Benchmarking-Kennzahlen, die den Vergleich mit anderen Unternehmen voraussetzen. Deren Erhebung ist meist von einem Unternehmen nicht zu bewältigen, da der Aufwand eines Vergleichs mit anderen Unternehmen sehr hoch ist und viele Unternehmen den direkten Vergleich - selbst wenn es sich nicht um Wettbewerber handelt - aus Geheimhaltungsgründen scheuen. Prozeßbezogene Kenngrößen, die sich an Checklisten oder Profilen orientieren, setzen voraus, daß diese vorhanden sind. Der Initialprozeß zur Erstellung dieser Checklisten oder Profile ist sowohl zeit- als auch arbeitsaufwendig, auch wenn es sich um einen einmaligen Aufwand handelt.

Ebenfalls aufwendig sind die Vorarbeiten und Präsentationen der F&E-Teams im Zuge von Peer Reviews und Audits, die dann die Quellen für die Bewertung der F&E-Leistung darstellen. Die Vorbereitungen, besonders für Audits, können einen erheblichen Teil der Arbeitszeit des F&E-Personals binden. Andererseits dient dieser Prozeß nutzbringend auch der internen Kommunikation.

Neben dem Vorhandensein von Quellen für die Erstellung von Kenngrößen zur Bewertung der Leistung in Forschung und Entwicklung müssen auch die „Meßsubjekte“ vorhanden sein. Dies bedeutet, daß es Personen geben muß, die den Prozeß der Leistungsmessung vorantreiben. Typischerweise sind diese im F&E-Management, F&E-Controlling oder im allgemeinen Controlling zu finden. Für die qualitativ-subjektiven Ansätze werden sogenannte „Peer Review Teams“ benötigt. Dies sind in der Peer Review Technik fachlich geschulte Teams, die gleichzeitig auch mit den entsprechenden F&E-Gebieten vertraut sein sollten. Das gleiche gilt für Audit-Teams. Die Zusammenstellung der dafür benötigten Fachleute ist mit einem hohen Aufwand verbunden. Zum Teil können externe Fachleute und Berater Peer Reviews oder Audits begleiten oder für Benchmarking-Verfahren die entsprechenden Vergleiche mit anderen Unternehmen bereits parat haben.

Der wichtigste Schritt, nachdem die Prozeßtreiber benannt sowie die Quellen für die Messung identifiziert und bearbeitet wurden, ist die Bewertung der F&E-Leistung. Absolut gesehen sind die berechneten Kenngrößen ohne große Aussagekraft. Erst

- im Zeitreihenvergleich (Vergleich mit Vorjahren),
- im Plan-Ist-Vergleich oder
- im Ist-Vergleich mit anderen Unternehmenseinheiten oder Unternehmen

ist eine Bewertung des Meßergebnisses möglich. Dies setzt natürlich voraus, daß entsprechende Vergleichskenngrößen zur Verfügung stehen.

5.1.2.2 Einsatz in den Phasen des Innovationsprozesses

Bereits Ranftl⁶⁸⁷, aber auch Pappas/Remer⁶⁸⁸ gelangen zu der Erkenntnis, daß sich die verschiedenen Kenngrößen-Kategorien unterschiedlich zur Messung der Leistung in Forschung und Entwicklung eignen. Ranftl macht den Einsatz von entweder quantitativen oder qualitativen Kenngrößen vom Niveau der Komplexität, dem Abstraktionsgrad und der Einzigartigkeit der gemessenen Arbeitsaufgaben abhängig (vgl. Abbildung 5-2).

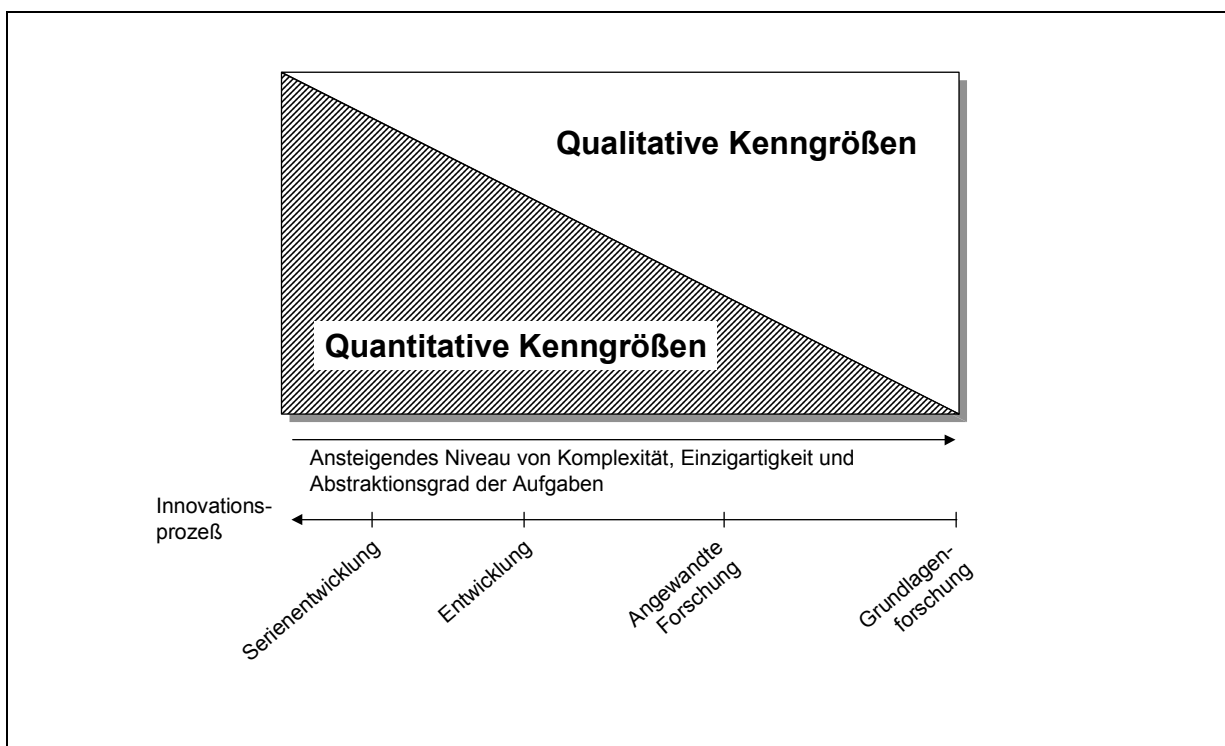


Abbildung 5-2: Bewertung der Produktivitätsmaße (Quelle: in Anlehnung an: Ranftl, R., *R&D-Productivity*, 1978, S. 39)

Pappas und Remer beziehen die Bewertungstechniken auf bestimmte Arten von Forschung und Entwicklung, wie Abbildung 5-3 zeigt. Sie begründen aus der Praxis, daß F&E-Manager Grundlagenforschungsprojekte eher intuitiv bewerten, hingegen im Bereich der Entwicklung und Produktverbesserung klare Algorithmen zur Bewertung des Outputs zum Einsatz kom-

687 Vgl. Ranftl, R.M., *R&D-Productivity*, 1978, S. 39 f.

688 Vgl. Pappas, R.A./Remer, D.S., *Productivity*, 1985, S. 15 f.

men. Zwischen diesen beiden Extremen werden mehr oder weniger quantifizierbare Bewertungstechniken, die z.T. mit intuitiven Werturteilen vermischt sind, verwendet.

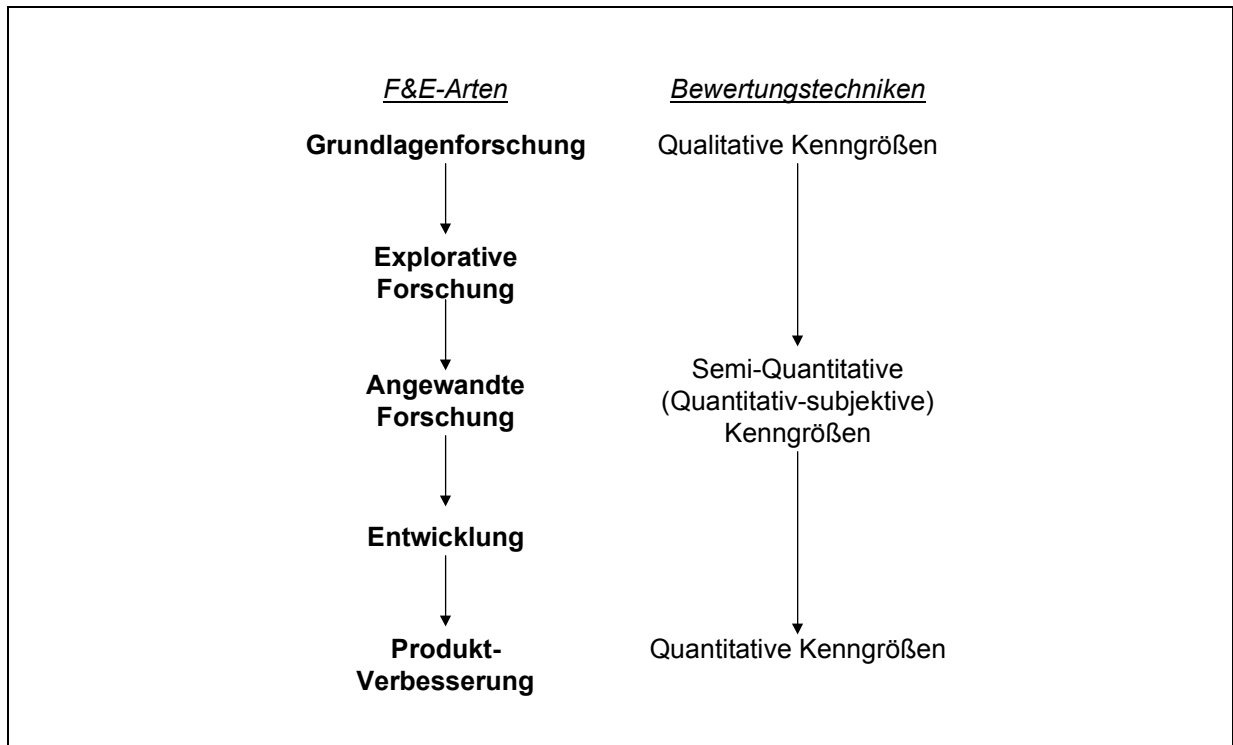


Abbildung 5-3: Generelle Verwendung von Bewertungstechniken (Quelle: in Anlehnung an: Pappas, R.A./Remer, D.S., *Productivity*, 1985, S. 16)

Grundsätzlich gilt folgende Faustregel: Je konkreter der Innovationsprozeß und das entsprechende Innovationsprojekt gediehen sind, desto eher können quantitative, objektive Kenngrößen eingesetzt werden.

Bei einer differenzierteren Betrachtung der Kategorien „Input-Kenngrößen“, „Prozeß-Kenngrößen“, „(objektive/subjektive) Output-Kenngrößen“ und „qualitative Kenngrößen“ ist zu erkennen, daß diese unterschiedliche Spannweiten des Innovationsprozesses abdecken und sich zum Teil überlappen.

So können die rein quantitativen Input-Kenngrößen, z.B. in Verbindung mit Output-Kenngrößen, bis in die Phase der Serienvorbereitung genutzt werden. Die Output-Kenngrößen haben eine besonders große Spannweite und können als einzige Kategorie – weiter unterteilt in „Wissens-Output“, „Produkt-Output“, „Unternehmens-“ und „Umsatz-Output“ – in allen Bereichen des Innovationsprozesses verwendet werden. Prozeß- und Projekt-Kenngrößen können hingegen nur im Rahmen vorhandener Projekte eingesetzt werden. Im sehr frühen und unstrukturierten Bereich des Innovationsprozesses stehen diese Maße noch nicht zur

Verfügung. Dagegen ist dies der typische Anwendungsbereich rein qualitativer Kenngrößen, die insbesondere im wenig strukturierten Bereich der Grundlagenforschung und angewandten Forschung eine sinnvolle Anwendung finden.

In den Analysen von Ranftl und Pappas/Remer wurde nicht berücksichtigt, daß die unterschiedlichen Kenngrößen nicht nur bestimmte Anwendungsschwerpunkte haben, sondern auch, daß die F&E-Leistung nur auf bestimmte Unternehmens- oder Prozeßeinheiten anzuwenden ist. So sind Input-Kenngrößen auf relativ hohem Niveau aggregiert und können ohne große Schwierigkeiten nur bis Abteilungsniveau abgeleitet werden. Hingegen sind Prozeß- und Projekt-Kenngrößen in erster Linie auf einzelne Projekte, maximal jedoch auf eine Anzahl von Projekten ausgerichtet. Output-Kenngrößen sind über den gesamten Innovationsprozeß in verschiedenen Aggregationsausprägungen verfügbar. Während sich der Output früher Projektphasen in erster Linie auf die Ergebnisse einzelner Projekte stützt, bezieht sich die Spannweite verfügbarer Output-Kenngrößen zum Produktions- und Vermarktungszeitpunkt von Einzelprodukten bis auf die Aggregationsstufe des Gesamtunternehmens.

In nachfolgendem Diagramm (vgl. Abbildung 5-4) sind alle Kenngrößen-Kategorien hinsichtlich ihrer Anwendungsreichweite im Innovationsprozeß und ihres typischen Aggregationsniveaus dargestellt. Aus dem Diagramm wird deutlich, daß ein Einsatz singulärer Meßansätze oder Kenngrößen über den gesamten Innovationsprozeß von der Einsatzbreite der einzelnen Ansätze praktisch nicht möglich ist. Soll der gesamte Innovationsprozeß von der Grundlagenforschung bis zur Vermarktung hin abgedeckt werden, so ist dies nur über die Kombination verschiedener Kenngrößen-Kategorien möglich. Durch eine Einschränkung auf bestimmte Prozeßabschnitte und Aggregationsniveaus kann eine Eingrenzung der verwendbaren Methoden vorgenommen werden.

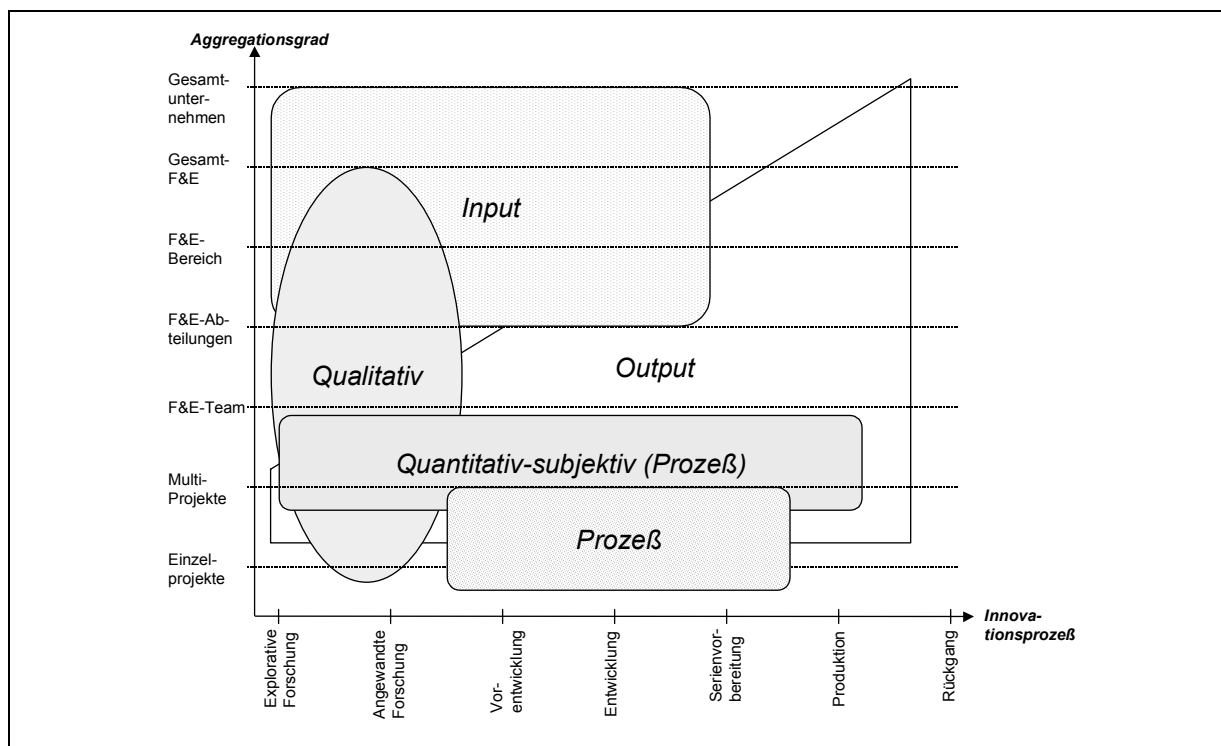


Abbildung 5-4: Einteilung der Kenngrößen-Kategorien nach Anwendungsreichweite im Innovationsprozess und Aggregationsniveau

5.1.2.3 Einsatz zur Messung der Innovationsleistung

Die verschiedenen Kategorien zur Messung der Innovationsleistung unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich ihrer Beurteilungsspannweite im Innovationsprozess und des Aggregationsniveaus. Zusätzlich lassen sich die Kenngrößen-Kategorien bezüglich der Messung der Innovationsleistung, des Zeithorizonts der Messung und der darauffolgenden Steuerung differenzieren. In folgender Abbildung 5-5 sind die wichtigsten Kategorien in einem Portfolio gruppiert.

Für eine umfassende Messung der Innovationsleistung ist sowohl die Erfassung der Effizienz als auch der Effektivität notwendig⁶⁸⁹. Es müssen nicht nur „die richtigen Dinge“ getan werden, sondern diese Dinge auch „richtig“, d.h. effizient durchgeführt werden, um von einer optimalen Innovationsleistung sprechen zu können.

689 Die Definition von Innovationsleistung, Effizienz und Effektivität erfolgte in Kap.2.3.2 und 2.3.3, S. 38 ff.

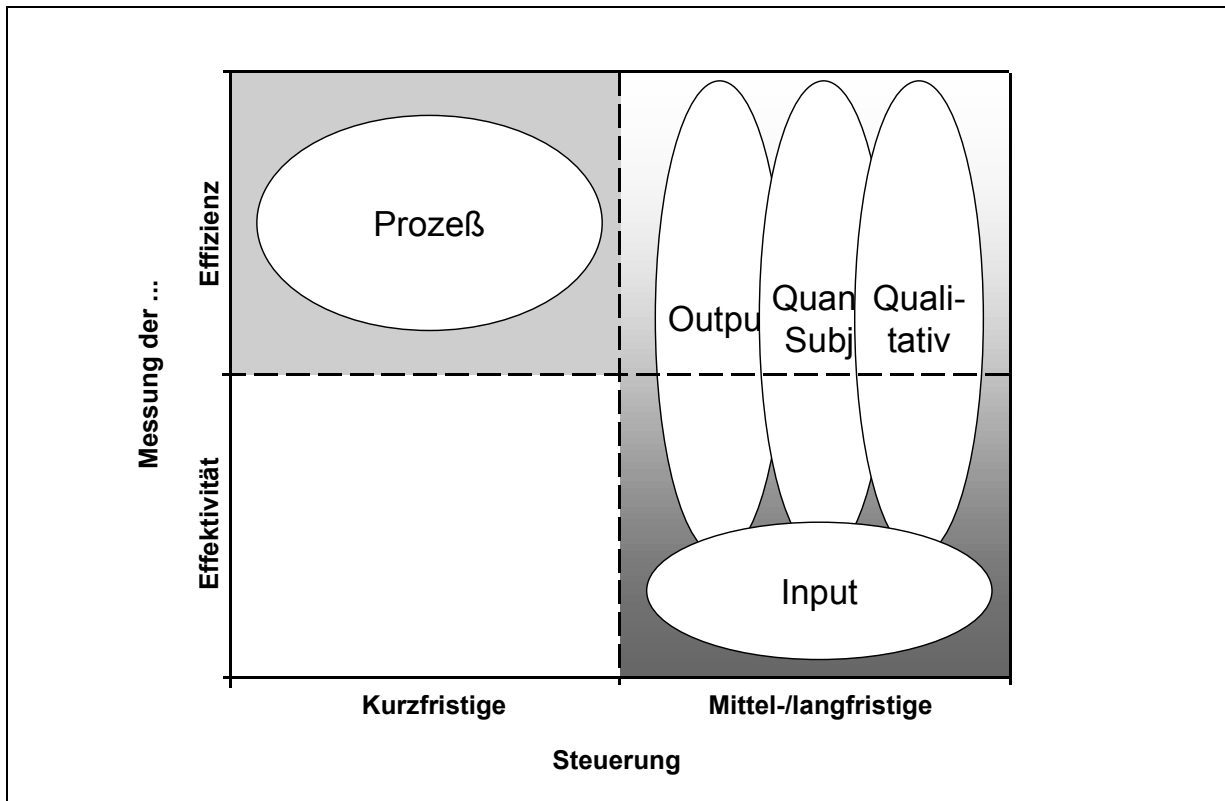


Abbildung 5-5: Einteilung der Kenngrößen bezüglich der Messung von Effizienz und Effektivität sowie kurz- und mittelfristiger Steuerungsmöglichkeit

Bei der praktischen Messung sind beide Begriffe nicht immer vollständig voneinander zu trennen. Dies gilt für die Messung mit Hilfe von objektiven und subjektiven Output-Kenngrößen, aber auch bei der Verwendung qualitativer Methoden wie dem Peer Review oder dem Audit. Die qualitativen Methoden zur Beurteilung der F&E-Leistung betrachten neben der Projektebene auch die Wissenschaftler oder Projektgruppen als Meßobjekt, sowohl bezüglich Effizienz als auch Effektivität. Input-Kenngrößen messen in erster Linie die Effektivität des Umgangs mit Inputs im Innovationsprozeß. Demgegenüber werden Prozeß-Kenngrößen⁶⁹⁰ in erster Linie für die Messung der Effizienz der Prozesse eingesetzt, ohne dabei die Effektivität der Prozesse⁶⁹¹ zu beurteilen.

Ausschließlich die Messung der Leistung in Forschung und Entwicklung ist wirkungslos, wenn aus dieser nicht Maßnahmen abgeleitet werden können, die zu einer Steuerung der Leistung in Forschung und Entwicklung führen. Im Sinne eines kybernetischen Regelkreises muß die Forschungs- und Entwicklungsleistung zunächst gemessen und dann mit einem Vorgabewert verglichen werden. Bei einer Abweichung vom Sollwert sind Maßnahmen fest-

690 Z.B. Anzahl der rechtzeitig durchgeführten Meilensteine.

691 Es wird keine Beurteilung vorgenommen, ob die richtigen Prozesse bzw. Projekte durchgeführt werden.

zulegen, die der Erreichung des gewünschten Wertes dienen. Typischerweise gibt es, je nach Meßkategorie, Verzögerungen zwischen der Messung und dem Eintreten bestimmter Maßnahmen. In der Regelkreiskybernetik spricht man von „time-lags“.

Je nach Kenngrößen-Kategorie gibt es unterschiedliche Zeitverzögerungen oder auch Zeit-horizonte für die Messung. Prozeß-Kenngrößen sind kurzfristig und zeitnah innerhalb eines F&E-Prozesses verfügbar⁶⁹². Darauf reagierende Maßnahmen können ohne große Zeitverzögerung durchgeführt werden. Deshalb wird bei den Prozeß-Kenngrößen auch von „Frühindikatoren“ gesprochen. Prozeß-Kenngrößen beziehen sich allerdings - wie bereits dargestellt - in ihrer Steuerungswirkung nur auf individuelle Projekte.

Je nach Strukturierung von Output-Kenngrößen können sich diese auf einzelne Projekte oder global auf die Forschungs- und Entwicklungstätigkeit eines Unternehmens beziehen. Insgesamt sind diese Kenngrößen in ihrer Steuerungswirkung nur mittel- bis langfristig und globaler als Prozeß-Kenngrößen einsetzbar, da sie nicht auf Einzelprojekt-Ebene, sondern auf der Unternehmensebene den globalen F&E-Ablauf beeinflussen können. Subjektive Output-Kenngrößen haben prinzipbedingt eine geringere Zeitverzögerung zwischen Messung und realer Situation als objektive Output-Kenngrößen, die oft erst nach Ende eines Projektes ermittelt werden können.

Input-Kenngrößen dienen in erster Linie der Überprüfung strategischer Aspekte. Das bedeutet, daß sie die Effektivität dieser Maßnahmen auf mittel- bis langfristige Sicht messen, da Strategien nur mittelfristig verändert werden können.

Der Steuerungsaspekt wird in jenem vorhandenen Ansätzen vernachlässigt, die sich ausschließlich auf die Messung der Leistung in Forschung und Entwicklung konzentrieren.

5.1.3 Schlußfolgerungen für verfügbare Konzepte

Nachfolgend sind in Tabelle 5-1 und Tabelle 5-2 alle wichtigen Kategorien der in Kapitel 3 und 4 beschriebenen Kenngrößen-Konzepte hinsichtlich ihrer Stärke, Schwächen, der notwendigen Quellen, Meßsubjekte, Meßobjekte und Meßinstrumente zusammengefaßt.

692 Unter der Bedingung, daß es ein Projektmanagement gibt, welches die entsprechenden Kenngrößen erfaßt.

Kenngrößen-Konzept		Stärken	Schwächen	Meßobjekte	Meßsubjekt	Quelle	Meß-Instrument
Quantitativ	Objektiv	<ul style="list-style-type: none"> Gute Datenlage Valide Daten 	<ul style="list-style-type: none"> Geringe Aussagekraft Potential-charakter 	F&E-Teilorganisation	F&E-Controlling	Budgets, Hochrechnungen	Kennzahlen
	Input			F&E-Teilorganisation	F&E-Management	Patentstatistiken	Kennzahlen
Prozeß	projektgebunden	<ul style="list-style-type: none"> Zeitnahe Messung Direkte Projekt-Messung 	<ul style="list-style-type: none"> Voraussetzung: strukturierter Prozeß, Projekt und Projektmanagement Messung nur gegen vorgegebenen Projektplan 	<ul style="list-style-type: none"> F&E-Projekte F&E-Prozesse 	<ul style="list-style-type: none"> Projektmanagement Projektcontrolling 	<ul style="list-style-type: none"> Projektzwischenberichte Projektabschlussberichte 	Kennzahlen
	projektübergreifend						
Output	Wissensgenerierung	<ul style="list-style-type: none"> Große Spannweite über Prozeß- und Aggregationsgrad 	<ul style="list-style-type: none"> Verzerrung durch Patent- und Lizenzpolitik 	Vor- und Zwischenprodukte der F&E	F&E-Leitung, F&E-Management	Auswertung von Publikations- und Patentstatistiken	Kennzahlen
	Produkt/ Prozeßebene			<ul style="list-style-type: none"> Einfluß F&E-fremder Leistungen (Abgrenzungsproblematik) Zurechnungsproblematik 	F&E-Produkte	F&E-Controlling und Marketing, Vertrieb	Marktberichte, Produktkostenrechnung
Unternehmensebene		<ul style="list-style-type: none"> Direktester F&E-Erfolg 	<ul style="list-style-type: none"> Zeitverzögerung Beeinflussung durch externe Faktoren 	Markterfolge der F&E-Produkte	Marketing, Controlling	Umsatz, Ergebnisberichte	Kennzahlen

Tabelle 5-1: Zusammenfassung der Eigenschaften der Kenngrößen-Konzepte

Kenngrößen-Konzept			Stärken	Schwächen	Meßobjekte	Meßsubjekt	Quelle	Meß-Instrument
Quantitativ	Objektiv	Objektive RoR	<ul style="list-style-type: none"> • Direktes Inbeziehungsetzen von Input- und Output • Direktes Inbeziehungsetzen von Input- und Output • Gegenwartsorientierung • Gut einsetzbar in schwer strukturierbaren Situationen • Signalisierung von Verbesserungsmöglichkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Zeitverzögerung • Verursachungsge-rechte Zuordnung • Verursachungsge-rechte Zuordnung • Verzerrung durch Subjektivität • Konsens über Kriterienkatalog • Bewertung intuitiv-subjektiv • Aufwendig 	s. Output und Input	s. Output und Input	s. Output und Input	Kennzahlen
	Subjektiv	Subjektive RoR						
	Prozessbe-zogene Maße	Checklisten, Scoring Modelle, Profile						
Qualitativ	Subjektiv	Peer Reviews	<ul style="list-style-type: none"> • Positive Nebeneffekte: Verbesserung der inter-nen Kommunikation • Ganzheitliche Bewertung der F&E • Gut geeignet für Phasen mit geringer Struktur 	<ul style="list-style-type: none"> • Validität des Urteils nur durch fachliche Autorität der Meß-subjekte • Hoher Aufwand 	Einzelforscher oder F&E-Team	Peer Review Teams, F&E-Leiter, Externe	Arbeit der F&E-Teams	Intuitive, schriftlich dargelegte Bewertung anhand von bestimmten Gliederungs-punkten
		Audits						

Tabelle 5-2: Zusammenfassung der Eigenschaften der Kenngrößen-Konzepte

Bezüglich der Stärken und Schwächen ist allgemein festzustellen, daß quantitativ-objektive Kenngrößen meist einfach zu erheben sind, jedoch bei absoluter Anwendung des Objektivitäts-Kriteriums vergangenheitsorientiert sind. Durch Einführung subjektiver Faktoren, wie z.B. Gewichtungen oder Wertungen zukünftiger Ereignisse kann zwar die Vergangenheitsorientierung überwunden werden, andererseits wird durch die Subjektivität aber die Vergleichbarkeit eingeschränkt. Qualitative Maße sind mit hohem Zeit- und Personalaufwand verbunden, jedoch gut geeignet für die Bewertung unstrukturierter F&E-Prozesse.

In Tabelle 5-3 wird die Eignung der Kenngrößen-Kategorien bezüglich der Phasen des Innovationsprozesses, des Aggregationsgrades, der zeitlichen Steuerung und Bewertung der F&E-Leistung beschrieben. Allgemein bestätigt sich die von Pappas/Remer dargelegte Auffassung, daß zur Messung der Leistung von Forschung und Entwicklung die Anwendung von quantifizierenden Kenngrößen um so ratsamer erscheint, je strukturierter und weiter der zu F&E-Prozeß fortgeschritten ist.

Kenngrößen-Konzept		Innovationsprozess					Aggregationsgrad				Steuerung		Bewertung der F&E-Leistung			
		Grundlagen- Forschung	Explorative Forschung	Angewandte Forschung/ Vorentwicklung	Entwicklung	Produkt- verbesserung	Projekte	F&E-Abteilung/ Unternehmens	Gesamt- Unternehmens	Gesamt- Unternehmen	kurzfristig	mittel- und langfristig	Effektivität	Effizienz		
Quantitativ	Objektiv	Input	materiell	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Objektiv		immateriell	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Qualitativ	Subjektiv	Prozess	projektgebunden	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		Output	projektübergreifend	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Qualitativ	Subjektiv	Beziehungszahlen	Wissensgenerierung	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		Beziehungszahlen	Produkt-/Prozessebene	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Qualitativ	Subjektiv	Peer Reviews	Unternehmensebene	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		Audits	Objektive RoR	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Qualitativ	Subjektiv	Scoring- Modelle, Profile	Objektive RoR	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		Checklisten, Modelle, Profile	Subjektive RoR	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Qualitativ	Subjektiv	Peer Reviews	Checklisten, Modelle, Profile	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		Audits	Peer Reviews	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

● gut geeignet ○ weniger geeignet ○ nicht geeignet

Tabelle 5-3: Zusammenfassung der Eigenschaften der Kenngrößen-Konzepte

5.2 Anforderungsanalyse aus Umfragen

Aus den Umfrageergebnissen aus Kapitel 4 geht hervor, welche Methoden und Ansätze zur Leistungsmessung in Forschung und Entwicklung vorhanden sind und bevorzugt werden. Speziell die vorhandenen Ansätze oder solche, die statt einer Leistungsmessung angewendet werden, sind in einem neuen Konzept zu berücksichtigen, sofern diese als sinnvoll erachtet werden. Auch werden die Gründe für die Verweigerungshaltung von Unternehmen untersucht, mit der späteren Möglichkeit, diese entweder zu entkräften oder zu umgehen.

Es ist festzustellen, daß nur eine geringe Quote von Unternehmen eine Leistungsmessung in F&E durchführt. Zudem sind die meisten Unternehmen mit der Durchführung nicht sonderlich zufrieden. Andererseits besteht jedoch ein begründetes Interesse an zuverlässigen Analysen der F&E-Leistung⁶⁹³. Daraus ist ein Handlungsbedarf für die Erstellung eines neuen Konzepts abzuleiten.

Gleichzeitig ist die Art der Unternehmen, für die eine Messung der F&E-Leistung (ökonomisch) sinnvoll ist, einzugrenzen. Aus den Umfrageerfahrungen geht hervor, daß das typische Unternehmen hohe relative und absolute F&E-Ausgaben besitzt und eine größere Anzahl von F&E-Projekten gleichzeitig durchführt, die als ganzes nicht mehr überschaubar sind.

5.2.1 Berücksichtigung der Ablehnungs- und Verweigerungsgründe

Mangelnde Fähigkeiten gestehen nur wenige deutsche Unternehmen als Begründung dafür ein, daß die F&E-Leistung nicht gemessen wird. Statt dessen wird von nicht wenigen Unternehmen die Notwendigkeit zur Messung verneint. Die F&E wird als nicht planbar oder wiederholbar bzw. als zu komplex für eine Bewertung angesehen. So kann davon ausgegangen werden, daß bei einigen Unternehmen ein „Leidensdruck“ zur Verbesserung der Effizienz und Effektivität in Forschung und Entwicklung fehlt. Der Argumentation eines zu komplexen, nicht reproduzierbaren und daher nicht vergleichbaren F&E-Prozesses kann nur für die Grundlagenforschung gelten – ein Bereich, der allerdings mit Hilfe von Peer Reviews oder Audits durchaus in seiner F&E-Leistung beurteilt werden kann. Außerdem ist nur ein verschwindender Anteil der industriellen F&E Grundlagenforschung.

