

Studie von Kennzahlen zur Effizienzbewertung bei Engineering Dienstleistern

Diplomarbeit
von
Jochen Menguser

Technische Universität Graz

Fakultät für Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften

Institut für Betriebswirtschaftslehre und Betriebssoziologie

O.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Ulrich Bauer

Graz, im Mai 2013

In Kooperation mit:

AVL List GmbH



EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommene Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am

.....

(Unterschrift)

STATUTORY DECLARATION

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

.....

date

.....

(signature)

Kurzfassung

Bei der Vergabe von Entwicklungsprojekten steht die Anstalt für Verbrennungskraftmaschinen List (AVL) im Bereich Powertrain Engineering (PTE) im ständigen Wettbewerb zu zahlreichen Engineering Dienstleistern. Um erfolgreiche Akquisitionen von hoch technologischen Entwicklungsprojekten sicherstellen zu können, müssen kontinuierliche Effizienz-Verbesserungsmaßnahmen dieser Projekte durchgeführt werden. Der Bereich PTE bietet ein sehr divergierendes Projektumfeld, in dem ein Projekt meist mehrere Abteilungen durchläuft. Um nun die Effizienz dieser Projekte bewerten und erfolgreich steuern zu können, wird ein abteilungsübergreifendes Bewertungskonzept, das sich für ein einzelnes Projekt sowie für die Summe aller Projekte eignet, benötigt. Ziel dieser Arbeit ist es, mögliche Effizienzdefinitionen, Kenngrößen zur Bestimmung der Effizienz und Modelle zur Strukturierung der Kennzahlen, zu ermitteln.

Zur Realisierung der Aufgabenstellung wurde zunächst eine umfassende Literaturrecherche durchgeführt. Danach erfolgte eine qualitative Befragung, von zwanzig Forschungs- und Entwicklungsunternehmen, um einen Abgleich zwischen Theorie und Praxis herstellen. Die Erkenntnisse aus der Literaturrecherche und der Unternehmensbefragung wurden zusammengefasst, um aufbauend auf diese eine Empfehlung zur Messung der Effizienz im Bereich PTE, mit beispielhafter Anwendung der Kennzahlen, abzugeben.

Zur Messung der Effizienz können zwei mögliche Verfahren empfohlen werden. Zum einen ist dies die Bildung von Verhältniskennzahlen aus Eingangs- und Ausgangsgrößen der betrachteten Projekte. Zum anderen können die gemessenen Plan-Ist-Abweichungen bei den Projektdimensionen Zeit, Kosten, technische Zielerreichung und Kundenzufriedenheit als Grundlage zur Bildung einer abteilungsübergreifenden Effizienzkennzahl gemacht werden. Bei der Messung der Effizienz treten allerdings noch Probleme auf. Diese betreffen die Verhältniskennzahlen bei der periodenreinen Zurechnung der Eingangs- zu den Ausgangsgrößen, die Quantifizierung der Ausgangsgrößen und die Trennung der Effizienz von der Effektivität. Hier müsste vor allem in der Quantifizierung der Ausgangsgrößen durch genauere Verfahren noch Verbesserungspotential möglich sein. Bei der auf Plan-Ist-Vergleichen beruhenden Messung der Effizienz liegt der Schwachpunkt in der Genauigkeit der Planung. Hier können gegebenenfalls Erfahrungswerte aus früheren ähnlichen Projekten oder das Erkennen von Ineffizienzen in der Planung Abhilfe schaffen.

Abstract

The Powertrain Engineering (PTE) department of the Anstalt für Verbrennungskraftmaschinen List (AVL) constantly has to compete with numerous other engineering service providers as far as the assignment of developmental projects is concerned. In order to ensure successful acquisitions of those high-technology projects, the PTE continuously employs efficiency improvement measures. PTE offers a very complex and multifarious project environment. Each project usually passes several departments. In terms of the projects' management and evaluation concerning efficiency, it is absolutely crucial that a cross-departmental assessment concept which can be applied for both, single as well as the sum of all project's, is needed. The major objective of this diploma thesis is to provide an overview of possible definitions of the term "efficiency", metrics for measuring efficiency and models displaying the metrics' structure.

Within the framework of this diploma thesis an extensive research of literature, as well as a qualitative survey of twenty research and development companies have been conducted in order to establish a connection between theory and practice. The outcomes of the research and the business survey have been combined to give recommendations for the measurement of efficiency in PTE.

All in all it has been found that there are two possible methods to be taken into consideration. The first one is the creation of indices which describe the ratio of input to output variables of the considered projects. In addition accounting variances in the dimensions project time, cost, technical achievement and customer satisfaction can be detected and formed into a cross-departmental efficiency ratio. However, problems as far as the measurement of efficiency is concerned, do still occur. These relate in the period pure attribution of the input to the output variables, the quantification of the output variables, the separation of efficiency and effectiveness and the accuracy of planning. Room for improvement should be possible in the quantification of the output variables and in the accuracy of planning.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangssituation.....	1
1.2	Ziele.....	2
1.3	Aufgabenstellung.....	3
1.4	Untersuchungsbereich.....	4
1.5	Vorgehensweise.....	4
2	Erkenntnisse aus der Literaturrecherche	5
2.1	Beschreibung der Vorgehensweise.....	5
2.1.1	Quellenarten.....	5
2.1.2	Recherchestrategie.....	7
2.2	Forschung und Entwicklung.....	10
2.3	Invention und Innovation.....	11
2.4	Effizienz.....	12
2.4.1	Effizienzdefinitionen.....	12
2.4.2	Effizienz in der Forschung und Entwicklung.....	16
2.5	Performance Measurement.....	17
2.5.1	Begriffsbestimmung.....	17
2.5.2	Performance Measurement in der Forschung und Entwicklung.....	17
2.5.3	Performance Measurement Modelle.....	18
2.6	Kenngößen zur Effizienzbewertung.....	28
2.6.1	Messmethoden.....	28
2.6.2	Prozesskenngößen.....	29
2.6.3	Verhältniskenngrößen.....	46
2.6.4	Sonstige Messgrößen.....	67
2.6.5	Kritische Würdigung der Kenngrößen.....	71
2.7	Studien.....	72
2.7.1	Empirische Studien zusammengefasst von Langmann und Gräf.....	72
2.7.2	Studie von Möller und Janssen im Jahr 2010.....	74
2.7.3	Studien der Boston Consulting Group.....	78
2.7.4	Sonstige Studien.....	81
2.8	Schlussfolgerungen aus der Literaturrecherche.....	82
3	Erkenntnisse aus der Unternehmensbefragung	84

3.1	Beschreibung der Vorgehensweise	84
3.2	Beschreibung der befragten Unternehmen.....	85
3.3	Effizienzdefinitionen	91
3.3.1	Definition der Effizienz und Abgrenzung zur Effektivität.....	91
3.3.2	Effizienz eines Projektes	91
3.3.3	Verwendung der zuvor recherchierten Effizienzdefinitionen	93
3.4	Messung der Effizienz	94
3.4.1	Art der Effizienzmessung	94
3.4.2	Modell zur Einordnung der Kennzahlen.....	95
3.4.3	Wichtiges zur Effizienzmessung	95
3.5	Kennzahlen zur Effizienzbewertung	96
3.5.1	Verwendete und bewertete Kennzahlen	96
3.5.2	Weitere Kennzahlen zur Effizienzbewertung	115
3.6	Schlussfolgerungen aus der Unternehmensbefragung	116
4	Empfehlung für AVL	117
4.1.1	Borg Warner Konzept.....	117
4.1.2	Verhältniskennzahlen	119
5	Zusammenfassung und Ausblick.....	122
	Literaturverzeichnis	124
	Abbildungsverzeichnis	129
	Tabellenverzeichnis	131
	Abkürzungsverzeichnis	132
	Glossar.....	133
	Anhang 1: Fragebogen	135
	Anhang 2: Kennzahlenliste - Private Unternehmen.....	145
	Anhang 3: Kennzahlenliste - Öffentliche Unternehmen.....	148

1 Einleitung

In diesem Kapitel erfolgt die Beschreibung der Ausgangssituation, der Ziele, der Aufgabenstellung und der Vorgehensweise dieser Diplomarbeit. Weiter wird der Untersuchungsbereich definiert auf den sich diese Arbeit beschränkt.

1.1 Ausgangssituation

Die Anstalt für Verbrennungskraftmaschinen List (AVL), stellt mit mehr als 6.200 Mitarbeitern, davon 2.700 in Graz, das weltweit größte unabhängige Unternehmen für die Entwicklung, Simulation und Prüftechnik von Antriebssystemen (Hybrid, Verbrennungsmotoren, Getriebe, Elektromotoren, Batterien und Software) für PKW, LKW und Großmotoren dar.¹

Die AVL ist in folgende drei Unternehmensbereiche gegliedert:

- Powertrain Engineering (PTE): Die AVL entwickelt und verbessert in diesem Bereich alle Arten von Antriebssysteme, als Partner der Motoren- und Fahrzeugindustrie.
- Instrumentation & Test Systems (ITS): In diesem Bereich werden Geräte und Anlagen verkauft, die für das Testen von Motoren und Fahrzeugen notwendig sind.
- Advanced Simulation Technologies (AST): Hier entsteht Simulationssoftware, zur Auslegung und Optimierung von Antriebssystemen, die alle Phasen des Entwicklungsprozesses abdeckt.²

Bei der Vergabe von Entwicklungsprojekten steht AVL im Bereich PTE im ständigen Wettbewerb zu zahlreichen Engineering Dienstleistern. Um erfolgreiche Akquisitionen von hoch-technologischen Entwicklungsprojekten sicherstellen zu können, müssen kontinuierliche Effizienzverbesserungsmaßnahmen dieser Projekte durchgeführt werden. Der Bereich PTE bietet ein sehr divergierendes Projektumfeld in dem ein Projekt meist mehrere Abteilungen, von der Konstruktion und Berechnung bis zur Test Factory, durchläuft. Um nun die Effizienz dieser Projekte bewerten und erfolgreich steuern zu können wird ein abteilungsübergreifendes Bewertungskonzept, das sich für ein einzelnes Projekt sowie für die Summe aller Projekte eignet, benötigt.

Bei der Bewertung der Projekte treten folgende Probleme auf:

Problem 1 - Keine einheitliche Effizienzdefinition im Bereich PTE

Effizienz ist ein sehr breit gefasster Begriff, der viele Sichtweisen einschließt. Dadurch wird eine Effizienzdefinition benötigt, die im Bereich PTE gilt und dessen Sichtweise am besten widerspiegelt.

¹ Vgl. <https://www.avl.com/avl-facts> (28.02.2013).

² Vgl. <https://www.avl.com/avl-facts> (28.02.2013).

Problem 2 - Kein abteilungsübergreifendes Effizienzbewertungskonzept für Entwicklungsprojekte im Bereich PTE

Der Bereich PTE verfügt über kein Bewertungskonzept mit dem sich abteilungsübergreifend Entwicklungsprojekte bewerten lassen. Dadurch entstehen Unklarheiten, ob diese Projekte erfolgreich geführt werden.

1.2 Ziele

Aufgrund der zuvor beschriebenen Ausgangssituation werden folgende vier Ziele im Rahmen dieser Diplomarbeit angestrebt:

Ziel 1 - Geeignete Effizienzdefinition für den Bereich PTE ermitteln

Effizienz ist ein viel verwendeter und breit gefasster Begriff, für den je nach Einsatzgebiet unterschiedliche Definitionen existieren. Ziel dieser Arbeit ist es zunächst diesen Begriff genauer zu spezifizieren und eine für PTE geeignete Definition auszuwählen.

Ziel 2 - Geeignete Perspektiven zur Betrachtung der Effizienz im Bereich PTE sowie ein Modell zur Strukturierung der Kennzahlen ermitteln

Allein monetär effizient zu sein, reicht nicht aus um als Unternehmen erfolgreich zu sein. Vielmehr ist es ausschlaggebend auch auf anderen Ebenen effizient zu arbeiten. Dazu soll in dieser Arbeit geklärt werden, welche Gesichtspunkte für die Betrachtung der Effizienz herangezogen werden können. Weiter soll ermittelt werden, wie sich die unterschiedlichen Kennzahlen strukturieren lassen.

Ziel 3 - Identifikation möglicher Kennzahlen zur Effizienzbewertung von Entwicklungsunternehmen

Das Hauptziel dieser Arbeit ist es, sämtliche Kennzahlen zur Bewertung der Effizienz in Entwicklungsunternehmen verschiedener Branchen zu erfassen. Dazu soll untersucht werden, welche Arten der Bewertung in Theorie und Praxis existieren.

Ziel 4 - Kennzahlenvorschlag für den Bereich PTE

Weiter sollen Kennzahlen ausgewählt werden die sich auch für den Einsatz im Bereich PTE eignen. Das erfolgreiche Einsetzen in einer anderen Branche bzw. in einem anderen Unternehmen lässt nicht zwangsläufig auf das Funktionieren im Bereich PTE schließen.