Zusätzlich ist aus der Auswertung der Literatur festzustellen, daß amerikanische Unternehmen im Gegensatz zu deutschen keine Berührungspunkte mit der Messung der Leistung in

693 Vgl. Kap. 4.2.2, S. 258 ff.

Forschung und Entwicklung haben, diese akzeptieren und lediglich Kritik an Einzelgrößen vorbringen. Für keine der behandelten Kenngrößen zur Messung der F&E-Leistung gibt es grundsätzliche Anwendungsbedenken.

5.2.2 Berücksichtigung von bekannten/verwendeten Konzepten

Es gibt sowohl in Deutschland als auch in den USA eine klare Tendenz zur Verwendung von quantitativen Kenngrößen: 80% aller Unternehmen bevorzugen diese, davon die Hälfte mit einer quantitativ-subjektiven Ausprägung. Vorrangig werden einfach zu erhebende Kenngrößen verwendet. Die meisten Unternehmen nutzen mehr als eine Kenngröße. Kaum ein Unternehmen verknüpft jedoch mehrere Kenngrößen zu einem geschlossenen Gesamtkonzept. In Deutschland spielen Inputkenngrößen und das Prozeßcontrolling eine wesentliche Rolle, während in den USA Output-Kenngrößen und Beziehungskennzahlen als wichtigste Kenngrößen verwendet werden.

Die Umfragen aus Kapitel 4 zeigen weiterhin, daß Kenngrößen branchenabhängig benutzt werden. Die Branchenabhängigkeit besteht in erster Linie aus den unterschiedlichen Entwicklungszeiten und Produktlebenszyklen. Daraus ist zugleich die Schlußfolgerung und Forderung abzuleiten, ein neues Konzept so auszulegen, daß es durch individuellen Zuschnitt der einzelnen Kenngrößen in verschiedenen Branchen einsetzbar ist. Darunter könnte die externe Vergleichbarkeit leiden, die jedoch auch aus anderen, bereits diskutierten Gründen nur in geringem Maße vorhanden ist.

5.2.3 Berücksichtigung von Ausweichkonzepten

Zusätzliche oder alternative Konzepte zur Überwachung der F&E-Leistung können ebenfalls herangezogen werden, wenn es darum geht, präferierte oder vorliegende Verhaltensweisen der Unternehmen bei der Bestimmung der Innovationsleistung in ein eigenes Konzept zu integrieren.

In Deutschland spielen in erster Linie Methoden zur Überwachung des Inputs sowie Projektauswahl- und Projektcontrolling-Methoden eine wichtige Rolle, wenn Unternehmen zur Messung ihrer F&E-Leistung befragt werden. In den USA werden ebenfalls Methoden des Projekt- sowie des Portfolio-Managements und TQM-Methoden genannt.

Bei der Erstellung eines eigenen Konzepts kann man also davon ausgehen, daß der Bereich der Input-Kenngrößen ausreichend repräsentiert ist, obwohl dieser in erster Linie der Überprüfung von strategischen Entscheidungen des F&E-Managements dient. Zusätzlich kann

von einem gut ausgebauten Projektmanagement ausgegangen werden, das bei der Generierung von Prozeß-Kennzahlen eingesetzt werden kann. Aus anderen Zusammenhängen dürften auch die Mechanismen von Wirtschaftlichkeitsrechnungen bekannt sein, so daß diese ebenfalls zur Bestimmung der F&E-Leistung leicht eingesetzt werden können.

5.3 Spezifikation des Konzepts zur Messung der Innovationsleistung

Aus der zusammenfassenden Analyse der Kenngrößen-Kategorien auf der einen und der aus den Umfragen herauskristallisierten unternehmensspezifischen Anforderungen auf der anderen Seite ergeben sich Kriterien für ein eigenes Konzept, die sich in der nachfolgend aufgelisteten Spezifikation niederschlagen. Diese ist als Anforderungsdefinition oder auch Pflichten-/ Lastenheft der Ausgangspunkt für das neue Konzept⁶⁹⁴.

694 Dazu auch die Vorschläge, die bereits 1962 auf einer Konferenz zu diesem Thema gemacht wurden, vgl. Hackett, J.W., Proceedings, 1962, S. 189 ff.

1. Abgrenzung des Anwenderkreises:

- 1.1 Viele, komplexe, ineinandergreifende F&E-Vorhaben
- 1.2 Hohe absolute/relative F&E-Intensität

2. Ausgestaltung des Konzepts:**2.1 Konzept**

- 2.1.1 Einfacher, überschaubarer Durchführungsprozeß
- 2.1.2 Messung routinemäßig wiederholbar, nachvollziehbar, transparent (interne Unternehmensvergleiche)
- 2.1.3 Konzept anpassungsfähig, unternehmensindividuell maßzuschneidern
- 2.1.4 Externe Vergleiche möglich (z.T. gegenläufig zu 2.1.3)
- 2.1.6 Schnelle Ergebnisse der Messung
- 2.1.7 Maßnahmen zur Leistungsverbesserung ableitbar

2.2 Kenngrößen

- 2.2.1 Breite Spannweite über Prozeß (mehrere Kenngrößen notwendig)
- 2.2.2 Darstellung der Kenngrößen bevorzugt numerisch-quantitativ
- 2.2.3 Verwendung möglichst objektiver Kenngrößen
- 2.2.4 Verwendung möglichst weniger Kenngrößen
- 2.2.5 Verwendung von Kombinationen mehrerer Kenngrößen (gegenseitige Bestätigung)

2.3 Verwendung vorhandener Kennzahlen

- 2.3.1 Input, z.T. Output soweit vorhanden
- 2.3.2 Prozeßkennzahlen
- 2.3.3 Portfolio-Ansatz ausbaubar (Projektauswahl)

2.4 Sonstiges

- 2.4.1 Strategische Ausrichtung
- 2.4.2 Berücksichtigung von „soft facts“
- 2.4.3 Freiheit in der Grundlagenforschung
- 2.4.4 Kurz-/Mittel-/Langfristige Maßnahmen ableitbar (z.B. Bonusregelungen)

Tabelle 5-4: Spezifikation des eigenen Konzepts

5.4 Konzept zur prozeßorientierten Messung der Innovationsleistung

Die Untersuchung der verwendbaren Kenngrößen und die praxisrelevante Anforderungsanalyse bilden den Rahmen für das in diesem Kapitel zu beschreibende, eigene Konzept.

Zunächst werden die theoretischen Eckpunkte des neuen Konzepts betrachtet und in Zusammenhang gebracht. Danach erfolgt eine konkrete Beschreibung des Ablaufs des eigenen Konzepts. Die sich daraus zwangsläufig ergebende praktische Durchführung des Konzepts ist Gegenstand des nachfolgenden Kapitels 6. Die Erprobung innerhalb einer Fallstudie gilt auch als Validierung des Konzepts.

5.4.1 Beschreibung des Konzepts

Modell des kybernetischen Regelkreises

Im Rahmen eines F&E-Managements dient das F&E-Controlling der operativen und strategischen Steuerung und Kontrolle der Innovationsprozesse im Unternehmen⁶⁹⁵. Es unterstützt das Management bei der Steigerung der F&E-Effektivität und -Effizienz durch Informationsbeschaffung und -verwendung bei Planung, Budgetierung, Berichterstattung, Bewertung und Beratung⁶⁹⁶.

Den Prozeß des F&E-Controllings kann man mit Hilfe des Modells des kybernetischen Regelkreises darstellen⁶⁹⁷. Ein solcher Regelkreis wurde bereits in Kapitel 2.3.5 beschrieben⁶⁹⁸. Im Mittelpunkt dieses systemtheoretischen Modells steht zunächst die Generierung und Analyse von geeigneten Steuerungsinformationen⁶⁹⁹, die mit Hilfe von Soll- und Ist-Zuständen das System zuverlässig beschreiben. In einem weiteren Schritt sollen diese Informationen Hinweise für einen geeigneten Systemeingriff geben, um die gewünschten Soll-Werte zu erreichen. Die interne Leistungsmessung bezieht sich entweder auf einen Soll-Ist-Vergleich oder auf den Vergleich verschiedener Perioden oder Unternehmenseinheiten⁷⁰⁰. Die externe Messung untersucht die Leistungsunterschiede von F&E-Einheiten unterschiedlicher Unternehmungen (Benchmarking). Aufgrund der Differenz zwischen Soll- und Istgröße kann man ein Verbesserungspotential gegenüber anderen Unternehmen oder anderen Zeitperioden dokumentieren.

695 Vgl. Kap. 2.1.3, S. 28 ff.; Stockbauer, H., F&E-Controlling, 1989, S. 48; Brockhoff, K., Forschung, 1992, S. 320 f.; Bürgel, H./Haller, C./Binder, M., F&E-Management, 1996, S. 16; Im Sinne von Specht/Beckmann ist die Messung der F&E-Leistung im Rahmen des F&E-Controlling eine sowohl strategische als auch operative Aufgabe, vgl. Specht, G./Beckmann, C., F&E-Management, 1996, S. 332 f.

696 Vgl. Bürgel, H.D., Controlling, 1989, S. 1.

697 Geschka verwendet ein kybernetischen Regelkreismodell zur Darstellung von Ablauf- und Entscheidungszusammenhängen in Forschungs- und Entwicklungsprojekten, vgl. Geschka, H., Entscheidungen, 1970, S. 107 ff.

698 Siehe S. 50 f.

699 Vgl. Specht, G./Beckmann, C., F&E-Management, 1996, S. 333.

700 Z.B. Forschungseinheiten in verschiedenen Unternehmensbereichen.

Das kybernetische Regelkreismodell verdeutlicht, daß die Messung der Leistung in Forschung und Entwicklung kein Selbstzweck ist, sondern der Indikation des Zustandes der Forschungs- und Entwicklungsprozesse im Unternehmen dient und Startpunkt für die Verbesserung des Innovationsprozesses ist. Weiterhin zeigt das Modell, daß eine Bewertung der Messung erst dann möglich ist, wenn entsprechende Vergleichsmöglichkeiten zur Verfügung stehen.

Modell des indirekten Messens

Ausgehend davon, daß die Innovationsleistung nicht direkt aus dem Innovationsprozeß ableitbar ist, orientiert sich die Vorgehensweise bei der systematischen Entwicklung eines eigenen Konzepts am „Modell des indirekten Messens“ (vgl. Abbildung 5-6). Dabei handelt es sich um ein Instrument zur quantitativen Abbildung nicht direkt meßbarer Größen⁷⁰¹.

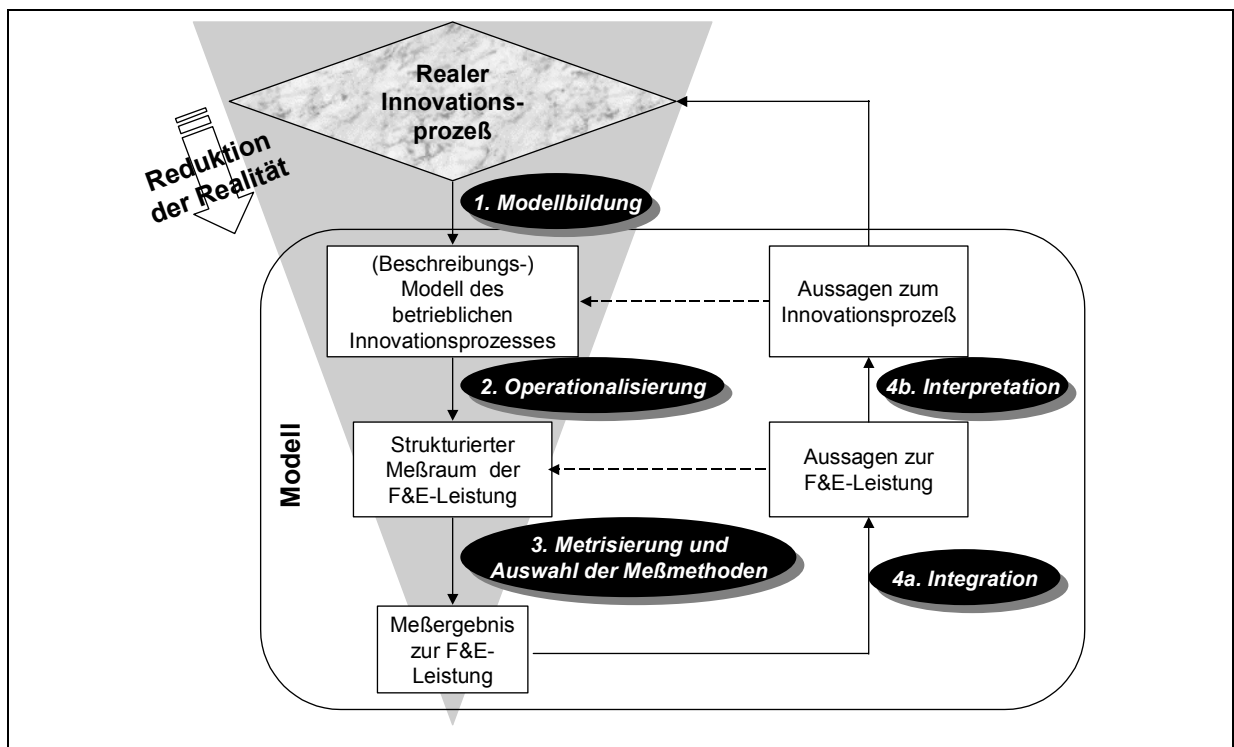


Abbildung 5-6: Theoretische Vorgehensweise zur Messung der F&E-Leistung (Quelle: in Anlehnung an Randolph, R., Indikatoren, 1979, S. 28)

Die Methode gliedert sich in vier Phasen:

701 Vgl. Randolph, R., Indikatoren, 1979, S. 26 ff.

1. Modellbildung,
2. Operationalisierung,
3. Metrisierung und Auswahl der Meßmethoden,
4. Integration und Interpretation.

In der Phase der Modellbildung wird der reale Innovationsprozeß mit Hilfe einer Abbildungsfunktion vereinfacht. Das gewonnene Modell ist ab hier Ausgangspunkt aller weiteren Überlegungen. Im nächsten Schritt erfolgt die Operationalisierung des Modells hinsichtlich des eigentlichen Zwecks, nämlich der Messung der Innovationsleistung. Dabei nutzt man ein strukturiertes Modell des Innovationsprozesses mit entsprechenden Ansatzpunkten für die Messung. Mit der Metrisierung und Auswahl der Meßmethoden ist die tatsächliche Messung der Innovationsleistung verbunden. Konkret werden die Kenngrößen und Indikatoren zur Messung der F&E-Leistung festgelegt. Resultat sind die Meßergebnisse der Innovationsleistung. Diese bedürfen nun im vierten Schritt einer Integration und Interpretation. Aus den Meßergebnissen sind so zunächst Aussagen über die Innovationsleistung und – durch Übertragung auf das Modell des Innovationsprozesses – auch Aussagen zum Innovationsprozeß möglich.

Diese Vorgehensweise entspricht einer Abstraktion und Reduktion der realen Situation auf ein (möglichst quantitatives) Datenmodell mit wenigen, meßbaren Parametern sowie deren Interpretation im Kontext der Modelle.

5.4.1.2 Modellbildung

Betriebswirtschaftliche Modelle stellen ein vereinfachtes Abbild der ökonomischen Realität durch Reduktion der Komplexität und durch Abstraktion dar⁷⁰². Man unterscheidet u.a. zwischen Beschreibungs-, Erklärungs- und Entscheidungsmodellen⁷⁰³.

Ziel eines Beschreibungsmodells ist die quantitative oder qualitative Darstellung beobachtbarer und meßbarer Tatbestände. Es werden Aussagen über Gegenstände, Eigenschaften und Relationen im Betrachtungsraum getroffen⁷⁰⁴. Erklärungsmodelle hingegen dienen nicht nur der Beschreibung, sondern auch der wissenschaftlichen Begründung

702 Vgl. Fehl, U., Modell, 1987, S. 1312 f.

703 Vgl. Schweitzer, M./Küpper, H.-U., Produktions- und Kostentheorie, 1974, S. 18 f.

704 Vgl. Schweitzer, M./Küpper, H.-U., Produktions- und Kostentheorie, 1974, S. 18 f.; Schanz, G., Beschreibungsmodell, 1987, S. 218.

bestimmter Tatbestände mit Hilfe von allgemeinen Gesetzmäßigkeiten⁷⁰⁵. Werden nicht nur vergangene, sondern auch zukünftige Tatbestände erklärt, so wird von Prognosemodellen gesprochen⁷⁰⁶. Entscheidungsmodelle bieten über die Erklärung von Tatbeständen hinaus die Möglichkeit, Handlungsregeln zur optimalen Gestaltung von Entscheidungen und Hinweise für eine optimale Lösung vorzugeben⁷⁰⁷.

Dem Konzept zur Messung der Leistung in Forschung und Entwicklung liegt ein Beschreibungsmodell zugrunde. Durch die selektierende und abstrahierende Darstellung der relevanten Sachverhalte soll ein Zuwachs an Transparenz in den komplexen Innovationsprozessen erreicht werden. Betrachtet wird dabei nur der Ablauf zur Entstehung neuer Produkte (Innovationsprozeß). Aufgrund der Komplexität der Vorgänge im Innovationprozeß ist die weitergehende Erstellung eines Erklärungsmodells nicht möglich.

Eine Modellbildung für den spezifischen Fall der Messung der Forschungs- und Entwicklungsleistung sieht zunächst eine Beschreibung der Leistungserbringung in Form eines Input-Output-Modells vor. Dieses Modell klammert den Prozeß der Leistungserbringung bewußt aus. Im Bereich der Forschung und Entwicklung ist der Prozeß zur Erbringung von F&E-Leistungen allgemein als Innovationsprozeß zu bezeichnen. In einem weiteren Schritt werden die einzelnen, zwischen In- und Output liegenden Phasen der Leistungserbringung im Innovationsprozeß analysiert. Die Beschreibung dieser erfolgt mit dem sogenannten Phasenmodell des Innovationsprozesses.

Aufgrund der Bewertung der F&E-Leistung, basierend auf einer zweistufigen, kombinierten (direkten und indirekten) Messung der Leistungen im Innovationsprozesses spricht man von einem Konzept zur prozeßorientierten Messung der Innovationsleistung.

Input-Output-Modell des Innovationsprozesses

Eine typische „ingenieurmäßige“ Modellbetrachtung der Leistungsmessung in Forschung und Entwicklung ist die Abbildung in einem einfachen Input-Prozeß-Output-Schema (vgl. Abbildung 5-7). Der komplexe Innovationsprozeß wird als Black-Box betrachtet, die einen Input auf eine nicht näher definierte Weise in einen Output transformiert. Eine Bewertung der Güte des ablaufenden Innovationsprozesses findet allein durch den Vergleich der einge-

705 Vgl. Schweitzer, M./Küpper, H.-U., Produktions- und Kostentheorie, 1974, S. 19.; Schanz, G., Erklärungsmodell, 1987, S. 552.

706 Vgl. Schweitzer, M./Küpper, H.-U., Produktions- und Kostentheorie, 1974, S. 19.

707 Vgl. Schweitzer, M./Küpper, H.-U., Produktions- und Kostentheorie, 1974, S. 19 f.; Bitz, M., Entscheidungsmodell, 1987, S. 496 f.

henden Input-Ströme mit den abfließenden Output-Strömen statt. Durch die Erfassung der Beziehung zwischen eingesetzten Gütern (Input) und erzeugten, neuen Gütern (Output) können auf indirekte Weise Aussagen über die Güte des Innovationsprozesses und die Forschungs- und Entwicklungsleistung getroffen werden.

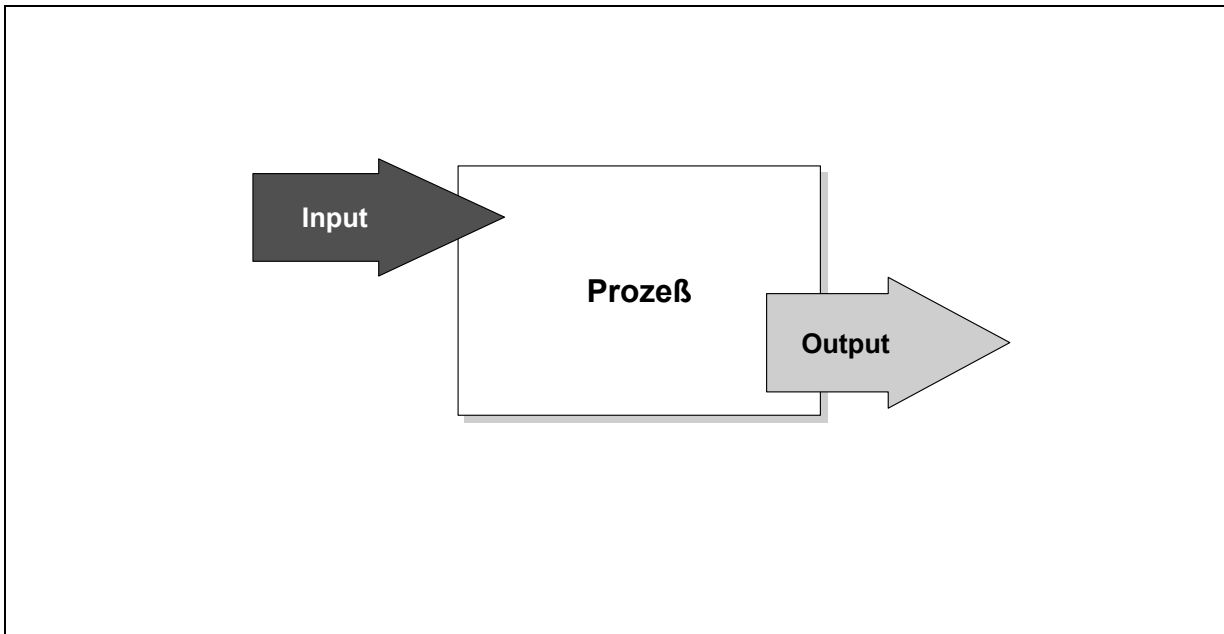


Abbildung 5-7: Das klassische Input-Output-Modell

Bei der Beurteilung des Prozesses mit Hilfe von ein- und ausfließenden Kosten- oder Güterströmen ist von einem Zusammenhang zwischen Input und Output auszugehen, wie in Kap. 2.3.2 definiert. Dabei geht man davon aus, daß - bei sonst gleichen Bedingungen - eine Erhöhung des Inputs auch zu einer Erhöhung des Outputs führt und sich die Effizienz dann als Verhältnis von Input zu Output definiert.

Aus der Kombination von Input-Output-Modell und funktionalem Zusammenhang zwischen Input und Output ergibt sich das Modell einer funktionsorientierten Darstellung der F&E-Leistung und insbesondere der Effizienz bei der Leistungserstellung. Im Gegensatz dazu steht bei der prozeßorientierten Darstellung der eigentliche Innovationsprozeß im Mittelpunkt der Betrachtungen, der beim funktionsorientierten Ansatz ausgeklammert wurde.

Phasenmodell des Innovationsprozesses

Das Phasenmodell⁷⁰⁸ dient der Analyse und Beschreibung des Innovationsprozesses, der im Input-Output-Modell lediglich als „Black-Box“ angesehen wird. Durch diesen Einblick wird es möglich, genauere Aufschlüsse über die Mechanismen zu erhalten, die zu bestimmten F&E-Leistungen geführt haben oder die F&E-Leistung maßgeblich (positiv oder negativ) beeinflusst haben⁷⁰⁹. Es wird in diesem Falle von einer direkten Bewertung der F&E-Leistung im Innovationsprozeß gesprochen, im Gegensatz zu der Bewertung, die sich lediglich auf In- und Outputs des Innovationsprozesses stützt.

Durch Zusammenfassung einzelner Aktivitäten des Gesamtprozesses in Abschnitte läßt sich der Innovationsprozeß in unterschiedliche Phasen unterteilen, die spezifische Aufgaben- und Problembereiche aufweisen. Hierdurch wird zum Ausdruck gebracht, daß Innovationsprozesse als mehrstufige Problemlösungsprozesse aufzufassen sind⁷¹⁰, die in jedem Abschnitt spezifische Vorgehensweisen und phasenadäquate Organisationsstrukturen erfordern⁷¹¹. Der Differenzierungsgrad reicht von zwei Phasen (Innovationsbildung, Innovationsdurchsetzung) bis zu über 50 Schritten. In Kapitel 2.1.1 wurde der Innovationsprozeß als ein vierstufiger Prozeß mit den Stufen

- Vorphase,
- Produkt- und Verfahrensentwicklung,
- Schaffung der Marktbereitschaft und
- Markteinführung

definiert⁷¹². Diese Einteilung wird im weiteren verwendet. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, daß Phaseneinteilungen „*wissenschaftliche Systematisierungen*“ darstellen und nicht so verstanden werden sollten, daß in jedem betrieblichen Innovationsprozeß tatsächlich alle

708 Vgl. Abbildung 2-5, S. 37.

709 Es drängt sich der bildliche Vergleich zu Kfz-Motoren auf. In einem ersten Schritt wird zunächst nur die Leistungsabgabe verschiedener Motoren im Vergleich zu deren Kraftstoffverbrauch betrachtet. Erst im nächsten Schritt widmet man sich der Frage, wie der eigentliche Motor aussieht, d.h. ob es sich beispielsweise um einen Otto-, Diesel- oder Elektromotor handelt und damit der Frage, warum bestimmte Motoren höhere Leistungen erbringen als andere.

710 Vgl. Corsten, H., Innovationsmanagement, 1989, S. 4.

711 Vgl. auch diverse „Loose-tight“-Ansätze, z.B. Tetzner, K., Entwicklungszeit, 1991; Demmer, C., Bremser, 1990, S. 168-173; Ojala, M., Forschung und Entwicklung, 1989, S. 28 f.; Peters, T.J./Waterman, R.H., Spitzenleistungen, 1991, S. 38 f. und S. 363-370; Hirzel, M., Innovationsgeschwindigkeit, 1992, S. 49 ff.

712 Vgl. auch Abbildung 2-1, S. 24.

Phasen die gleiche Bedeutung haben. Vielmehr differiert die Gewichtung und evtl. auch die Reihenfolge je nach F&E-Projekt⁷¹³.

5.4.1.3 Operationalisierung des Begriffs der Forschungs- und Entwicklungsleistung

Zweck der Operationalisierung ist es, aus den theoretischen Beschreibungsmodellen eine empirische Struktur mit Größenbegriffen zu gestalten. Das bedeutet, die Modelle so weit mit Begriffen und Kategorien anzureichern, bis das Ziel der Messung der Leistung in Forschung und Entwicklung erreicht wird⁷¹⁴. Da die Messung der Leistung in Forschung und Entwicklung nicht unmittelbar möglich ist, erfolgt die Messung über die Ausgestaltung der beiden oben genannten vereinfachenden und abstrahierenden Modelle.

Um das Ziel der Messung der Leistung in Forschung und Entwicklung operationalisieren zu können, ist es notwendig, zunächst näher auf den Begriff der „Leistung in Forschung und Entwicklung“ einzugehen⁷¹⁵.

Dabei sollte zunächst das Objekt der Leistungsmessung, d.h. die „Forschung und Entwicklung“, definiert werden: Gemeint ist hier die Untersuchung der Leistungserstellung entlang eines betrieblichen Innovationsprozesses. Die Leistung wird – im allgemeinen – innerbetrieblich weitergegeben an nachfolgende Glieder in der Wertschöpfungskette, wie z.B. Produktion oder Vertrieb. Die Definition der Leistung in Forschung und Entwicklung hängt davon ab, wie weit der Innovationsprozeß erklärt wird. Bei der hier verwendeten Definition verläuft der Innovationsprozeß bis zur routinemäßigen Behandlung der neuen Produkte in Produktion, Marketing und Vertrieb⁷¹⁶.

Die Messung der Leistung in Forschung und Entwicklung erfolgt nicht oder nur in seltenen Ausnahmefällen analog zur einfachen physikalischen Definition des Leistungsbegriffes:

$$\text{Leistung} = \frac{\text{Arbeit}}{\text{Zeit}} \quad \text{in} \quad \left[\frac{\text{Nm}}{\text{sec}} \right]^{717}$$

713 Verschiedene Phasen erfordern ein differenziertes Verhalten, vgl. den Loose-tight-Ansatz, vgl. S. 305.

714 Vgl. Weiß, E./Neyer, B., Determinanten, 1990, S. 49; Randolph, R., Indikatoren, 1979, S. 50-53.

715 Im Sinne der Terminologie von Weiß handelt es sich um die Operationalisierung des „Indikandums“; vgl. Weiß, E./Neyer, B., Determinanten, 1990, S. 49.

716 Vgl. Kap. 2.1.1, S. 22 ff.

717 Vgl. Mende, D./Simon, G., Physik, 1981, S. 73.

Eine dem Begriff der physikalischen Leistungsmessung ähnliche Messung der Leistung in Forschung und Entwicklung wurde nur bei der Messung von „LOC/Monat“⁷¹⁸ in der Software-Entwicklung oder bei der Messung der „erstellten technischen Zeichnungen pro Mann-Monat“⁷¹⁹ verwirklicht. Diese Art der Messung ist in hohem Maße unsicher und problematisch, da die Erstellung von Programmen und technischen Anlagen je nach Schwierigkeitsgrad zu unterschiedlichsten Leistungskennzahlen führen dürfte.

Gegenstand des mit „Messung der Leistung in Forschung und Entwicklung“ umschriebenen Begriffes ist weniger die erbrachte Leistung als vielmehr die Güte der Leistungserbringung entlang des Innovationsprozesses, die im allgemeinen durch Begriffe wie Effektivität, Effizienz und Produktivität erklärt wird⁷²⁰. Die Begriffe Effektivität und Effizienz sowie deren Zusammenspiel wurden bereits in Kap. 2.3.2 definiert.

Die Effektivität bedeutet allgemein den Grad der Eignung eines Mittels zur Erreichung oberster Sachziele⁷²¹. Die Messung der Effektivität in Forschung und Entwicklung beschreibt damit die Untersuchung der Eignung verschiedener Maßnahmen im Innovationsprozeß im Hinblick auf strategische Ziele des Unternehmens oder der Forschungs- und Entwicklungsabteilung. Die Effektivität bezieht sich damit nicht nur auf den Output des Innovationsprozesses⁷²², sondern auch auf die Input-Faktoren hinsichtlich des Beitrages zur Erreichung strategischer Ziele⁷²³. Als effektiv sind all diejenigen Projekte zu bezeichnen, die die Unternehmensziele erfüllen⁷²⁴.

Effizienz ist eine Maßzahl dafür, daß ein günstiges Verhältnis zwischen Ergebnissen (Output) und Input erzielt wird. Die Effizienz stellt im allgemeinen eine Relation von Output zu Input dar und ist damit verwandt mit den Maßzahlen „Produktivität“⁷²⁵ und „Ressourcenwirt-

718 LOC = Lines of Code (Zahl der erstellten Programmzeilen).

719 Vgl. Martin, H.W./Thomson, R.J., Productivity, 1960, S. 93-95.

720 Das physikalische Analogon wäre hier der Wirkungsgrad.

721 Vgl. Specht, G./Beckmann, C., F&E-Management, 1996, S. 19; Brockhoff, K., Forschung, 1992, S. 14.

722 Vgl. Specht, G./Beckmann, C., F&E-Management, 1996, S. 19.

723 Ein strategisches Ziel im Innovationsprozeß könnte beispielsweise die Erreichung eines bestimmten Entwicklungsziels in möglichst kurzer Zeit sein. Ein Output im Sinne dieses Ziels wäre effektiv. Nicht effektiv wäre es jedoch, in diesem Zusammenhang notwendige Forschungs- und Entwicklungsmittel (Input) auf eine Weise zu kürzen, daß das eigentliche Sachziel realistischerweise nicht mehr zu erreichen ist.

724 Vgl. Bürgel, H./Haller, C./Binder, M., F&E-Management, 1996, S. 30.

725 Produktivität ist eine Verhältniszahl von mengenmäßigem Output zu mengenmäßigem Input. Das Problem ist aber, daß z.B. bei der Arbeitsproduktivität Input mit Output gleichgesetzt wird, wenn die aufgewendeten Entwicklungsstunden als Maß der Entwicklungsleistung angesehen werden. Zusätzlich wird bei der Produktivität keinerlei Relativierung mit dem Leistungsziel (Ziel-Output) vorgenommen, sondern lediglich aktuelle Outputs zu den aktuellen Input-Leistungen ins Verhältnis gesetzt. Vgl. Bürgel, H./Haller, C./Binder, M., F&E-Management, 1996, S. 30 f.

schaftlichkeit⁷²⁶. Damit ähnelt die Effizienz der physikalischen Betrachtung des Wirkungsgrades, insbesondere dem Wirkungsgrad η thermodynamischer Prozesse. Interessant ist das Analogon, daß bei der physikalischen Betrachtungsweise des Wirkungsgrades in vielen Fällen - ähnlich dem oben beschriebenen Input-Output-Modell - der eigentliche Prozeß gar nicht in betrachtet werden muß (Black-Box-Betrachtung), sondern die Güte des Prozesses (= der Wirkungsgrad) lediglich anhand des Outputs und des Inputs beurteilt wird: Für den Carnot-Prozeß gilt beispielsweise:

$$\text{Wirkungsgrad} = \eta = \frac{\text{Nutzarbeit}}{\text{Zugeführte Arbeit}} = \frac{|W|}{Q_1} \quad 727$$

mit $|W|$ = Betrag der gewonnenen Arbeit aus einem thermodynamischen (Carnot-)Prozeß
 Q_1 = Wärmemenge, die dem thermodynamischen (Carnot-)Prozeß zugeführt wird

Die Schwierigkeit bei der Bestimmung der Effizienz besteht in der verursachungsgerechten Erfassung des Outputs und des Inputs, die sich nur auf die tatsächliche und reguläre Tätigkeit der Forschungs- und Entwicklungsabteilung beschränken müssen⁷²⁸. Dies ist in manchen Fällen schwierig, da die F&E-Leistung nicht unbedingt durch Zeitperioden, sondern durch Projektanfang und -ende abgegrenzt wird. In vielen Fällen ist es jedoch so, daß durch einen bestimmten F&E-Input ein in verschiedensten Produkten verwendbarer F&E-Output anfällt, der dann den einzelnen Endprodukten nur noch schwer verursachungsgerecht zuzuordnen ist⁷²⁹.