1.3 Aufgabenstellung

Im Folgenden werden die Maßnahmen zur Erfüllung der Ziele geklärt, die die Aufgabenstellung dieser Arbeit darstellen.

ad Ziel 1 – Geeignete Effizienzdefinition für den Bereich PTE ermitteln

Hier soll geklärt werden, welche Effizienzdefinitionen existieren. Allerdings eignen sich nicht alle Definitionen der Effizienz, auch für die Bildung von Kennzahlen in Entwicklungsunternehmen. Infolgedessen soll die Definition in Abstimmung mit der AVL ausgewählt werden, die im Bereich PTE am besten anwendbar ist.

ad Ziel 2 - Geeignete Perspektiven zur Betrachtung der Effizienz im Bereich PTE sowie ein Modell zur Strukturierung der Kennzahlen ermitteln

Effizienz kann auf unterschiedlichen Ebenen betrachtet werden. Neben monetären Gesichtspunkten, spielen zum Beispiel auch zeitliche eine Rolle. In diesem Punkt soll geklärt werden, welche Sichtweisen zur Betrachtung der Effizienz existieren. Ein weiteres Ziel ist die Ermittlung von Modellen, die für eine Strukturierung der Kennzahlen in Frage kommen. Anschließend soll in Abstimmung mit der AVL geklärt werden, welche Perspektiven zur Effizienzbetrachtung verwendet werden sollen. Weiter soll hier ein Modell gewählt werden mit dem die Kennzahlen zur Effizienzbetrachtung strukturiert werden können.

ad Ziel 3 - Identifikation möglicher Kennzahlen zur Effizienzbewertung von Entwicklungsunternehmen

Da das Hauptziel dieser Arbeit die Ermittlung von möglichen Kennzahlen zur Effizienzbewertung ist, sollen diese umfassend ermittelt werden. Dazu wird zunächst eine Literaturrecherche durchgeführt. Im Anschluss findet ein Abgleich der Theorie mit der Praxis, in Form einer Unternehmensbefragung statt. Um eine ausführliche Literaturrecherche durchzuführen, soll geklärt werden, wie eine Literaturrecherche generell zu planen, strukturieren und auszuführen ist. Die Literaturrecherche wird dann nach dem zuvor definierten Plan realisiert. Dabei sollen aktuelle Fachzeitschriften, Fachbücher, Papers und Onlinemedien betrachtet werden. Mit Hilfe der Befragung von Entwicklungsunternehmen verschiedener Branchen soll geklärt werden, wie diese Effizienz definieren und welche Kennzahlen zur Bewertung der Entwicklungsprojekte und dessen Effizienz eingesetzt werden.

ad Ziel 4 - Kennzahlenvorschlag für den Bereich PTE

Um Kennzahlen für den Bereich PTE vorzuschlagen, müssen die erforderlichen Kriterien, die die Kennzahlen erfüllen sollen, ermittelt werden. Dazu werden diese Kriterien in Abstimmung mit der AVL gewählt. Anschließend erfolgt anhand dieser Kriterien eine Auswahl bzw. eine Empfehlung der Kennzahlen zusammen mit der AVL.

1.4 Untersuchungsbereich

Der Untersuchungsbereich beschränkt sich auf das Controlling von Entwicklungsprojekten sowie Kennzahlen und Systemen zur Effizienzbewertung bei Entwicklungsunternehmen verschiedener Branchen.

1.5 Vorgehensweise

In dieser Arbeit erfolgt im Kapitel 2 zunächst die Zusammenfassung der Erkenntnisse aus der Literaturrecherche. Hier werden mögliche Effizienzdefinitionen sowie Performance Measurement Systeme und Kennzahlen zur Abbildung der Effizienz behandelt. Weiter werden Studien vorgestellt, die in Zusammenhang mit der Leistungsmessung in der Forschung bzw. Entwicklung stehen. Anschließend werden im dritten Kapitel die Erkenntnisse aus der Unternehmensbefragung zusammengefasst. Hier wird auf die verwendeten Effizienzdefinitionen, Modelle, Perspektiven und Kennzahlen für die Effizienzbewertung eingegangen. Auch wird ein Kennzahlenranking anhand der Ergebnisse der Befragung erstellt. Als letzter Punkt wird im Kapitel 4 eine Empfehlung, die in Zusammenarbeit mit der AVL ausgearbeitet wurde, zur Bewertung der Effizienz im Bereich PTE, mit beispielhafter Anwendung der Kennzahlen, gegeben. Dieser Ablauf wird in der folgenden Abbildung veranschaulicht.

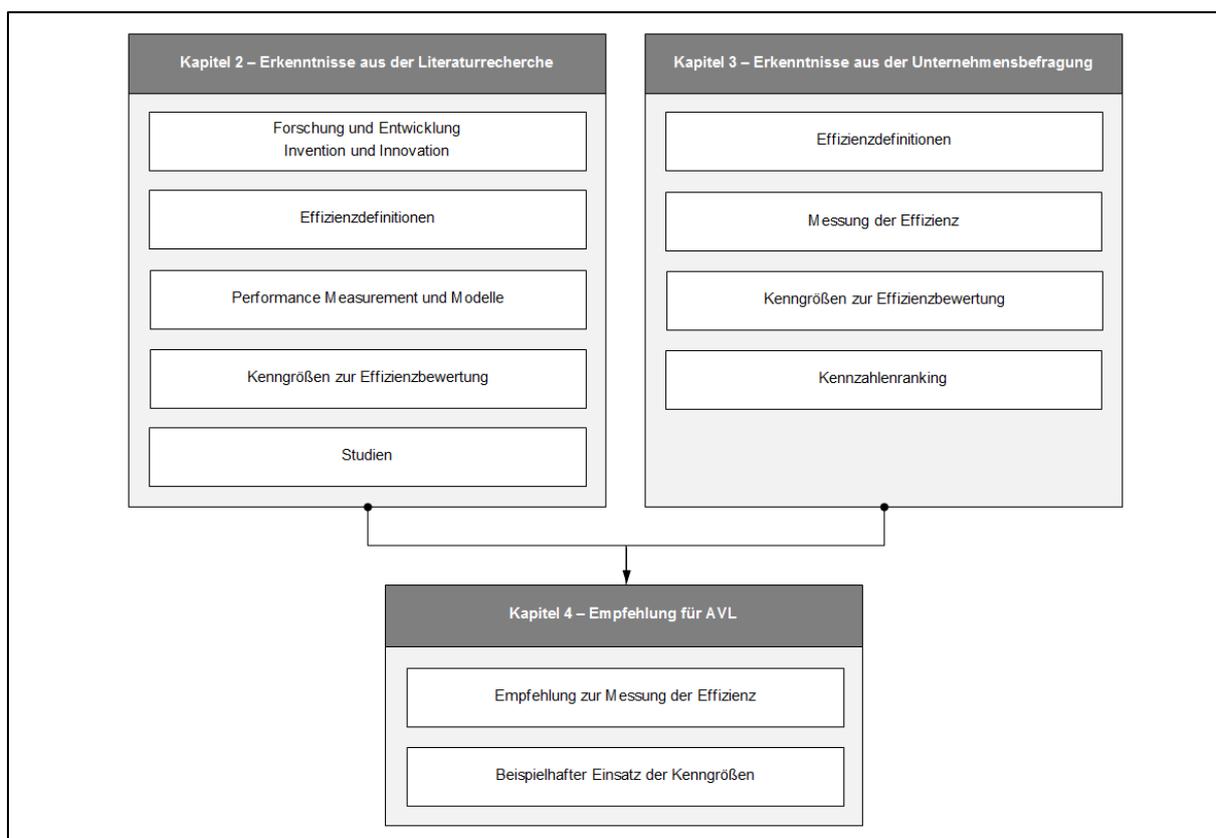


Abbildung 1: Aufbau der Diplomarbeit³

³ Eigene Darstellung

2 Erkenntnisse aus der Literaturrecherche

In diesem Kapitel werden die Erkenntnisse aus der Literaturrecherche zusammengefasst. Dabei wird zunächst auf die Vorgehensweise der Recherche eingegangen, um anschließend die Ergebnisse dieser zu betrachten. Wichtig hier sind die Fragestellungen in Bezug auf das Verständnis von Forschung und Entwicklung, Effizienz, Performance Measurement und dessen für diese Arbeit geeigneten Modelle. Die zentrale Fragestellung der Recherche stellt allerdings die Ermittlung von Kennzahlen bzw. Methoden zur Messung der Effizienz von Entwicklungsprojekten dar.

2.1 Beschreibung der Vorgehensweise

Da es ein wichtiger Teil dieser Arbeit ist, einen Großteil der Möglichkeiten zur Bewertung der Effizienz zu erfassen, ist eine ausführliche und geplante Literaturrecherche nötig. Dazu wird zunächst geklärt, welche Arten von Quellen existieren und für diese Arbeit verwendet werden können. Im Anschluss erfolgt eine Beschreibung der verwendeten Recherchestrategie.

2.1.1 Quellenarten

Die untenstehende Abbildung zeigt eine Unterteilung der Quellen nach deren Funktion und der Art der Begründung, die sie für eine wissenschaftliche Arbeit haben können:

		Funktion der Quelle			
		<i>primär</i>	<i>sekundär</i>	<i>tertiär</i>	
Art der Begründung	<i>theoretisch</i>	wissenschaftlicher Text	wissenschaftlicher Text	Referenzwerk	Referenzquelle
		<i>wird interpretiert, ausgewertet und zitiert</i>		<i>für Orientierung</i>	<i>für Recherche</i>
	<i>empirisch</i>	literarischer Text Daten			
		<i>wird interpretiert, erhoben und ausgewertet</i>			

Tabelle 1: Typologie der Quellen⁴

Eine Primärquelle ist der Forschungsgegenstand der eigenen wissenschaftlichen Arbeit. Diese können interpretiert, ausgewertet und zitiert werden. Beispiel für eine theoretische Primärquelle ist ein bedeutender wissenschaftlicher Text. Eine empirische Primärquelle kann ein literarischer Text oder auch empirisches Datenmaterial sein.⁵

⁴ Vgl. NIEDERMAIR, K. (2010), S. 31.

⁵ Vgl. NIEDERMAIR, K. (2010), S. 28ff.

Eine Sekundärquelle ist eine wissenschaftliche Arbeit über den Forschungsgegenstand und kann somit nur theoretisch sein. Sekundärquellen können ebenfalls interpretiert, ausgewertet und zitiert werden und liefern theoretische Begründungen.⁶

Eine Tertiärquelle ermöglicht die Erschließung von Primär-, Sekundär- und Tertiärquellen mit unterschiedlichen Zielsetzungen. Zum einen sollen sie einen Überblick über Theorien in Primär- und Sekundärquellen geben, zum anderen dienen sie dazu um Primär-, Sekundär- und Tertiärquellen zu finden. Demnach lassen sich Tertiärquellen in Referenzwerke und Referenzquellen unterteilen. In einem Referenzwerk erfolgt die Darstellung und Zusammenfassung von Primär- und Sekundärquellen, dieses liefert somit einen Überblick über den Forschungsgegenstand. Ein Beispiel dafür sind Lexika. Die Referenzquelle dient zur Recherche und liefert Referenzen von Quellen und Literaturhinweisen, in denen eine formale und inhaltliche Beschreibung von Primär-, Sekundär- und Tertiärquellen erfolgt. Beispiele dafür sind Online Kataloge und Bibliographien.⁷

Für diese Arbeit werden folgende Arten von Quellen verwendet:

		Funktion der Quelle		
		<i>primär</i>	<i>sekundär</i>	<i>tertiär</i>
Art der Begründung	<i>theoretisch</i>		Monographien Sammelwerke Artikel in Fachzeitschriften Papers Dissertationen	Handwörterbücher Onlinequellen
	<i>empirisch</i>	Unternehmensbefragung		

Tabelle 2: Verwendete Arten von Quellen⁸

⁶ Vgl. NIEDERMAIR, K. (2010), S. 28ff.

⁷ Vgl. NIEDERMAIR, K. (2010), S. 28ff.

⁸ Eigene Darstellung.