Die zweite Schwierigkeit besteht in der zeitlich jeweils richtigen Abgrenzung von Output und Input. Besonders bei langwierigen Innovationsprojekten fällt der Output in einer anderen Zeitperiode als der Input an. Hier ist eine Diskontierung auf einen festgelegten Zeitpunkt notwendig. Rein buchhalterisch bleibt nach wie vor das Problem der zeitlichen Periodisierung bestehen, da F&E-Projekte normalerweise nicht mit Periodengrenzen beginnen und enden⁷³⁰.

Zeidler weist grundsätzlich darauf hin, daß bei der Leistungsmessung in F&E nicht immer eine eindeutige Zuordnung zu Effektivität und Effizienz möglich ist. Er schlägt daher vor,

726 Vgl. Specht, G./Beckmann, C., F&E-Management, 1996, S. 19.

727 Vgl. Mende, D./Simon, G., Physik, 1981, S. 73; Mirow, B., Physik-Formeln, 1981, S. 18.

728 Vgl. Bürgel, H./Haller, C./Binder, M., F&E-Management, 1996, S. 33.

729 Dies gilt insbesondere bei der vielfältig verwendbaren Grundlagenforschung.

730 Vgl. Bürgel, H./Haller, C./Binder, M., F&E-Management, 1996, S. 33 f.

diese Begriffe durch ein Zielsystem von Zeit, Kosten und Qualität im Innovationsprozeß zu ersetzen⁷³¹.

Aufgrund der bislang nicht hinreichenden Klarheit des Effizienzkriteriums schlägt Thom vor, die Effizienzanalyse auf verschiedenen Ebenen durchzuführen. Zum einen betrachtet Thom prozeßübergreifende Effizienzkriterien, zum anderen phasenspezifische Kriterien. Schließlich werden auch die Innovationsinstrumente bezüglich ihrer Effizienz spezifisch untersucht⁷³². Die Effizienzkriterien orientieren sich insgesamt an den von Zeidler vorgeschlagenen Parametern Zeit, Kosten und Qualität.

Zu beachten bleibt, daß das Vorhandensein von Effizienz weder notwendig noch hinreichend für Effektivität ist. Für eine möglichst hohe Güte der Leistungserbringung im Innovationsprozeß sind jedoch sowohl eine hohe Effizienz als auch Effektivität notwendig⁷³³.

Effektivität und Effizienz lassen sich bezüglich der beiden in Kapitel 5.4.1.2 beschriebenen Modelle differenzieren. Sowohl bei der Effizienz als auch bei der Effektivität gibt es zum einen funktionsorientierte, zum anderen prozeßorientierte Bestandteile (vgl. Tabelle 5-5). Die Messung von Input und Output und deren Bewertung hinsichtlich Effektivität sowie die Bewertung von Verhältnis-Kennzahlen bezüglich der Effizienz stellen eine funktionsorientierte, eher langfristig angelegte Messung der F&E-Leistung dar. Dagegen sind prozeßorientierte Ansätze zur Messung der F&E-Leistung auf eine kurzfristigere Bewertung angelegte Instrumente zur Messung von Effektivität (z.B. die Überprüfung der Projektauswahl) und Effizienz (insbesondere die Messung der Prozeßeffizienz).

Die durch die beiden bereits vorgestellten Modelle vorgegebene Zweiteilung wird daher auch bei der Operationalisierung fortgesetzt. Für das Input-Output-Modell ergibt sich eine funktionale Operationalisierung, die wiederum den Innovationsprozeß als „Black-Box“ nicht weiter untersucht und statt dessen die In- und Outputgrößen in einen funktionalen Zusammenhang bringt. Die durch das Phasenmodell vorgegebene Modellbetrachtung führt zu einer prozeßbezogenen Operationalisierung, bei der der eigentliche Innovationsprozeß im Vordergrund steht⁷³⁴.

731 Vgl. Zeidler, G., Hochtechnologie, 1986, S. 321.

732 Vgl. Thom, N., Innovationsmanagement, 1992, S. 13.

733 Vgl. Brockhoff, K., Forschung, 1992, S. 14. Ein F&E-Projekt kann durchaus sehr effizient durchgeführt worden sein. Die Ergebnisse sind jedoch möglicherweise überhaupt nicht im Einklang mit strategischen Erwägungen und daher im Sinne der Unternehmensstrategie nicht effektiv. Umgekehrt kann ein Projektergebnis sehr effektiv, d.h. zielführend im Hinblick auf die Strategie sein, jedoch nur unter extremen Anstrengungen, d.h. äußerst ineffizient erreicht worden sein.

734 Eine konsequente Trennung von prozeß- und funktionsorientierten Ansätzen ist nicht immer möglich. Zum Teil kommt es zu Überschneidungen bei denen beide Ansätze Anwendung finden. Auf die Schwierigkeit

Bewertung und Steuerung der F&E-Leistung:	Funktionsorientiert / Langfristig	Prozeßorientiert / Kurzfristig
Effektivität „Die RICHTIGEN Dinge tun.“	<ul style="list-style-type: none"> Messung von Output; Vergleich mit Vorperioden oder anderen Unternehmen Messung von Input; Vergleich mit Vorperioden oder anderen Unternehmen Vergleich mit Vorperioden oder anderen Unternehmen	<ul style="list-style-type: none"> Mechanismen der Projektauswahl Vergleich mit Praxis anderer Unternehmen
Effizienz „Die RICHTIGEN Dinge RICHTIG tun.“	<ul style="list-style-type: none"> Messung des Verhältnisses von $\frac{\text{Output}}{\text{Input}}$ Vergleich mit Vorperioden oder anderen Unternehmen	<ul style="list-style-type: none"> Checklisten Projektfizienz (Zeit, Kosten, Qualität) Prozeßeffizienz (Zeit, Kosten, Qualität/Ergebnis) Vergleich mit Vorperioden oder Praxis anderer Unternehmen

Tabelle 5-5: Betrachtung der Effizienz und Effektivität hinsichtlich Funktions- bzw. Prozeßorientierung

5.4.1.4 Funktionale Operationalisierung

Im Rahmen der funktionalen Operationalisierung werden alle in die „Black-Box“ des Innovationsprozesses eingehenden Input- und abgehenden Output-Ströme betrachtet und gegebenenfalls zueinander in Beziehung gesetzt, d.h. es werden funktionale Zusammenhänge gebildet⁷³⁵. Dabei wird ein proportionaler Zusammenhang zwischen Input und Output unterstellt. Eine Erhöhung des Inputs würde bei einer solchen Annahme zu einer (inkrementalen) Erhöhung, zumindest aber nicht zu einer Verringerung des Outputs führen. Der Umkehrschluß, daß eine Outputerhöhung auf eine Erhöhung des Inputs zurückzuführen ist, dürfte nicht hinreichend sein. Schließlich könnte diese Erhöhung auch auf eine Verbesserung der Effizienz im Prozeß zurückzuführen sein.

Die Messung von

- Input
- Output

einer Trennung dieser beiden Ansätze weist u.a. Weiß hin: vgl. Weiß, E./Neyer, B., Determinanten, 1990, S. 81.

735 Vgl. Kap. 2.3.2, S. 38 f.

- und des Verhältnisses von $\frac{\text{Output}}{\text{Input}}$

wird im folgenden detailliert beschrieben. Es werden Empfehlungen für die Verwendung von bestimmten Kenngrößen aufgrund der Erfahrungen aus der Literatur und der Fallstudie gegeben. Mit der funktionalen Operationalisierung werden - wie in Tabelle 5-5 beschrieben - die langfristigen Aspekte von Effektivität und Effizienz im Innovationsprozeß abgedeckt.

a) Messung von Input

Die Meßobjekte von Input-Kenngrößen sind in erster Linie die F&E-Organisation bzw. im Rahmen einer monetären Bewertung die detaillierten Budgets der F&E-Einheit.

Die für die Erstellung von F&E-Leistung notwendigen Input-Größen, die in den Innovationsprozeß einfließen, sind materieller und immaterieller Art. Die materiellen Input-Faktoren bestehen hauptsächlich aus Personal und Sachmitteln (Geräte zur Forschung und Entwicklung, Gebäude usw.). Im Gegensatz zu Produktionsprozessen fallen nur in zu vernachlässigendem Maße Materialien (bzw. Materialkosten) als Inputfaktoren an, da die Tätigkeiten der Forschung und Entwicklung überwiegend Geistesarbeit ist. Zu den immateriellen Input-Faktoren zählen weiterhin das direkt mit dem Personal verknüpfte Entwicklungs-Know-how und Methodenwissen für den F&E-Prozeß sowie die Inanspruchnahme von Weiterbildung, die in direktem Zusammenhang zum Innovationsprozeß steht. Alle Input-Faktoren können rein quantitativ oder kostenmäßig gemessen und bewertet werden. In folgender Tabelle 5-6 sind die wichtigsten Input-Faktoren zusammengefaßt.

Im jeweiligen realen Unternehmensumfeld können durchaus auch andere Input-Faktoren maßgebend sein. Die oben gezeigte Auswahl stellt Input-Kenngrößen zusammen, die elementar für die Berechnung der Effektivität und Effizienz sind und gleichzeitig in den meisten Unternehmen über das vorhandene Berichtswesen und Controlling relativ einfach zu erheben sind.

Zur Verbesserung der Aussagekraft ist eine Untergliederung der pauschalen Überblickszahlen nach:

- Organisationsbereichen (Verwaltung, direkte Forschung und Entwicklung, Servicefunktionen) bis maximal auf Laborebene und
- Forschungsbereichen (Grundlagenforschung, angewandte Forschung, Entwicklung)

anzustreben. Dadurch wird ein Vergleich zwischen den verschiedenen Bereichen möglich.

	Input-Kenngrößen	Bewertete Input-Kenngrößen
<i>Materiell</i>	Sachmittel	
		<ul style="list-style-type: none"> F&E-Ausgaben gesamt bzw. prozentual vom Umsatz (F&E-Intensität)
	<ul style="list-style-type: none"> CPU-Stunden 	<ul style="list-style-type: none"> F&E-Ausgaben für CPU-Stunden
	<ul style="list-style-type: none"> Räumlichkeiten (qm) 	<ul style="list-style-type: none"> Abschreibungen auf Räumlichkeiten
	<ul style="list-style-type: none"> Investitionen in Sachmittel 	<ul style="list-style-type: none"> Abschreibungen allgemein, Sachkosten
	<ul style="list-style-type: none"> Vergabe an externe F&E (Mannstunden, Projekte) 	<ul style="list-style-type: none"> Ausgaben an externe F&E-Auftragnehmer
	Personal	
	<ul style="list-style-type: none"> Personal in F&E (Zahl der Köpfe, Mannjahre) 	<ul style="list-style-type: none"> Personalkosten (Kosten gesamt, per Capita)
	Kombination von Sachmitteln und Personal	
		<ul style="list-style-type: none"> Personalkosten pro Mitarbeiter F&E-Aufwand pro Mitarbeiter
<i>Immateriell</i>	<ul style="list-style-type: none"> Entwicklungs-Know-how Methodenwissen bei der F&E 	
	<ul style="list-style-type: none"> Bibliotheksbestände (Zahl der Bücher, Zeitschriften) 	<ul style="list-style-type: none"> Kosten für Bibliotheksbestände, Informationsbeschaffung
	<ul style="list-style-type: none"> Weiterbildung (Teilnahme an Veranstaltungen, Messen, Konferenzen) 	<ul style="list-style-type: none"> Kosten für Messe-, Konferenz-, Seminarbesuche

Tabelle 5-6: *Input-Kenngrößen*

Die Erfahrung aus der in Kap. 6 beschriebenen Fallstudie zeigt, daß die Messung und Bewertung von Investitionen im allgemeinen nicht besonders aussagekräftig sind, da meist das Investitionsvolumen keinerlei Konstanz aufweist. So können in einem bestimmten Jahr durch Investitionen in ein neues F&E-Gebäude besonders hohe Investitionen auftreten, dafür in den Folgejahren nur geringfügige Investitionen eingeplant sein. Daraus lassen sich kaum Schlüsse ziehen.

Eine Erhebung aus Budget-Daten führt zu Jahresdaten, die in Folgejahren miteinander verglichen werden können. Eine unterjährige Betrachtung ist wegen eines ungleichmäßigen

Verhaltens während des Jahres nicht weiter sinnvoll. Bei Vergleichen von Output mit Input-Daten ist auf die Zeitgleichheit der Prozesse zu achten⁷³⁶.

Die Vorteile, Input-Faktoren zu verwenden, liegen in der recht einfachen Erhebbarkeit aufgrund einer guten Datenbasis. Die meisten Input-Daten sind im Rahmen der Budgetplanung und des Controllings auf jeden Fall vorhanden und müssen nicht für die Messung der F&E-Leistung gesondert erhoben werden. Aus den gleichen Gründen ist auch von einer hohen Validität dieser Datenbasis auszugehen.

Zweifelhaft ist allerdings die Aussagekraft der Input-Daten an sich. Input-Kenngrößen besitzen bei der Messung der F&E-Leistung lediglich Potentialcharakter für einen nicht zu spezifizierenden Output, da der Input (in Form von Sachmitteln, Personal usw.) keine hinreichende Bedingung für einen bestimmten Output darstellt. Die Erhebung von Input-Kenngrößen ist trotzdem zu rechtfertigen. Einerseits sind sie für die Messung von Effizienzkennzahlen, die sich aus Output-Input-Verhältnissen zusammensetzen, auf jeden Fall notwendig. Andererseits kann durch die Messung von Input-Kenngrößen der strategische Fit von globalen Maßnahmen im Bereich der F&E des Unternehmens untersucht werden.

Eine Bewertung von Input-Kenngrößen kann auf dreierlei Weise geschehen, und zwar durch

- Vergleich von Ist- mit Vor- oder Planperioden,
- Vergleich mit internen Wettbewerbern und
- Vergleich mit externen Wettbewerbern.

Ein Vergleich von Ist- mit Vorperioden zeigt Veränderungen beispielsweise in der Kostenstruktur, im Personalbereich oder beim F&E-Aufwand pro Mitarbeiter. Ein Vergleich mit der Planung hilft festzustellen, ob Planungsziele erreicht wurden. Aufgrund dieser Vergleiche wird die Bewertung der Effektivität in der Durchsetzung einer F&E-Strategie möglich. Dies setzt allerdings voraus, daß die F&E-Strategie quantitativ soweit ausgearbeitet worden ist, daß ein echter Plan-Ist- oder ein Vorperioden-Vergleich möglich wird.

Ein Vergleich mit internen bzw. externen Wettbewerbern (eine Art Benchmarking) soll für eine Relativierung von absoluten Aussagen zur Effektivität sorgen, wie sie im Plan-Ist-Vergleich getroffen werden.

Interne Wettbewerber können andere unabhängige Unternehmensbereiche mit einer eigenen F&E-Organisation sein, genauso gut aber auch einzelne Forschungsbereiche im selben Unternehmensbereich. Bei der Auswahl externer Wettbewerber ist darauf zu achten, daß die

736 Vgl. Kap. 3.2.1.4, S. 116 f.

Daten von ähnlicher Qualität sind und die Wettbewerber vergleichbare Geschäftsfelder aufweisen, da sich der F&E-Aufwand pro Mitarbeiter bezogen auf verschiedene Branchen signifikant unterscheidet.

Input-Kenngrößen tragen zur Bewertung der Effektivität bei der Realisierung von Strategien als Voraussetzung von effektiven und effizienten F&E-Prozessen bei. Die wichtigsten Input-Faktoren werden daraufhin überprüft, ob sie eine bestimmte Strategie unterstützen. Kontraproduktiv zu einer F&E-Strategie wäre es beispielsweise, wenn für ein bestimmtes Geschäftsfeld, für das in der Strategie besonders hohe Forschungsanstrengungen vorgesehen sind, Stellen abgebaut und Mittel gekürzt würden. Mit Hilfe der oben genannten Input-Kenngrößen kann man dies ermitteln.

Input-Kenngrößen können nur langfristig erhoben werden, da Buchhaltungsperioden jeweils nur als Ganzes betrachtet werden können. Die Daten können daher im Zweifelsfalle viele Monate alt sein. Gleichzeitig ist auch eine sofortige Reaktion auf Befunde aus der Bewertung außerhalb der Budgetzeiträume außerordentlich aufwendig. Liegen Erkenntnisse aus der Bewertung der Input-Kenngrößen vor, so sind regulär Korrekturen erst in der nächsten Budgetperiode möglich. Auch die Durchführung entsprechender Korrekturen, z.B. durch zusätzliche Personaleinstellungen oder Investitionen ist in vielen Fällen erst mit einigen Monaten Verzögerung verbunden. Input-Kenngrößen sind daher nicht für die „Online“-Steuerung von F&E-Prozessen hinsichtlich Effektivität verwendbar.

b) Messung von Output

Meßobjekte von Output-Kenngrößen sind im allgemeinen Ergebnisse oder Zwischenergebnisse des Innovationsprozesses. Wie bereits in Kap. 5.1.1.1 (insbes. S. 278 ff.) diskutiert, kann die Output-Erstellung im Innovationsprozeß in verschiedene Ebenen differenziert werden (vgl. Abbildung 5-8). Jede dieser Ebenen stellt einen bestimmten Teilprozeß im Innovationsprozeß dar, dessen Ergebnis ein eigener Output ist. Der jeweils nachfolgende Teilprozeß nimmt den Output des vorangegangenen Teilprozesses als Input auf und transformiert diesen im Rahmen der Wertschöpfung des nächsten Schrittes in einen weiteren Output. Es entsteht eine Wertschöpfungskette mit meßbaren Zwischenprodukten⁷³⁷.

737 Vgl. Brockhoff, K., *Forschung*, 1992, S 217 f.; Geisler, E., *Output Indicators*, 1994, S. 7-8.

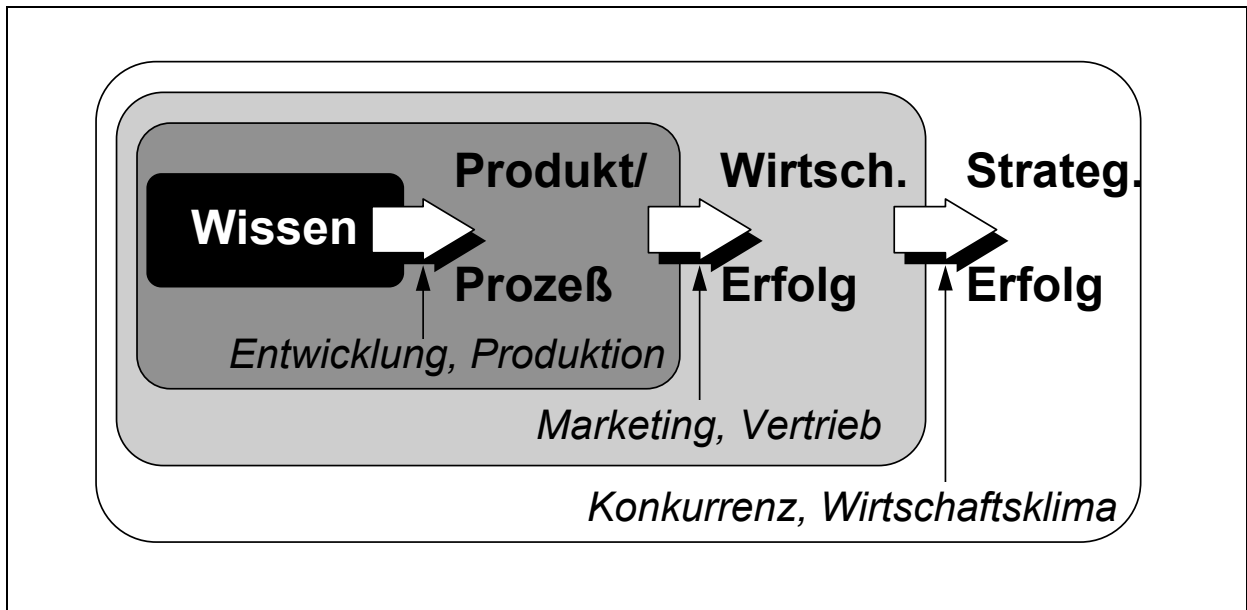


Abbildung 5-8: Ebenen-Modell zur Klassifikation von Output-Kenngrößen

Die wichtigsten Teilprozessschritte im Rahmen des Innovationsprozesses sind in Tabelle 5-7 zusammengefaßt.

Teil-Prozeßschritt	Output des Teilprozesses (= Input des nächsten Prozeßschrittes)
1. Wissensgenerierung	<ul style="list-style-type: none"> • Undokumentiertes Wissen • Dokumentiertes Wissen • Veröffentlichtes Wissen • Patentiertes Wissen
2. Produkt-/Prozeßgenerierung	<ul style="list-style-type: none"> • Produktinnovation • Prozeßinnovation
3. Vermarktung/ Umsatzgenerierung	<ul style="list-style-type: none"> • Wirtschaftlicher Erfolg
4. Einzelwirtschaftliches, unternehmerisches Handeln	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhter Unternehmenswert • Shareholder Value

Tabelle 5-7: Teilprozessschritte im Innovationsprozeß

Die Darstellung in Tabelle 5-7 geht im vierten Schritt über die per Definition gesetzten Grenzen des Innovationsprozesses hinaus. Das unternehmerische Handeln sollte als Endprodukt der Wertschöpfungskette auf die Erhöhung des Unternehmenswertes (bzw. des Shareholder Values bei Aktiengesellschaften) ausgerichtet sein. Es umfaßt damit noch weitere Unternehmensprozesse neben dem Innovationsprozeß

Durch eine Betrachtung aller Outputs der Teilprozesse und deren Vergleich kann man auch in prozessualer Hinsicht eine ganze Reihe von Hinweisen bezüglich der Prozeßeffizienz des

Gesamtprozesses erhalten. In einem optimal-effizienten Gesamtprozeß ist der „Output“-Verlust von einem Teilprozeßschritt zum nächsten möglichst gering zu halten. Bei realen Innovationsprozessen muß man versuchen, die Verluste besonders in den letzten Stufen zu minimieren, da die Wissensgenerierung im Gegensatz zur Produkt- und Prozeßentwicklung mit relativ geringerem Zeit- und Kostenaufwand verbunden ist.

b.1) Auswahl von Kenngrößen

Output-Indikatoren gibt es in Form von quantitativen und qualitativen Meßgrößen. Quantitative Meßgrößen sind den rein qualitativen vorzuziehen, da diese intern und extern vergleichbar und auch im quantitativ geprägten Unternehmensumfeld besser vertretbar sind. Quantitative Meßgrößen („hard facts“) können im Gegensatz zu „weichen“ qualitativen Meßgrößen hinterfragt und begründet werden.

Die Messung der quantitativen Output-Indikatoren kann nicht in allen Fällen unter vollständig objektiven Bedingungen erfolgen. Output-Indikatoren erhalten dann eine gewisse Subjektivität, wenn sie nur mit Hilfe von Schätzungen dargestellt werden können. Es gibt drei verschiedene Situationen, in denen dies der Fall sein kann:

- (1) Noch nicht abgeschlossene F&E-Projekte, die bewertet werden sollen, müssen hinsichtlich der Erfolgswahrscheinlichkeit der Projekte, aber auch bezüglich der Absatz-, Umsatz- und Gewinnerwartung geschätzt werden.
- (2) In der Grundlagenforschung, die später in verschiedene Endprodukte Einzug hält, müssen die Kosten sachgerecht auf die einzelnen Endprodukte verteilt werden. Dies ist ebenfalls nur mit Hilfe einer subjektiven Einschätzung möglich.
- (3) Eine Abgrenzungsproblematik entsteht, sofern die Leistung der F&E-Abteilung in einem späten Prozeßschritt gewertet werden soll, nachdem bereits außenstehende Abteilungen entlang der Wertschöpfungskette Inputs geleistet haben. Diese Frage stellt sich beispielsweise, wenn der Umsatz mit neuen Produkten sowohl auf die Arbeit in der Forschungs- und Entwicklungsabteilung, aber auch auf das Marketing und die Verkaufsbemühungen zurückzuführen ist. Hier ist lediglich eine subjektive Gewichtung der Erfolgsanteile der beteiligten Bereiche möglich.

Die unter Fall (1) beschriebene Situation tritt am häufigsten auf, denn F&E-Prozesse und Produktlebenszyklen halten teilweise recht lange an. Eine Beurteilung von vergangenen Innovationsprozessen läßt daher nur wenig Rückkoppelung auf laufende F&E-Prozesse zu. Es ist daher sinnvoller, laufende Innovationsprozesse zu untersuchen und die zukünftigen Verläufe für Absätze, Umsätze, Gewinne und Produktlebenszyklen möglichst genau zu prognostizieren.

stizieren. Zusätzlich besteht dann noch die Möglichkeit, den laufenden Prozeß zu beeinflussen.

Die Auswahl der richtigen Indikatoren für die Messung des Outputs sollte sich an der in Abbildung 5-8 aufgezeigten Prozeßkette orientieren. Die in der nachfolgenden Tabelle 5-8 dargestellten Indikatoren stellen einen Ausschnitt von elementaren Indikatoren dar, die jedoch je nach Innovationsprozeß und Branche variiert werden können.

1. Wissensgenerierung	<i>Dokumentiertes Wissen</i>	<i>Veröffentlichtes Wissen</i>	<i>Patentiertes Wissen</i>
	<ul style="list-style-type: none"> • Anzahl Erfindungsmeldungen • Anzahl technischer Reports, Protokolle und Ergebnisberichte • Anzahl Skizzen, technischer Zeichnungen, Konstruktionszeichnungen • Anzahl von durchgeführten Tests 	<ul style="list-style-type: none"> • Anzahl Publikationen • Anzahl erhaltener wissenschaftlicher Preise und Ehrungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Anzahl Patentanmeldungen • Anzahl Patenterteilungen
2. Produkt- und Prozeßgenerierung	<i>Produktinnovation</i>		<i>Prozeßinnovation</i>
	<ul style="list-style-type: none"> • Anzahl neuer Produkte (pro Zeiteinheit) • (verbesserte) Leistungsfähigkeit des Produkts • Entwicklungsdauer • Produktkosten • Zahl der Bauteile / Teilereduktion • Prozentuale Materialkostensenkung 		<ul style="list-style-type: none"> • Anzahl von Prozeßverbesserungen • Kostenreduzierungen durch Prozeßverbesserungen • Prozeßzeitverkürzung durch Prozeßverbesserungen • Qualitätsverbesserung durch Prozeßverbesserungen
3. Vermarktung und Umsatzgenerierung	<ul style="list-style-type: none"> • Life-cycle-Absatz • Umsätze von Neuprodukten • Deckungsbeiträge von Neuprodukten • Gewinne durch Neuprodukte • Neuproduktquote bzw. Zahl der Innovationen /Relaunches pro Jahr 		
4. Unternehmerisches Handeln	<ul style="list-style-type: none"> • Marktanteilserhöhung, Verbesserung der strategischen Position • Verdrängung von Wettbewerbern • Erfolglosigkeit der Konkurrenz • Umwelteffekte: Imagegewinn • Shareholder-Value: Börsenkursanstieg, Steigerung des Unternehmenswertes 		

Tabelle 5-8: Wichtige Output-Kenngrößen bezogen auf das Ebenen-Modell im Innovationsprozeß

Am schwierigsten sind Output-Indikatoren im Bereich der Wissensgenerierung zu erheben. Undokumentiertes Wissen sollte auf keinen Fall als Maßstab für einen nachprüfbaren Output-Indikator verwendet werden. Auch die Messung des veröffentlichten bzw. patentierten Wissens ist nicht immer eine reine Funktion zwischen Input und Output, sondern hängt oft-

mals von der Unternehmensphilosophie ab, Wissen geheimzuhalten oder offenzulegen⁷³⁸. Auch die Messung von dokumentiertem Wissen ist nicht ganz einfach, wenn Technologiebrüche plötzlich technische Output-Indikatoren ad absurdum führen⁷³⁹.

Sehr viel besser dokumentiert sind Outputs im Teilprozeß der Produkt- bzw. Prozeßgenerierung. Die angegebenen Output-Indikatoren können allerdings nur einen Ausschnitt der möglichen Kenngrößen darstellen, die von Branche, Unternehmen und von den Entwicklungszielen im Innovationsprozeß abhängen. Für ein Pharma-Unternehmen könnte z.B. eine Angleichung von Rezepturen für verschiedene Präparate ein wichtiges Ziel und ein wichtiger Output-Indikator sein. Ein Automobilhersteller würde ein ähnliches Unterfangen als Grad der Gleichteileverwendung definieren.

Die Messung in der Phase der Vermarktung ist äußerst wichtig. Dabei spielt der Absatz, der Umsatz oder der Gewinn mit neuen Produkten als Kenngröße des Outputs die wichtigste Rolle. Zu unterscheiden ist hier, ob man sich auf die Umsätze einer bestimmten Periode beschränkt oder ob man die Summe der Umsätze über den Produktlebenszyklus betrachtet. Letztere Betrachtung ist zwar schwieriger und mit Schätzungen behaftet, grundsätzlich jedoch die richtige Methode, denn je nach Position im Produktlebenszyklus fallen Absätze und Umsätze recht unterschiedlich aus.

Eine wichtige und oft genannte Kenngröße ist auch die Neuproduktquote. In diesem Zusammenhang ist die Definition des Neuigkeitsbegriffes besonders wichtig. Im allgemeinen wird man den Begriff als „neu“ für das Unternehmen definieren⁷⁴⁰. Wichtig ist dann allerdings die Differenzierung zwischen „Modellpflege“ oder „Relaunches“ und echten Innovationen. Diese Differenzierung kann nicht ex ante geschehen, sondern muß unternehmensindividuell geklärt werden.

Bei der Erhebung der Daten bezieht man sich - wie bei den Input-Faktoren - auf die vorgegebenen Zeitperioden eines Unternehmens, z.B. auf Geschäftsjahre. Die Daten werden nur selten im F&E-Controlling vorhanden sein. Daher müssen Prozesse implementiert werden, die sowohl die Erstaufnahme als auch eine regelmäßige Revision der verwendeten Daten garantieren. Sinnvoll ist es jedenfalls, aus allen Teilprozessen jeweils mindestens ein bis zwei Output-Indikatoren zu generieren. Die Messung kann z.B. durch eine neu zu schaf-

738 Vgl. Specht, G./Beckmann, C., F&E-Management, 1996, S. 451 ff.

739 Vgl. die Messung von technischem Output bei der Entwicklung von Fernmeldeämtern bei Bürgel, vgl. Bürgel, H./Haller, C./Binder, M., F&E-Management, 1996, S. 32.

740 Überlegungen zu einer absoluten Neuigkeit sind hier nicht weiter verfolgenswert, vgl. zum Neuigkeitsbegriff Kap. 2.1.1, S. 19 ff.

fende F&E-Controlling-Stelle erfolgen, da in der Organisation meistens keine dafür direkt zuständige Stelle vorhanden ist.

b.2) Vor- und Nachteile

Vorteile der Output-Indikatoren liegen in der klaren Aussagekraft der Kennzahlen, vorausgesetzt sie sind valide. Außerdem besteht die Möglichkeit, Teilprozesse und deren Schnittstellen zu nachfolgenden Prozessen zu analysieren. Auf diese Weise erhält man nicht nur eine Einschätzung der F&E-Leistung im Prozeß, sondern auch Hinweise auf Ansatzpunkte zur Verbesserung der F&E-Leistung, letztlich das Ziel einer Messung der F&E-Leistung.

Nachteilig ist die aufwendige Erhebung, da die Daten im Gegensatz zu den Input-Daten nicht im Controlling direkt anfallen, und meist ein direkter Ansprechpartner fehlt. Der für die Ersterhebung notwendige Aufwand ist außerordentlich hoch, da in vielen Fällen zunächst Definitionen und Festlegungen für die Gewinnung und Interpretation der Kennzahlen erarbeitet werden müssen.

Die Erfassung von Output-Kennzahlen ist - wie oben bereits beschrieben - mit Abgrenzungs- und Zurechnungsproblemen behaftet, zusätzlich ergeben sich Zeitverzögerungen in der Beurteilung verschiedener Stufen des Outputs. Diese Probleme sind lösbar, allerdings nur auf Kosten einer nicht „lupenreinen“ Objektivität. Diese kann von kritischen Beobachtern als Verlust von Validität ausgelegt und zu einer Diskreditierung der Leistungsmessung in der F&E genutzt werden. Dazu ist anzumerken, daß im Rahmen der Messung der F&E-Leistung alles getan werden muß, um gleichbleibende Meßbedingungen herbeizuführen. Dann kürzen sich im Laufe der Zeit subjektive Einflüsse innerhalb von Zeitreihen heraus.

Die Vergleichbarkeit ist aufgrund der vielen notwendigen unternehmensinternen Festlegungen mit externen Unternehmen nur begrenzt möglich, d.h. nur dann durchführbar, wenn andere Unternehmen ähnliche Festlegungen und Abgrenzungen in den Begriffen vornehmen. Die Unterschiedlichkeit der F&E-Prozesse und Produktlebenszyklen in den einzelnen Branchen ist bei der externen Vergleichbarkeit genauso hemmend, wie die Konkurrenzsituation von Unternehmen, die sich sonst ohne weiteres miteinander vergleichen könnten.