2.1.2 Recherchestrategie

In dieser Arbeit wird eine formelle Recherche durchgeführt, da mit dieser Suche Quellen zu einem Forschungsprojekt sowie problemorientiertes Wissen gefunden werden können. Bei einer formellen Recherche wird zunächst mit einer Einstiegssuche begonnen, um dann eine assoziative Suche oder eine gezielten Recherche durchzuführen:⁹

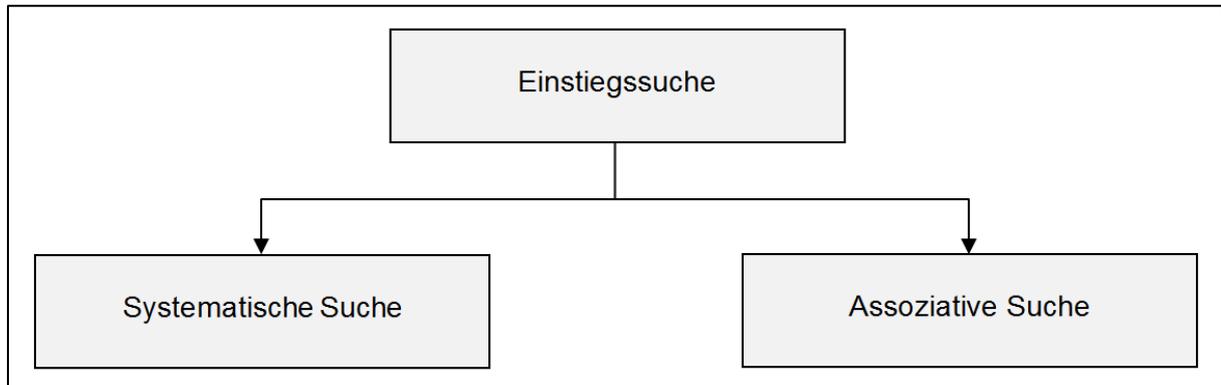


Abbildung 2: Formelle Recherche¹⁰

2.1.2.1 Einstiegssuche

In der Einstiegssuche werden zur Orientierung zunächst Tertiärquellen verwendet um einen Überblick über das Thema zu bekommen. Hierfür eignen sich Handwörterbücher, Lehrbücher, Übersichtsartikel sowie das Browsing in Fachportalen und virtuellen Bibliotheken. Auch kann hier ein Gespräch mit Wissenschaftlern, die im selben Forschungsbereich tätig sind hilfreich sein.¹¹ Bei der Einstiegssuche werden in dieser Arbeit Handwörterbücher, Fachzeitschriften und Onlinequellen durchsucht.

2.1.2.2 Systematische Suche

Ein umfassendes Verfahren zur Literaturrecherche ist die systematische Suche. Hier werden Fachzeitschriften, Monografien, Sammelwerke und auch elektronische Medien systematisch durchsucht.¹² Wichtig ist es das Forschungsthema zu konkretisieren und aus diesem die Kern-Suchbegriffe abzuleiten. Dazu stellt man zuerst die Forschungsfrage, welche den gesamten Themenbereich abbildet und bricht daraus die einzelnen Teilthemen heraus. Diese einzelnen Themen stellen dann die Kern-Suchbegriffe der Recherche dar. Dann wird mittels einer Begriffsanalyse das Suchvokabular erweitert um dann abschließend die Suchanfrage zu erstellen. Bei der Suchanfrage können logische Operatoren zur Verknüpfung, Anführungszeichen zur Phrasensuche sowie Trunkierzeichen zur Berücksichtigung verschiedener Endungen verwendet werden.¹³

⁹ Vgl. NIEDERMAIR, K. (2010), S. 133f.

¹⁰ Eigene Darstellung.

¹¹ Vgl. NIEDERMAIR, K. (2010), S. 134.

¹² Vgl. KORNMEIER, M. (2008), S. 67.

¹³ Vgl. NIEDERMAIR, K. (2010), S. 140.

Diese Anfrage kann dann für die Suche in Datenbanken, die sich in Volltext-, Referenz- und Fakten-Datenbanken unterteilen lassen, verwendet werden. Dabei enthalten Volltextdatenbanken wie der Name schon sagt vollständige Dokumente. Referenzdatenbanken beinhalten Titelnachweise, Bibliographische Nachweise, Klassifikationen, Schlagworte und Zusammenfassungen. In Faktendatenbanken sind konkrete Informationen, Daten und Kennzahlen gespeichert.¹⁴ Im Folgenden wird die Forschungsfrage dieser Arbeit definiert, um daraus die Suchbegriffe und eine Suchanfrage abzuleiten:

Forschungsfrage: Bewertung der Effizienz bei Entwicklungsunternehmen?

Kern-Suchbegriffe: Effizienz, Bewertung, Entwicklungsunternehmen

Alternative Suchbegriffe: *Bewertung* - Messung - Controlling - Kennzahlen – Performance Measurement

Entwicklungsunternehmen - Entwicklung – Forschung - F&E –
- Innovation – Projekt

Suchanfrage: Effizienz AND (Bewertung OR Messung OR Controlling OR Kennzahlen OR „Performance Measurement“) AND (Entwicklung OR Forschung OR F&E OR Innovation OR Projekt)

Um die Anzahl der Treffer zu erhöhen bzw. um einen größeren Bereich abzudecken wurden Varianten dieser Suchanfrage erzeugt, wie z.B. die Folgende:

Suchanfrage: (Bewertung OR Messung OR Controlling OR Kennzahlen OR „Performance Measurement“) AND (Entwicklung OR Forschung OR F&E OR Innovation OR Projekt)

Diese Suchanfragen werden ins Englische übersetzt, um auch außerhalb des deutschsprachigen Raumes Quellen zu finden. Anschließend erfolgt die Abfrage in der Datenbank uni:kat der Karl-Franzens Universität Graz. Hier sind deutsch- und englischsprachige Fachzeitschriften im Volltext und Bücher als Referenz gespeichert. Die Ergebnisse der Suchanfrage werden dann manuell durchgesehen, um relevante Quellen zu finden. Weiter werden für diese Arbeit sämtliche Artikel, der Zeitschriften Controlling, CFO aktuell, Controller Magazin, Zeitschrift für Controlling und Management, Research Technology Management, R&D Management und Journal of Product Innovation Management, mindestens bis zum Jahr 2005 auf Relevanz systematisch durchsucht.

¹⁴ Vgl. ROSSIG, W.; PRÄTSCH, J. (2010), S. 63

2.1.2.3 Assoziative Suche

Verfügt man bereits über ein Grundwissen zum Thema kann mit der assoziativen Suche, die auch unter dem Begriff Schneeballprinzip bekannt ist, begonnen werden. Dabei beginnt man die Recherche bei einer „zentralen“ Quelle und verfolgt die dort angegebene Literatur weiter. Als nächstes kann wiederum die dort angegebene Literatur weiterverfolgt werden. Der Vorteil dieser Strategie ist es, dass bereits nach wenigen Runden die wichtigste Literatur ermittelt werden kann.¹⁵ Die Qualität der ausgehenden Literatur ist entscheidend, da sie die Ergebnisse der weiteren Recherche maßgeblich beeinflusst. Als Nachteil erweist sich dass, nur ältere Quellen gefunden werden können und die Gefahr besteht, dass nur Literatur mit ähnlichen Anschauungen, gefunden wird.¹⁶ Eine vergleichbare Methode ist die vorwärts gerichtete Suche um den Nachteil nur ältere Literatur zu finden zu umgehen. Bei dieser Methode wird nach Autoren gesucht, die mit der „zentralen“ Quelle gearbeitet haben.¹⁷ In dieser Arbeit werden beide Methoden der assoziativen Suche verwendet.

¹⁵ Vgl. ROSSIG, W.; PRÄTSCH, J. (2010), S. 64.

¹⁶ Vgl. DISTERER, G. (2011), S. 93ff.

¹⁷ Vgl. KORNMEIER, M. (2008), S. 69.

2.2 Forschung und Entwicklung

In diesem Abschnitt erfolgt die Bestimmung der Begriffe Forschung und Entwicklung. Hier ist anzumerken, dass es keine einheitliche Definition dieser Begriffe gibt. Lediglich der Zweck der Forschungs- bzw. Entwicklungstätigkeit, der im Erwerb neuen Wissens liegt, ist allen Definitionen gemein.¹⁸

Brockhoff definiert Forschung und Entwicklung als „eine Kombination von Produktionsfaktoren, die die Gewinnung neuen Wissens ermöglichen soll“.¹⁹

Im Zentrum steht hier der Begriff „neu“. Dabei kann weiter zwischen einer objektiven und subjektiven Neuheit unterschieden werden. Sind die Ergebnisse der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit erstmals in dieser Weise entstanden, so handelt es sich um eine objektive Neuheit oder Weltneuheit. Wenn diese Ergebnisse allerdings nur für den Entscheidungsträger neu sind, dann ist von einer subjektiven Neuheit, die eine Betriebsneuheit sein kann, die Rede. Dabei steht in der betriebswirtschaftlichen Literatur im Rahmen des Innovationsmanagements und der F&E die subjektive Neuheit im Mittelpunkt.²⁰

Forschung und Entwicklung erscheint im Sprachgebrauch als ein einheitlicher Begriff, der allerdings verschiedene Arten von Tätigkeiten umfasst. Klassisch erfolgt eine Aufteilung dieser Tätigkeit in drei Teilaktivitäten und zwar der Grundlagenforschung, angewandten Forschung und Entwicklung.²¹ Im Frascati-Handbuch der OECD werden diese Begriffe wie folgt definiert:

- Grundlagenforschung – Ist eine experimentelle oder theoretische Arbeit um vor allem neues Wissen über grundlegende Phänomene oder beobachtbare Fakten zu sammeln, ohne eine bestimmte Anwendung oder Verwendung im Sinn zu haben.
- Angewandte Forschung – Hier wird wie zuvor Forschung um neues Wissen zu gewinnen betrieben, allerdings mit dem Hintergrund einer spezifischen praktischen Anwendung oder Zielsetzung.
- (experimentelle) Entwicklung – Unter dieser wird die systematische Arbeit, die aus dem Wissen der Forschung oder der praktische Erfahrung abgeleitet wird, verstanden, um neue Materialien, Produkte, Geräte, Prozesse, Systeme oder Dienstleistungen zu erzeugen sowie bestehende wesentlich zu verbessern.²²

¹⁸ Vgl. SPECHT, G; BECKMANN, C.; AMELINGMEYER J. (2002), S.14.

¹⁹ BROCKHOFF, K. (1992), S.35.

²⁰ Vgl. SPECHT, G; BECKMANN, C.; AMELINGMEYER J. (2002), S.14.

²¹ Vgl. BROCKHOFF, K. (1992), S.37.

²² Vgl. OECD (2002), S.77ff.

2.3 Invention und Innovation

An dieser Stelle werden die Begriffe der Invention und Innovation betrachtet, um diese von den Begriffen Forschung und Entwicklung abzugrenzen. Diese Begriffsbestimmung erfolgt anhand nachfolgender Darstellung:

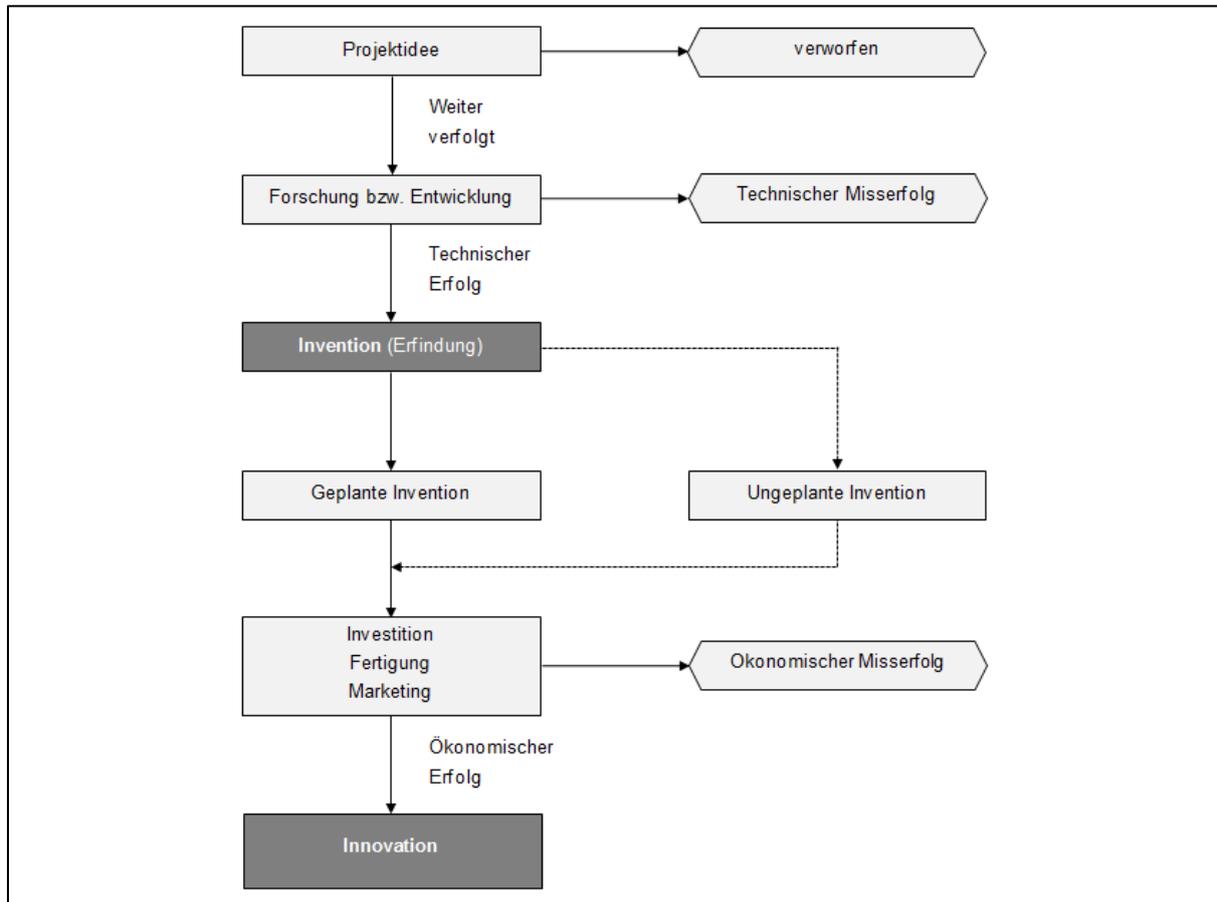


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Invention und Innovation²³

Am Beginn der Innovationstätigkeit steht eine Projektidee zur Erfüllung eines Bedürfnisses. Wird diese weiterverfolgt so entsteht ein Forschungs- oder Entwicklungsprojekt, in dem zusätzliches Wissen entsteht und eine Kombination von Produktionsfaktoren erfolgt. Der erfolgreiche Abschluss eines solchen Projekts stellt eine Erfindung oder Invention, die geplant oder auch ungeplant sein kann, dar. Verspricht diese Erfindung einen wirtschaftlichen Erfolg, wird eine Investition für die Fertigungsvorbereitung und die Markterschließung erforderlich. Gelingt die Einführung eines neuen Produktes am Markt oder eines neuen Prozesses in der Fertigung, so ist von einer Produkt- oder Prozessinnovation die Rede.²⁴ Die Invention ist somit eine notwendige Vorstufe für die darauf folgende Innovation. Durch die Einführung der Invention in den wissenschaftlichen Kreislauf wird aus dieser eine Innovation, bei der nicht die Problemlösung sondern der wirtschaftliche Erfolg im Vordergrund steht.²⁵

²³ Vgl. BROCKHOFF, K. (1992), S.29.

²⁴ Vgl. BROCKHOFF, K. (1992), S.27ff.

²⁵ Vgl. PERL, E. (2007), S.20f.

2.4 Effizienz

In diesem Abschnitt soll geklärt werden, welche Effizienzdefinitionen existieren und welche zur Messung bzw. Bewertung der Effizienz verwendet werden können. Weiter wird auf das Thema Effizienz in der Forschung und Entwicklung eingegangen.

2.4.1 Effizienzdefinitionen

Effizienz ist ein breit gefasster Begriff, der viele Sichtweisen einschließt. In der Betriebswirtschaft gibt es keinen Konsens darüber, was Effizienz eigentlich bedeutet. Auch ist dessen Begriffsinhalt oft unpräzise. Zudem findet nicht immer eine Abgrenzung zum Begriff der Effektivität statt, der oft synonym verwendet wird.²⁶

In einer Analyse von 180 zufällig ausgewählten Quellen aus der Betriebswirtschaft wurden fünf verschiedene oft verwendete Effizienzdefinitionen identifiziert:

- Forderung „to do things right“
- Verbesserung des Grads der Zielerreichung
- Verfolgung des ökonomischen Prinzips
- Realisierung einer günstigen Input- / Output-Relation
- Identifizierung nicht dominanter Alternativen.²⁷

Im Folgenden soll jede der oben genannten Definitionen näher beschrieben werden.

2.4.1.1 Forderung „to do things right“

Bei dieser Definition der Effizienz findet eine klare Abgrenzung zum Begriff der Effektivität statt. Demnach bedeutet Effizienz „Die Dinge richtig tun“ und Effektivität „Die richtigen Dinge tun“. Dabei stehen im ersten Fall operative und im zweiten Fall strategische Probleme im Mittelpunkt.²⁸

2.4.1.2 Verbesserung des Grads der Zielerreichung

Hier wird der Fokus auf die Eignung von Maßnahmen zur Erreichung von Zielen gelegt. Das bedeutet, dass zielkonforme Kennzahlen festgelegt werden, an deren Erreichungsgrad die Effizienz bzw. Effektivität einer Maßnahme gemessen werden kann.²⁹ Effizienz kennzeichnet, in diesem Kontext, die Innenwirkung einer Maßnahme auf das Unternehmen.³⁰ Diese ist demnach der Grad der Zielerreichung innerhalb eines vorgegebenen Zielsystems. Somit soll mit einem hohen Wirkungsgrad innerhalb der erfolgsrelevanten (effektiven) Ziele gehandelt werden.³¹ Das bedeutet das operative Maßnahmen im Vordergrund stehen. Effektivität hingegen kennzeichnet die Außenwirkung einer Maßnahme auf das Unternehmensumfeld.³²

²⁶ Vgl. DYCKHOFF, H.; AHN, H. (2001), S.112.

²⁷ Vgl. DYCKHOFF, H.; AHN, H. (2001), S.112.

²⁸ Vgl. DERFUSS, K.; LITTKEMANN, J. (2005), S.160f.

²⁹ Vgl. LIESSMANN, K. (1997), S.164f.

³⁰ Vgl. LIESSMANN, K. (1997), S.165.

³¹ Vgl. WERNER, B. (2002), S.38.

³² Vgl. LIESSMANN, K. (1997), S. 164.

Hier sollen Ziele erreicht werden, die im Sinne der vorgegebenen Unternehmensstrategie sind.³³

2.4.1.3 Verfolgung des ökonomischen Prinzips

Der Ausgangspunkt dieser Definition ist die Frage nach dem optimalen Einsatz knapper Ressourcen. Diese Frage lässt sich durch das ökonomische Prinzip, nach dem sich jedes Unternehmen ausrichtet und in drei Ausprägungen vorkommt, beantworten. Folgende drei Ausprägungen existieren:

- **Maximalprinzip:** Bei diesem Prinzip soll mit einem vorgegeben Input an Ressourcen ein möglichst hoher Output erzielt werden.
- **Minimalprinzip:** Hier soll der vorgegebene Output mit einem möglichst geringen Input an Ressourcen erreicht werden.
- **Optimalprinzip:** Um das ökonomische Problem nach vorgegebenen Kriterien optimal zu lösen, sollen Input und Output bestmöglich aufeinander abgestimmt werden. Dabei wird keine dieser Größen zuvor festgelegt.³⁴

Die Betonung bei dieser Definition liegt hier auf dem Maximalprinzip wonach angestrebte Zwecke mit einem möglichst sparsamen Einsatz an Mitteln erreicht werden sollen.³⁵

2.4.1.4 Realisierung einer günstigen Input-/ Output-Relation

Diese Definition entspricht dem Optimalprinzip des ökonomischen Prinzips. In dieser Effizienzdefinition wird auf einen Wirkungszusammenhang der Input- und Output-Größen eines Prozesses hingewiesen. Dabei wird dieser Zusammenhang als proportional angenommen und zwar in dem Sinne, dass bei gleichbleibenden Bedingungen eine Erhöhung des Inputs auch zu einer Erhöhung des Outputs führt. Effizienz ergibt sich demnach aus der Quotientenbildung von Output und Input.³⁶

$$\text{Effizienz} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

Je nach Einheit der Größen kann man von technischer oder wirtschaftlicher Produktivität und Wirtschaftlichkeit sprechen.³⁷

$$\text{technische Produktivität} = \frac{\text{Output (Mengeneinheiten)}}{\text{Input (Mengeneinheiten)}}$$

$$\text{wirtschaftliche Produktivität} = \frac{\text{Output (Geldeinheiten)}}{\text{Input (Mengeneinheiten)}}$$

³³ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 38.

³⁴ Vgl. THOMMEN, J.; ACHLEITNER, A. (2003), S. 104.

³⁵ Vgl. DYCKHOFF, H.; AHN, H. (2001), S. 112.

³⁶ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 39.

³⁷ Vgl. KRAUSE, H.; DAYANAND, A. (2010), S. 5ff.

$$\text{Wirtschaftlichkeit} = \frac{\text{Output (Geldeinheiten)}}{\text{Input (Geldeinheiten)}}$$

Die technische Produktivität zeigt die mengenmäßige Ergiebigkeit einer Inputgröße in Bezug auf eine bestimmte Outputgröße. Die wirtschaftliche Produktivität stellt die Ergiebigkeit gemessen in Geldeinheiten zu Mengeneinheiten dar.³⁸ Wirtschaftlichkeit ist eine dimensionslose Zahl, die ein Wertverhältnis widerspiegelt.³⁹

Um eine Abgrenzung der beiden Begriffe Effizienz und Effektivität vornehmen zu können, wird hier zwischen Outputs und Outcomes unterschieden. Outputs sind die direkten Resultate der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit, das können neue Produkte, Patente oder Wissen sein. Die Outcomes sind das Resultat der Bewertung des Outputs durch die Kunden und stellen den marktwirtschaftlichen Erfolg der Innovationstätigkeit dar. Beispiele dafür sind Gewinne, Kundenzufriedenheit oder Marktanteilsteigerungen. Wichtig für die Qualität und den Erfolg der Outcomes ist die richtige Anwendung der Outputs durch andere Abteilungen, wie Produktion, Marketing und Vertrieb, wo hingegen die Forschungs- bzw. Entwicklungstätigkeit hier nur noch einen indirekten Einfluss hat.⁴⁰ Der wesentliche Unterschied zwischen Outputs und Outcomes besteht darin, dass Outcomes auf die Effektivität in der Erreichung der Kundenanforderungen abzielen, wohingegen Outputs dies nicht tun.⁴¹

Effizienz stellt eine Output - Input und Effektivität eine Outcome – Output Relation dar.⁴²

$$\text{Effizienz} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

$$\text{Effektivität} = \frac{\text{Outcome}}{\text{Output}}$$

Diese beiden Größen kann man wiederum als multiplikativ verknüpfte Teilziele der Gesamteffizienz verstehen.⁴³

$$\text{Gesamteffizienz} = \text{Effizienz} * \text{Effektivität} = \frac{\text{Outcome}}{\text{Input}}$$

³⁸ Vgl. KRAUSE, H.; DAYANAND, A. (2010), S. 5ff.

³⁹ Vgl. THOMMEN, J.; ACHLEITNER, A. (2003), S. 105.

⁴⁰ Vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 30f, vgl. WERNER, B. (2002), S. 90 und vgl. GLADEN, W. (2011), S. 179.

⁴¹ Vgl. GLADEN, W. (2011), S. 179.

⁴² Vgl. GLADEN, W. (2011), S. 178ff.

⁴³ Vgl. GLADEN, W. (2011), S. 178ff.

Hauber definiert Effizienz wie folgt:

$$\text{Effizienz bzw. Gesamteffizienz} = \frac{\text{bewerteter Output bzw. Outcome}}{\text{bewerteter Input}} = \frac{\text{Qualität}}{\text{Kosten, Zeit}}$$

Bei dieser Definition werden Relationen zwischen Qualität, Kosten und Zeit gebildet. Allerdings wird die Dimension der Qualität nicht vollständig durch die Effizienz allein zum Ausdruck gebracht. Hier ist zwischen der Konzeptqualität, die durch die Wahl der richtigen Strategie und des richtigen Konzepts festgelegt wird, und der Umsetzungsqualität zu unterscheiden. Erstere ist somit ein Teilaspekt der Effektivität und letztere ein Teilaspekt der Effizienz.⁴⁴

2.4.1.5 Identifizierung nicht dominanter Alternativen

Diese Definition der Effizienz basiert auf dem Pareto-Optimum oder auch Pareto-Effizienz. Effizient ist demnach ein Zustand, wenn dieser andere Zustände bezüglich mehrerer Zielmerkmale dominiert und kein anderer Zustand existiert der Vorteile, ohne gleichzeitig auftretende Nachteile, bieten kann.⁴⁵ Nach dieser Definition ist ein Herstellungsprozess ist unter produktionswirtschaftlichen Gesichtspunkten dann effizient, wenn nicht mehr von einem Gut hergestellt werden kann ohne gleichzeitig mehr Produktionsfaktoren einzusetzen und auch nicht weniger Produktionsfaktoren eingesetzt werden können ohne einen Produktionsrückgang zu bewirken.⁴⁶

2.4.1.6 Kritische Würdigung der Effizienzdefinitionen

In diesen Abschnitt sollen die zuvor besprochenen Effizienzdefinitionen kritisch, in Bezug auf die Eignung zur Effizienzmessung, betrachtet werden. Mit der Definition die Dinge richtig tun, kann plakativ erklärt werden, was Effizienz eigentlich bedeutet, aber als Grundlage zur Messung dieser ist sie nicht geeignet.