Output-Kennzahlen sind in frühen Phasen des Innovationsprozesses nur sehr begrenzt anwendbar. Dabei spielt u.a. eine Rolle, daß es bei der Interpretation von Output-Kenngrößen notwendig ist, unternehmenspolitische Rahmenbedingungen mit einzubeziehen, beispielsweise bei der Interpretation von Patent-Kenngrößen unter Geheimhaltungsgesichtspunkten. Eine Anwendung kann - wenn überhaupt - nur im internen Vergleich erfolgen.

b.3) Quellen und Meßobjekte

Die Quellen für die Erfassung von Output-Kenngrößen hängen von dem jeweiligen Prozeßschritt ab, der betrachtet wird. Charakteristisch für Output-Kennzahlen ist es, daß - im Gegensatz zu Input-Kennzahlen - oftmals die Quellen nicht originär vorliegen, sondern erst durch die Etablierung bestimmter Prozesse geschaffen werden müssen, beispielsweise durch die Erfassung und Zählung von Veröffentlichungen und Patenteinreichungen. Dies gilt insbesondere für die Phase der Wissensgenerierung. In den Phasen der Produkt- bzw. Umsatzgenerierung können Output-Kennzahlen durch Informationen aus den Entwicklungsprojekten, aus dem Produktmanagement bzw. aus dem Marketing erhalten werden. Koordiniert wird die Informationsaufnahme durch das F&E-Management bzw. eine entsprechende F&E-Controlling-Stelle.

b.4) Diskussion und Bewertung

Die Bewertung kann analog zur Input-Bewertung durch einen Vergleich mit Vorperioden bzw. mit internen oder externen Wettbewerbern geschehen⁷⁴¹. Beliebte, vergleichbare Größen sind Relativzahlen wie die Neuproduktquote oder die Umsatzquote mit Produkten, die nicht älter als drei Jahre⁷⁴² sind. Diese Zahl kann – je nach der Innovationsfreudigkeit von Branchen – unterschiedlich ausfallen.

Mit den Output-Kennzahlen kann man die Effektivität im Innovationsprozeß ermitteln, d.h. inwieweit bestimmte strategische Fragestellungen erreicht und gelöst wurden. Bei der alleinigen Betrachtung von Output-Kenngrößen steht die Erreichung bestimmter strategischer Ziele im Vordergrund, ohne den damit verbundenen Einsatz (Input) zu berücksichtigen, z.B. ob bestimmte Geschäftsfelder durch eigenentwickelte Produkte besetzt wurden. Durch die vergleichende Betrachtung von Teilprozeß-Outputs im Rahmen eines gesamten Innovationsprozesses können jedoch auch Aussagen über die Effizienz von Teilprozeßschritten im Vergleich zum Gesamtprozeß erzielt werden. In beiden Fällen handelt es sich um langfristige Kenngrößen, da die Erfassung nicht prozeßbegleitend möglich ist. Daher sind auch sofortige Reaktionen innerhalb eines noch laufenden Innovationsprozesses kaum möglich. Globale Output-Kennzahlen sind ebensowenig wie Input-Kennzahlen weder als Frühindikatoren noch als Instrumente zur direkten Steuerung in einzelnen Innovationsprojekten einsetzbar.

741 Auf die funktionale Bewertung, nämlich dem Vergleich von Input- mit relevanten Output-Kennzahlen wird erst in nachfolgenden Unterkapitel 5.4.1.4, S. 321 ff. eingegangen.

742 Je nach Branche sind unterschiedliche Zeiträume sinnvoll.

c) Messung mit Hilfe von Beziehungszahl-Indikatoren

Allen Methoden zur funktionalen Operationalisierung ist die Umgehung der direkten Betrachtung des Innovationsprozesses zur Messung der F&E-Leistung gemeinsam. Dies wird besonders bei der Betrachtung von Beziehungszahl- bzw. RoI-Indikatoren deutlich. Während man bei der singulären Betrachtung von Output bzw. Input implizit von einem nicht weiter spezifizierten funktionalen Zusammenhang zwischen Output und Input ausgeht, gilt für Kennzahlen, die aus einem Verhältnis von Output zu Input gebildet werden, für den Meßzeitpunkt der streng proportionale Zusammenhang⁷⁴³:

$$k = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \quad \left| \begin{array}{l} 744 \\ \text{cet.par.} \end{array} \right.$$

Der Faktor k ist ein Maßstab für die Ressourcenwirtschaftlichkeit und damit der Effizienz⁷⁴⁵, wenn man Output und Input in Geldeinheiten bewertet. In diesem Zusammenhang sind viele praktikable Ansätze in Fallstudien beschrieben worden⁷⁴⁶. Dies deutet darauf hin, daß Beziehungszahl- und RoR-Indikatoren sich in der Praxis bewährt haben.

Die Beziehungszahl-Indikatoren sind aus Input- und Output-Kenngrößen zusammengesetzt, d.h. alles bisher Gesagte über Input- und Output-Kenngrößen gilt für zusammengesetzte Größen ebenfalls. Da viele Output-Kenngrößen aufgrund verschiedener, oben beschriebener Probleme subjektive Elemente enthalten, gilt ein gewisser Grad an Subjektivität auch für die zusammengesetzten Kennzahlen.

c.1) Auswahl von Kenngrößen

Bei der Auswahl von anwendungsnahen Beziehungszahl-Indikatoren kann man grundsätzlich zwischen

1. einfachen, aus jeder Art von Input- bzw. Output-Kennzahlen zusammengesetzten Beziehungszahlen und
2. sowohl in Zähler als auch in Nenner monetär bewertbaren, zusammengesetzten Kenngrößen

743 Hinzuweisen ist in diesem Zusammenhang auf die theoretischen Versuche von Brockhoff, einen echten funktionalen Zusammenhang zwischen Input- und Outputgrößen zu erstellen, vgl. Kap. 3.2.1.4, S. 143 ff. bzw. Brockhoff, K., Forschung, 1992, S. 218 ff.

744 Vgl. auch Kap. 2.3.2, S. 38 f. und Kap. 5.4.1.2, S. 303 ff.

745 Vgl. Kap. 2.3.2, S. 38 ff.

746 Vgl. Kap. 3.2.1.4, S. 124 ff.

unterscheiden.

Im ersten Fall geht man von einem funktionalen Verhältnis zwischen Input und Output in dem Sinne aus, daß eine bestimmte Input-Erhöhung auch zu einer Output-Erhöhung führt. Dabei versucht man Zusammenhänge zwischen verschiedenen Input- und Output-Größen zu unterstellen, z.B. daß eine Erhöhung der Personalstärke im Forschungs- und Entwicklungsbereich (Input) zu einem höheren Output an Patenten führen müßte. Wendet man die Kategorisierung der Input- bzw. Output-Kenngrößen in Kombination auch auf die Beziehungskennzahlen an, wird deutlich, daß der oben dargestellte Fall 2 von Beziehungszahlindikatoren ein Spezialfall ist, bei dem monetär bewertete In- und Outputkenngrößen verwendet werden. Tabelle 5-9 zeigt eine Auswahl von Beziehungszahl-Kenngrößen, die in eine morphologische Matrix der wichtigsten In- und Output-Indikatoren eingeordnet wurden. Grau unterlegt wurden die in Fall 2 geschilderten Beziehungskennzahlen, die man auch als Return-on-Research-Indikatoren bezeichnet (RoR)⁷⁴⁷.

Input \ Output		Wissensgenerierung	Produkt-/ Prozeßgenerierung	Vermarktung/ Umsatzgenerierung
		<ul style="list-style-type: none"> Zahl der Patentanmeldungen Zahl der Publikationen 	<ul style="list-style-type: none"> Zahl neuer Produkte Anzahl der Prozeßverbesserungen 	<ul style="list-style-type: none"> Umsatz neuer Produkte Deckungsbeitrag neuer Produkte Gewinne neuer Produkte Einsparungen durch Prozeßverbesserungen
Personal	<ul style="list-style-type: none"> Zahl des F&E-Personals Personalkosten 	$\frac{\text{Patente}}{\text{F\&E-Mitarbeiter}}$	$\frac{\text{Zahl neuer Produkte}}{\text{F\&E-Mitarbeiter}}$	$\frac{\text{Umsatz neuer Produkte}}{\text{F\&E-Mitarbeiter}}$ $\frac{\text{DB/Gewinne neuer Produkte}}{\text{F\&E-Mitarbeiter}}$
Sachmittel	<ul style="list-style-type: none"> Investitionen in Sachmittel F&E-Ausgaben F&E-Projektkosten 	$\frac{\text{Patente}}{\text{F\&E-Ausgaben}}$	$\frac{\text{Zahl neuer Produkte}}{\text{F\&E-Ausgaben}}$ bzw. $\frac{\text{F\&E-Aufwand}}{\text{Neuprodukt}}$	$\frac{\text{Umsatz neuer Produkte}}{\text{F\&E-Ausgaben}}$ $\frac{\text{DB/Gewinne neuer Produkte}}{\text{F\&E-Ausgaben}}$ bzw. RoR, EI

Tabelle 5-9: Morphologische Matrix für Beziehungszahl-Kenngrößen

747 Analog zu der Terminologie aus dem Finanzbereich Return-on-Investment (RoI), vgl. Kap. 3.2.1.4, S. 116 f.

Der Tabelle liegen alle wichtigen und ohne große Schwierigkeiten zu erhebenden Input- und Output-Faktoren zugrunde. Output-Indikatoren wurden im prozessualen Sinne entsprechend der vorhandenen Einteilung in Indikatoren der Wissens-, Produkt-/ Prozeßgenerierung und Umsatzgenerierung (Vermarktung) eingeteilt. Die Ermittlung von Patent- und Neuproduktstatistiken sowie der Umsätze und Gewinne neuer Produkte ist mit den bekannten Unsicherheitsfaktoren⁷⁴⁸, die bei der Generierung von Output-Kennzahlen bereits beschrieben wurden, behaftet. Ähnliches gilt auch für die Input-Kennzahlen, die jedoch von der Datenqualität besser sind als die Output-Kennzahlen im Zähler einer Beziehungskennzahl.

Bei der Kombination von Input- und Output-Kennzahlen zu Beziehungskennzahlen sind folgende zwei Probleme zu beachten:

- Zeitgerechte/phasengerechte Angleichung von Input zu Output;
- Verursachungsgerechte Verteilung von Input zu Output.

Eine zeitgerechte Angleichung von Input- und Output ist deshalb notwendig, weil ein auf ein bestimmtes Produkt bezogener Input (z.B. F&E-Aufwand) erst in einer späteren Periode zu einem Output, z.B. in Form von Neuprodukt-Umsatz führt. Dabei sind genaue Kenntnisse von Produktentwicklungs- und Produktlebenszyklen notwendig. Das Problem läßt sich jedoch relativ einfach lösen, wenn eine Messung von Input und Output auf Projektebene möglich ist. Aufgrund der Dauer von Produktlebenszyklen sind jedoch Schätzungen über Umsätze und Deckungsbeiträge notwendig, um noch vor Beendigung der Produktlebenszyklen zu Aussagen bezüglich der F&E-Effizienz und Effektivität zu kommen. Befindet sich das Projekt noch im Forschungs- bzw. Entwicklungsstadium, ist auch eine Abschätzung der Erfolgswahrscheinlichkeit, sowohl der erfolgreichen Beendigung der Entwicklung als auch der Wahrscheinlichkeit des Erfolges der Kommerzialisierung zu treffen⁷⁴⁹.

Eine weitere Verfälschung der Messung mit Hilfe von Beziehungszahl-Indikatoren tritt dann ein, wenn Entwicklungsaufwände nicht nur einem, sondern mehreren Produkten zuzurechnen sind. Hier muß mit Hilfe subjektiver Gewichtungen entschieden werden, welche F&E-Input-Anteile den einzelnen Neuprodukten entsprechen. Nur ungenügend sind Projekte abzuschätzen, die wegen Mißerfolgs eingestellt wurden, jedoch für weitere Entwicklungsarbeiten hilfreiche, nicht zu beziffernde (Negativ-)Erfahrungen beinhalten⁷⁵⁰.

748 Z.B. Einfluß der Patentpolitik des Unternehmens, Definition von „Neuprodukt“, Erfassung/Gewinne der Umsätze neuer Produkte entlang des Produktlebenszyklus.

749 Vgl. Schainblatt, A.H., Companies, 1982, S 15-17.

750 Dies ist im weitesten Sinne auch Know-how-Aufbau.

Besonders häufig werden in der Praxis Beziehungskennzahlen verwendet, die monetär bewertbare In- und Outputgrößen zueinander in Beziehung setzen, wie z.B. Umsätze, Deckungsbeiträge oder Gewinne neuer Produkte bezogen auf den jeweiligen Entwicklungsaufwand. Die Beziehungskennzahl ergibt dann einen Prozentwert, der bei Verwendung des zurechenbaren Gewinns als Return-on-Investment (RoI) bzw. besser als Return-on-Research (RoR) interpretiert werden kann. Die Berechnung erfolgt mit Hilfe der aus der Finanzwirtschaft bekannten Formeln.

Der einfachste Fall liegt vor, wenn ein bestimmter Entwicklungsprozeß mit einem zurechenbaren Projektaufwand (Input) zu einem einzigen vermarkteten Produkt mit entsprechenden Umsätzen und Deckungsbeiträgen (Output) führt (vgl. Abbildung 5-9). In einem solchen Falle kann man den Return-on-Research folgendermaßen berechnen:

$$\text{RoR} = \frac{\sum \text{Deckungsbeiträge während der Vermarktungsphase}}{\sum \text{F \& E - Aufwand im Innovationsprozeß bis zur Vermarktung}}$$

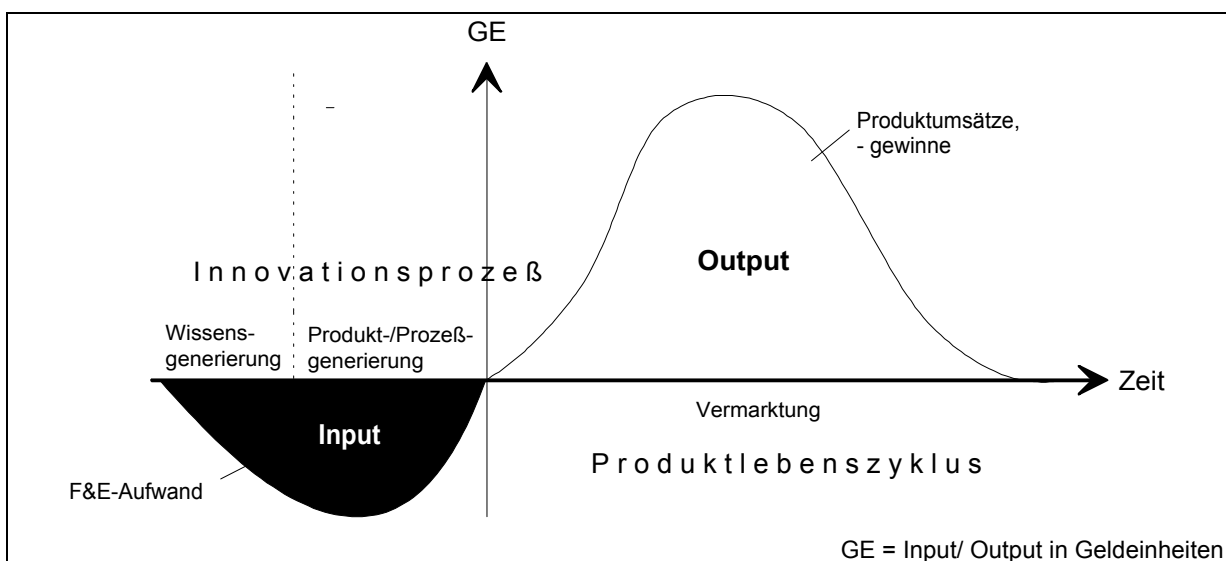


Abbildung 5-9: Beispiel einer zeitlichen Verteilung von Input und Output im Innovationsprozeß bzw. Produktlebenszyklus

Der RoR entspricht dann einer Projektverzinsung des während des Innovationsprozesses eingesetzten F&E-Aufwandes durch die bei der Vermarktung des Produkts entstehenden Deckungsbeiträge (bzw. Gewinne). Sind die Zeiträume zwischen Beginn des Innovationsprozesses und Ende der Vermarktung zu lang, muß man mit Hilfe der Finanzmathematik Inputs und Outputs auf einen bestimmten Zeitpunkt beziehen, um einen zu großen Fehler durch die Verzinsung bzw. Abwertung des Geldes zu vermeiden. Diesem Aspekt ist in Peri-

den hoher Zinssätze stärkere Beachtung zu schenken, als in Zeiten mit niedrigerem Zinsniveau⁷⁵¹.

Dabei macht man sich die bekannten Werkzeuge der Investitions- und Projektrechnung zunutze und betrachtet alle F&E-Aufwände und Projektkosten als Auszahlungsreihe über den Innovationsprozeß und die Deckungsbeiträge als Einzahlungsreihe über die Laufzeit des Produktlebenszyklus. Die Abzinsung kann dann auf den Beginn des Innovationsprozesses (vgl. Abbildung 5-10) erfolgen.

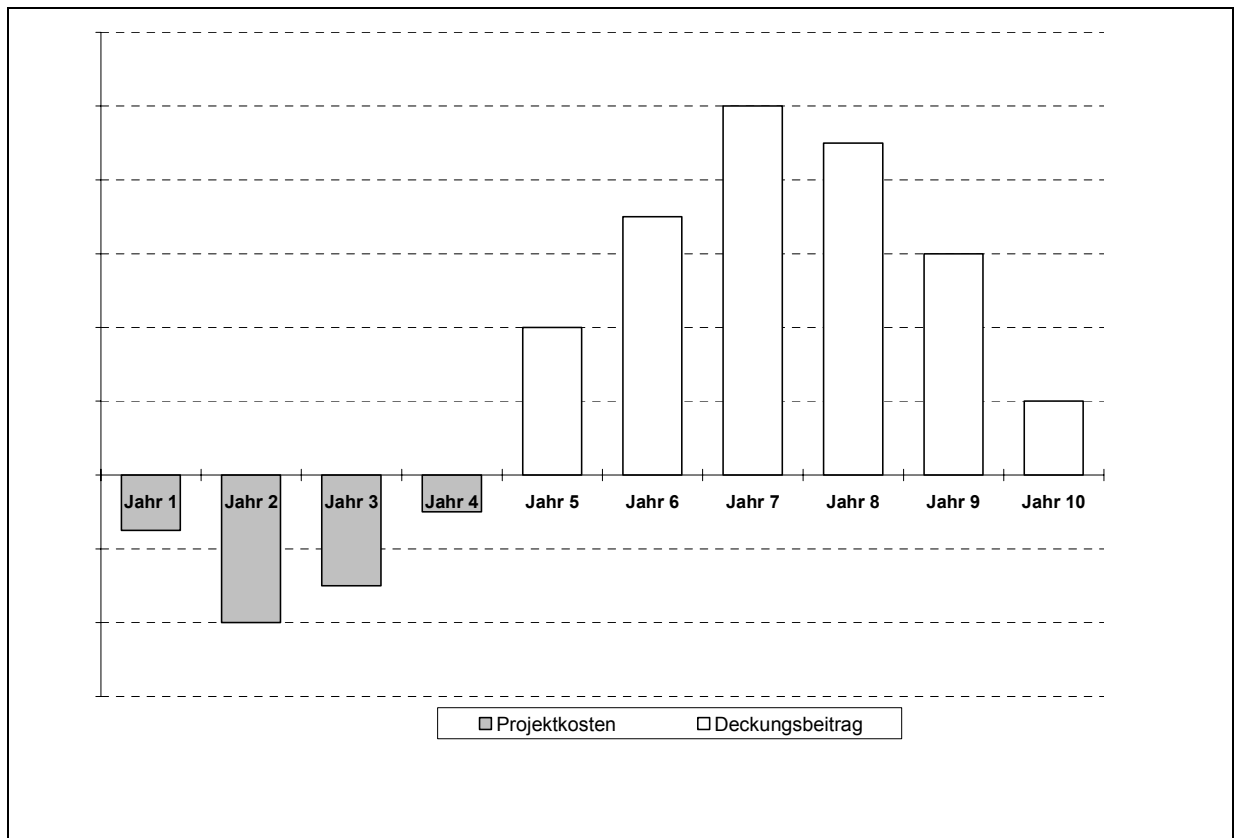


Abbildung 5-10: Beispiel einer zeitlichen Verteilung von Input und Output in Form von Ein- und Auszahlungsreihen in einer Projektrechnung

Die Kalkulation der internen Verzinsung (Internal Rate of Return) entspricht der oben beschriebenen RoR-Berechnung. Die interne Verzinsung von Projekten sollte über einem angenommenen Refinanzierungszinssatz liegen, damit kein Verlust produziert wird. Zusätzlich kann der zugehörige Nettobarwert (Net Present Value, NPV) des Projektes berechnet

751 Die Inflationsrate wird bei solchen Berechnungen nicht berücksichtigt. Erst bei extrem hohen Inflationsraten ist auch deren Berücksichtigung notwendig, indem entweder die Abzinsungsrate entsprechend erhöht wird oder alle Preise inflationsbereinigt dargestellt werden.

werden. Er zeigt die auf den Projektbeginn bezogene Summe der Ein- und Auszahlungen an und sollte bei erfolgreichen Projekten größer als Null sein.

Beziehungskennzahlen, die aus nicht bewerteten Input- und Output-Kenngrößen gebildet werden, können nur globale Aussagen zu Effizienz und Effektivität oberhalb der Projekt- und Produktebene, meist nur auf Team- oder F&E-Abteilungsebene liefern. RoR-Kennzahlen hingegen, die im übrigen häufig in der Praxis verwendet werden⁷⁵², liefern Aussagen sowohl zur F&E-Leistungsfähigkeit in hochaggrierter Form über gesamte F&E-Abteilungen, als auch über Einzelprojekte und -produkte. Wird die Schwierigkeit der Datensubjektivität überwunden, sind RoR-Kenngrößen praktikable Instrumente zur Messung der F&E-Leistungsfähigkeit.

Eine weitere globale Kopfkennzahl, die von einer Unternehmensberatung entwickelt wurde⁷⁵³, ist der R&D-Effectiveness-Index (EI)⁷⁵⁴. Sie gehört zu den Beziehungszahl-Indikatoren und ist deshalb interessant, weil für den EI eine Reihe von Untersuchungen durchgeführt wurden, die ein sofortiges Benchmarking mit anderen Unternehmen oder statistischen Durchschnittswerten erlauben⁷⁵⁵. Außerdem läßt sich der EI aus wenigen, oft aus Geschäftsberichten bekannten oder ableitbaren Größen auch für Konkurrenzunternehmen ermitteln. Der EI wird folgendermaßen berechnet:

$$\text{R \& D Effectiveness Index EI} = \frac{\text{Neuprodukt rate} \times (\text{Umsatzrentabilität} + \text{F \& E - Quote})}{\text{F \& E - Quote}}$$

Durch einige Umformungen erhält man:

$$\text{EI} = \frac{\text{Neuprodukt rate} \times (\text{Gewinn} + \text{F \& E - Aufwand})}{\text{F \& E - Aufwand}}$$

Eine einfache Interpretation zeigt, daß der Indikator das Verhältnis eines Gewinns aus neuen Produkten (inkl. dem Aufwand, der wieder in die F&E fließt) zur Investition in die F&E angibt. In den Zähler gehen die Gewinne von neuen Produkten ein, die vor einer zu definierenden Anzahl von Jahren eingeführt wurden, abzüglich der Kosten für die ineffiziente Einführung von Produkten. Im Nenner steht die Summe der einzelnen Projektausgaben sowohl für erfolgreiche, als auch für die zwischenzeitlich eliminierte Projekte. Zur Verbesserung des Index muß das Unternehmen versuchen, ineffiziente Produkteinführungen zu vermeiden bzw. nicht erfolgreiche Projekte früh zu beenden oder gar nicht erst zu beginnen.

752 Vgl. Kap. 3.2.1.4, S. 124 ff.

753 Vgl. McGrath/Romeri: R&D-effectiveness index, S. 213 f.; PRTM, Hrsg., R&D-effectiveness index, S. 1.

754 Nach der Definition in Kap. 2.3.2, S. 38 ff. wird durch das Verhältnis von Output zu Input die Effizienz gemessen, gleichbedeutend mit dem angelsächsischen Begriff „efficiency“.

Ein Unternehmen ist mit seinem F&E-Prozeß dann erfolgreich, wenn die Neuproduktgewinne größer als der F&E-Aufwand sind, d.h.

$$EI \geq 1^{756}.$$

Unter Berücksichtigung des Abszinsungseffektes sollten bezüglich der F&E leistungsfähige Unternehmen allerdings einen $EI > 1,25$ aufweisen⁷⁵⁷.

c.2) Vor- und Nachteile

Vorteilhaft bei der Verwendung von Beziehungszahl-Indikatoren ist, daß im Management eine hohe Akzeptanz solcher Kennzahlen vorhanden ist. Dies gilt besonders für die Verwendung der RoR-Indikatoren, die Parallelen zu den bekannten und in den Unternehmen weithin akzeptierten RoI-Kennzahlen bei Projektrechnungen haben.

Nachteilig ist, daß die globalen Beziehungszahl-Indikatoren nur eine recht verschwommene Aussage über die Gesamt-Effizienz geben können. Es empfiehlt sich daher die Verwendung von projekt- bzw. produktfeinen Indikatoren. Bei der Erstellung der Kennzahlen kommt es durch die Verwendung von Input- und Output-Kennzahlen zu den aufgezeigten Problemen der verursachungs- und zeitgerechten Zuordnung der Daten. Die Daten sind durch die Subjektivität mit einer gewissen Unsicherheit behaftet. Schließlich ist es schwierig, Synergieeffekte aus mehrfach genutzten und abgebrochenen Projekten zu berechnen, wenn Kennzahlen auf Projekt-/Produktebene gebildet werden.

Zusätzlich muß darauf geachtet werden, daß die Input-Daten sich exakt auf die Output-Werte beziehen, da die Beziehungszahl-Indikatoren sonst verzerrt sind. Der Aufwand für die Messung ist dementsprechend hoch.

c.3) Quellen und Meßobjekte

Da Beziehungszahl-Indikatoren aus Input- und Output-Kennzahlen zusammengesetzt sind, werden auch die gleichen Quellen wie bei den Einzel-Kennzahlen verwendet. Die Messung der Leistungsfähigkeit in Forschung und Entwicklung mit Hilfe von Beziehungszahl-Indikatoren erfolgt auf Projekt- bzw. Produktebene oder auf einem höher aggregierten Niveau. Die besten Aussagen sind jedoch bei der Beschränkung auf Projekte oder klar abgrenzbare For-

755 Vgl. zur Berechnung Kap. 3.2.1.4, S. 135 ff.

756 Vgl. McGrath/Romeri, R&D-effectiveness index, S. 214; PRTM, Hrsg., R&D-effectiveness index, S. 2.

757 Vgl. McGrath/Romeri, R&D-effectiveness index, S. 218; PRTM, Hrsg., R&D-effectiveness index, S. 3.

schungs- und Entwicklungsbereiche mit entsprechenden, aus den Prozessen erwachsenden Produkten zu erzielen. In diesem Falle sind auch Verfälschungen durch das Ignorieren abgebrochener Projekte zu vernachlässigen, da diese im Input bzw. Output eines F&E-Bereichs enthalten sind.

Die ersten Phasen im Innovationsprozeß sind mit Hilfe von Beziehungszahl-Indikatoren nicht abzubilden. Hier fehlt es zum einen oft an objektiven oder objektivierbaren Daten, zum anderen ist die Grundlagenforschung per se nicht auf bestimmte Projekte ausgerichtet oder auf spätere Umsätze mit bestimmten Produkten bezogen. Beziehungszahl-Indikatoren sind erst ab dem Zeitpunkt sinnvoll einsetzbar, ab dem sich die Innovationstätigkeit auf bestimmte Produkte richtet.

c.4) Diskussion und Bewertung

Mit Hilfe der Beziehungszahl-Indikatoren sind Aussagen über die Effizienz von Projekten, Prozessen sowie F&E-Bereichen möglich. Bei Verwendung einer Schlüsselkennzahl wie dem EI können globale, allgemeine Aussagen über die Effizienz des Gesamtunternehmens getroffen werden. Solche globalen Aussagen sind alleine nur eingeschränkt brauchbar; auch tieferegehende Analysen über die Ursachen für die Effizienz sollten folgen.

Bei einer Schätzung der F&E-Ausgaben und einer Projektion der Umsätze und Gewinnerwartungen sind in einem Projekt schon recht frühzeitig Return-on-Research-Kennzahlen zu gewinnen, ähnlich den Aussagen bei der Investitionsrechnung. Im Projektverlauf können die Annahmen aktualisiert und die RoR-Erwartungen korrigiert werden. Die Beziehungszahl-Indikatoren haben somit einen dynamischeren Charakter als die langfristigen Kennzahlen zur Effektivität.

Aufgrund der globalen Aussagen und der vielen zu treffenden Annahmen kann man die Beziehungszahl-Indikatoren jedoch nicht als Frühindikatoren oder zur aktuellen Steuerung der Effizienz in Projekten verwenden. Die Indikatoren können aber zur Projektbewertung verwendet werden.

Aussagen werden im Vergleich zu anderen Projekten oder F&E-Bereichen, intern oder extern, getroffen. Außerdem können auch Periodenvergleiche angestellt werden. RoR-Beziehungszahl-Indikatoren haben jedoch auch selbst eine Aussagekraft, da sie direkt mit Refinanzierungszinssätzen von Unternehmen oder Banken bzw. mit alternativen Renditeüberlegungen verglichen werden können.

Beziehungszahl-Indikatoren bieten die einzige Möglichkeit, ohne eine tiefere Analyse des eigentlichen Innovationsprozesses, lediglich durch Vergleich von Input und Output Aussagen über die Leistungsfähigkeit des Innovationsprozesses zu treffen.

5.4.1.5 Prozeßorientierte Operationalisierung

Im Gegensatz zur funktionalen Operationalisierung, die eine Betrachtung des F&E-Prozesses ausklammert und statt dessen In- und Output-Ströme betrachtet, wird bei der prozeßorientierten Operationalisierung der Innovationsprozeß in den Vordergrund der Betrachtungen gestellt. Im Mittelpunkt steht nicht eine Beschreibung funktionaler Zusammenhänge zwischen Input- und Output-Strömen und einer daraus folgenden indirekten Ableitung der F&E-Leistungsfähigkeit, sondern eine direkte Beschreibung der Güte des oder der ablaufenden Innovationsprozesse anhand von quantitativen und qualitativen Kenngrößen⁷⁵⁸.

Die Herleitung bzw. Operationalisierung dieser Kenngrößen geschieht zunächst durch eine Analyse von Studien über Erfolgsfaktoren im Innovationsprozeß. Aus dieser Analyse wird ein Erfolgsfaktorenmodell gebildet, das die Operationalisierung globaler, prozeßübergreifender, qualitativer Kriterien in Form von Checklisten und die Operationalisierung von prozeßspezifischen, quantitativen Kennzahlen zuläßt. Letztere haben je nach Phase des Innovationsprozesses unterschiedliches Gewicht⁷⁵⁹. Die globalen Checklisten dienen sowohl der Messung der Effektivität als auch der Effizienz, während die prozeßspezifischen Kennzahlen in erster Linie auf die prozessbezogene Effizienz abheben.

Der Einsatzbereich von Checklisten erstreckt sich auf den gesamten Innovationsprozeß, jedoch sind Checklisten besonders in den frühen Phasen des Innovationsprozesses, in dem es kaum quantitative Meßinstrumente gibt, geeignet. Der Einsatz von prozeßspezifischen Kennzahlen ist seit der Existenz entsprechender quantitativer Projektkennzahlen möglich.

Erfolgsfaktoren des Innovationsprozesses

Die langen Aufzählungen von Kenngrößen zur Messung der Leistung in Forschung und Entwicklung aus den vorhergehenden Kapiteln machen deutlich, wieviel verschiedene Mög-

758 Ein solches Vorgehen schlägt auch Champion vor, vgl. Champion, R.S., Right Thing 1993, S. 189-195.

759 Thom unterscheidet bei seinen global-prozeßübergreifenden Effizienzkriterien zwischen zeitlicher Effizienz („Durchlaufzeitenminimierung“), sachbezogener Effizienz („Problemlösungsumsicht“) und sozialer Effizienz („Gruppenkohäsion“). Diese drei Untergruppen haben in den einzelnen Phasen des Innovationsprozesses jeweils unterschiedliche Gewichtungen. Vgl. Thom, N., Innovationsmanagement, 1992, S. 13-17. Hier lassen sich Querverbindungen zu den sogenannten „loose-tight“-Ansätzen finden, die einen phasenspezifischen Führungsstil mit einer zunächst geringeren und im Laufe des Prozesses zunehmenden Betonung von Zeit- und Kostenaspekten vorschlagen.

lichkeiten zur Messung existieren. Basierend auf empirischen Untersuchungsergebnissen zu den wichtigsten Erfolgsfaktoren in Innovations- und Neuentwicklungsprozessen sollen diejenigen F&E-Leistungs-Kenngrößen identifiziert werden, die die Leistung der F&E maßgeblich (positiv oder negativ) beeinflussen.

Empirische Studien zur Erforschung der Erfolgsfaktoren in Innovationsprozessen gibt es seit ca. 30 Jahren. Die erste Studie zum Erfolg von Innovationen wurde von Myers und Marquis 1969 veröffentlicht⁷⁶⁰. Seit der Zeit wurden eine Vielzahl von Studien publiziert, die Erfolgsfaktoren durch die Analyse von besonders erfolgreichen Projekten oder fehlgeschlagenen Projekten identifizieren⁷⁶¹. Die erste Diskriminanzanalyse, die Erfolgsfaktoren durch einen paarweisen Vergleich von finanziell erfolgreichen und nicht erfolgreichen Projekten untersuchte, wurde 1974 als Projekt SAPPHO veröffentlicht⁷⁶². Die NewProd Studien von Cooper und Kleinschmidt haben eine besondere praktische Relevanz, da diese über einen Zeitraum von über zehn Jahren mehrfach durchgeführt wurden⁷⁶³. Außerdem liegen auch praktische Anwendungserfahrungen aus verschiedenen Ländern mit einem aus den Studien abgeleiteten computergestützten System zur Auswahl und Bewertung von Innovationsprojekten vor⁷⁶⁴. Die Studien wurden in den unterschiedlichsten Branchen und Unternehmen durchgeführt. Dabei wurden sowohl radikale als auch inkrementale Innovationen beurteilt. Beim Vergleich der verschiedenen Studien fällt auf, daß die Unterscheidung zwischen Erfolg und Mißerfolg von Projekten äußerst inhomogen ist. Meist wird jedoch der ökonomische Erfolg bevorzugt bewertet. Insgesamt sind die Studien nur schwer vergleichbar und einfache Erfolgsrezepte daher nicht zu erwarten⁷⁶⁵.

Trotz der Inhomogenität der verschiedenen Untersuchungen gibt es erhebliche Übereinstimmungen zwischen den verschiedenen Studien⁷⁶⁶, besonders wenn zusätzlich auch

760 Vgl. Myers, S./Marquis, D.G., Innovations, 1969.

761 Ein Vergleich der wichtigsten Studien findet sich beispielsweise in Weiß, E./Neyer, B., Determinanten, 1990, S. 56 f.; Kotzbauer, N., Erfolgsfaktoren, 1992, S. 86-117; Kleinschmidt, E./Geschka, H./Cooper, R., Markt, 1996, S. 2 ff.; Hauschildt, J., Messung, 1991, S. 453-464; eine Auswertung von 47 auf das Innovationsmanagement bezogene Erfolgsfaktorenstudien findet sich bei Winkler, T., Erfolgsanalyse, 1999, S. 121ff. u. S. 130-142.

762 Vgl. Rothwell, R., SAPPHO, 1972.

763 Vgl. Cooper, R.G., New Product Projects, 1985, S. 34-44; Cooper, R.G., NewProd System, 1992, S. 113-127; Kleinschmidt, E./Geschka, H./Cooper, R., Markt, 1996, S. 6-50.

764 Anwendungen in den USA, bei Procter & Gamble, in den Niederlanden und Skandinavien: vgl. Cooper, R.G., NewProd System, 1992, S. 116 ff.; Anwendung in Deutschland: vgl. Eggert-Kipfstuhl, K./Kirchhoff, G., Bewertung, 1994, S. 431 ff.

765 Vgl. Specht, G./Beckmann, C., F&E-Management, 1996, S. 30 ff.

766 In den Vergleich wurden folgende Studien einbezogen: Rothwell, R., SAPPHO, 1972, S. 10 ff.; Rubenstein, A. et al., Factors, 1976, S. 15 ff.; Ranftl, R.M., R&D Productivity, 1978, S. 12 ff.; Souder, Wm.E./Chakrabarti, A.K., Industrial Innovations, 1979, S. 101-109; Cooper, R., New product success, 1979, S. 93-103; Peters, T.J./Waterman, R.H., Spitzenleistungen, 1991, S. 32.; Maidique, M.A./Zirger, B.J., Success and Failure,

Checklisten-Modelle (z.B. von Szakonyi⁷⁶⁷) und Best-Practice-Untersuchungen⁷⁶⁸ berücksichtigt werden. Eine Systematisierung der wichtigsten Erfolgsfaktoren führt zu folgenden Kategorien:

- Strategie,
- Know-how,
- Mitarbeiter,
- Organisation,
- Prozeß,
- Produkt und
- Marktumgebung.

Das Resultat der Zusammenfassung bzw. Klassifikation von Erfolgsfaktoren für Innovationsprozesse liegt zwischen einer Auflistung von generellen Erfolgsfaktoren für Unternehmen (z.B. 7-S-Modell von McKinsey⁷⁶⁹) und spezifischen Erfolgsmerkmalen für das Projektmanagement⁷⁷⁰. Die Aufzählung von Erfolgsfaktoren in F&E enthält viele der von Cooper⁷⁷¹ aufgeführten Erfolgsfaktoren und ähnelt außerdem jener von Specht/Beckmann vorgenommenen inhaltlichen Gruppierung von Erfolgsfaktoren⁷⁷² (vgl. Tabelle 5-10).

1984, S. 192-203; Cooper, R.G., New Product Projects, 1985, S. 34-44; Cooper, R./Kleinschmidt, E.J., Success factors, 1987, S. 215-223; Cooper, R./Kleinschmidt, E.J., Winners, 1987, S. 169-184; Souder, Wm.E., New product innovations, 1987, S. 8; Cooper, R. /Kleinschmidt, E.J., New Products, 1990; Bullinger, H.-J., F&E heute, 1990, S. 48 f.; Barclay, I., Product development, Pt. 1, 1992, S. 255-263; Barclay, I., Product development, Pt. 2, 1992, S. 307-317; Cooper, R.G., NewProd System, 1992, S. 113-127; Edgett, S./Shiple, D./Forbes, G., Companies Compared, 1992, S. 3-10; Rothwell, R., Innovations, 1992, S. 215-239; Thom, N., Innovationsmanagement, 1992, S. 13-18. Calantone, R.J./di Benedetto, C.A./Divine, R. Antecedents, 1993, S. 337-351; Crawford, C.M., New products management, 1994, S. 20 f.; di Benedetto, C.A., New technologies, 1994, S. 85-90; Ransley, D.L./Rogers, J.L., Best R&D Practices, 1994, S. 19-26.; Szakonyi, R., R&D-Effectiveness – I, 1994, S. 31; Szakonyi, R., Effectiveness – II, 1994, S. 44-55; Bürgel, H./Haller, C./Binder, M., F&E-Management, 1996, S. 343 f; Kleinschmidt, E./Geschka, H./Cooper, R., Markt, 1996, S. 6-50.

767 Vgl. Szakonyi, R., R&D-Effectiveness - I, 1994, S. 31; Szakonyi, R., Effectiveness - II, 1994, S. 44-55.

768 Vgl. Ransley, D.L./Rogers, J.L., Best R&D Practices, 1994, S. 19-26.

769 Vgl. Peters, T.J./Waterman, R.H., Spitzenleistungen, 1991, S. 32.

770 Vgl. Keplinger, W., Erfolgsmerkmale, 1992, S. 100; Rubenstein, A. et al., Factors, 1976, S. 15 ff.

771 Vgl. Kleinschmidt, E./Geschka, H./Cooper, R., Markt, 1996, S. 9 f.

772 Vgl. Specht, G./Beckmann, C., F&E-Management, 1996, S. 34.

Eigene Systematisierung	Erfolgsfaktoren nach Kleinschmidt/ Geschka/ Cooper ⁷⁷³	Erfolgsfaktor- dimensionen nach Specht/ Beckmann ⁷⁷⁴	Allgemeine Erfolgsfaktoren (McKinsey 7-S- Modell) ⁷⁷⁵	Erfolgsfaktoren des Projekt- managements nach Keplinger ⁷⁷⁶
<ul style="list-style-type: none"> Strategie 	<ul style="list-style-type: none"> Technologische Synergie Marketing-synergie 	<ul style="list-style-type: none"> Umfelder (intern) 	<ul style="list-style-type: none"> Strategy Shared Value 	
<ul style="list-style-type: none"> Know-how 	<ul style="list-style-type: none"> Technologische Synergie Marketing-synergie 	<ul style="list-style-type: none"> Individuen 	<ul style="list-style-type: none"> Skills 	
<ul style="list-style-type: none"> Mitarbeiter 	<ul style="list-style-type: none"> Ausführungsqualität technischer Aktivitäten Ausführungsqualität der Marketing-aktivitäten 	<ul style="list-style-type: none"> Individuen 	<ul style="list-style-type: none"> Staff 	<ul style="list-style-type: none"> Personen
<ul style="list-style-type: none"> Organisation 	<ul style="list-style-type: none"> Wohldefiniertes Produkt und Projekt Ausführungsqualität der Aktivitäten vor der Produktentwicklung 	<ul style="list-style-type: none"> Organisation (Aufbau) 	<ul style="list-style-type: none"> Structure 	<ul style="list-style-type: none"> Organisation
<ul style="list-style-type: none"> Prozeß 	<ul style="list-style-type: none"> Wohldefiniertes Produkt und Projekt Ausführungsqualität der Aktivitäten vor der Produktentwicklung 	<ul style="list-style-type: none"> Methoden Organisation (Ablauf) 	<ul style="list-style-type: none"> Style Systems 	<ul style="list-style-type: none"> Instrumente Projektmanagement-Funktion
<ul style="list-style-type: none"> Produkt 	<ul style="list-style-type: none"> Überlegenes Produkt, einzigartiger Nutzen für den Kunden 	<ul style="list-style-type: none"> F&E-Objekt 		
<ul style="list-style-type: none"> Marktumgebung 	<ul style="list-style-type: none"> Marktattraktivität 	<ul style="list-style-type: none"> Umfelder (extern) 		<ul style="list-style-type: none"> Projektumwelt

Tabelle 5-10: Vergleich verschiedener Systematisierungen von Erfolgsfaktoren

Die oben abgeleiteten Erfolgsfaktoren können in eine zeitlich-kausale Reihenfolge gebracht werden (vgl. Abbildung 5-11). Vorgelagert zum eigentlichen Innovationsprozeß ist das Vorhandensein von Kernkompetenzen und eine Übereinstimmung strategischer Vorgehenswei-

773 Vgl. Kleinschmidt, E./Geschka, H./Cooper, R., Markt, 1996, S. 9 ff. Aus dieser Untersuchung geht außerdem hervor, daß die Faktoren "Unterstützung durch das Top-Management" und "die allgemeine Wettbewerbssituation" nicht signifikant für den Projekterfolg sind, vgl. Kleinschmidt, E./Geschka, H./Cooper, R., Markt, 1996, S. 25 f.

774 Vgl. Specht, G./Beckmann, C., F&E-Management, 1996, S. 34.

775 Vgl. Peters, T.J./Waterman, R.H., Spitzenleistungen, 1991, S. 32.

776 Vgl. Keplinger, W., Erfolgsmerkmale, 1992, S. 100; Rubenstein, A. et al., Factors, 1976, S. 15 ff.

sen mit dem taktischen und operationalen Handeln. Für einen erfolgreichen Innovationsprozeß sind motivierte, gut ausgebildete Mitarbeiter und Know-how von Märkten und Technologien ebenso wichtig. Die unter dem Begriff „Organisation“ und „Prozeß“ zusammengefaßten Erfolgsfaktoren beeinflussen den Innovationsprozeß direkt⁷⁷⁷.

Der Erfolgsfaktor „Produkt“ ist bei zeitlich-kausaler Einordnung ein Ergebnis der verschiedenen vorgelagerten Erfolgsfaktoren unter Beachtung der „Marktumgebung“. Die Marktumgebung ist eine externe, wenig zu beeinflussende Erfolgsdeterminante. Bei Berücksichtigung des Erfolgsfaktors "Marktumgebung" können aber Projektideen schon in der Projektauswahlphase je nach Marktattraktivität gefördert oder vermieden werden.

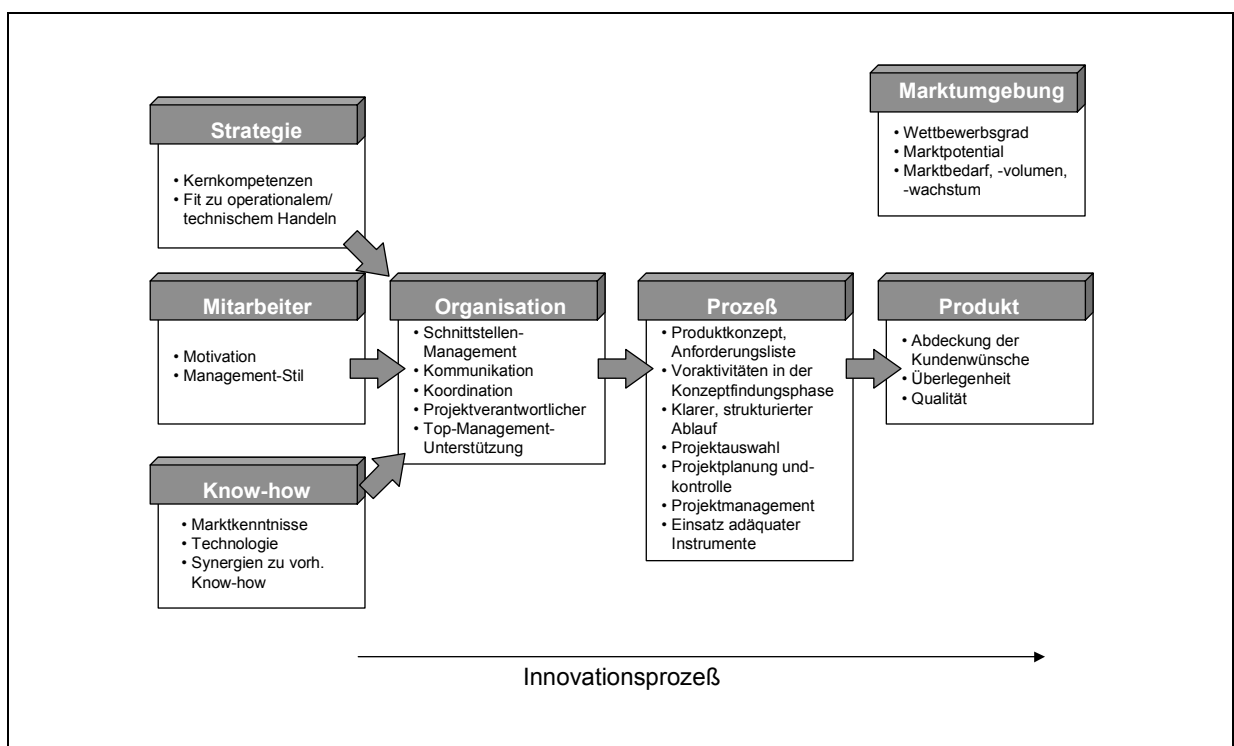


Abbildung 5-11: Zeitliche Verknüpfung der Erfolgsfaktoren in Innovationsprozessen

Quantitative Operationalisierung von Kenngrößen

Bei der Messung der F&E-Leistung sollen die Erfolgsdeterminanten helfen, den eigentlichen Innovationsprozeß und dessen wichtigste Beeinflussungsmöglichkeiten besser zu verstehen. Die Erfolgsdeterminanten aus dem vorhergehenden Kapitel müssen im folgenden dahinge-

777 Zur Ableitung phasenspezifischer Erfolgsfaktoren, vgl. Winkler, T., Erfolgsanalyse, 1999, S 126 ff. und S. 144.

hend untersucht werden, ob sie meßbare Beiträge zur F&E-Leistung im Innovationsprozeß liefern können.

Die Strategie als Erfolgsdeterminante ist nur indirekt für die F&E-Leistung zu Rate zu ziehen. Hier ist es lediglich möglich, die F&E-Strategie dahingehend zu überprüfen, ob die operativen Tätigkeiten im Einklang mit dieser Strategie stehen, und ob z.B. die F&E wirklich durch Bereitstellung von mehr Forschungsgeldern oder Einstellung von zusätzlichen Forschern gefördert werden kann.

Technologie- und Marketing-Know-how sind eine Voraussetzung für Innovationsprozesse. Wichtig ist zusätzlich, daß Innovationsprojekte mit dem vorhandenen Know-how im Unternehmen zumindest Überlappungen oder Synergien besitzen. Dies kann bei der Projektauswahl oder durch ein entsprechendes Technologie-Portfolio beeinflußt werden. Eine indirekte Messung dieser Erfolgsdeterminanten ist die Projektabbruchrate in späten Phasen des Innovationsprozesses. Eine hohe Projektabbruchrate in späten Phasen des Innovationsprozesses weist u.a. darauf hin, daß eine Projektauswahl hinsichtlich des zur Verfügung stehenden Know-hows nicht durchgeführt wurde.

Die Motivation von Mitarbeitern als Erfolgsdeterminante kann durch eine Betrachtung von Fluktuationsquoten gemessen werden. Deren Qualität und Know-how könnte man indirekt über die Anzahl von Veröffentlichungen, Publikationen, Patentanmeldungen usw. messen. Diese Meßgröße ist jedoch hauptsächlich von unternehmensinternen Überlegungen zur Publikations- und Patentpolitik geprägt.

Die Erfolgsdeterminante „Organisation“ mit den Unterpunkten „Schnittstellen-Management“, „Kommunikation“ und „Koordination“ kann letztlich nur über die Güte des F&E-Prozesses, z.B. mit dem Indikator „Zahl der Änderungen in späten Phasen des Innovationsprozesses“ gemessen werden. Besser quantitativ meßbar ist die Erfolgsdeterminante „Prozeß“, in der eine ganze Reihe von projektbezogenen Kenngrößen⁷⁷⁸ zum Einsatz kommen kann.

Der Erfolgsfaktor „Produkt“ ist - wie oben bereits geschildert - in erster Linie als Ergebnis zeitlich und kausal vorgelagerter Prozesse und Erfolgsdeterminanten zu sehen. Er stellt somit die Summe aller bis dahin durchgeführten Bemühungen im F&E-Prozeß dar. Im prozeßbezogenen Modell zur Messung der F&E-Leistung ist das Produkt der Output aus dem Innovationsprozeß, d.h. die abhängige Variable von Input und Prozeß und somit keine Erfolgsdeterminante des F&E-Prozesses, sondern vielmehr Resultat eines erfolgreichen Prozesses.

778 Vgl. Kap. 3.2.1.2, S. 70 ff.

Ebenfalls nicht sinnvoll für die F&E-Leistung ist die Messung der Erfolgsdeterminante „Marktumgebung“, da es sich lediglich um eine Beschreibung von Rahmenbedingungen handelt, die jedoch völlig entkoppelt von der F&E-Leistung sind. Die Marktumgebung muß im vorliegenden Modell als externe, unbeeinflussbare Größe angesehen werden.

Zur Erfolgsdeterminanten-bezogenen Messung der F&E-Leistung tragen somit nur prozeß-bezogene Meßgrößen bei. Nachfolgende Tabelle 5-11 zeigt eine Auflistung aller, den Erfolgsfaktoren zugeordneten Meßgrößen. Viele davon sind nicht quantitativ zu fassen bzw. können die aus den einzelnen Erfolgsfaktoren abgeleiteten Meßgrößen oft nicht den gesamten Umfang der Erfolgsfaktoren ausdrücken. Prozeßbezogene, quantitative Meßgrößen gehören zu den sog. „harten Fakten“⁷⁷⁹. Die Tabelle 5-11 zeigt, daß sich aus der Operationalisierung der Erfolgsfaktoren von Innovationsprozessen sowohl qualitative als auch quantitative Kenngrößen zur Beschreibung der Prozeßgüte ableiten lassen.

a) Checklisten

Die Erstellung von Checklisten zur Bestimmung der Güte von Innovationsprozessen knüpft eng an die Darstellung der sieben Erfolgsfaktoren an. Bei der Ausarbeitung der Checklisten müssen jedoch unternehmensindividuelle Gegebenheiten berücksichtigt werden, so daß hier im Überblick nur eine erste Anregung und die wichtigsten Punkte für eine entsprechende Checkliste zusammengestellt werden können⁷⁸⁰. Die Beurteilung der Güte des Innovationsprozesses mit Hilfe von Erfolgsfaktoren betrifft sowohl die Effizienz als auch Effektivität, wie man der nachfolgenden Checkliste (vgl. Tabelle 5-12) entnehmen kann. Aus der Checkliste wird deutlich, daß alle Punkte zu Strategie und Marktumgebung, Know-how und Produkt die Effektivität des Innovationsprozesses betreffen, also die Frage, ob „die richtigen Dinge“ getan werden. Diese Erfolgsfaktoren können bereits vor dem eigentlichen Beginn des Innovationsprozesses positiv beeinflußt werden, indem Instrumente zur Strukturierung und zum Abgleich des vorhandenen und des für eine Innovation notwendigen Wissens, z.B. Technologie-Strategien, Technologie-Portfolios, Know-how-Nutzen-Portfolios etc., verwendet werden. Anhand der Checklisten ist somit deren Existenz und Anwendung zu prüfen.

779 Eine Untersuchung von Diller und Lücking zeigt, daß seitens der Praxis in erster Linie „harte“ Faktoren zu den wichtigsten Erfolgsfaktoren gerechnet werden. Im Gegensatz dazu sieht die Wissenschaft in erster Linie „weiche Faktoren“, z.B. Humanressourcen, Kundennähe als die wichtigsten Erfolgsfaktoren an, vgl. Diller, H./Lücking, J., Erfolgsfaktorenforschung, 1993, S. 1236 f.

780 Im Anhang II bis VII sind ausführliche Checklisten für Innovationsprozesse dargestellt.

Erfolgsfaktor	Meßgröße	Ausprägung	
		quantitativ	qualitativ
Strategie	Keine Kenngrößen vorhanden, allgemeine Beurteilung des strategischen Fits		✓
Mitarbeiter	• Fluktuation	✓✓✓	✓
	• Veröffentlichungen / Patente	✓	✓✓✓
Know-how	• Projektauswahl	✓	✓✓
	• Technologie-Portfolio der laufenden Projekte	✓✓	✓
	• Projektabbruchrate	✓✓	
Organisation	• Prozeßqualität		✓✓✓
	• Zahl der Änderungen im Innovationsprozeß (in späten Phasen)	✓✓	
Prozeß	• Projektauswahl	✓✓	✓
	• Projektmanagement	✓✓✓	
	• Projektplanung und -kontrolle	✓✓✓	
Produkt	Im Sinne der Prozeßorientierung Resultat eines Prozesses und nicht direkter Meßgegenstand	--	--
Marktumgebung	Nicht beeinflussbar, daher keine Messung	--	--

Tabella 5-11: Prozeßbezogene Kenngrößen der Erfolgsfaktoren

Die Erfolgsfaktoren Organisation, Prozeß und Mitarbeiterführung beziehen sich eher auf operationale Themen und damit auf die Messung der Effizienz. Hier ist zu prüfen, ob Instrumente zur Organisation, Strukturierung und Führung von Prozessen (Projektmanagement, Produkt-Pflichtenheft, Instrumente zur Ideengenerierung und -auswahl) verwendet werden.

Die einfachen Ja/Nein-Checklisten können durch Einführung von Gewichtungsfaktoren für die einzelnen Erfolgsfaktoren in ihrer Aussagekraft verbessert werden. Durch die Vergabe von Punkten statt einer einfachen „Ja/Nein-Abfrage“ ist eine weitere Verfeinerung des Checklisten-Verfahrens möglich. Bei einem entsprechenden Datenbestand können daraus Ist- und Soll-Profile errechnet und deren Abweichung bei bestimmten Erfolgsfaktoren analysiert werden. Auf diese Weise wird das zunächst rein qualitative Verfahren zusätzlich quantifiziert. Dies verhilft in manchen Fällen dem Checklistenverfahren zu einer höheren Glaubwürdigkeit.

Erfolgsfaktor	Checklisten-Ausprägung	Messung der ...	
		Effektivität	Effizienz
Strategie	• Existenz von Kernkompetenzen	x	
	• Fit zu operationalem/technischem Handeln und zum Know-how	x	
Marktumgebung	• Wettbewerbsgrad	x	
	• Marktpotential, Marktbedarf, -volumen und -wachstum	x	
Mitarbeiter	• Motivation, Gruppenkohäsion		x
	• Die richtige Mischung an Mitarbeitern ist vorhanden		x
	• Management-Stil (anfangs „loose“, zum Projektende hin „tight“)		x
Know-how	• Marktkenntnisse vorhanden	x	
	• Technologie-Kenntnisse vorhanden	x	
	• Synergie der Projekte zu vorhandenem Know-how, d.h. entweder sind gewisse Markt- oder Technologie-Kenntnisse vorhanden	x	
Organisation	• Schnittstellen-Management zwischen Teilprojektgruppen		x
	• Kommunikation, Informationsmanagement		x
	• Koordination der verschiedenen Projektbeteiligten		x
	• Projektverantwortlicher vorhanden („Kümmerer“)		x
	• Top-Management-Unterstützung und Aufmerksamkeit vorhanden		x
Prozeß	• Projektauswahl	x	
	• Klares Produktkonzept vorhanden	x	
	• Projektplanung und -kontrolle		x
	• Klarer, strukturierter Projektablauf		x
	• Projektmanagement, Einhaltung von Zeit, Kosten und Qualität		x
	• Einsatz diverser, phasenspezifischer Instrumente (Ideengenerierung, Ideenauswahl etc.)		x
Produkt	• Abdeckung der Kundenwünsche	x	
	• Überlegenheit des Produktes gegenüber der Konkurrenz	x	
	• Qualität	x	

Tabelle 5-12: Beispielhafte Checkliste zur Beurteilung von Innovationsprozessen

a.1) Vor-/Nachteile

Der Vorteil von aus allgemeinen Erfolgsfaktoren gebildeten Checklisten beruht darauf, daß sie in schwer strukturierbaren Situationen oder in frühen Phasen des Innovationsprozesses, in denen die Bildung von quantitativen Kennzahlen nur bedingt möglich ist, einsetzbar sind. Die Checklisten geben - wie aus Tabelle 5-12 geschlossen werden kann - gleichzeitig Aufschluß über Effizienz und Effektivität und sind somit ein geeignetes Instrument zur Struktu-

rierung von Peer Reviews und Audits. Schließlich sind die Checklisten nicht vom Abschluß bestimmter Prozesse abhängig, sondern können jederzeit zur Messung der F&E-Leistung eingesetzt werden. Damit sind auch Reaktionen auf Mißstände zeitnah möglich, zumal die Anwendung der Checkliste schon erste Hinweise für die Beseitigung von Hemmnissen im Innovationsprozeß gibt.

Nachteilig ist, daß die Bewertung anhand von Checklisten rein intuitiv-subjektiv stattfindet, auch wenn die Verwendung von Checklisten den Bewertungsprozeß standardisiert. Checklisten müssen unternehmensindividuell erstellt werden, so daß eine Vergleichbarkeit mit anderen Unternehmen praktisch nicht gegeben ist. Diese Vergleichbarkeit kann sich lediglich auf jene allgemein üblichen Vorgehensweisen und Erfolgsfaktoren stützen, die in vielen Fällen zum Erfolg geführt haben. Damit ist jedoch nicht gewährleistet, daß jeder erfolgreiche Innovationsprozeß auf ähnliche Art und Weise ablaufen muß.

a.2) Quellen/Meßobjekte

Mit Hilfe von Checklisten werden Innovationsprozesse und Verfahren im F&E-Bereich von Unternehmen (oder auch von wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen) beurteilt. Die Messung ist mit erheblichem zeitlichem und z.T. auch personellem Aufwand verbunden. Aus der Literatur geht hervor, daß Checklistenverfahren bei vielen Projekten nicht routinemäßig, sondern eher im Rahmen einer „General-Revision“ der unternehmensinternen Forschung und Entwicklung sporadisch alle paar Jahre eingesetzt werden.

Diejenigen, die die Messung durchführen, müssen entsprechend geschult und erfahren sein. Dabei wird man in erster Linie ein Projektteam aus dem Bereich F&E-Controlling zusammenstellen. Auch externe Hilfe von Beratern kann hinzugezogen werden. Besonders bei einer Erstaufnahme der Checkliste ist dieses Vorgehen ratsam. Unter Berücksichtigung entsprechender Erfolgsfaktorenstudien können Checklisten von Erfolgsfaktoren auch in Systeme zur Bewertung der Ausführungsqualität und Erfolgswahrscheinlichkeit von Innovationsteilprozessen und zur Projektauswahl verwendet werden. Dabei kommen Fragebögen und computergestützte Auswertungsverfahren zum Einsatz, deren unternehmensindividuelle Einführung durch Experten mit Hilfe von bereichsübergreifenden Bewertungsteams geschehen sollte⁷⁸¹.

781 Vgl. das Programm PRUV, Eggert-Kipfstuhl, K./Kirchhoff, G., Bewertung, 1994, S. 431 ff.; Anwendung des Programms NewProd USA, bei Procter & Gamble, vgl. Cooper, R.G., NewProd System, 1992, S. 116 ff.;

a.3) Diskussion und Bewertung

Checklisten gehen in der Bewertung der Leistungsfähigkeit von F&E-Abteilungen von einem standardisierten Innovationsprozeß mit einer Reihe von Erfolgsfaktoren aus. Auf diese Erfolgsfaktoren stützt sich die Bewertung aktueller Innovationsprozesse. Somit wird gleichzeitig sowohl die Effektivität als auch die Effizienz beurteilt, wobei sich die meisten Erfolgsfaktoren eher darauf beziehen, ob „Dinge richtig getan werden“ (Effizienz). Die Bewertung anhand von Checklisten erfolgt im Gegensatz zu den funktionsorientierten Verfahren zeitnäher am Prozeß, da Prozeßergebnisse nicht abgewartet oder abgeschätzt werden müssen.

Im Vergleich zu den nachfolgend näher beschriebenen Verfahren der Prozeßeffizienz sind Checklisten jedoch in ihrer Bewertung weniger auf Einzelprozesse ausgerichtet als die Prozeßeffizienz-Verfahren und daher nur bedingt für die „online“-Steuerung der F&E-Leistung anwendbar. Die Effektivität von F&E-Projekten wird jedoch in strategischer (Verwendung von Technologie-Portfolios), taktischer (Auswahlverfahren für F&E-Projekte) und operativer Hinsicht (konsequente Abbruchverfahren und Abbruchkonditionen) betrachtet. Dabei versucht man sich einer möglichen Ideallinie anzunähern, die in den ersten Stufen des Innovationsprozesses eine hohe Zahl von kreativen Projektideen vorsieht, die dann durch geeignete Auswahlverfahren auf eine für das Unternehmen optimale Anzahl verringert werden sollte (vgl. Abbildung 5-12).

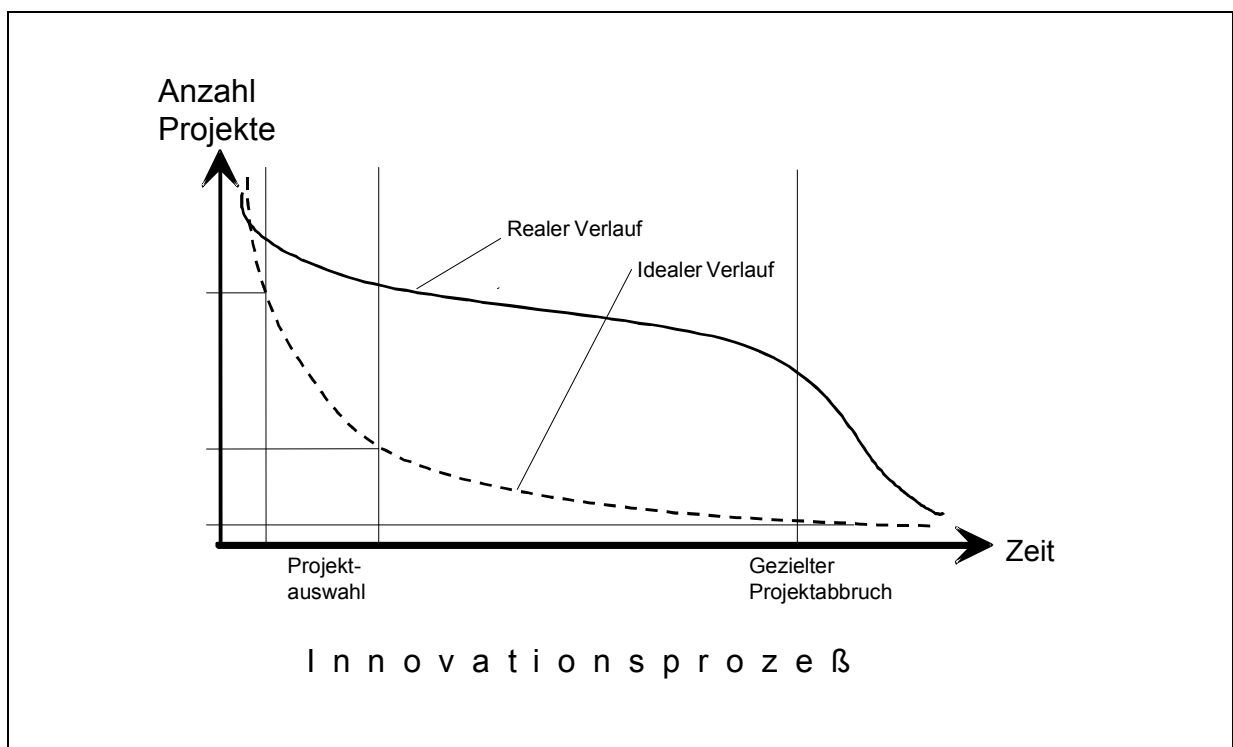


Abbildung 5-12: Anzahl der laufenden Projekte im Innovationsprozeß

Bei optimalen Auswahlverfahren sollten sich die Projektabbrüche in geringem Rahmen halten - allerdings besser früher als später stattfinden, da die „sunk cost“ bei frühen Projektabbrüchen deutlich geringer als bei späteren Projektabbrüchen ausfallen, zumal dann auch frühzeitig F&E-Kapazitäten für aussichtsreichere Projekte frei werden (Effektivität). Den Checklisten-Verfahren kommt eine Frühindikator-Funktion zu, da aufgrund nicht erfüllter Checklisten-Punkte bestimmte Komplikationen vorhergesehen werden können.

Effektives Vorgehen bedeutet daher, durch Portfoliomanagement die richtigen Projekte auszuwählen, die richtige Mischung von risikoreichen und weniger risikoreichen Projekten zu finden und im Projektverlauf erfolglose Projekte frühzeitig zu streichen, um möglichst die verfügbaren Unternehmensressourcen zu schonen. Insofern ähnelt dieses Vorgehen einer Optimierung von Aktienportfolios zur Erreichung einer möglichst hohen Rendite bei gleichzeitiger Risikominimierung durch eine entsprechende Mischung von risikoreichen mit risikoarmen Anlageformen.

b) Messung der Prozeßeffizienz

Die Messung der Prozeßeffizienz mit Hilfe von quantitativen, objektiven Meßgrößen stellt die zweite Möglichkeit der prozeßorientierten, direkten Messung und Bewertung der Leistungsfähigkeit im Innovationsprozeß dar. Im Gegensatz zu der Messung mit Hilfe von Checklisten werden die Meßgrößen für die Prozeßeffizienz nicht aus den oben genannten Erfolgsfaktoren bestimmt. Statt dessen nutzt man die in Projekten verfolgten elementaren Projektdimensionen:

- Zeiten und Termine,
- Kosten,
- Sachfortschritt.