Betrachtet man Effizienz als Verbesserung des Grades der Zielerreichung innerhalb eines Zielsystems, dann kann dies zur Messung der Effizienz verwendet werden. Überschreiten z.B. die Istkosten die Plankosten, dann deutet diese Überschreitung auf Ineffizienzen hin. Allerdings wird hier keine Aussage über die Zielplanung getroffen, denn diese Ineffizienzen können auch fälschlicherweise von einer falschen Zielplanung stammen. Das bedeutet, dass bei dieser Definition der Effizienz das Ziel schon so straff geplant sein muss, dass ein hohes Maß von Effizienz bereits impliziert ist. Diese Definition kann bei Plan-Ist Vergleichen bei einer sehr guten Planung verwendet werden.

Die beiden Definitionen Realisierung einer günstigen Input- zu Output-Relation und Verfolgung des ökonomischen Prinzips sind sehr ähnlich, wobei die erstere Definition dem Optimalprinzip des ökonomischen Prinzips entspricht. Mit dem Verständnis der Effizienz als günstige Input-Output Relation lassen sich sehr gut Kennzahlen bilden, allerdings muss hier

⁴⁴ Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 68.

⁴⁵ Vgl. GLADEN, W. (2011), S. 251.

⁴⁶ Vgl. HOFFMANN, C. (2006), S. 21.

auf den Faktor Zeit eine Rücksicht genommen werden, denn die Ergebnisse der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit lassen sich erst mit einer gewissen Verzögerung messen. Das Maximalprinzip des ökonomischen Prinzips lässt sich auch gut verwenden, wenn man vom monetären Fokus absieht und Effizienz allgemein als die Erzielung eines bestmöglichen Ergebnisses mit den gegebenen Ressourcen sieht.

Die Definition Identifizierung nicht dominanter Alternativen entspricht einem Optimum finden, als anschauliche Definition zur Bildung von Kennzahlen eignet sie sich nicht.

2.4.2 Effizienz in der Forschung und Entwicklung

Da Forschung auf einem technisch-wissenschaftlichen neuen Gebiet mit einem ungenau definierten Ziel in einem wenig strukturierten, inventiven Prozess erfolgt, besteht das Effizienzbestreben darin mit einem vorgegebenen Mittelaufwand ein möglichst großes Veränderungspotential zu schaffen. Hier erfolgt ein Wissensaufbau, der durch Patente geschützt eine mögliche spätere Verwendung unterstützt. In der Entwicklung, die auf einem technisch bekannten Gebiet, mit einem inhaltlich und zeitlich gut definierten Ziel und einem gut strukturierten Prozess erfolgt, lässt sich die klassische Sichtweise, das Entwicklungsziel mit ökonomischen Mitteleinsatz zu erreichen, fast in jedem Prozessschritt anwenden.⁴⁷ Wenn von effizienter Forschung und Entwicklung gesprochen wird, dann impliziert dies relativ geringere Kosten, relative kurze Entwicklungszeiten und die Nutzung von Synergieeffekten. Ein Höchstmaß an Effizienz bedeutet in diesem Zusammenhang eine Kombination aus Entwicklungszeit und Entwicklungsaufwand zu finden, die jeder anderen Kombination überlegen ist. Effizienz wird somit meist über Output bzw. Outcome zu Input Verhältnisse erklärt, wodurch die Erhöhung der Produktivität durch die Verbesserung von Prozessen bzw. der Potentialqualität der Inputfaktoren im Zentrum steht.⁴⁸

⁴⁷ Vgl. FISCHER, J.; LANGE, U. (2004), S. 3ff.

⁴⁸ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 38ff.

2.5 Performance Measurement

In diesem Kapitel wird auf das Performance Measurement, das zur Leistungsmessung verwendet wird, eingegangen. Dazu erfolgt eine Bestimmung des Begriffs Performance Measurement. Im Anschluss wird auf das Performance Measurement in der Forschungs- bzw. Entwicklung eingegangen um dann im Abschluss für diese Arbeit relevante Performance Measurement Modell vorzustellen.

2.5.1 Begriffsbestimmung

Performance entsteht durch effiziente und/oder effektive Handlungen auf allen Leistungs- und Entscheidungsebenen eines Unternehmens, um unterschiedliche Interessen, bei Zielen unterschiedlicher Dimensionen, zu erfüllen.⁴⁹ Beim Performance Measurement wird die Leistung eines Unternehmens oder eines Teilbereichs gemessen. Dabei wird unter Performance Measurement der Aufbau und die Verwendung von mehreren quantifizierbaren Maßgrößen verschiedenster Dimensionen, wie Kosten, Zeit oder Qualität, verstanden, um die Effizienz und Effektivität der Leistungen und des Leistungspotentials unterschiedlichster Objekte, wie Organisationseinheiten, Mitarbeiter oder Prozesse, zu erfassen. Der zentrale Teil des Performance Measurement sind die quantifizierbare Messgrößen (Kennzahlen), die als Performance Measures bezeichnet werden. Werden mehrere dieser zusammengefasst ergeben diese ein Performance Measurement System.⁵⁰

2.5.2 Performance Measurement in der Forschung und Entwicklung

Das Hoffungsprinzip, Geld in die Forschung bzw. Entwicklung zu stecken und zu hoffen, dass brauchbare Resultate entstehen ist kaum noch vertretbar. Die Notwendigkeit eine verbesserte Abwicklung der Prozesse zu erreichen, wird seit einiger Zeit in den wissenschaftlichen Beiträgen behandelt und in der Praxis angewandt.⁵¹ Allerdings treten bei der Messung der Leistungsfähigkeit der Forschung und Entwicklung zahlreiche Probleme auf:

- Das erste Problem der Messung der Leistung in der Forschung bzw. Entwicklung besteht darin, diese von den anderen Geschäftsbereichen abzugrenzen. Nicht nur die Forschungs- bzw. Entwicklungstätigkeit, sondern auch andere Tätigkeiten tragen zum Markterfolg bei.
- Das zweite Problem liegt darin, dass die generierten Ergebnisse, wie beispielsweise Wissen, nur schwer quantifizierbar sind.
- Eine dritte Schwierigkeit besteht darin, die spezifischen Forschungs- bzw. Entwicklungsinputs den endgültigen Ergebnissen zuzurechnen.
- Ein viertes großes Problem ist die Zeitverzögerung zwischen der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit und den Erfolgen am Markt.

⁴⁹ Vgl. HILGERS, D. (2008), S. 33.

⁵⁰ Vgl. SANDT, J. (2005), S. 429.

⁵¹ Vgl. VOIGT, K.; STURM, C. (2001), S. 7.

- Die letzte Problematik ist die Akzeptanz der Performance Messung in der Forschung und Entwicklung.⁵²

Augenmerk sollte hier auf die Schnittstellen zwischen den Bereichsgrenzen zu Produktion und Marketing gelegt werden, da diese entscheidend für den Erfolg sind, sowie auf das Spannungsfeld zwischen Kontrolle und Kreativität.⁵³ Die Kennzahlen dürfen in den Mitarbeitern nicht das Gefühl hervorrufen überwacht zu werden, da dies zu einer Einschränkung der Kreativität führen kann. Weiter dürfen Kennzahlen vom Controlling und Management nur dann verwendet werden, wenn das fachliche Know-How vorhanden ist, um Abweichen korrekt zu analysieren und zu interpretieren.⁵⁴

Einige der zuvor genannten Probleme müssten beim Controlling von Engineering Dienstleistern teilweise umgangen werden können, da hier Entwicklungen für Dritte durchgeführt werden, liegen hier direkte Bewertungen durch den Kunden bzw. den Markt vor. So dürfte das Zurechnungsproblem zu den Leistungen der einzelnen Projekte sowie die Zeitverzögerung keine Rolle spielen. Allerdings besteht weiterhin das Problem der Quantifizierbarkeit der Ergebnisse, die Zurechnung der Erfolge auf die Bereiche der Entwicklung, Marketing und Verkauf sowie das Akzeptanzproblem.

2.5.3 Performance Measurement Modelle

In diesem Abschnitt werden drei Modelle vorgestellt, die für die Messung der Effizienz von Forschungs- bzw. Entwicklungsprojekten von Relevanz sein können. Das sind das **Input-Prozess-Output-Outcome-Modell** (IPOO-Modell) nach Brown und Svenson an dem Effizienzdefinitionen angewendet werden können, die **Balanced Scorecard** (BSC) von Kaplan und Norton mit der unterschiedliche Perspektiven zur Betrachtung der Effizienz abgebildet werden können und der **Data Envelopment Analysis** (DEA), die sich als ein alternatives Modell zur Messung der Effizienz anbietet.

2.5.3.1 Input-Prozess-Output-Outcome-Modell

Zur Strukturierung der Innovationstätigkeit kann als Grundlage das Performance Measurement System von Brown und Svenson, das im Bereich der Innovationstätigkeit weit verbreitet ist, verwendet werden. Zentrale Elemente dieses Modells sind das bearbeitende System und das nachgelagerte System. Dabei geschieht im bearbeitenden System (Processing System) die eigentliche Forschungs- bzw. Entwicklungstätigkeit, in der die Transformation von Inputs, wie z.B. Mitarbeiter, Ausrüstung und Kapital, in Outputs, wie Patente, neue Produkte oder Prozesse, geschieht. Diese Ergebnisse werden dann vom nachgelagerten System (Receiving System), das nicht Teil des Innovationssystems ist, weiterverwertet und mit einer Vermarktungsleistung verknüpft. Hier werden Bereiche wie Produktion, Marketing und Vertrieb durchlaufen. Dabei entsteht als Endresultat ein Outcome, der einen direkten Wert für die Organisation darstellt und je nach Organisationsform

⁵² Vgl. PEARSON, A.; NIXON, B.; KERSSSENS VAN DRONGELEN, I; (2000), S. 117ff.

⁵³ Vgl. BRAMANN, A. (2009), S. 99.

⁵⁴ Vgl. BÖSCH, D. (2006), S. 196f.

unterschiedliche Formen einnimmt. Eine auf Gewinn ausgerichtete Organisation kann dabei eine Umsatzsteigerung zum Ziel haben, wohingegen bei einer öffentlichen Organisation, die Steigerung des Bildungsniveaus von Interesse sein kann.⁵⁵

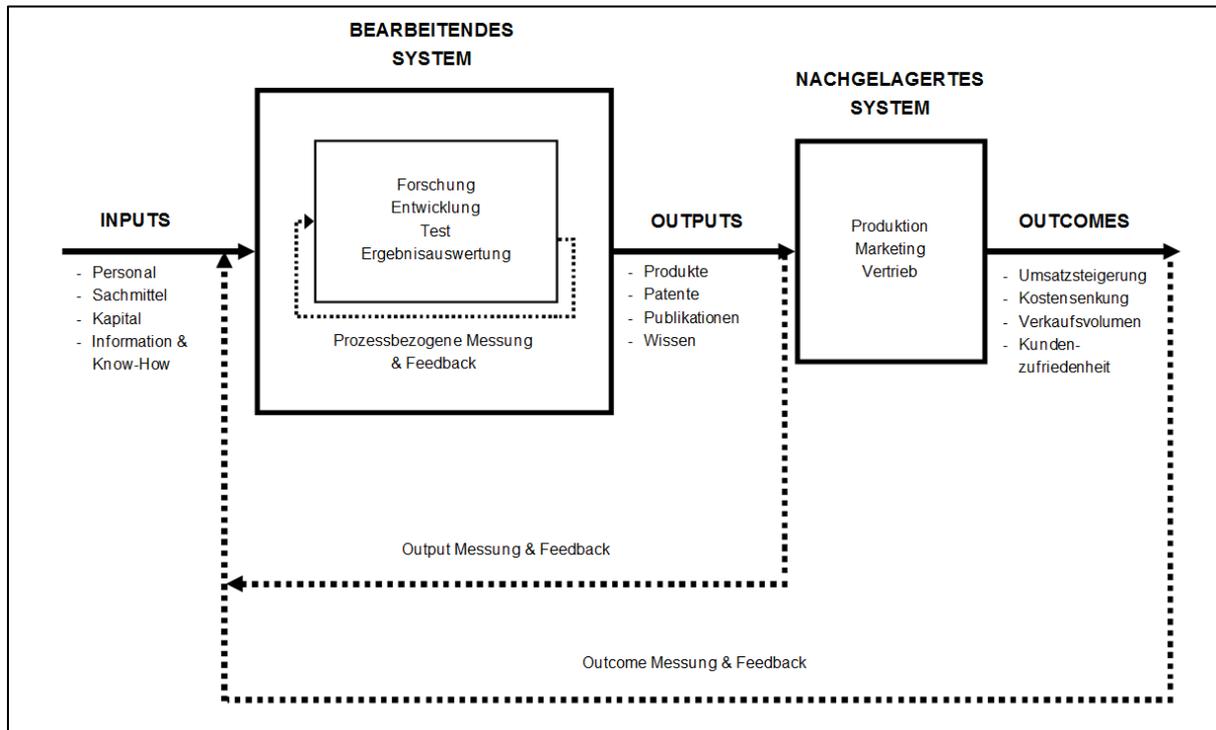


Abbildung 4: IPOO-Modell⁵⁶

In weiterer Folge, können für diese unterschiedlichen Phasen des Innovationsprozesses Kennzahlen gebildet werden. Diese können in Input-, Prozess-, Output- und Outcome-Kennzahlen unterteilt werden. Prozesskennzahlen des nachgelagerten Systems werden hier nicht betrachtet, da diese nicht Teil des Innovationssystems sind. Bei den prozessinternen Messungen, die Aufschluss über die Effektivität und Effizienz des Umwandlungsprozesses geben, handelt es sich in der Regel um Echtzeitmessungen von bestimmten Zielgrößen um korrigierend in das Projekt einzugreifen. Die Erfassung des Outputs geschieht mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung und kann erst dann erfolgen, wenn der eigentliche Forschungs- bzw. Entwicklungsprozess bereits abgeschlossen ist. Für die Messung der Outcomes gilt das Gleiche wie bei der Messung der Outputs, nur erfolgt diese hier mit einer noch stärkeren Verzögerung.⁵⁷

⁵⁵ Vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 30 und vgl. SCHUH, G.; ARNOSCHT, J.; SCHIFFER, M. (2012), S. 253ff.