Dabei steht im Mittelpunkt die Einhaltung bestimmter, zuvor geplanter Termine bzw. Meilensteine, Kosten und Sachziele. Sachziele können sich entweder direkt auf Fortschritte beim Entwicklungsobjekt (Produkt) oder auf den Projektfortschritt beziehen. Alle Größen messen die rein technische Effizienz im Innovationsprozeß (werden die richtigen Dinge *richtig* getan?) ohne darauf einzugehen, ob es auch zielführend (effektiv) ist, diese Dinge zu tun.

Die oben genannten elementaren Dimensionen zur Messung der Prozeßeffizienz können miteinander kombiniert werden, um sog. Pay-off-Effekte zwischen den Dimensionen deutlich zu machen und Mißinterpretationen zu vermeiden. So führt eine reduzierte Kostenbasis im Projektfortschritt (bei gleicher Effizienz) zwangsläufig zu Verspätungen bzw. zu Minderleistungen. Nur bei Betrachtung der anderen Dimensionen kann ein lokalisierter, verringerter

Kostenanstieg im Projektfortschritt richtig interpretiert werden. Bei Erreichung der geplanten Leistung ist eine tatsächliche Verbesserung der Effizienz zu konstatieren, bei Nicht-Erreichen der geplanten Leistung ist eine Verzögerung im Innovationsprozeß die Folge. Daher ist die Einführung von zweidimensionalen Meßgrößen sinnvoll. Genutzt wird im Projektmanagement die Meilenstein-Trendanalyse bzw. die Kosten-Trendanalyse.

b.1) Auswahl von Kenngrößen

Bei den eindimensionalen Prozeßeffizienz-Meßgrößen wird für alle drei Prozeßdimensionen der Erfüllungsgrad (bzw. die Kosten- oder Termineinhaltung) und die Abweichung vom Planwert gemessen. Bei der zweidimensionalen Messung wird gleichzeitig die Kosten-Termin-treue oder die Termin- und Sachfortschritts-Einhaltung beurteilt.

Schließlich gibt es noch prozeßübergreifende Meßgrößen, die sich auf alle drei Meßgrößen beziehen und beispielsweise die Anzahl der Kosten- und Terminüberschreitungen im Laufe eines Projektes oder die Zahl der Projektabbrüche und den bis dahin aufgelaufenen Projektaufwand berechnen. Andererseits kann auch die Projekterfolgsrate bzw. die mit den Projektkosten gewichtete Projekterfolgsrate gemessen werden.

Auch die Zahl und Größe der Projekte pro F&E-Mitarbeiter ist in diesem Falle aussagekräftig, da auf diese Weise die Mehrfachbelastung der F&E-Mitarbeiter gemessen werden kann. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch eine Arbeitszeitanalyse der F&E-Mitarbeiter, wenn diese mit Stundenerfassung arbeiten. Daran ist zu sehen, ob die F&E-Mitarbeiter den größten Teil ihrer Zeit dem Hauptzweck, nämlich der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit widmen können, oder ob sie viel Zeit mit effizienzmindernden, administrativen Tätigkeiten verbringen müssen. An der absoluten Zahl der aktiven Projekte, differenziert nach Art der F&E, kann man feststellen, ob es im Projektportfolio genügend Grundlagenforschungs-, Vorentwicklungs- und Anwendungsentwicklungsprojekte gibt. Die wichtigsten Meßgrößen für die Prozeßeffizienz sind in der Übersicht in Tabelle 5-13 aufgeführt.

Fast alle genannten Meßgrößen beziehen sich auf einzelne Projekte bzw. Innovationsprozesse. Zusätzlich können jedoch auch die Daten abgeschlossener Projekte miteinander verglichen werden. Dies setzt allerdings das Vorhandensein einer Projektdatenbank voraus. Interessant für die Effizienz eines F&E-Bereichs ist der Vergleich zwischen dem zeitlichen Projektaufwand und der Projektdauer. Der zeitliche Projektaufwand bezieht sich auf die tatsächlich benötigte Arbeitszeit zur Fertigstellung eines Projektes. Im Gegensatz dazu stellt die Projektdauer die gesamte Zeitdauer bis zur Beendigung eines Projektes dar. Allgemein ist die Projektdauer länger, mindestens aber gleich lang wie der zeitliche Projektaufwand.

Wie Abbildung 5-13 zeigt, setzt sich die Projektdauer aus dem zeitlichen Projektaufwand und nicht weiter spezifizierten Liegezeiten zusammen.

Meßgrößen	Zeit (Termine)	Kosten	Sachfortschritt
<i>eindimensional</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Zeittreue • Zeitliche Abweichung vom Planwert (Zahl und prozentuale Größenordnung) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kostentreue • Kostenmäßige Abweichung vom Planwert (Zahl und prozentuale Größenordnung) 	<ul style="list-style-type: none"> • Erfüllungsgrad • Sachfortschrittsbezogene Abweichung vom Planwert (Zahl und prozentuale Größenordnung)
<i>zweidimensional</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Zahl und relative Größe der Abweichungen in der • Kosten-Trend-Analyse bzw. der • Meilenstein-Trend-Analyse 		
<i>Prozeßübergreifend</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Zahl der Planabweichungen (bezogen auf Kosten, Termine, Sachfortschritt) • Zahl aktiver Projekte (nach Grundlagen- und Entwicklungsprojekten differenziert) • Zahl der Projektabbrüche • Relative Kosten bzw. Zeit bis zum Projektabbruch • Projekterfolgsrate • Kostenmäßig gewichtete Projekterfolgsrate • Anzahl der Projekte pro Mitarbeiter (Grad der Mehrfachbelastung) • Größe der Projekte pro Mitarbeiter (Wichtigkeit der Mehrfachbelastung) • Arbeitszeitanalyse: Anteil der F&E-Tätigkeit an der Gesamtarbeitszeit • Projektdauer vs. zeitlichem Projektaufwand 		

Tabelle 5-13: Meßgrößen der Prozeßeffizienz

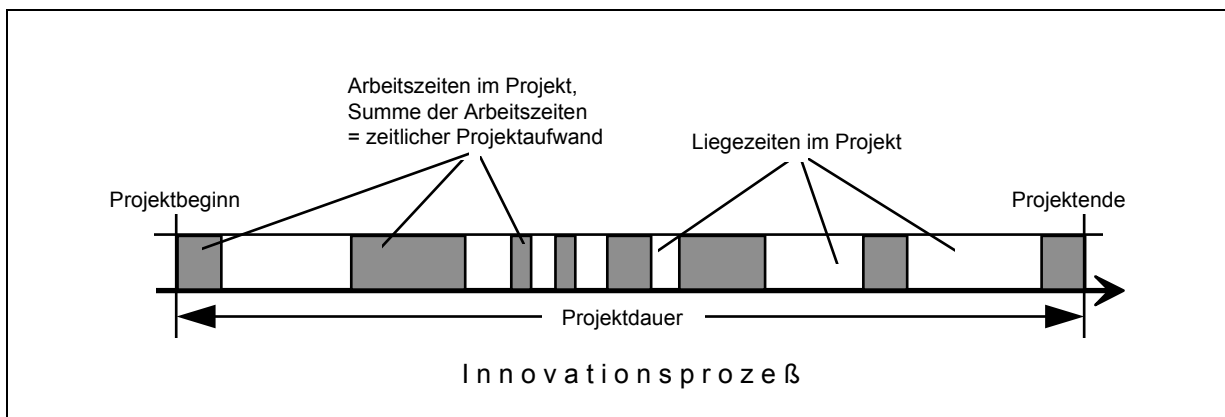


Abbildung 5-13: Projektdauer und zeitlicher Projektaufwand (Beispiel)

Die Liegezeiten können ihren Ursprung darin haben, daß parallel verschiedene Projekte oder projektfremde Tätigkeiten durchgeführt werden müssen. Sie können aber auch in einer technisch notwendigen Liegezeit begründet sein (z.B. bei Stabilitätstests nach einer bestimmten Zeitspanne). Technische Liegezeiten sind bei der Beurteilung zu berücksichtigen. Die Projekte werden nach ihrer Projektgröße (gemessen in den Soll-Projektkosten) gegliedert und in einem Diagramm aufgetragen (vgl. Abbildung 5-14). Dabei kann man aufgrund der Perso-

nalintensität in Forschung und Entwicklung davon ausgehen, daß die Projekt-Sollkosten meist eine Funktion der Projekt-Sollzeit sind. Alle Projekte, die mit ihrer tatsächlichen Projektdauer über der Projekt-Sollzeit- und -kostenkurve liegen, werden mit entsprechenden Liegezeiten durchgeführt⁷⁸². Diese können je nach Größe der Projekte variieren. So werden in dem unten gezeigten Beispiel mittelgroße Projekte zeittreuer als Groß- und Kleinprojekte fertiggestellt.

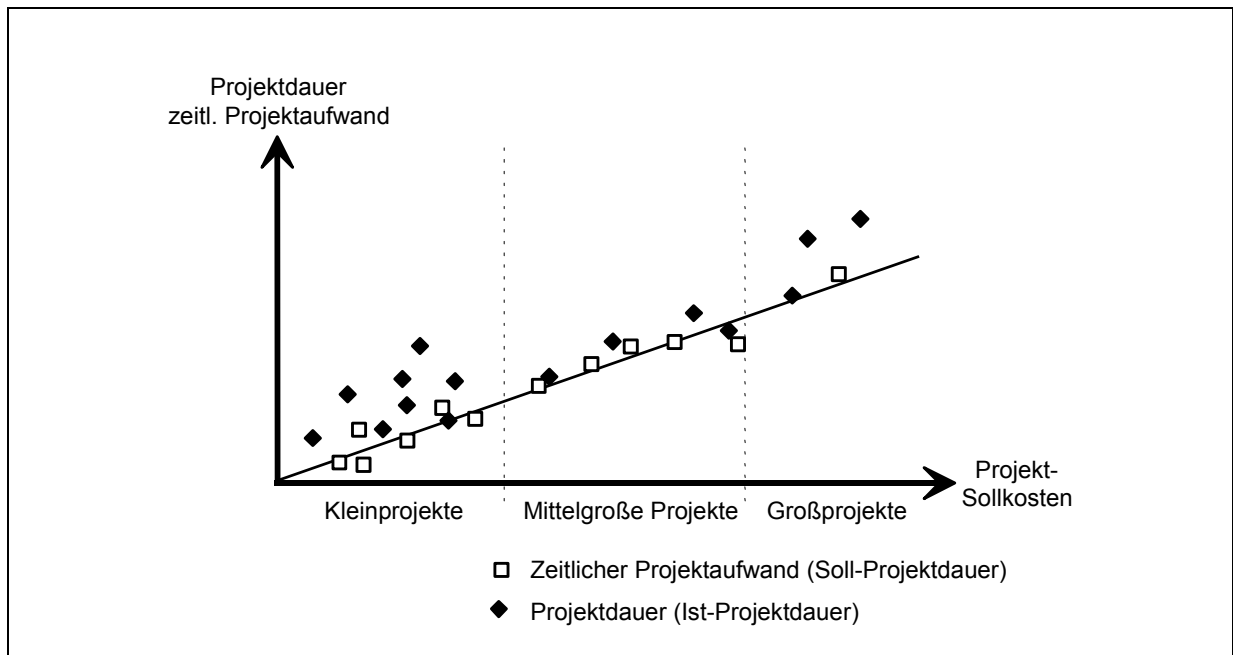


Abbildung 5-14: Vergleich von zeitlichem Projektaufwand und Projektdauer

Eine zügige und damit effiziente Bearbeitung ist in dem Beispiel somit nur bei den mittelgroßen Projekten gegeben.

b.2) Vor- und Nachteile

Vorteilhaft an der Bewertung mit Hilfe der Meßgrößen zur Prozesseffizienz ist der Umstand, daß es sich um rein objektive, quantitative Kennzahlen mit eindeutiger Definition und klarer Interpretationsmöglichkeit handelt. Voraussetzung ist jedoch das Vorhandensein eines strukturierten Prozesses, der auch in seinen wesentlichen drei Projektdimensionen Kosten-, Zeit- und Sachzielen vorausgeplant sein muß. Oft sind spezielle Projekte der Grundlagenfor-

782 Beim Vergleich von tatsächlicher Projektdauer mit dem Projektzeitaufwand sind allerdings Korrekturen bei Projekten vorzunehmen, die parallelisiert durchgeführt wurden. Hier kann es theoretisch dazu kommen, daß der Projektzeitaufwand der linear addierten Zeiten deutlich höher als die tatsächliche Projektdauer ist.

schung nicht in dem notwendigen Detaillierungsgrad darstellbar und daher auch nicht hinsichtlich der Prozeßeffizienz bewertbar.

Kennzahlen der Prozeßeffizienz sind daher nur im Rahmen von gut strukturierten Entwicklungs- und Vorentwicklungsprojekten einsetzbar, wenn bei einem entsprechenden Projektmanagement die notwendigen Kennzahlen erhoben werden. Da inzwischen die Instrumente des Projektmanagements weit verbreitet sind, dürfte eine gute Verfügbarkeit im Rahmen der fortgeschrittenen Innovationsprozesse gegeben sein.

Der größte Vorteil der Messung der Prozeßeffizienz besteht jedoch darin, daß sie nicht erst nach Abschluß von Projekten, sondern simultan, quasi „online“ im Innovationsprozeß eingesetzt werden kann. Diese Eigenschaft prädestiniert die Kennzahlen zur Prozeßeffizienz als Frühwarninstrumente der Effizienzmessung im Innovationsprozeß.

b.3) Quellen und Meßobjekte

Die Kennzahlen der Prozeßeffizienz beziehen sich direkt auf den Innovationsprozeß einzelner Projekte. Bei der ex-post-Betrachtung werden die Kennzahlen diverser, abgeschlossener Projekte gesammelt und gemeinsam betrachtet. Als Quellen fungieren durch das Projektsekretariat herausgegebene Projektfortschrittsberichte, Meilensteinberichte und Projektabschlußanalysen. Eine gleichzeitige Analyse einer Vielzahl abgeschlossener Projekte ist besonders einfach möglich, wenn eine Erfahrungsdatenbank vorhanden ist. Voraussetzung für die Verfügbarkeit der Kennzahlenquellen ist die formale Strukturierung und zeitliche Gliederung des Innovationsprozesses, eine entsprechende Planungstätigkeit und das zugehörige Realisierungscontrolling.

b.4) Diskussion und Bewertung

Bei der Bewertung der Kennzahlen zur Prozeßeffizienz ist es notwendig, auf die gegenseitige Abhängigkeit der drei elementaren Prozeßdimensionen Zeit, Kosten und Sachfortschritt hinzuweisen⁷⁸³. Daher ist die Aussagekraft von zweidimensionalen Instrumenten besser als die isolierte Betrachtung der eindimensionalen Kennzahlen.

Besonderes Augenmerk ist den Planungsdaten zu widmen, die als Bezugswerte für die Prozeßeffizienz genutzt werden. Ist die Planung zu optimistisch und werden zu hohe Ziele gesteckt, wird das Projekt hinsichtlich der Prozeßeffizienz zu schlecht bewertet. Im entge-

783 Vgl. Tabelle 3-5, S. 71.

gengesetzten Fall führt eine zurückhaltende Planung zu einer Überbewertung der Prozeßeffizienz.

Die Bewertung einzelner Projekte bzw. Prozesse, möglichst noch während des Projektverlaufs macht deutlich, daß es sich um kurzfristige Effizienz-Kennzahlen handelt, die auch zur Projektsteuerung geeignet sind.

Thom arbeitet in seinem Vorschlag mit prozeßübergreifenden und phasenspezifischen Effizienzkriterien. Er weist darauf hin, daß sich bei den phasenspezifischen Effizienzkriterien die Gewichtung im Laufe des Innovationsprozesses ändert. Während in der Phase der Ideengenerierung besonders die „Ideengenerierungsproduktivität“ im Vordergrund steht, ist es bei der Ideenakzeptierung die Zielausrichtung und bei der Ideenrealisierung die zeitliche Effizienz⁷⁸⁴. Diese Überlegung entspricht dem aus anderen Publikationen bekannten „Loose-tight-Ansatz“, der davon ausgeht, daß mit zunehmenden Konkretisierungsgrad die Ansprüche an Zeit-, Kosten- und Sachzielerreichung zunehmen und sich damit der Management-Stil im Laufe eines Innovationsprozesses wandelt.

Aufgabe der Operationalisierung ist es, die ausgewählten Modelle - Input-Output-Modell und Phasenmodell des Innovationsprozesses - so weit mit validen Kenngrößen anzureichern, daß schließlich ein strukturierter Meßraum der F&E-Leistung zur Verfügung steht. Infolgedessen wurde eine weitergehende Operationalisierung des Begriffs der Forschungs- und Entwicklungsleistung und die Bestimmung der wichtigsten Erfolgsfaktoren im Innovationsprozeß notwendig. Eine Operationalisierung im Hinblick auf die Messung der F&E-Leistung wurde durch einen funktionalen und einen prozeßorientierten Ansatz erreicht (vgl. Abbildung 5-15). Aus der prozeßorientierten Operationalisierung ergeben sich für die kurzfristige Steuerung der F&E-Leistung nutzbare Kennzahlen, die sich hauptsächlich auf die Effizienz im Innovationsprozeß beziehen. Die funktionale Operationalisierung führt hingegen zu einer Reihe von langfristig einsetzbaren Kenngrößen, die weit über das Einzelprozeß-Geschehen hinausgehen.

Der nun vorhandene, strukturierte Meßraum besteht aus einer größeren Anzahl von Kennzahlen, die zur Messung der F&E-Leistung geeignet sind. Im folgenden Kapitel der Metrisierung wird ein allgemeines Procedere für die Messung der Leistung in Forschung und Entwicklung beschrieben und Verfahrensweisen zur Auswahl der für die jeweilige Situation am besten geeigneten Methoden dargestellt.

784 Vgl. Thom, N., Innovationsmanagement, 1992, S. 13 ff.

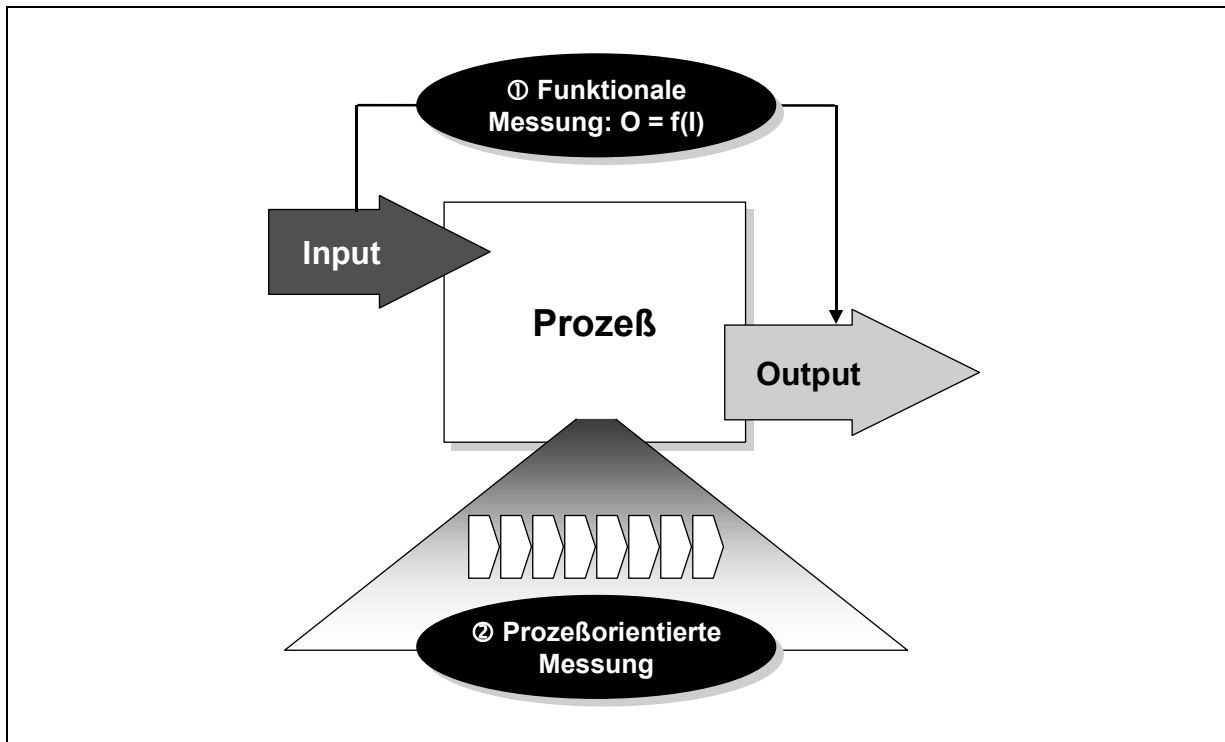


Abbildung 5-15: Operationalisierung der Messung der F&E-Leistung

5.4.1.6 Auswahl der Meßmethoden und Metrisierung

Aus den bisherigen Erläuterungen wurde deutlich, daß nicht alle Kenngrößen zur F&E-Leistungsmessung universell einsetzbar sind. Dementsprechend ist ein Auswahlprozeß für die Kenngrößen der eigentlichen Leistungsmessung voranzustellen. Die Berücksichtigung der vorangestellten Spezifikation (vgl. Tabelle 5-4) führt zu grundsätzlichen Prämissen bei der Auswahl der Meßmethoden. Diese Prämissen sollen zum einen die Messung nachvollziehbar und wiederholbar machen sowie eine unternehmensindividuelle Anpassung erlauben. Daneben wird gefordert, daß die Meßmethoden aus quantitativen, objektiv ermittelbaren Kennzahlen bestehen und einfach anwendbar sind.

Grundsätzliche Prämissen bei der Auswahl und Metrisierung der Meßmethoden

Messung der Effektivität und Effizienz

Aus den Ausführungen in Kapitel 2.3.3 wird deutlich, daß die Messung der F&E-Leistung sich sowohl auf die Messung der Effizienz als auch auf die Messung der Effektivität be-

zieht⁷⁸⁵. Da die Effizienz von F&E-Leistungen auf eine bereits vorhandene Effektivität aufbaut, ist die Messung beider Determinanten der F&E-Leistung notwendig. Abbildung 5-5 zeigt, daß dies nicht gleichzeitig mit einer Kenngröße möglich ist. Auch aus diesen Gründen ist die ganzheitliche Messung der F&E-Leistung nur mit mehreren Kenngrößen sinnvoll. Zu berücksichtigen ist dabei außerdem, daß prozeßorientierte Kenngrößen sich eher auf die Effizienz, funktionsorientierte Kenngrößen jedoch auf die Effektivität beziehen.

Anwendung multipler Kenngrößen zur Messung der F&E-Leistung

Aus den Ausführungen im vorangegangenen Kapitel wird deutlich, daß die Kenngrößen unterschiedliche „optimale“ Einsatzbereiche für die Messung der F&E-Leistung haben. Die Kenngrößen leiten sich aus einer funktionalen oder prozeßorientierten Operationalisierung ab. Beide dieser Aspekte müssen jedoch in einer umfassenden Untersuchung der F&E-Leistung berücksichtigt werden. Dies ist ebenfalls nur durch die Verwendung von mehreren Kenngrößen möglich.

Die Interpretation der Kenngrößen bezieht sich meist auf die Änderung von gemessenen Zuständen zwischen Beginn und Ende eines Meßzeitraumes. Dabei geht man im übrigen von sonst gleichen Umfeldbedingungen aus (*ceteris paribus*). Dies ist jedoch ein idealer Zustand, der oftmals in der Realität nicht erreicht werden kann. Externe Störfaktoren können die Zustände im Meßzeitraum und damit auch die Interpretation der Untersuchungsergebnisse deutlich verändern. Um eine größere Sicherheit bei den Aussagen zur Leistung in Forschung und Entwicklung zu erreichen, ist es daher zwingend notwendig, mehrere voneinander unabhängige Meßgrößen einzusetzen. Die Sicherheit von Aussagen zur F&E-Leistung erhöht sich, wenn ein Großteil der eingesetzten Meßgrößen eine ähnlich Tendenz oder Interpretationsmöglichkeit zuläßt.

Zwei bis drei Schlüssel-Kenngrößen sollten auf jeden Fall vorhanden sein, die zuverlässig eine Tendenz der F&E-Leistung anzeigen (Key Performance Indicators). Diese relativ allgemeinen Kenngrößen sollten für interne und externe Vergleiche geeignet sein.

Situativität in der Anwendung

Um eine möglichst genaue Messung der F&E-Leistung gewährleisten zu können, ist ein individueller Zuschnitt der einzelnen Kenngrößen der F&E-Leistung auf das Unternehmen notwendig (*custom-tailored approach*). Diese Maßnahme läuft zwar einer externen Vergleichbarkeit zuwider, ist jedoch für den primären Zweck einer möglichst genauen individuellen Messung der F&E-Leistung vorteilhaft.

785 Vgl. S. 43 ff.

Die unternehmensindividuelle Auswahl von Kennzahlen zur F&E-Leistungsmessung ist von folgenden Determinanten abhängig:

- Art, Komplexität und Dauer des Innovationsprozesses,
- Branchenspezifische Definition des Innovationsbegriffs,
- Dauer des Produktlebenszyklus,
- Unternehmensgröße,
- Unternehmens- bzw. F&E-Strategie,
- Art und Qualität der vorhandenen Daten.

Ist beispielsweise der Innovationsprozeß und Produktlebenszyklus sehr lang, so gestaltet sich die Datensuche schwierig. Bei kurzen Innovationsprozessen ist es dagegen weniger sinnvoll, sich mit langfristigen Bewertungsmaßen zu beschäftigen. Oftmals korrelieren Produktlebenszyklen mit weiteren branchentypischen Eigenschaften. Abhängig von der Unternehmensgröße ist eine Bewertung der F&E-Leistung vorzunehmen. Im Extremfall eines Kleinunternehmens besteht die F&E-Abteilung nur aus einer Person, deren Effizienz auf ganz andere Weise zu werten ist, als die von einer über mehrere Kontinente verteilten F&E-Organisation mit Hunderten von Mitarbeitern. Je nach Unternehmensstrategie haben die Prozeßparameter Zeit- und Kosteneinhaltung sowie Produktqualität eine unterschiedliche Gewichtung, die ebenfalls bei der Bestimmung der F&E-Leistung zu berücksichtigen ist. Schließlich spielt auch die Art und Qualität der Daten, die zur Messung der F&E-Leistung herangezogen werden könnten, eine wichtige Rolle. Um zeit- und kostenaufwendige Primärerhebungen zu vermeiden, sollte bei der Bestimmung der F&E-Leistung soweit wie möglich auf bereits vorhandene Datenbestände zurückgegriffen werden.

Vorgehensweise zur Auswahl von F&E-Kenngrößen

Das Vorgehen zur Auswahl der unternehmensrelevanten F&E-Kenngrößen besteht aus drei aufeinanderfolgenden Schritten. Zunächst ist eine Analyse der F&E-Strategie und des unternehmensinternen F&E-Berichtswesens notwendig. Die Ergebnisse führen dann im zweiten Schritt zu einer Einschränkung des Kenngrößenraumes bezüglich Aggregationsgrad und Phasenbezug der Kenngrößen. Im dritten Schritt werden die Kenngrößen so ausgewählt, daß sie sowohl Aussagen zur Effizienz, als auch zur Effektivität liefern. Außerdem wird entschieden, ob die Kenngrößen zur Leistungsmessung in erster Linie kurzfristige oder mittel- bis langfristige Aussagen liefern sollen.

Zum Ende des dritten Schrittes wird der Kenngrößenraum auf eine vernünftige Zahl von verwendbaren Kenngrößen eingeschränkt. Zur Vorbereitung einer Interpretation werden

diese Kenngrößen noch skaliert, bevor im vierten Schritt der eigentliche Meßprozeß ausgelöst wird. In Abbildung 5-16 ist die Vorgehensweise, die die Auswahl der einzelnen Kenngrößen zur Messung der F&E-Leistung vereinfachen soll, graphisch beschrieben.

a) Analyse der F&E-Strategie und des F&E-Berichtswesens

Um die Prämisse der unternehmensindividuellen Anpassung der Kenngrößen zu erfüllen, steht am Anfang der Auswahl von Meßgrößen zunächst die Analyse der unternehmensinternen F&E-Strategie und des F&E-Berichtswesens. Aus dieser erhält man wichtige Informationen über die Länge der Produktlebenszyklen und Innovationszeiträume, einen Überblick über die Produkte und Branchen sowie einen Eindruck über strategisch wichtige Tätigkeitsfelder und Probleme.

Inhalt einer F&E-Strategie könnte es beispielsweise sein, bestimmte Sparten eines Unternehmens hinsichtlich der F&E besonders zu fördern, um einen technologischen Rückstand gegenüber Konkurrenten aufzuholen. In der Aufbauphase wird in diesem Bereich zunächst ein geringer Output akzeptiert. Ein anderes Ziel einer F&E-Strategie könnte die Verringerung der Entwicklungszeit sein. Diese Information ist für eine spätere Gewichtung verschiedener Parameter zur Messung der F&E-Leistung wichtig, da in diesem Bereich die Priorität auf einer zeitverkürzenden Forschung und Entwicklung gegenüber Kosteneinsparungen liegt.

Die Analyse des F&E-Berichtswesens dient in erster Linie der Bestandsaufnahme von bereits vorhandenem Datenmaterial zur Messung der F&E-Leistung hinsichtlich vorhandener Zeiträume, Qualität, Detaillierungsgrad etc. Die Ergebnisse zeigen an, welche Daten bereits vorhanden sind und welche noch zusätzlich erhoben werden müssen. Des Weiteren wird der nächste Schritt der Meßgrößenauswahl dahingehend beeinflusst, daß man – soweit möglich – bereits vorhandene Meßgrößen in die Messung der F&E-Leistung einbezieht, nicht nur um Kosten zu sparen, sondern auch, um möglichst kurzfristig Aussagen über die F&E-Leistung treffen zu können.

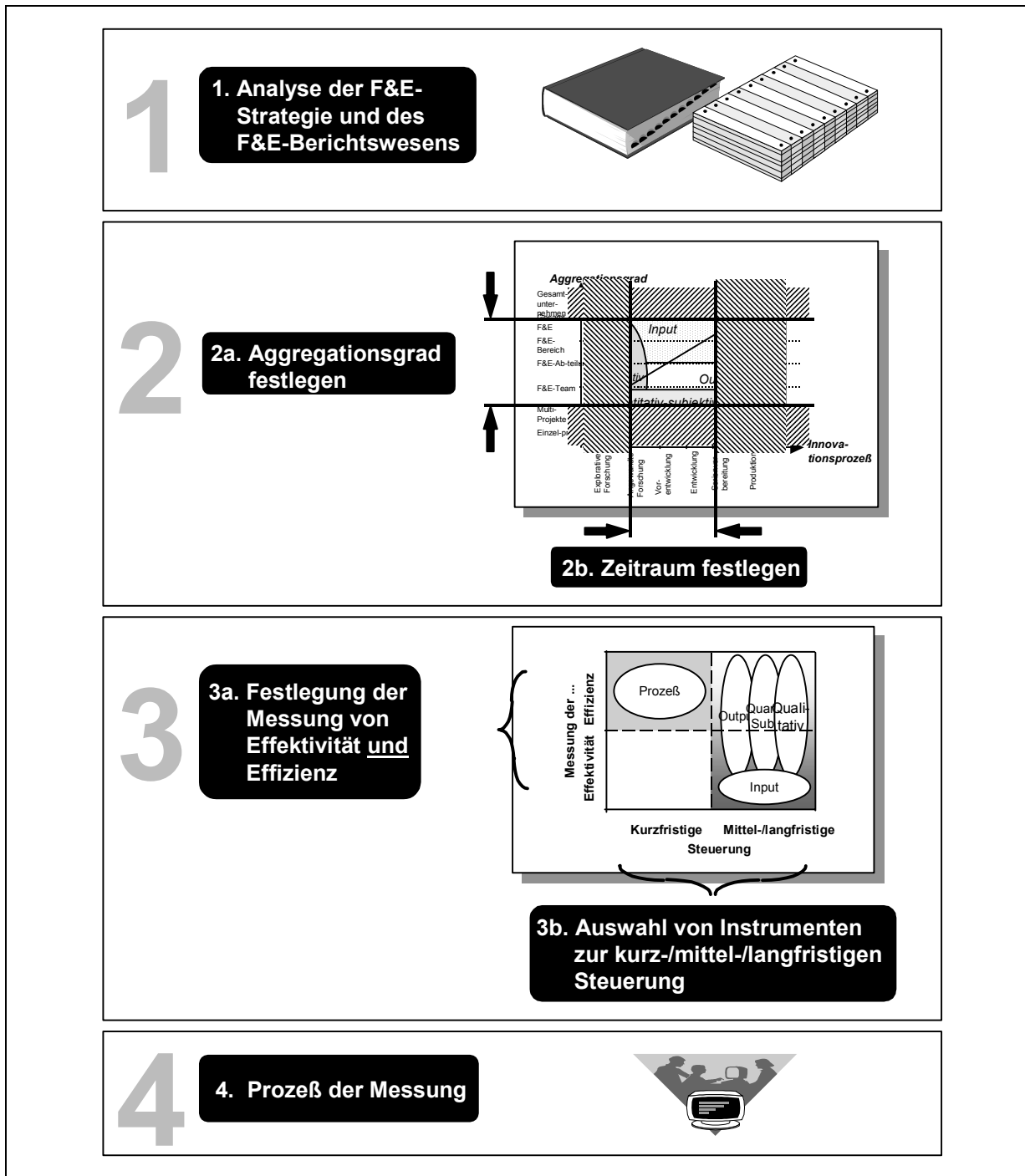


Abbildung 5-16: Vorgehensweise zur Auswahl von F&E-Kenngrößen

b) Auswahl des Aggregationsgrades und des Meßzeitraumes

Aufgrund der Ergebnisse aus der Analyse der F&E-Strategie und des F&E-Berichtswesens wird im nächsten Schritt der Aggregationsgrad und der Meßzeitraum unternehmens- und situationsspezifisch festgelegt.