⁵⁶ Vgl. SCHUH, G.; ARNOSCHT, J.; SCHIFFER, M. (2012), S. 254.

⁵⁷ Vgl. SCHUH, G.; ARNOSCHT, J.; SCHIFFER, M. (2012), S. 254ff.

In nachfolgender Abbildung werden die Phasen des Innovationsprozesses mit beispielhaften quantitativen und qualitativen sowie absoluten und relativen Kennzahlen dargestellt:

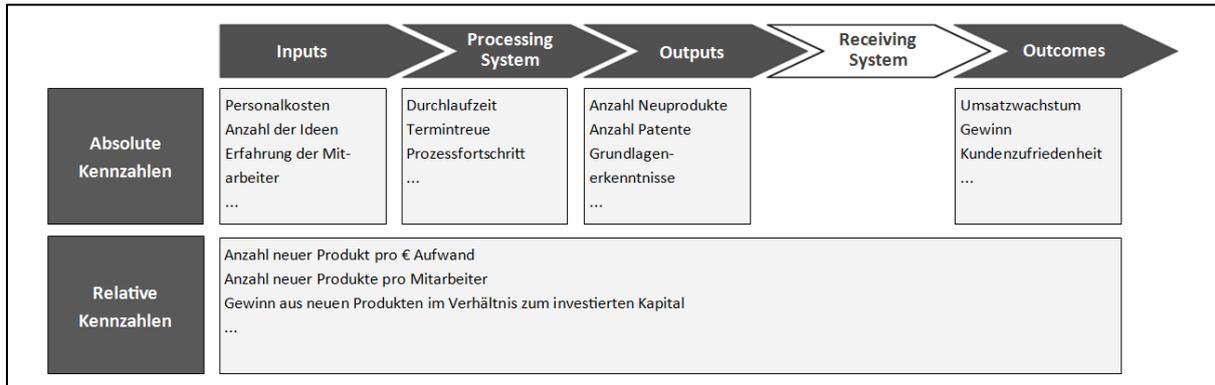


Abbildung 5: Phasenorientierte Kennzahlendarstellung⁵⁸

Mit Hilfe des IPOO-Modells lässt sich die Effizienzdefinition „Realisierung eines günstigen Input / Output Verhältnisses“ und somit die Bildung von relativen Kennzahlen aus Inputs, Outputs und Outcomes sehr gut durchführen. Dabei können Effizienzkennzahlen der reinen Forschungs- und Entwicklungstätigkeit, Effektivitätskennzahlen der Vermarktungsleistung des nachgelagerten Systems und Gesamteffizienzkennzahlen der gesamten Innovationstätigkeit unterschieden werden. Die folgende Abbildung soll diesen Zusammenhang verdeutlichen:

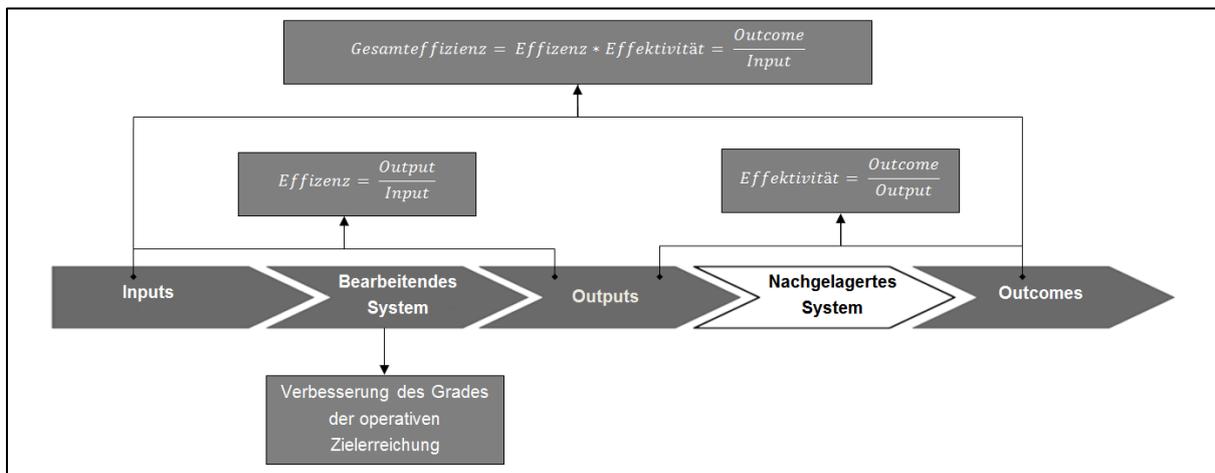


Abbildung 6: Effizienz und Effektivität am IPOO-Framework⁵⁹

Weiter lässt sich an diesem Modell sehr gut das Maximalprinzip des ökonomischen Prinzips, wenn mit gegeben Inputs ein Maximum an Outputs oder Outcomes erzielt werden soll, anwenden. Auch kann im Processing System, in dem die eigentliche Forschungs- bzw. Entwicklungstätigkeit stattfindet, die Effizienzdefinition „Verbesserung des Grades der (operativen) Zielerreichung“ angewendet werden, bei der Prozesskenngrößen im Vordergrund stehen.

⁵⁸ Vgl. JANSSEN, S.; MÖLLER, K. (2011), S. 99.

⁵⁹ Eigene Darstellung.

2.5.3.2 Balanced Scorecard

In diesem Abschnitt wird das Basismodell der BSC beschrieben, anschließend erfolgt eine Auflistung der BSCs, die im F&E Kontext verwendet werden.

2.5.3.2.1 Basismodell der Balanced Scorecard

Kaplan und Norton entwickelten mit der BSC ein Managementsystem mit dessen Hilfe die Erarbeitung, Umsetzung und Steuerung der Unternehmensstrategie möglich ist. Sie unterstützt die Operationalisierung und Implementierung der Strategie bis in die einzelnen Projekte und bietet eine wirksame Erfolgskontrolle. Um den Mangel traditioneller Kennzahlensysteme, mit deren rein monetären Fokus und die damit verbundene Vergangenheits- und Kurzfristorientierung, zu beheben wurde sie als ausgewogener Berichtsbogen konzipiert.⁶⁰

Angestrebt wird eine Balance zwischen,

- finanziellen und nichtfinanziellen Kennzahlen,
- Ergebnisgrößen (Spätindikatoren) und Leistungstreibern (Frühindikatoren),
- kurzfristigen und langfristigen Zielsetzungen und
- internen und externen Größen.⁶¹

Mit Hilfe der BSC kann die Leistung eines Unternehmens unter verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden. Dabei werden ausgehend von der Vision und Strategie des Unternehmens konkrete strategische Ziele definiert, um diese im Anschluss über spezifische Kennzahlen und Zielwerte zu operationalisieren. Abschließend werden konkrete Maßnahmen zur Erreichung dieser Ziele hinterlegt. Das Grundmodell nach Kaplan und Norton enthält vier zentrale Perspektiven:

- Finanzperspektive
- Kundenperspektive
- (Interne) Prozessperspektive
- Lern- und Entwicklungsperspektive.⁶²

Die Perspektiven wirken im Grundmodell der BSC nicht unabhängig voneinander, sondern stehen in Kausalbeziehungen zueinander, die die Finanzperspektive unterstützen.⁶³

⁶⁰ Vgl. FIEDLER, R. (2010), S. 74 und vgl. WINDOLPH, M; HÜLLE, J. (2011), S. 304.

⁶¹ Vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 26.

⁶² Vgl. WINDOLPH, M; HÜLLE, J. (2011), S. 304.

⁶³ Vgl. PISER, M. (2004), S. 154.

In der folgenden Abbildung wird das Grundmodell der BSC dargestellt:

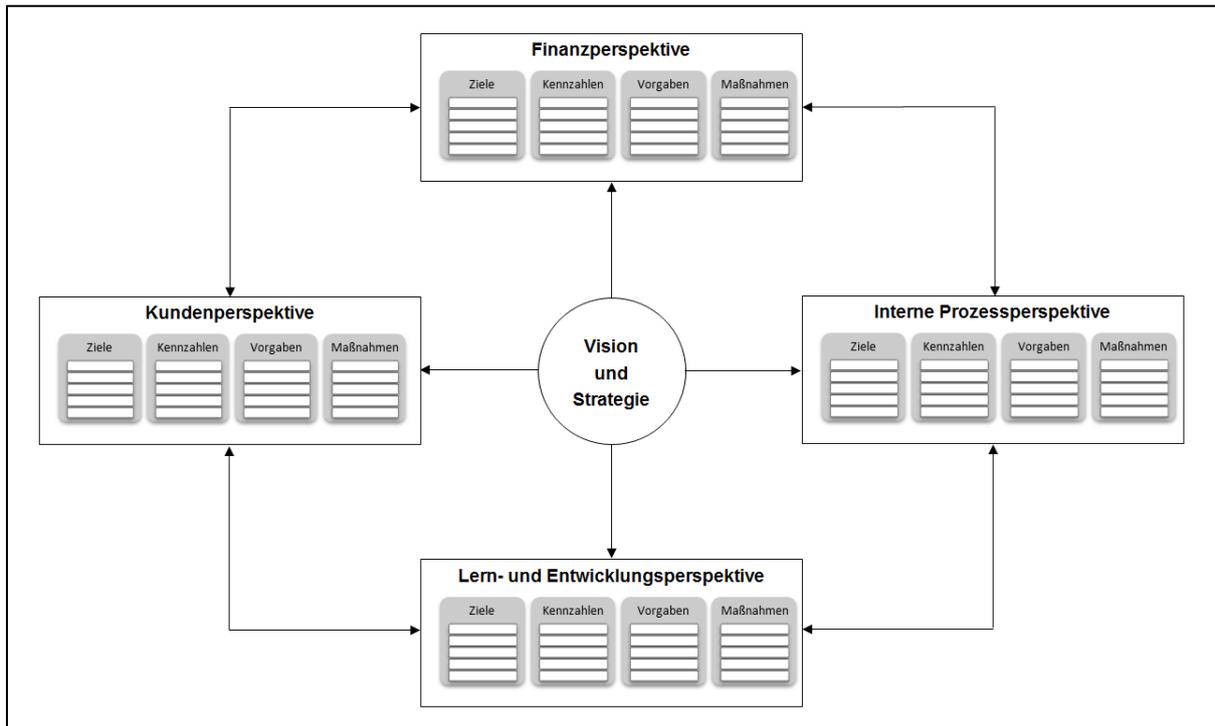


Abbildung 7: Grundmodell der BSC in Anlehnung an Kaplan und Norton⁶⁴

An dieser Stelle soll eine genauere Betrachtung der einzelnen Perspektiven mit ihren elementaren Fragenstellungen erfolgen:

Finanzperspektive – Wie behandeln wir unsere Aktionäre bzw. Anteilseigner?

Die Finanzperspektive definiert die oberste Zielsetzung für Unternehmungen, die ihren Gewinn maximieren. In ihr werden finanzielle Erfolgsgrößen abgebildet, die es ermöglichen die Auswirkungen der Strategie auf eine verbesserte Leistung hin zu überprüfen. Auch fungiert sie als Endziel für die restlichen Perspektiven.