Im folgenden Beispiel geht aus der Analyse der F&E-Strategie, des F&E-Berichtswesens und aus Gesprächen mit dem Nutzer der Messung der Innovationsleistung hervor, daß die Leistungskennzahlen maximal auf F&E-Team-Ebene, also z.B. auf die Ebene von F&E-Laborleitern reduziert werden sollen. Alternativ wird eine Aggregation bis auf den F&E-Bereich einer untersuchten Sparte gewünscht. In der folgenden Abbildung 5-17 sind die Systemgrenzen dem Beispiel entsprechend eingezeichnet. Sie variieren zwischen Unternehmen insbesondere aufgrund der Größe der F&E-Abteilungen.

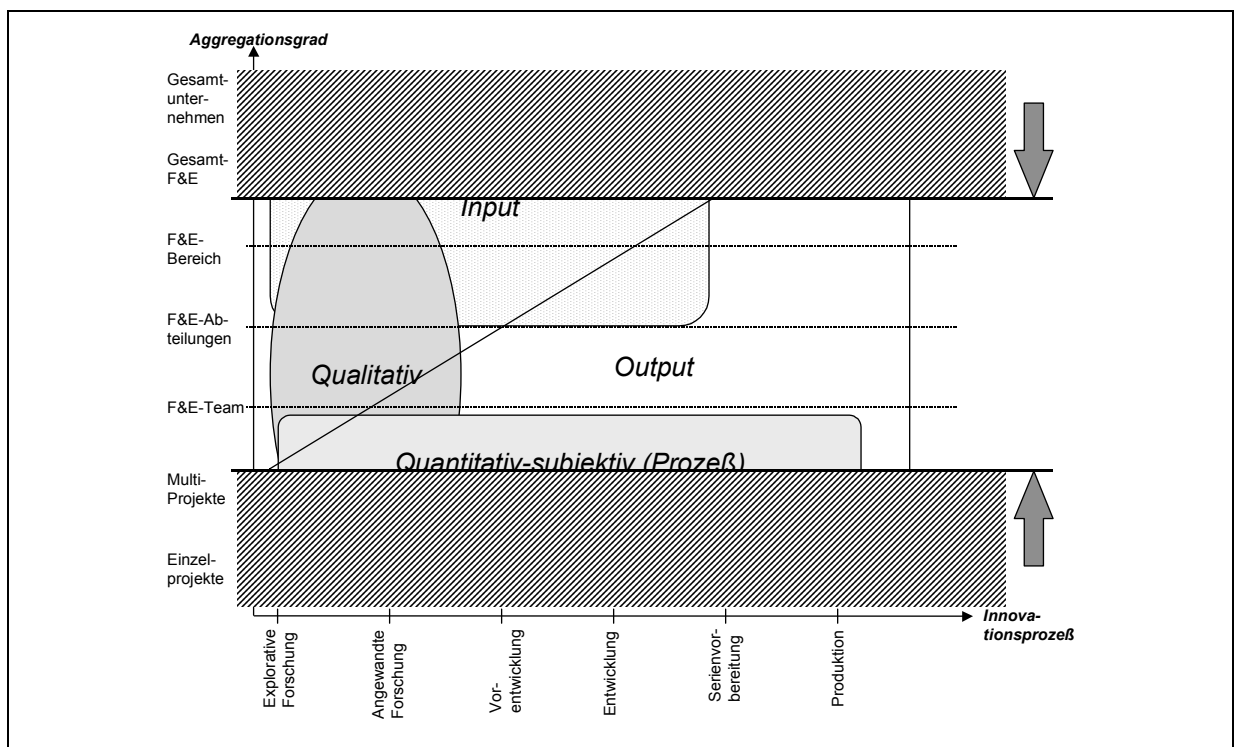


Abbildung 5-17: Auswahl des Aggregationsgrades

In einem weiteren Schritt wird mit dem Endnutzer ein sinnvoller Betrachtungszeitraum für den Innovationsprozeß des untersuchten Unternehmens festgelegt. Unterschiede treten aufgrund unterschiedlicher Branchenzugehörigkeit auf. So ist bei vielen Automobilherstellern keinerlei Grundlagenforschung vorhanden, während diese einen wichtigen Teil der Forschung und Entwicklung in der Chemie-Industrie darstellt.

Im Beispiel geht man von einem Innovationsprozeß aus, der direkt mit der Entwicklung beginnt und kurz vor der Serienvorbereitung endet (vgl. Abbildung 5-18). Ein solcher Innovationsprozeß könnte z.B. bei einem Konsumelektronik-Hersteller auftreten.

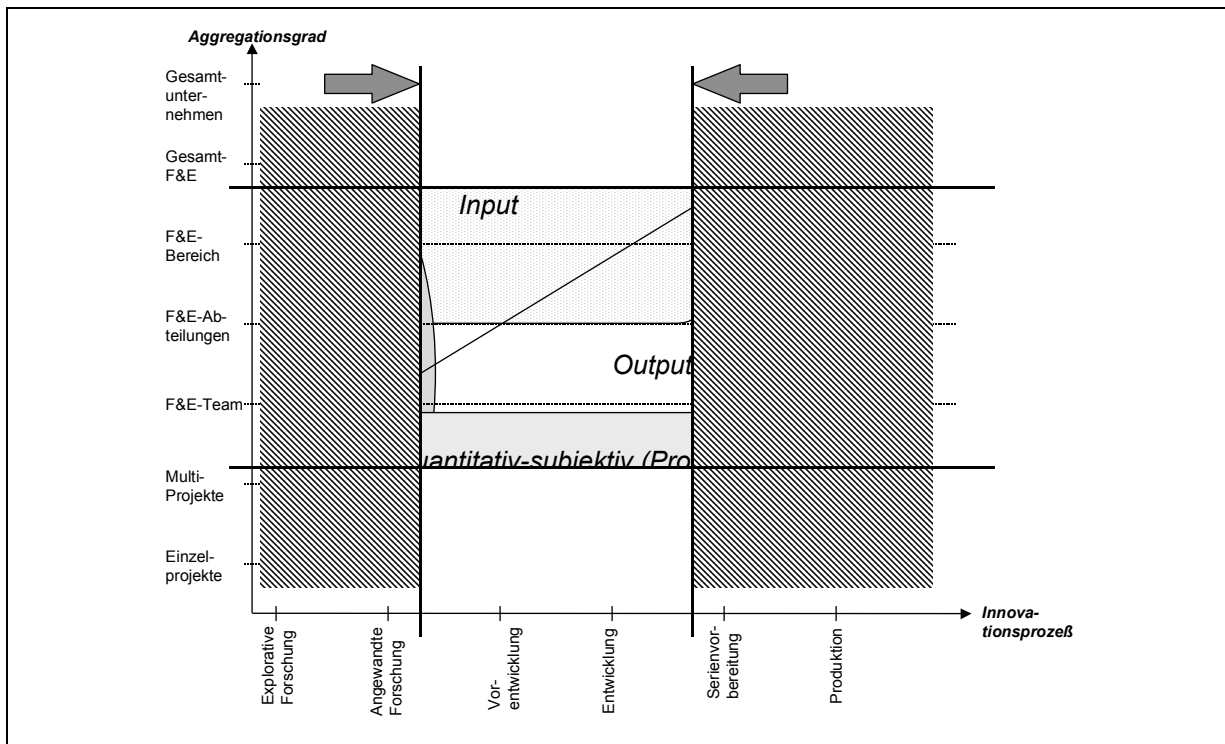


Abbildung 5-18: Auswahl des Meßzeitraums im Innovationsprozeß

Durch die genannten Einschränkungen kommt es letztlich zu einem unternehmensindividuellen „Fenster“, aus dem die Kenngrößen zur Messung der F&E-Leistung sichtbar werden. Im Beispiel sind dies Input-, Output- und quantitativ-subjektive Prozeß-Kenngrößen (vgl. Abbildung 5-19). Qualitative Kenngrößen sind in erster Linie für die frühen Phasen des Innovationsprozesses geeignet, der hier jedoch ausgeklammert wurde. Prozeß-Kenngrößen, die sich nur auf Einzelprojekte beziehen, wurden aufgrund der Vorgaben zum Aggregationsgrad ausgeklammert. Solche Prozeßkenngrößen, wie Meilenstein-Trend-Analysen, Zeit- und Kosteneinhaltung können nur auf der Einzelprojektebene erfaßt werden.

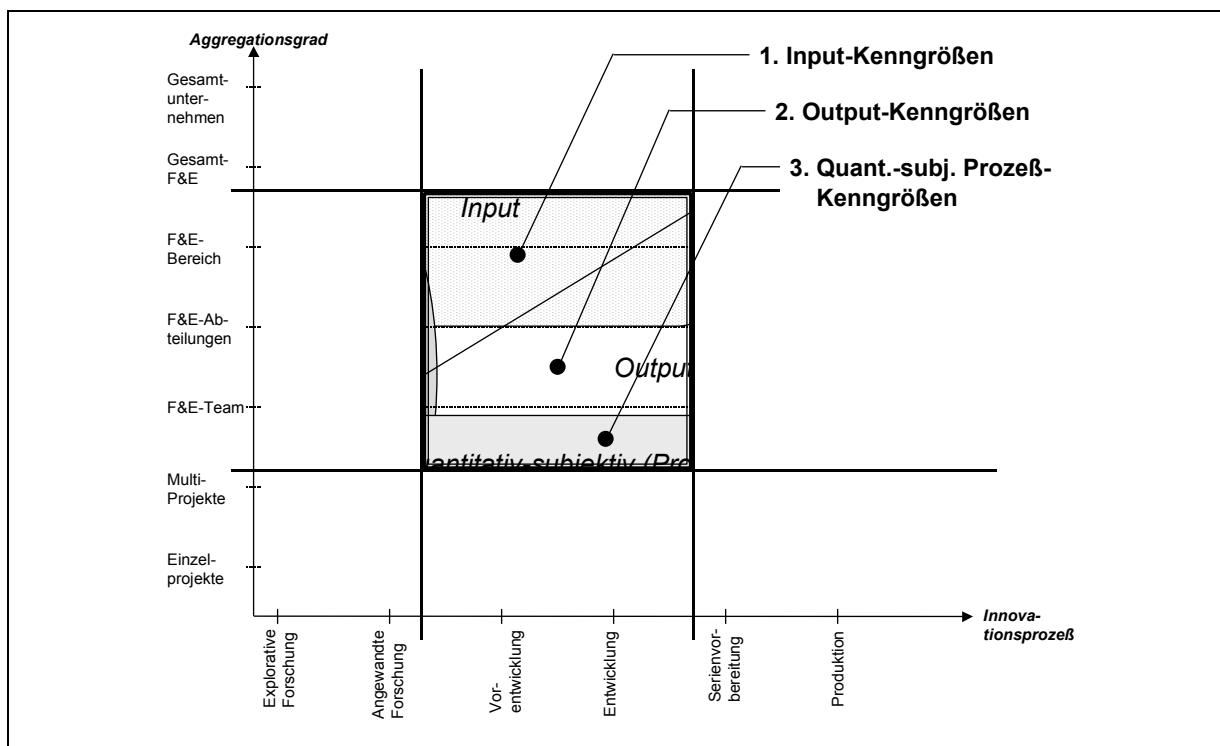


Abbildung 5-19: Resultat: verminderter Raum möglicher Kenngrößen

c) Messung von Effektivität und Effizienz und Steuerungsaspekt

In den Prämissen wurde genannt, daß im Rahmen der Messung der F&E-Leistung sowohl der Aspekt der Effektivität als auch der Effizienz zu berücksichtigen ist. Nachfolgendes Diagramm (vgl. Abbildung 5-20) hilft schematisch bei der Auswahl der entsprechenden Kenngrößen. Aufgrund der im Beispiel bereits getroffenen Auswahl können Input-, Output- und quantitativ-subjektive Maße zur Anwendung kommen. Um sowohl die Effektivität als auch die Effizienz zu messen, sind zumindest Input-Kennzahlen (Effektivität) und Output-Kennzahlen (Effizienz) notwendig. Die Effektivität kann zusätzlich durch die Anwendung von Portfolio-Techniken und die strategisch richtige Projektauswahlmethodik überprüft werden.

Alle Kenngrößen wurden im gleichen Diagramm auch nach dem Einsatzbereich zur Steuerung der F&E-Leistung eingeteilt. Lediglich die Prozeß-Kennzahlen haben ein kurzfristiges Steuerungsverhalten und können daher als Frühindikatoren der F&E-Leistung in der Prozeßsteuerung verwendet werden. Diese Kenngrößen wurden allerdings im genannten Beispiel ausgeklammert. Statt dessen haben die im Beispiel empfohlenen Kenngrößen alle einen mittel- bis langfristigen Charakter, d.h. ein unmittelbares Einwirken auf die F&E-Leistung ist mit diesen Maßzahlen systembedingt nicht möglich. Es ist wichtig, daß diese Tatsache dem späteren Anwender bereits vor der Messung klar ist.

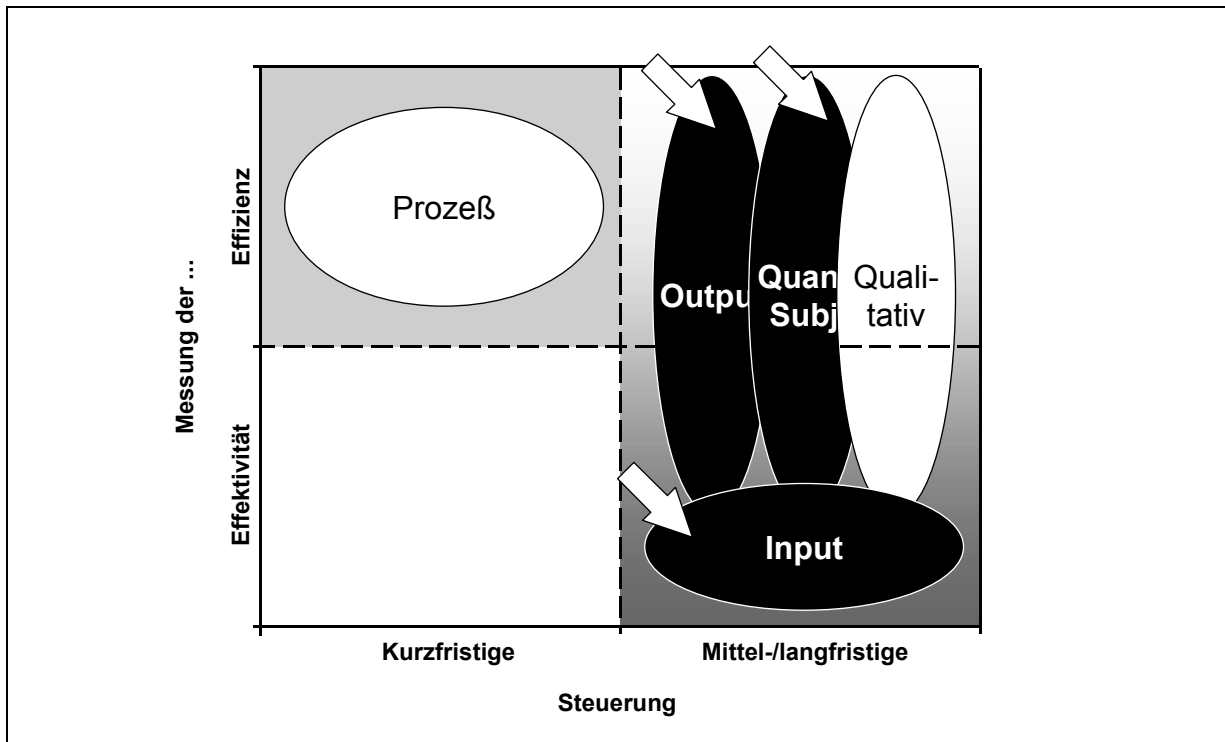


Abbildung 5-20: Einordnung der Kenngrößen bezüglich Effektivität/Effizienz und Steuerungsaspekt

Damit ist die Grobauswahl der Kenngrößen abgeschlossen. Die weitere Auswahl der Kenngrößen richtet sich in erster Linie nach der Beschaffenheit bereits vorhandener Daten oder den individuellen Wünschen des Anwenders. Am einfachsten läßt sich bei der Kenngrößenbestimmung auf die morphologische Matrix von Tabelle 5-9 zurückgreifen, die die wichtigsten Output-, Input- und Kombinationskenngrößen zusammenfaßt.

Vor der eigentlichen Messung werden die ausgewählten Kenngrößen in Skalen eingeordnet, die später zur Interpretation der Ergebnisse notwendig sind. Zusätzlich ist eine Gewichtung und die Bildung von Kopf-Kennzahlen möglich.

Metrisierung und Skalierung der Kenngrößen

Vor dem eigentlichen Prozeß des Messens erfolgt die Bestimmung der numerischen Struktur des Meßraumes (Metrisierung). Dabei geht es aus meßtheoretischer Sicht⁷⁸⁶ um die systematische Zuordnung von Zahlen zu Ausprägungen der Variablen und somit um eine Vorstufe der Interpretation. Die notwendige systematische Zuordnung erfolgt mit Hilfe von Skalen, die allgemeine Vorschriften zur Reihenfolge von numerischen Angaben darstellen.

Die Skalenbildung ist abhängig von den verwendeten Kenngrößen. In erster Linie kommen jedoch Kardinal-, Intervall- oder Ordinalskalen zum Einsatz. Intervallskalen werden in all jenen Bereichen der Messung verwendet, wo quantitative Kenngrößen in Form von Kosten, Zeiten und Mengenangaben entstehen. Intervallskalen werden auch bei dimensionsbehafteten oder -losen Verhältnisgrößen (Output/Input) verwendet. Ordinalskalen werden z.B. bei Checklisten eingesetzt. Die Interpretation der in Skalen eingetragenen Meßergebnisse und eine mögliche Gewichtung der Ergebnisse geschieht im vierten Schritt des Meßkonzepts bei der Interpretation und Integration.

Zur Metrisierung und Skalierung gehört auch der eigentliche Meßprozeß. Dabei sind allerdings verfahrenstechnische Punkte zu berücksichtigen. Zunächst muß die Art der Datenerfassung festgelegt werden. Da meist umfangreiche Datenmengen erhoben werden, ist eine mündliche Befragung nur eines Entscheidungsträgers nicht ausreichend. Solche Vorbesprechungen und Befragungen sind allerdings als vorbereitender Einstieg für die eigentliche initiale Messung sinnvoll.

Wird eine Meßmethodik das erste Mal in einem Unternehmen eingeführt, dann sind auch die Entscheidungsträger bzw. diejenigen Stellen zu identifizieren, die die gewünschten Daten liefern können. Sinnvollerweise fängt man dabei im Top-Management für Forschung und Entwicklung an, um das Bewußtsein und die Unterstützung für die Notwendigkeit der Datenerfassung zu fördern. Die eigentliche Datenerfassung erfolgt dann normalerweise beim F&E-Controlling oder bei der verantwortlichen Stelle des Unternehmenscontrollings.

5.4.1.7 Integration und Interpretation

Nach der eigentlichen Messung folgen eine sinnvolle Zusammenfassung der Meßwerte (Integration) und die Einordnung der Meßergebnisse in ein Bewertungsmodell (Interpretation)⁷⁸⁷.

Die Zusammenfassung der Meßwerte erscheint zunächst als rein mechanische Auswertung der Meßdaten. Allerdings müssen die Daten bereits so gruppiert werden⁷⁸⁸, daß interne und externe Vergleiche möglich sind. Zusätzlich sind zur Vorbereitung der Interpretation Hintergrundinformationen bei besonders sprunghaften Zeitverläufen einzuholen.

786 Vgl. Weiß, E./Neyer, B., Determinanten, 1990, S. 95.

787 Vgl. Weiß, E./Neyer, B., Determinanten, 1990, S. 97 f.

788 Z.B. auf Unternehmensbereiche bezogen.

Die aus dem Modell generierten „absoluten“ Meßgrößen führen zunächst nicht zu Aussagen über die F&E-Leistung. Selbst die Einordnung in eine festgelegte Skala kann erst dann zu Aussagen bezüglich der F&E-Leistung führen, wenn mit Abschnitten der Skala bestimmte Werturteile oder Bewertungen verbunden sind⁷⁸⁹. Bewertungen können dann gebildet werden, wenn

- entweder entsprechende Erfahrungswerte vorliegen, z.B. „5 Patente pro Forscher p.a. sind Spitzenklasse“;
- oder Vergleiche durchgeführt werden können und damit Abweichungen zu Norm- oder Durchschnittswerten, Spitzenwerten oder zu zeitlichen Vergleichswerten interpretiert werden können.

Erst ein Vergleich mit anderen Zahlen führt damit zu einem Urteil über die gemessene F&E-Leistung⁷⁹⁰. Der Vergleich kann intern oder extern bzw. absolut oder relativ erfolgen.

Interne Vergleiche können zwischen den F&E-Abteilungen verschiedener Geschäftseinheiten oder innerhalb einer Geschäftseinheit zwischen verschiedenen Perioden durchgeführt werden. Der Vergleich zwischen mehreren Abteilungen führt zu einer Rangreihenfolge in der Skala und damit auch zu einer Bewertung der F&E-Leistung. Der Vergleich verschiedener Zeitperioden führt zu einem Veränderungsvektor. Die Richtung des Veränderungsvektors führt folglich zu einer Bewertung. Hat sich beispielsweise der Return-on-Research (RoR, d.h. die theoretische Verzinsung des zu Forschung und Entwicklung eingesetzten Kapitals) vom Zeitpunkt t_0 nach t_1 erhöht, folglich der Veränderungsvektor zu einer höheren Verzinsung geführt, wird diese Entwicklung positiv bewertet (vgl. Tabelle 5-14).

789 Analog könnte man als Beispiel die Temperaturmessung betrachten: Wird die Raumtemperatur beispielsweise nicht anhand der in Europa üblichen Celsius-Skala, sondern anhand der Fahrenheit-Skala gemessen, so wird ein unerfahrener Beobachter allein aufgrund des Fahrenheit-Meßwertes keine Aussage darüber treffen können, ob es damit im Raum sehr kalt oder angenehm warm ist. Erst durch den Vergleich von Meßwerten mit Referenzwerten (100°F entspricht ungefähr Körpertemperatur) lassen sich die Meßdaten bewerten. Die Bewertung erfolgt mit Hilfe von Vergleichswerten.

790 Vgl. Brockhoff, K., Effizienz, 1988, S. 345 f.

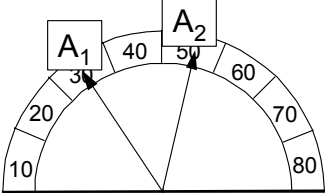
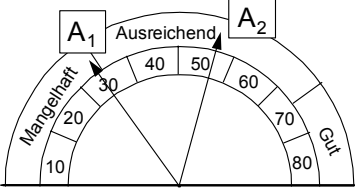
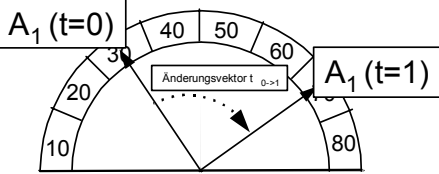
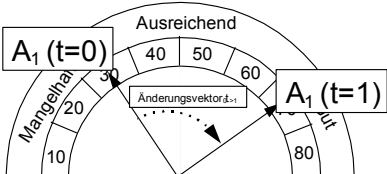
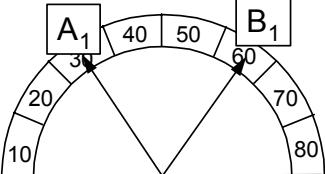
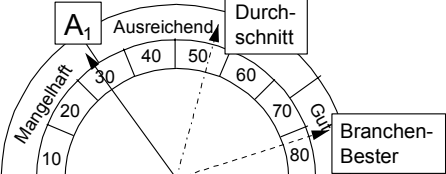
	Relativer Vergleich	Absoluter Vergleich
intern	... zwischen verschiedenen Abteilungen, gleicher Zeitpunkt	
	 <p>Abteilung A₂ ist besser als A₁</p>	 <p>Abteilung A₂ hat eine ausreichende F&E-Leistung, Abteilung A₁ hat eine mangelhafte F&E-Leistung</p>
	... zwischen verschiedenen Zeitpunkten, gleiche Abteilung	
	 <p>Abteilung A₁ hat sich vom Zeitpunkt t=0 bis t=1 positiv entwickelt</p>	 <p>Abteilung A₁ hat sich vom Zeitpunkt t=0 bis t=1 positiv entwickelt und zwar von einer mangelhaften zu einer guten F&E-Leistung</p>
extern	... zwischen verschiedenen Unternehmen, gleicher Zeitpunkt	
	 <p>Unternehmen B₁ ist besser als Unternehmen A₁</p>	 <p>Unternehmen A₁ liegt bezüglich der F&E-Leistung deutlich unter Branchenschnitt und unter dem Branchenbesten</p>

Tabelle 5-14: Vorgehen und Visualisierung der Bewertung von Kenngrößen zur Messung der F&E-Leistung

Eine interne, absolute Beurteilung setzt voraus, daß die Skala bereits bewertet, d.h. in Intervalle eingeteilt wurde, die eine Bewertung darstellen. Die Eintragung des aktuellen Meßwertes in die Skala führt somit automatisch zur Einschätzung der F&E-Leistung. Die zusätzliche Eintragung von Meßwerten verschiedener Perioden führt außerdem zu einer Beurteilung von Maßnahmen über die Zeit. Eine absolute Bewertung in externer Hinsicht kann im Sinne eines Benchmarkings erfolgen, d.h. die Bewertung erfolgt mittels Vergleich der eigenen Meßwerte mit durchschnittlichen Branchenwerten, den Spitzenwerten oder den Negativwerten der Branche. Wichtig ist daher, bei der Erstellung eines Konzepts zur Messung der F&E-Leistung gleichzeitig auch die Generierung von Vergleichszahlen zu planen⁷⁹¹.

Wie bereits mehrfach vermerkt, führen einzelne Meßwerte nicht zu einer sinnvollen Bewertung der F&E-Leistung. Die Verwendung von mehreren, unabhängigen Maßen und deren Beurteilung führt dann zu einer verlässlichen Aussage, wenn die unabhängigen Bewertungen der Mehrzahl der Maße auf eine gleichgewichtige Tendenz hinweisen, z. B. wenn sechs von neun verwendeten Maßen auf eine Verbesserung der F&E-Leistung schließen lassen⁷⁹². Die Aussagen der einzelnen Kenngrößen müssen aber zusätzlich noch auf Plausibilität und externe Ursachen⁷⁹³ untersucht werden, die möglicherweise die Bewertungsaussage durch die F&E-Leistung unzulässig beeinflussen.

Der interne Vergleich führt zu einer (relativen) Einschätzung der F&E-Leistung, oftmals bezüglich der F&E-Effizienz. Ein externer Vergleich führt zu einer Relativierung der Meßwerte des eigenen Unternehmens, z.B. können erhebliche Anstrengungen im eigenen Unternehmen zu einer Steigerung der F&E-Leistung geführt haben, die jedoch im Branchenvergleich immer noch unter dem Durchschnitt liegt. Daher ist sowohl ein interner als auch nachfolgend ein externer Vergleich von Meßwerten ratsam. Vorteile des internen gegenüber dem externen Vergleich von Daten sind:

- eine klare Vergleichbarkeit und Verlässlichkeit der Daten und deren Voraussetzungen gegenüber externen Daten, deren Definition, Generierung und Herkunft z.T. nicht vollständig nachvollziehbar ist;

791 Verfolgt man analog das Beispiel mit den Kfz-Motoren weiter, so ist eine Leistungsangabe in PS oder kW absolut gesehen ohne jegliche Aussagekraft, da niemand ohne Erfahrung sagen kann, ob eine Leistung von 300 PS für einen Motor viel oder wenig ist. Erst durch den Vergleich mit anderen Motoren kann man sich ein Urteil über diese Meßgröße bilden. Schließlich ist die Leistung auch abhängig vom Input und dem eigentlichen Prozeß.

792 Dieses „Mehrheitsprinzip“ wird beispielsweise auch in der Technik angewendet. So werden kritische Navigationsberechnungen in der Luft- und Raumfahrtindustrie von mehreren unterschiedlichen Computern mit völlig unterschiedlicher Programmierung durchgeführt. Das Ergebnis der Berechnungen wird dann als richtig angesehen, wenn z.B. zwei von drei Computern das gleiche Ergebnis berechnen.

793 Z.B. Wechsel des Controllingsystems und damit verbundene veränderte Berechnung von Deckungsbeiträgen.

- ein höherer Detaillierungsgrad und damit verbunden eine bessere Aussagekraft der Daten, da viele Unternehmen nur eine begrenzte Einsicht in deren F&E-Daten zulassen und
- eine schnellere Verfügbarkeit der internen Daten, wenn nicht bereits externe Benchmarking-Studien vorliegen.

Der Vorteil der Verwendung externer Daten liegt vor allem in der Relativierung der eigenen F&E-Leistung.

Der Vergleich von strategischen Vorgaben mit entsprechenden Kenngrößen führt zu einer Bewertung der Effektivität des Unternehmens hinsichtlich der Realisierung der strategischen Vorgaben. Dieser langfristige Aspekt wird in der F&E-Leistungsbewertung oftmals nicht berücksichtigt. So kann man Projektportfolios oder auch die Auswahlverfahren für F&E-Projekte hinsichtlich der Erreichung strategischer Ziele bewerten. Aber auch die Effektivität bei der operativen Verwirklichung allgemeiner strategischer Aussagen, z.B. die besondere Förderung von Forschung und Entwicklung in einem bestimmten Unternehmensbereichs lassen sich beispielsweise über die Steigerung des F&E-Budgets oder über die F&E-Intensität prüfen.

Sobald Kenngrößen unternehmensindividuell zusammengestellt wurden, können diese bezüglich ihrer Aussagekraft gruppiert werden. Einige Kenngrößen werden sich in erster Linie auf Zeitaspekte (z.B. Dauer des Innovationsprozesses), andere auf Kosten- oder Produktaspekte beziehen (z.B. Kostenüberschreitung in der F&E-Abteilung bzw. Zahl der Nachbesserungen nach Serienanlauf). Analog dem aus dem Projektmanagement bekannten Zeit-Kosten-Qualitäts-Dreieck⁷⁹⁴ besteht eine gegenseitige Abhängigkeit zwischen den verschiedenen Parametern. Je nach strategischen oder operativen Präferenzen können die nach den vier bzw. fünf gängigsten Parametern (Entwicklungszeit, Produktqualität, Produktkosten, Projektkosten, u.U. auch Innovationsgrad) gruppierten Kenngrößen - ähnlich eines Nutzwertverfahrens - gewichtet werden. Diese Beurteilung erfolgt dadurch, daß die aus den Kenngrößen gewonnenen Aussagen zunächst mit einer Rangskala (z.B. Notenskala) bewertet werden. Zusätzlich erfolgt eine Gewichtung der drei Parameter zueinander. Die Noten werden dann mit den Gewichtungsfaktoren multipliziert und schließlich miteinander verglichen.

794 Vgl. Starke, J., Organisationsstruktur, 1991, S. 3 f.; Vgl. Stalk, G. Jr./Hout, Th.M., Zeitwettbewerb, 1990, S. 179 f. Heute wird stärker differenziert in vier bis fünf Parameter: Entwicklungszeit, Produktqualität, Produktkosten, Projektkosten, u.U. auch Innovationsgrad. Heute geht man davon aus, daß eine Überschreitung der Entwicklungszeit nicht automatisch mit Kosteneinsparungen verbunden ist. Smith und Reinertsen beweisen sogar das Gegenteil, vgl. Smith, P.G./Reinertsen, D.G. [Developing, 1992, S. 11 f. und Geschka, H., Zeit, 1993, S. 36 ff.

Durch Aufsummierung der einzelnen, gewichteten Kenngrößen kommt man zu einer gewichteten Gesamt-Kennzahl. Die drei wichtigsten Kennzahlen, die das Gesamtverhalten der F&E-Leistung zuverlässig abbilden, kann man als Schlüssel-Kennzahlen (Key-Parameter) bezeichnen und für Management-Reports aufbereiten.

Der nächste logische Schritt nach der Interpretation der Kennzahlen ist die Ableitung von Maßnahmen zur Verbesserung der Effizienz und Effektivität von Forschung und Entwicklung. Die Ableitung der Maßnahmen richtet sich wiederum nach der Präferenz im Zeit-Kosten-Qualitäts-Dreieck. Aggregierte Kennzahlen müssen dazu wieder etwas detailliert werden, da diese zwar zu überschaubaren, aber generellen Aussagen führen. Je detaillierter die Kennzahlen vorliegen, desto genauer können Maßnahmen zur Verbesserung der jeweiligen Situationen getroffen werden. Die Ableitung und Realisierung von Maßnahmen ist jedoch nicht Gegenstand dieser Untersuchung.

Sobald längere Zeitreihen von Kenngrößen und die jeweiligen Hintergrundinformationen vorhanden sind, ist es mittels Analyse der Daten auch möglich, Gesetzmäßigkeiten zwischen Ursache und Wirkung von Maßnahmen zu definieren.