Kundenperspektive – Wie stellen wir uns für unsere Kunden dar?

Die Zufriedenstellung der Kunden als Basis des finanziellen Erfolgs ist der Fokus der Kundenperspektive. Bestimmt werden hier die Zielkundensegmente und der spezifische Wertbeitrag, den die Unternehmung ihren Kunden zur Verfügung stellen möchte. Die eingebunden Kennzahlen dieser Perspektive betreffen die Bereiche der Produktleistung, Service, Preis, Zeit und Qualität.

Interne Prozessperspektive – Welche Geschäftsprozesse müssen wir meistern?

Die Interne Prozessperspektive fokussiert sich auf die wenigen Geschäftsprozesse, die kritisch für die Erreichung der finanziellen und kundenbezogenen Ziele sind. Diese Prozesse erzeugen und übermitteln den Wertbeitrag des Unternehmens für dessen Kunden. Außerdem begünstigen sie die Ziele in Bezug auf die Unternehmensprofitabilität.

⁶⁴ Vgl. WINDOLPH, M; HÜLLE, J. (2011), S. 305.

Lern- und Entwicklungsperspektive – Wie können wir unsere Lern- und Entwicklungsfähigkeit aufrechterhalten?

Die spezifischen Fähigkeiten und Kompetenzen innerhalb der immateriellen Vermögenswerte der Unternehmung, das sind Human-, Informations- und Organisationskapital, zeigt die Lern- und Entwicklungsperspektive auf. Diese sind notwendig, um die Ziele der Prozessperspektive zu erfüllen. Damit das Erreichen der Ziele in den anderen Perspektiven möglich ist, legt die Potentialperspektive zusätzlich die erforderliche Infrastruktur fest.⁶⁵

Die Finanz- und die Kundenperspektive setzt sich mit den Interessen der externen Stakeholder auseinander, währenddessen die Prozessperspektive und die Lern- und Entwicklungsperspektive die Belange der intern orientierten Anspruchsgruppen betrachtet.⁶⁶

Bringt man die BSC in Bezug zu dem zuvor beschriebenen IPOO-Modell, stimmen die beiden erstgenannten Perspektiven mit den Outcomes und die beiden letztgenannten mit den Outputs bzw. den Forschungs- und Entwicklungsprozessen weitgehend überein.

2.5.3.2.2 BSCs im F&E Kontext

Die BSC wird häufig als Performance Measurement System im F&E- bzw. Innovationsbereich verwendet, dies zeigt auch die nachfolgende Tabelle. In dieser sind in den Zeilen die recherchierten BSCs mit ihren jeweiligen Perspektiven aufgelistet:⁶⁷

	Perspektive 1	Perspektive 2	Perspektive 3	Perspektive 4	Perspektive 5
Innovation Balanced Scorecard	Finanzperspektive	Kundenperspektive	Interne Prozessperspektive	Innovations- und Lernperspektive	
BSC von Lazzarotti et. al.	Finanzperspektive	Kundenperspektive	Interne Prozessperspektive	Innovations- und Lernperspektive	Kooperationsperspektive
R&D Balanced Scorecard	Finanzperspektive	Kundenperspektive	Interne Prozessperspektive	Lern- und Entwicklungsperspektive	Innovationsperspektive
BSC von Eilat et. al.	Finanzperspektive	Kundenperspektive	Interne Prozessperspektive	Lern- und Entwicklungsperspektive	Unsicherheitsperspektive
Balanced Innovation Card	Innovations-output	Innovationsprozess	Innovationsressourcen	Innovationskultur	
Invention / Innovation Scorecard	Mitarbeiter / Technologien	Invention	Innovation	Finanzen	

Tabelle 3: F&E-BSCs⁶⁸

⁶⁵ Vgl. HILGERS, D. (2008), S. 71f und vgl. WINDOLPH, M.; HÜLLE, J. (2011), S. 306.

⁶⁶ Vgl. HILGERS, D. (2008), S. 72.

⁶⁷ Vgl. EILAT, H.; GOLANY, B.; SHTUB, A. (2008), S. 899ff; vgl. Fischer, J.; Lange, U. (2004), S. 24; vgl. GARCIA-VALDERRAMA, T.; MULERO-MENDIGORRI, E. (2009), S. 1180; vgl. GLEICH, R. (2011), S. 63; vgl. KERSSSENS VAN DRONGELEN, I.; BILDERBEEK, J. (1999), S. 38 und vgl. LAZZAROTTI, V.; MANZINI, R.; MARI, L. (2011), S. 214.

⁶⁸ Eigene Tabelle.

Von den hier aufgelisteten BSCs wird die Innovation BSC mit den vier klassischen Perspektiven der BSC am häufigsten verwendet. Weiter lassen sich modifizierte Varianten dieser finden, sowie BSCs die gänzlich von den ursprünglichen Perspektiven abweichen.

2.5.3.3 Data Envelopment Analysis

Mit Hilfe der DEA lässt sich die relative Effizienz von Organisationseinheiten bestimmen und wird vorwiegend dann eingesetzt, wenn mehrere unterschiedliche Input- und Outputgrößen einen Leistungsvergleich erschweren. Dabei können monetäre sowie nicht monetäre Inputs (Kosten, Personalstunden,...) und Outputs (Kundenzufriedenheit, Umsatz,...) beliebiger Skalierung beschrieben und miteinander verglichen werden. Eine Organisationseinheit oder auch Decision Making Unit (DMU) genannt stellt hier eine produktive Einheit im weitesten Sinne dar, die sowohl eine ganze Unternehmung als auch eine einzelne Abteilung oder Produktionsanlage sein kann.⁶⁹

Die DEA bestimmt die relative Effizienz von Organisationseinheiten im Vergleich zu effizienten Referenzeinheiten, die die sogenannte Pareto-Effizienz oder Abschwächungen davon erfüllen, und gibt somit für die übrigen Einheiten ein Maß ihrer Ineffizienz an. Der Produktivitätsbegriff, als Verhältnis von Input zu Output, wird hier in den Mittelpunkt gestellt, da auf Basis der erhobenen Input- und Outputdaten eine Best-Practice-Produktionsfunktion ermittelt wird. Diese dient dann als Grundlage für den Vergleich der Einheiten untereinander. Wichtig zu erwähnen ist, dass somit ein relativer Wertmaßstab ermittelt werden kann, ohne zuvor eine funktionale Form der Produktionsfunktion zu bestimmen.⁷⁰ Neben den zuvor beschriebenen Vergleich von Organisationseinheiten untereinander, lässt sich auch ein Zeitvergleich durchführen. Hier kann nicht nur geklärt werden, ob es überlegene DMUs gibt, sondern auch, wie sich die Effizienz einer DMU über mehrere Perioden entwickelt hat.⁷¹

⁶⁹ Vgl. GLEICH, R. (2011), S.69 und vgl. HILGERS, D. (2008), S. 77.

⁷⁰ Vgl. GLADEN, W. (2011), S. 252 und vgl. HILGERS, D. (2008), S. 78.

⁷¹ Vgl. GLADEN, W. (2011), S. 254.

Beispiel zur Bestimmung der relativen Effizienz

Im folgenden Beispiel soll die Ermittlung der relativen Effizienz demonstriert werden. Dabei wird ein Zwei-Input-Ein-Output-Fall betrachtet:

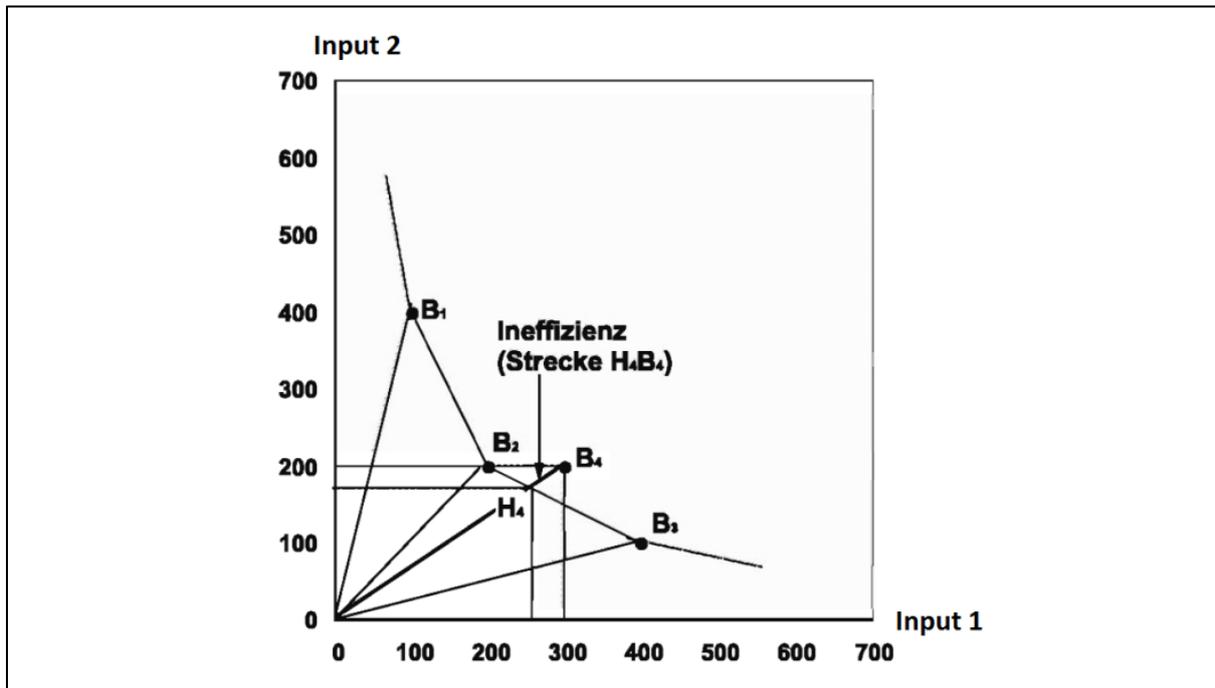


Abbildung 8: Zwei-Input-Ein-Output-Fall⁷²

Dabei sind im obigen Diagramm die Inputmengen der einzelnen DMUs, die für die Produktion von 100 Outputs benötigt werden, auf den Koordinaten aufgetragen. Nun wird ein effizienter Rand aus den DMUs eins, zwei und drei konstruiert, da diese nach dem Pareto Optimum von keiner anderen DMU dominiert werden und somit den Best-Practice-Fall darstellen. Die DMU B4 hingegen wird von dem effizienten Rand umhüllt und stellt somit eine ineffiziente Produktionseinheit dar. Somit haben alle anderen DMUs eine Effizienzanzahl von 100% während die DMU B4 einen geringeren Wert aufweist. Zur Berechnung dieses Effizienzwerts wird ein fiktive DMU H4 gebildet die auf den effizienten Rand liegt, um dann das Effizienzmaß, dass sich aus der Relation der Strecken 0_DMU B4 und 0_DMU H4 ergibt, zu bestimmen.⁷³

⁷² GLADEN, W. (2011), S. 252.

⁷³ Vgl. GLADEN, W. (2011), S. 252f.

Formaler Ansatz der DEA

Um ein besseres Verständnis der DEA zu bekommen soll deren formaler Ansatz beschrieben werden. Der Effizienzwert einer DMU ergibt sich aus folgender Formel:⁷⁴

$$\frac{Y}{X} = \frac{\sum_{j=1}^n (\mu_j * y_j)}{\sum_{i=1}^m (v_i * x_i)}$$

X ... gewichte Inputsumme

Y ... gewichte Outputsumme

x_i ... relevanten Inputs

y_j ... relevanten Outputs

v_i ... Inputgewichtungsfaktoren

μ_j ... Outputgewichtungsfaktoren

m ... Anzahl relevanter Inputs

n ... Anzahl relevanter Outputs

Die Gewichtungsfaktoren der Input- und Outputgrößen werden aus einem Optimierungsansatz für jede DMU ermittelt. Dazu werden alle Produktivitätsmaße Y/X bestimmt und die Gewichtungsfaktoren unter einer Normierungsbedingung so berechnet, dass die Produktivität der jeweils betrachteten DMU maximal wird.⁷⁵

Erweiterte Einsatzmöglichkeit der DEA

Eine erweiterte Einsatzmöglichkeit der DEA stellt das Modell von Eilat et. al. zur Bewertung von Forschungs- bzw. Entwicklungsprojekten dar. In diesem Modell wird die BSC mit der DEA verknüpft um einen Effizienzwert unter der Berücksichtigung der Perspektiven der BSC zu berechnen. Statt alle Kennzahlen auf einer Ebene als gleich wichtig zu betrachten, werden diese den einzelnen Perspektiven der BSC zugeordnet. Diese können dann je nach Unternehmensstrategie unterschiedlich gewichtet werden. Legt ein Unternehmen z.B. mehr Gewicht auf die interne Prozessperspektive, kann dies über eine stärkere Gewichtung berücksichtigt werden.⁷⁶

⁷⁴ Vgl. HILGERS, D. (2008), S. 78ff.