Durch das oben dargestellte Konzept zur Messung der Effizienz und Effektivität in Forschung und Entwicklung wird es möglich, die meisten der in der Spezifikation beschriebenen Forderungen zu erfüllen⁷⁹⁵. Dazu gehört insbesondere die Forderungen nach

- einer reproduzierbaren Messung,
- einer unternehmensindividuellen Anpassung,
- einer schnellen Umsetzung der Messung,
- der Möglichkeit, aus den Meßergebnissen Maßnahmen ableiten zu können und
- einer breiten Spannweite und einer quantitativ-objektiven Darstellungsweise der Kenngrößen.

Eine Zusammenfassung des Konzepts ist in Abbildung 5-21 dargestellt.

795 Vgl. Kap. 5.3, S. 298 ff.

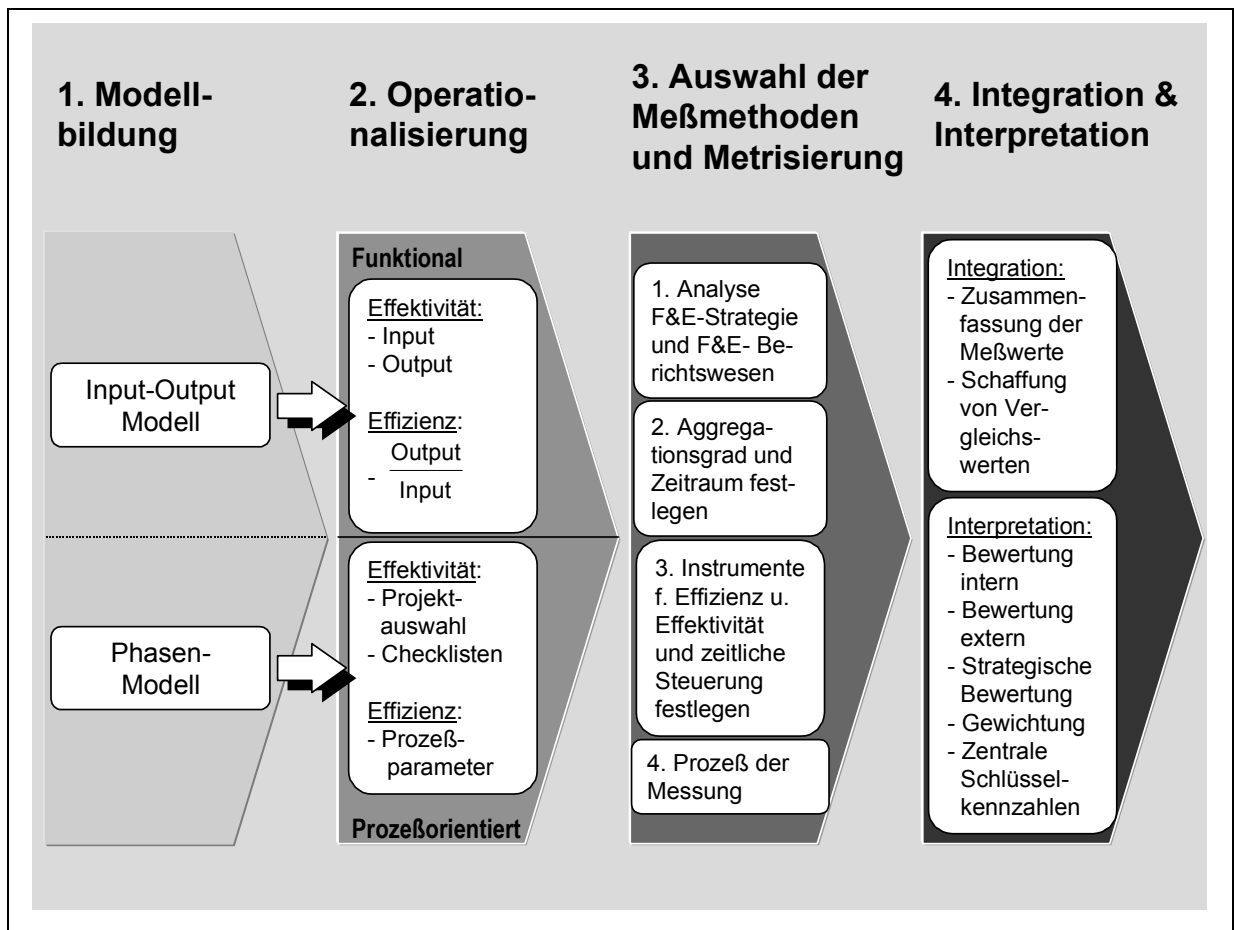


Abbildung 5-21: Darstellung des eigenen Konzepts zur Messung der Effizienz und Effektivität von Forschung und Entwicklung

5.4.2 Beschreibung des Implementierungsprozesses

Die in dem Konzept beschriebenen Schritte der Modellbildung und der Operationalisierung sind theoretischer Natur. Für die reale, unternehmensbezogene Messung sind dagegen die letzten zwei Schritte der Auswahl der Meßmethoden, der Metrisierung, der Integration und Interpretation wichtig. Darunter ist die unternehmensindividuelle, situative Definition der Indikatoren, die eigentliche Messung und die Bewertung, Optimierung und Abweichungsanalyse zu verstehen. Für die genannten Prozesse muß eine Implementierungsstrategie festgelegt werden. Ziel ist die Generierung eines routinemäßig durchführbaren, stabilen Verfahrens zur Messung der Leistungsfähigkeit in Forschung und Entwicklung. Abbildung 5-22 zeigt die zwei getrennten Schritte der initialen Implementierung des oben beschriebenen theoretischen Konzepts und der darauffolgenden routinemäßig wiederkehrenden Messung.

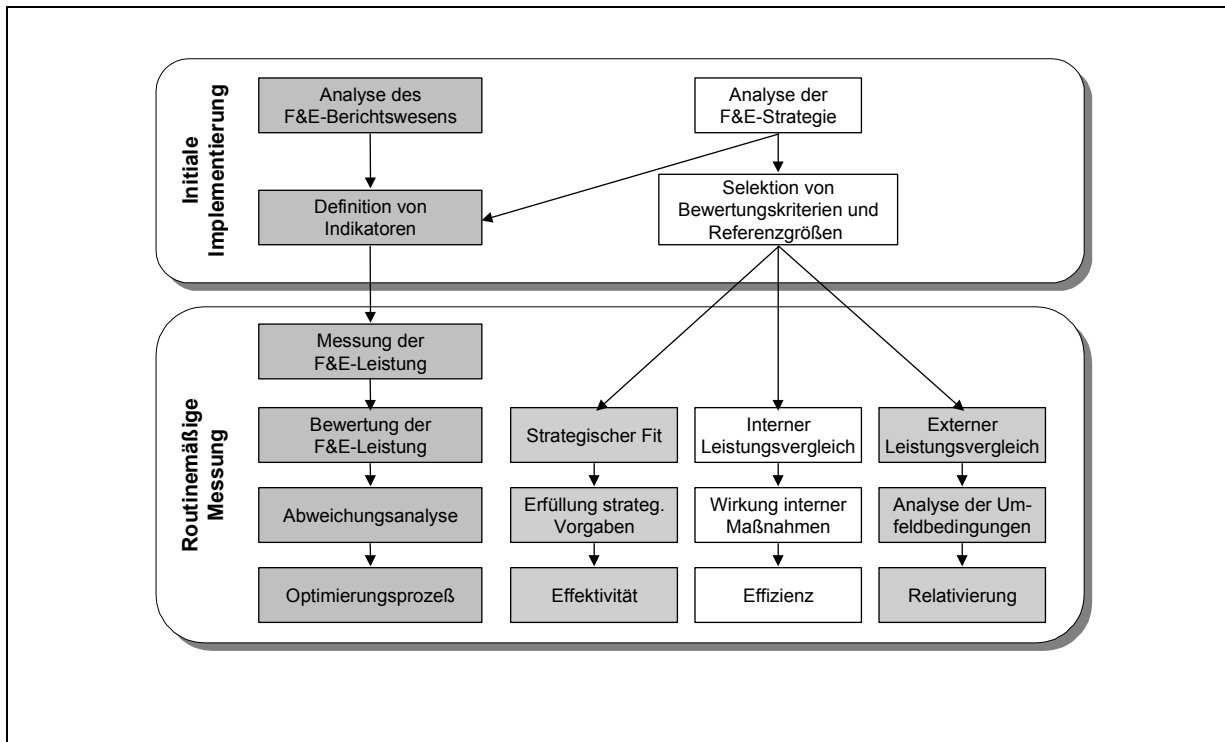


Abbildung 5-22: Zweiphasige Vorgehensweise zur Implementierung des Konzepts zur Messung der Effizienz und Effektivität in Forschung und Entwicklung

Im folgenden wird nur auf die Konzept-Implementierung eingegangen, da die routinemäßige Messung im Rahmen der nachfolgenden Fallstudie (vgl. Kap. 6, S. 371 ff.) ausführlich dargestellt wird.

Die Implementierung des Meßkonzepts ist zeitlich und kostenmäßig ein aufwendiger Vorgang, dem zunächst nur ein geringer Gegenwert an Erkenntnisgewinn über die F&E-Leistung entspricht. Der Einführungsaufwand richtet sich nach den organisatorischen Voraussetzungen und Gegebenheiten im Unternehmen, insbesondere inwieweit bereits ein F&E-Controlling bzw. ein Projektmanagement vorhanden ist. Im „Idealfall“ besteht dann der Einführungsaufwand aus der reinen Zusammenfassung von bereits im Unternehmen vorhandenen Kenngrößenkomponenten. Im „worst case“ ist die vollständige Einführung eines Controllings im Bereich der Forschung und Entwicklung notwendig.

Die Implementierung des Konzepts erfolgt im allgemeinen mit Hilfe einer Projektgruppe, die aus Betroffenen (Bewertern und Bewerteten), dem F&E-Controlling⁷⁹⁶, der F&E-Leitung (oder einer ähnlich hochrangigen Stelle) und u.U. externen Beratern besteht. Die Ergebnisse der Implementierung, insbesondere eine Diskussion über die gewählten Kenngrößen und die

⁷⁹⁶ In Vertretung eines nicht vorhandenen F&E-Controllings kann auch eine Gruppe des Konzern-Unternehmensbereichs-Controllings mitwirken.

zugehörigen Referenzgrößen sollte dann in einer Klausurtagung erfolgen. Ein weiterer Review findet statt, wenn das erste Mal Ergebnisse zur F&E-Leistung vorliegen.

5.4.2.1 Systemvoraussetzungen

Vor der eigentlichen Implementierung eines Konzepts zur Messung der F&E-Leistung ist zunächst zu prüfen, ob die Systemvoraussetzungen für ein solches Konzept überhaupt erfüllt sind. Zu den Systemvoraussetzungen gehören die mentale Bereitschaft der Mitarbeiter zur Messung der F&E-Leistung im Unternehmen, eine hinreichende Unternehmensgröße und eine - zumindest in Ansätzen schon vorhandene - informatorische Infrastruktur, die die Datenbeschaffung unter vertretbarem Aufwand gewährleistet (vgl. Abbildung 5-23).

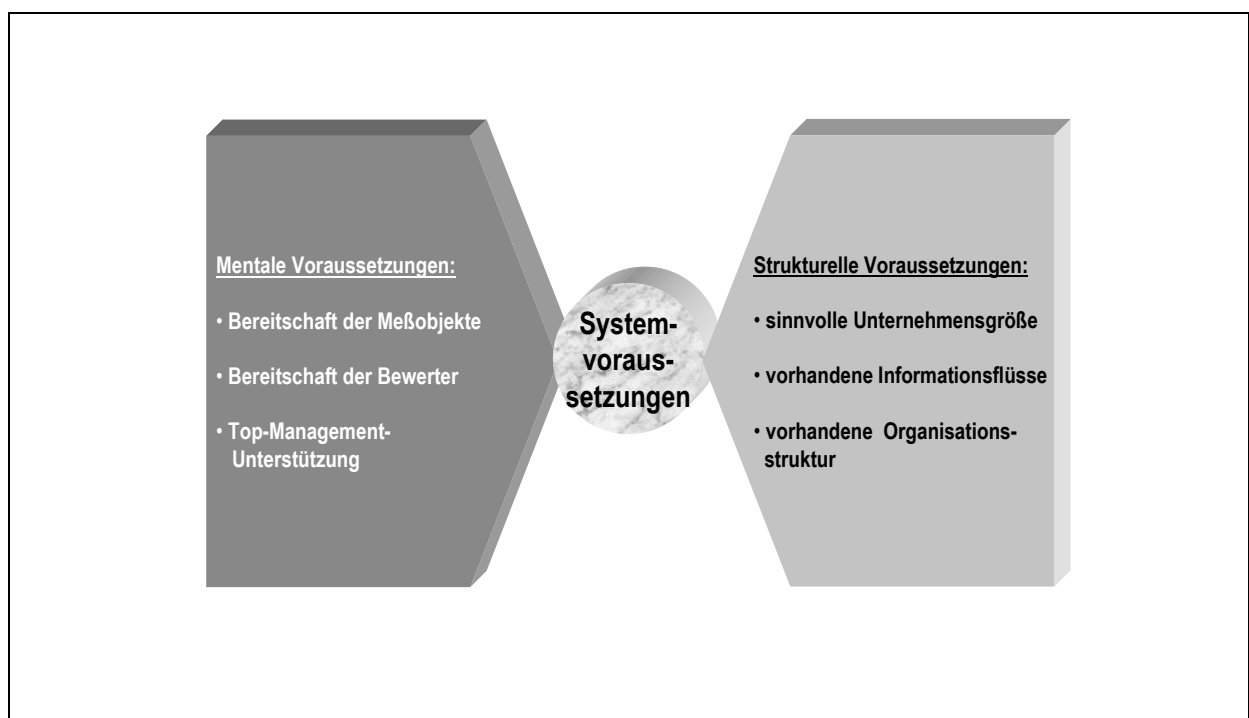


Abbildung 5-23: Voraussetzungen für die Einführung eines Konzepts zur Messung der F&E-Leistung

Mentale Voraussetzungen

Im Vorfeld der Einführung eines Konzepts zur Messung der F&E-Leistung ist zunächst in allen Bereichen Überzeugungsarbeit zu leisten. Dabei ist insbesondere mit Widerstand bei den „Meßobjekten“, also den Personen und Bereichen, deren F&E-Leistung gemessen und bewertet werden soll, zu rechnen. Diese Personengruppe sperrt sich üblicherweise mit dem Hinweis auf zu hohe Reglementierungen, auf die nicht meßbare und auch oftmals zufällige Kreativität der Forschungs- und Entwicklungsarbeit und auf durch die Messung verursachte zusätzliche Mehrarbeit, die von der eigentlichen Arbeit abhält. Die Bereitschaft einer objektiven Messung der Arbeitsleistung hat allerdings in den vergangenen Jahren durch die ver-

mehrte Einführung variabler, leistungsabhängiger Gehaltsanteile in den gehobenen Gehaltsklassen zugenommen.

Auf der anderen Seite gilt es auch Widerstände seitens der Bewerter und Entscheider, also dem Top-Management in Forschung und Entwicklung auszuräumen. Diese Gruppe glaubt oftmals, daß die F&E-Leistung auch ohne weitere Instrumente recht gut eingeschätzt werden kann und zusätzlicher Aufwand diesbezüglich möglichst gering gehalten werden sollte. Die Zahl der in den letzten Jahren erschienenen Studien und die Nachfrage nach entsprechenden Seminaren zur Messung der F&E-Leistung zeigen jedoch ein zur obigen Einschätzung konträres Verhalten. Auch die steigende Bereitschaft zum Benchmarking mit anderen Unternehmen deutet in diese Richtung.

Die Entkräftung diverser Vorurteile zu Beginn der Implementierung ist wichtig, da sowohl Bewertete als auch Bewerter bei der Implementierung, z.B. durch das Setzen realistischer Ziele bzw. durch eine möglichst realitätsnahe und verzerrungsfreie Messung mitwirken müssen.

Strukturelle Voraussetzungen

Es ist sinnvoll, erst ab einer Größe der F&E-Abteilung von mindestens 5-7 Mitarbeitern⁷⁹⁷ eine institutionalisierte Messung der Leistung in Forschung und Entwicklung anzustreben, da darunter der Aufwand für die Messung und die damit erzielten Ergebnisse nicht im rechten Verhältnis stehen würden. Unter dieser kritischen Schwelle kann die F&E-Leistung bzw. der In- und Output von dem disziplinarischen Vorgesetzten ohne zusätzliche Instrumente ausreichend eingeschätzt werden. Auch wenn nur eine geringe Zahl parallel durchgeführter Projekte mit geringem Komplexitätsgrad existiert, dürfte die F&E-Leistung auch ohne entsprechende Meßkonzepte darzustellen sein.

Das Unternehmen sollte eine Infrastruktur aufweisen, welche die Implementierungsphase und die spätere routinemäßige Messung erleichtert. Dies betrifft zum einen den Informationsfluß, zum anderen die Organisationsstruktur im Unternehmen. Grundvoraussetzung ist ein funktionierendes Controlling, das Aussagen zu Umsätzen, Deckungsbeiträgen und Gewinnen einzelner Produkte zuläßt und Investitionen sowie (produktbezogene) Forschungs- und Entwicklungskosten ausweisen kann. Optimal ist eine funktionierende Dokumentation von Forschungs- und Entwicklungsprojekten im Rahmen eines Projektmanagements. Selte-

797 Dies Zahl entspricht einer durchschnittlichen Gruppengröße eines F&E-Teams, vgl. Kap. 3.3.3.1, S. 208 f.

ner ist bereits eine Dokumentation des Outputs innerhalb der F&E-Abteilungen vorhanden; sie muß dann im Rahmen der Implementierung erst aufgebaut werden.

Alle genannten Informationen sollten an einer bestimmten Stelle in der Organisation gesammelt, aufbereitet und regelmäßig aktualisiert werden. Eine solche Position kann in kleineren Unternehmen von einer Stelle „Finanzen & Controlling“ mit übernommen werden, da dort sowieso der größte Teil der oben genannten Informationen verarbeitet wird. Größere Organisationen haben oft ein separates F&E-Controlling, typischerweise eine Stabsfunktion, die bei der Forschungs- und Entwicklungsleitung angesiedelt ist. Unter dem Gesichtspunkt eines einfachen Informationsflusses ist eine direkte Verknüpfung von F&E-Controlling und der F&E-Projektdokumentation sinnvoll. Eine solche F&E-Controlling-Stabsstelle wäre ideal, um dort auch die Messung der F&E-Leistung zu institutionalisieren. Als Systemvoraussetzung ist schließlich auch zu prüfen, ob die personelle Kapazität vorhanden ist, eine regelmäßige Überprüfung der F&E-Leistung durchzuführen. Dies gilt insbesondere dann, wenn personell aufwendigere qualitative Verfahren, wie z.B. Audits oder Peer Reviews durchgeführt werden sollen.

Sind die oben genannten personellen, organisatorischen und informatorischen Voraussetzungen noch nicht vorhanden, so ist zwar nicht von einer Messung der F&E-Leistung abzuraten, jedoch muß auf den zusätzlichen Aufwand zur Schaffung der entsprechenden Strukturen hingewiesen und evtl. der dafür notwendige Aufwand abgeschätzt werden.

5.4.2.2 Implementierung

Wie bereits eingangs des Kapitels 5.4.2 beschrieben, besteht die eigentliche Implementierung in der Durchführung der Schritte 3 und 4 des Konzepts zur Messung der Effizienz und Effektivität in Forschung und Entwicklung. Da der Aufbau des Konzepts eine unternehmensindividuelle („custom-tailored“) Selektion von Meßgrößen zur Bestimmung der Leistung in F&E vorschreibt, kann man den Implementierungsprozeß nur in seinen allgemeinen Strukturen wiedergeben.

Zur Selektion der Meßgrößen ist zunächst eine parallel ablaufende Analyse der F&E-Strategie und des F&E-Berichtswesens notwendig. Die Analyse des F&E-Berichtswesens entspricht einer Bestandsaufnahme der vorhandenen informatorischen und organisatorischen Strukturen. Die Auswahl entsprechender Meßgrößen soll auf vorhandenen Informationen aufbauen und so wenig wie möglich zusätzlichen Aufwand bei der Informationsbeschaffung

verursachen. Die Analyse der F&E-Strategie ist notwendig, um die F&E-Leistung auf eine strategische Gesamteffektivität⁷⁹⁸ hin untersuchen zu können.

Aufgrund der vorhandenen Informationen und der beim Auftraggeber abgefragten Präferenzen für die F&E-Kenngrößen hinsichtlich Aggregationsgrad, betrachtetem Zeitraum und kurz-/mittel- und langfristigem Steuerungsbedarf kann eine Auswahl der zu betrachtenden Kenngrößen erfolgen. Gleichzeitig mit der Auswahl der Kenngrößen muß auch eine Selektion der Soll- bzw. Zielgrößen erfolgen, die eine optimale F&E-Leistung darstellen. Sowohl für Kenngrößen-Parameter als auch für Ziel- bzw. Referenzgrößen ist ein Konsens zwischen Bewertern und Bewerteten anzustreben⁷⁹⁹. Daher sollte man für diesen Schritt genügend Zeit einplanen⁸⁰⁰.

Schließlich wird auch festgelegt, welche Stelle für die routinemäßige Durchführung der Messung der F&E-Leistung verantwortlich ist, wie oft die Messung erfolgen soll⁸⁰¹ und in welcher Form die F&E-Leistung dargestellt werden könnte. Bei der Darstellungsweise kann man zum Beispiel eine den Balanced Scorecards angelehnte Darstellung verwenden, indem die wichtigsten Ziele mit den jeweiligen Meßgrößen, Zielvorgaben, Maßnahmen und Verantwortlichkeiten auf Tafeln intern präsentiert werden⁸⁰².

5.4.2.3 Ergebnisverwendung

Der vierte Schritt im Meßkonzept „Integration und Interpretation“ führt zu Meßergebnissen bezüglich der F&E-Leistung. Durch Vergleich mit Ziel- und Sollvorgaben liegt auch eine Abweichungsanalyse und Interpretation der Ergebnisse vor. Die Organisationseinheit, die die Messung durchführt, ist auch für die Einhaltung einer Kontinuität bei der Interpretation verantwortlich.

Die Messung der F&E-Leistung dient keinem Selbstzweck, sondern soll zu einer Verbesserung der Effizienz und Effektivität in Forschung und Entwicklung führen. Deshalb ist es wich-

798 Es könnte beispielsweise durchaus der Fall eintreten, daß ein besonders effizient durchgeführtes Entwicklungsprojekt strategische Vorgaben konterkariert.

799 Dieses Commitment kann beispielsweise im Rahmen einer Klausurtagung der wichtigsten Entscheidungsträger und der F&E-Leiter erreicht werden, in deren Verlauf man die Kenngrößen-Parameter und die Ziel- und Referenzgrößen gemeinsam entwickelt.

800 Die Auswahl von Kenngrößen-Parametern und zugehörigen Zielgrößen ist zwar einmalig, sollte allerdings im Laufe der Verwendung durchaus hinterfragt werden. Dies gilt insbesondere für die Zielgrößen, die u.U. immer wieder neu definiert werden müssen („moving targets“).

801 Typischerweise einmal pro Jahr mit dem Vorliegen der Abschlüsse oder quartalsweise, wenn die Produktlebenszyklen sehr kurz bzw. Quartalsabschlüsse vorhanden sind.

802 Vgl. Kaplan, R.S./Norton, D.P., Balanced Scorecard, 1996, S. 76.

tig, daß die F&E-Leitung aus den Erkenntnissen zur F&E-Leistung auch Konsequenzen zieht und Aktionen einfordert. Ein Optimierungsprozeß sollte dem Meßprozesses daher zwingend folgen, da sonst auch die gesamte Messung der Leistung in Forschung und Entwicklung nicht effektiv ist. Für die Durchsetzung von Maßnahmen als Konsequenz auf die Meßergebnisse ist sowohl das F&E-Management als auch die Unternehmensleitung verantwortlich.

5.4.3 Probleme bei der Implementierung und Verwendung des Konzepts

Bei der Durchführung des Konzeptes zur Messung der Effizienz und Effektivität in Forschung und Entwicklung gibt es einige Schwachstellen und Probleme, auf die im folgenden kurz hingewiesen wird. Dies sind einerseits prozedurale Probleme bei der Durchführung der Messung der F&E-Leistung, andererseits handelt es sich um systembedingte Probleme.

Für die Implementierung des Konzeptes müssen zunächst beachtliche Anstrengungen unternommen werden, ohne daß sich ein greifbares Ergebnis bzgl. der Leistungsmessung abzeichnet. Erst im Laufe der Zeit ergeben sich durch eine kontinuierliche Datensammlung interne Vergleichsmöglichkeiten und genauere Aussagen zur F&E-Leistung. Externe Vergleichsmöglichkeiten sind begrenzt. Dies liegt zum einen an den Bestrebungen der Unternehmen, möglichst wenig interne Unternehmensdaten zu veröffentlichen, zum anderen daran, daß das Konzept unternehmensindividuell zugeschnitten ist. Je allgemeiner die verwendeten Meßgrößen sind, desto eher ist eine unternehmens- und branchenübergreifende Vergleichbarkeit zu erreichen, jedoch auf Kosten der Aussagekraft der Meßgrößen.

Bei der Gestaltung von Meßgrößen ist es notwendig, daß man sich im Unternehmen auf klare Definitionen der Meßgrößen mit wenig Interpretationsspielraum einigt. Dies gilt insbesondere für die Definition des in einigen Meßgrößen verwendeten Begriffs der Produktneuheit. Produkte können neu für ein Unternehmen oder für einen Markt sein⁸⁰³. Die Eigenschaft der Neuheit eines Produktes kann aber auch nur auf bestimmte Teile eines Produktes entfallen. Dabei kann der Neuigkeitswert z.T. vom Kunden des Produktes gar nicht eingeschätzt werden, z.B. wenn es um geänderte Rezepturen für das nach wie vor gleiche Produkt geht. Andererseits kann der Fall eintreten, daß das eigentliche Produkt gar nicht geändert wurde, sondern nur in einer neuen Verpackung, einem „Facelifting“ oder Relaunch aber mit gleichem Inhalt auf den Markt gebracht wurde. Der Neuigkeitsbegriff ist für jedes Unternehmen individuell zu definieren. Dies beeinträchtigt im übrigen die externe Vergleichbarkeit zusätzlich.

803 Vgl. Definition des Neuheitsbegriff in Kap. 2.1.1, insbes. Tabelle 2-1, S. 20.

Bei der Verwendung von Meßwerten früherer Jahre treten Probleme mit der Datenhomogenität auf. Oftmals sind Daten früherer Jahre nicht mehr miteinander vergleichbar, da sich zwischenzeitlich Abrechnungsmodi geändert haben, neue Datenbanken oder Informationssysteme eingeführt oder komplette Reorganisationen durchgeführt wurden. Solche Schritte sind auch in Zukunft kaum zu vermeiden. Allerdings sollte man dann zumindest um eine sinnvolle Überleitung vornehmen.

Zusätzlich gibt es zwei strukturelle Probleme. Alle bisher behandelten Systeme haben die Neigung, inkrementale Innovationen zu fördern. Wenig risikoreiche Innovationen und Weiterentwicklungen werden durch die Systeme zur Messung der F&E-Leistung gefördert, da sie mit einem geringen, relativ genau zu bestimmenden Input bei geringem Risiko zu einem Output führen, der wahrscheinlich auch schnell zu einer (wenn auch geringen) Amortisation führt. Dagegen werden risikoreiche Innovationen mit ungewissem Ausgang oft zurückgehalten, z.T. weil Zielmärkte und Anwendungsmöglichkeiten noch gar nicht eindeutig definiert sind bzw. entsprechende Bedürfnisse noch gar nicht geweckt wurden⁸⁰⁴. Dieses Manko läßt sich nur mit Hilfe der Portfoliotechnik für die verschiedenen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben beheben. Entsprechend einem guten Aktienportfolio sollte eine „gesunde“ Durchmischung von risikoarmen, ertragsschwachen und spekulativen Wertpapieren mit hohem Kurspotential angestrebt werden, um auf diese Weise eine über alles befriedigende Ertragsituation zu erreichen⁸⁰⁵.

Das zweite strukturelle Problem besteht darin, daß Vergleichsdaten für die Bestimmung der F&E-Leistung meist nur aus der Vergangenheit zu beziehen sind. Auch die aktuellsten Daten zur F&E-Leistung sind meist einige Monate alt und damit nur für eine retrospektive Bestimmung der F&E-Leistung geeignet. Das Problem kann dahingehend gelöst werden, daß man auch kurzfristige Kenngrößen und Frühwarnindikatoren verwendet, die in erster Linie aus Kennzahlen des Projektmanagements bestehen.

5.4.4 Vergleich mit kombinierten Kennzahlen

Das in diesem Kapitel beschriebene Modell läßt sich aufgrund der in Kap. 3.1, S. 59 beschriebenen Kategorisierung von Verfahren zur Messung der F&E-Leistung zu den kombi-

804 Ein klassisches Beispiel hierzu ist die Erfindung des Lasers, der heute in diversen Alltagsprodukten millionenfach Anwendung findet, jedoch zur Zeit seiner Erfindung mangels Anwendungsalternativen kein großes Interesse fand.

805 Vgl. Faulkner T.W., Options, 1996, S. 50 ff.; Gilbert, N., Securities, 1997, S. 37 ff.

nierten, integrativen Verfahren zählen. Eine Abgrenzung bzw. ein Vergleich mit den in Kap. 3.2.1.4 beschriebenen Verfahren liegt daher nahe.

Die beschriebenen Verfahren von Robb, Foster et al., Schumann et al. und Porsche zeigen Ansätze einer Zuordnung von Meßverfahren zu den Phasen im Innovationsprozeß⁸⁰⁶. Robb und Schumann et al. haben ihr Meßkonzept außerdem für den Fall eines bestimmten Unternehmens entwickelt, während Porsche und Foster et al. eine allgemein verwendbare Darstellung wählen. Das von Foster beschriebene Modell, das sich an einem Modell für Finanzkennzahlen orientiert, scheint allerdings relativ statisch und mit einem Umfang von vier Kennzahlen auch zu allgemein gehalten zu sein. Porsche hingegen gibt einen Katalog von möglichen Meßparametern zur Darstellung der F&E-Leistung an, ohne jedoch Auswahlalgorithmen für die Parameter zu beschreiben.

Im Gegensatz dazu baut das in diesem Kapitel vorgestellte Konzept zur Messung der F&E-Leistung auf einem theoretischen Modell auf. Gleichzeitig schließt es sowohl praktische Erfahrungen mit vorhandenen Meßkonzepten, als auch Forderungen und Wünsche von Betroffenen hinsichtlich der Meßmethodik mit ein. Außerdem ist das vorgestellte Konzept – im Gegensatz zu vielen zuvor in der Literatur beschriebenen Ansätzen – für verschiedene Unternehmen und Branchen gleichermaßen geeignet. Auch wird mit dem Konzept gleichzeitig ein Ablaufplan für dessen Implementierung und ein definierter Meßprozeß beschrieben – anders als bei den meisten in der Literatur dargestellten theoretischen Konzepten. Schließlich endet die Darstellung des Konzepts nicht mit der Messung, sondern betont auch die Bewertung der gemessenen F&E-Leistung sowie die Durchführung von Aktionen zur Erreichung der Vorgabewerte im Sinne eines kybernetischen Regelkreises.

5.5 Zusammenfassung

Im zurückliegenden Kapitel wurde ein Konzept zur Messung der F&E-Leistung entwickelt, das auf den Erkenntnissen aus praxisrelevanter und theoretischer Literatur und aus Ergebnissen von Umfragen basiert.

Bei der Untersuchung der Eignung verschiedener Kenngrößen zur Messung der F&E-Leistung wurde festgestellt, daß die Kenngrößen unterschiedliche Einsatzprofile im Innovationsprozeß, bei der Meßreichweite und bei der Betonung von Effizienz und Effektivität auf-

806 Vgl. Robb, W.L., Research, 1991, S. 16 f.; Foster, R.N. et al., Return in R&D - II, 1985, S. 14 ff.; Schumann, P.A. Jr./Ransley, D.L./Prestwood, D.C.L., Measuring R&D-Performance, 1995, S. 48; Porsche, R., Leistung, 1992, S. 20.

weisen. Die unterschiedliche Eignung der Meßgrößen im Innovationsprozeß wurde durch entsprechende Auswahlalgorithmen berücksichtigt. Es ist festzustellen, daß tendenziell quantitative Kenngrößen zur Messung der F&E-Leistung bevorzugt werden, weil diese von den Unternehmen eher akzeptiert werden.

Meßtheoretisch beruht das eigene Konzept auf dem „Modell des indirekten Messens“ von Randolph⁸⁰⁷, da eine direkte Messung der Leistung in Forschung und Entwicklung nicht möglich erscheint. Zusätzlich wird das Konzept durch ein einfaches Input-Output-Modell und das Phasenmodell des Innovationsprozesses theoretisch abgesichert. Das daraus entwickelte, praktisch anwendbare Konzept ist uneingeschränkt für jedes Unternehmen und alle Branchen einsetzbar, muß jedoch dem jeweiligen Unternehmen angepaßt werden. Die Anpassung erfolgt mit Hilfe einer ebenfalls im Konzept beschriebenen Auswahl- und Implementierungsstrategie für die Kenngrößen. Es ist dabei nochmals zu betonen, daß nicht die Messung der Selbstzweck des Konzepts darstellt, sondern die Verbesserung der F&E-Leistung im Fokus aller Überlegungen stehen muß.

Im nächsten Kapitel wird das theoretisch beschriebene Konzept im Rahmen einer Fallstudie der Bewährung in der Praxis unterworfen. Zwar kann man durch die einmalige Anwendung im Rahmen einer Fallstudie keine allgemeine Validierung des theoretisch fundierten Konzepts erwarten, jedoch sollte es möglich sein, daraus Rückschlüsse auf die Einsetzbarkeit in der Unternehmenspraxis und Hinweise für Modifikationen aus der Praxiserfahrung abzuleiten.

807 Vgl. Randolph, R., Indikatoren, 1979, S. 26 ff.