⁷⁵ Vgl. HILGERS, D. (2008), S. 78ff.

⁷⁶ Vgl. EILAT, H.; GOLANY, B.; SHTUB, A. (2008), S. 895ff.

2.5.3.4 Kritische Würdigung der Modelle

Mit Hilfe des IPOO-Modells kann ein Innovationsprozess sehr gut strukturiert werden. Ein weiterer Vorteil dieses Modells besteht in Hinblick auf die Effizienzmessung, da an diesem sehr gut Effizienzdefinitionen darstellen werden können. Hier lassen sich die Effizienzdefinitionen „Realisierung einer günstigen Input-Output bzw. -Outcome Relation“, „Verfolgung des ökonomischen Prinzips“ und „Verbesserung des Grades der (operativen) Zielerreichung“ darstellen. Wird dieses System in Hinblick auf einen Entwicklungsdienstleister angewendet, dann würde im bearbeitenden System die eigentliche Entwicklungstätigkeit stattfinden, während im nachgelagerten System der Verkauf dieser Tätigkeit geschieht.

Das Modell der BSC kann in diesen Zusammenhang auch sehr nützlich sein, wenn der reine monetäre Focus verlassen und die Effizienz der Forschungs- bzw. Entwicklungstätigkeit auch unter anderen Blickwinkeln betrachtet werden soll und eine ausbalancierte Kennzahlenkarte benötigt wird. Sie wird sehr oft in der Literatur im Zusammenhang mit der Leistungsmessung in der Forschung bzw. Entwicklung verwendet. Zum Beispiel wird in Bremser und Barsky die BSC als ein ganzheitliches und als das vielversprechendste Performance Measurement System für die Forschung bzw. Entwicklung vorgestellt.⁷⁷ Auch passen die Sichtweisen der klassischen BSC gut zum IPOO-Modell.

Die DEA könnte im Zusammenhang mit der Effizienzmessung verwendet werden, was zahlreiche Beispiele aus der Literatur belegen. Jedoch ist zu berücksichtigen dass, dieser Ansatz aber sehr komplex ist und wie eine Black Box erscheint, dessen Berechnungen nur schwer innerhalb des Unternehmens kommunizierbar sind.

⁷⁷ Vgl. BREMSER, W.; BARSKEY, N. (2004), S. 229f.

2.6 Kenngrößen zur Effizienzbewertung

In diesem Kapitel wird zunächst auf die möglichen Messmethoden eingegangen, um dann Prozess- und Verhältniskenngrößen sowie sonstige Kenngrößen zu betrachten, die für Messung der Effizienz verwendet werden können.

2.6.1 Messmethoden

Zur Messung der Forschungs- bzw. Entwicklungsleistung lassen sich grundsätzlich zwei unterschiedliche Konzepte unterscheiden:

- Qualitative Methoden
- Quantitative Methoden.⁷⁸

Basis der **qualitativen Methoden** sind integrierende Urteile von Personen aus der Praxis, die durch Kontrollfragen, Kontrollpersonen, Kontrollprozeduren oder Experten validiert werden können.⁷⁹ Hier liegen die Ausprägungen der „Messungen“ nicht in Zahlen vor, sondern werden nur verbal oder graphisch dargestellt. Ihr Vorteil besteht darin, dass, über diese Methoden die Bewertung in einzelfallbezogener abgestufter Weise erfolgen kann.⁸⁰

Werden präzise ermittelbare Kennzahlen und nachvollziehbare Berechnungsschritte verwendet ist von **quantitativen Methoden** die Rede. Hier wird keine zusätzliche Kontrollerhebung verlangt, stattdessen hängt ihre Manipulierbarkeit von den verwendeten Informationen ab.⁸¹ Diese Methoden führen in der Regel unabhängig vom Messträger zu identischen Ergebnissen und sind somit weitgehend objektiv. Ihr Vorteil liegt darin, dass deren Ergebnisse leicht von verschiedenen Personen mitteilbar und formal eindeutig interpretierbar sind.⁸²

Diese beiden Methoden können auch miteinander kombiniert werden. Dazu werden Beobachtungen und Befragungen mittels Analysen auf einer Skala verdichtet. Somit wird die Vielfältigkeit einer Befragung auf wenige inhaltliche Aussagen konzentriert.⁸³ Der Vorteil in der Kombination dieser beiden Methoden besteht darin, dass sie Ausprägungen von inhaltlichen Kriterien, bei denen eine rein quantitative Messung nicht oder nur mit hohem Aufwand möglich ist, in Zahlen ausdrücken können. Allerdings sind deren Ergebnisse weit weniger präzise interpretierbar als die von rein quantitativen Methoden.⁸⁴

Diese Methoden können allerdings nicht gleichermaßen für die unterschiedlichen Phasen Forschung und Entwicklung verwendet werden. In der Entwicklungsphase sind hauptsächlich quantitative Methoden anzuwenden. Steigt die Komplexität, Einzigartigkeit und der

⁷⁸ Vgl. LEKER, J. (2005), S. 574.

⁷⁹ Vgl. HAUSCHILDT, J.; SALOMO, S. (2011), S. 344.

⁸⁰ Vgl. GERPOTT, T. (2005), S. 91f.

⁸¹ Vgl. HAUSCHILDT, J.; SALOMO, S. (2011), S. 345.

⁸² Vgl. GERPOTT, T. (2005), S. 91.

⁸³ Vgl. LEKER, J. (2005), S. 574 und vgl. HAUSCHILDT, J.; SALOMO, S. (2011), S. 345.

⁸⁴ Vgl. GERPOTT, T. (2005), S. 92.

Abstraktionsgrad der Aufgabe, wie es in der Grundlagenforschung der Fall ist, lassen sich diese Methoden nicht mehr anwenden und qualitative Methoden müssen verwendet werden. Zwischen den Ausprägungen der Grundlagenforschung und Entwicklung können Kombinationen dieser beiden Methoden verwendet werden.⁸⁵

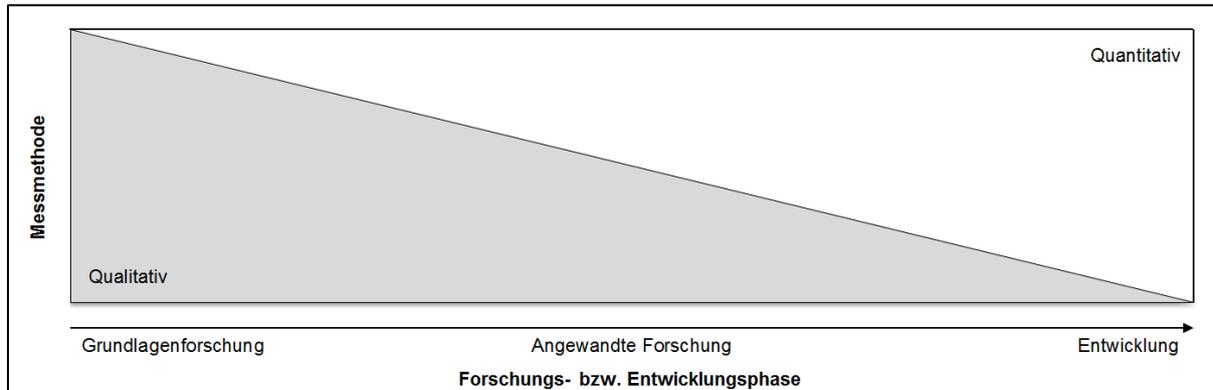


Abbildung 9: Phasenabhängige Anwendung von Messmethoden⁸⁶

In dieser Arbeit liegt der Schwerpunkt in der Entwicklungsphase, weshalb im Folgenden rein qualitative Methoden nicht betrachtet werden. Für die Messung der Effizienz spielen zwei Arten von Kenngrößen eine Rolle. Dies sind Prozesskenngrößen und Verhältniskenngrößen, die im Anschluss diskutiert werden. Dabei basieren die Prozesskenngrößen auf der Effizienzdefinition „Verbesserung des Grads der (operativen) Zielerreichung“ und die Verhältniskenngrößen auf der Definition „Realisierung einer günstigen Input zu Output bzw. Outcome Relation“.

2.6.2 Prozesskenngrößen

Zur Sicherung der Effizienz bei der Umwandlung vom Input in den Output bzw. Outcome können Prozesskenngrößen verwendet werden.⁸⁷ Die prozessbezogene Messung der Forschungs- bzw. Entwicklungseffizienz, für die die Instrumente des Projektmanagements eine gute Basis bilden, ist in der Praxis weit verbreitet.⁸⁸ Die Effizienz der Innovationsprozesse hängt vor allem von den operativen Abläufen des Innovationsmanagements ab, wodurch die Leistungs-, Kosten- und Zeitbewertung der unterschiedlichen Projekte die Kernaufgabe darstellt.⁸⁹ Um ein Projekt effizient durchzuführen spielen diese drei Zieldimensionen (Leistung, Kosten und Zeit) eine wichtige Rolle, die zusammen das magische Dreieck der Projektsteuerung bilden, welches nachfolgend abgebildet ist.⁹⁰ Dabei wird unter Leistung der Umfang und die Qualität der zu erbringenden Leistung verstanden.⁹¹

⁸⁵ Vgl. LEKER, J. (2005), S. 574f.

⁸⁶ Vgl. LEKER, J. (2005), S. 575.

⁸⁷ Vgl. SCHUH, G.; ARNOSCHT, J.; SCHIFFER, M. (2012), S. 263f.

⁸⁸ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 67.

⁸⁹ Vgl. SCHUH, G.; ARNOSCHT, J.; SCHIFFER, M. (2012), S. 251.

⁹⁰ Vgl. BEA, F.; SCHEURER, S.; HESSELMANN, S. (2011), S. 9.

⁹¹ Vgl. BEA, F.; SCHEURER, S.; HESSELMANN, S. (2011), S. 40.

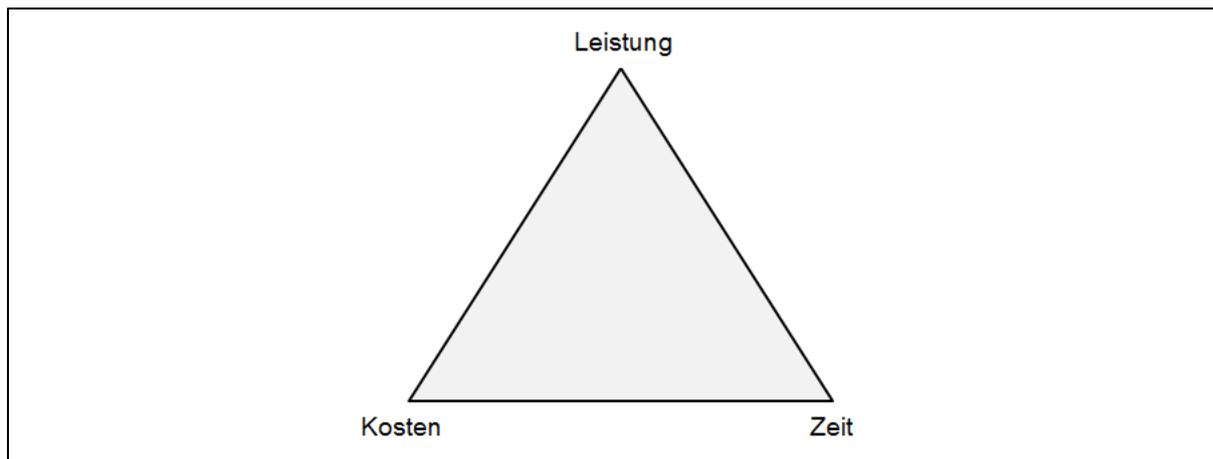


Abbildung 10: Magische Dreieck⁹²

Dieses Dreieck repräsentiert ein Interdependenzverhältnis zwischen den Dimensionen und zwar in dem Sinne, dass sich diese nur schwer gleichzeitig verbessern lassen.⁹³ Soll beispielsweise ein Projekt in kürzerer Zeit fertiggestellt werden, kann dies entweder mit einem höheren Ressourceneinsatz oder mit Abstrichen in der Endleistung erfolgen.⁹⁴

Kenngroßen die zur Prozessbeurteilung eingesetzt werden, erfassen entweder nur eine dieser Dimensionen, wie z.B. die Kennzahl Termintreue oder mehrere Dimensionen, wie z.B. die Meilensteintrendanalyse, die die Dimensionen Leistung und Zeit erfasst. Neben der Unterscheidung der Prozesskenngroßen nach Dimensionen, können diese in projektgebundene und projektübergreifende Kenngroßen unterschieden werden. Hier sind die beiden zuvor genannten Kenngroßen projektgebunden, während die Kenngroße Projekterfolgsrate, die ein Verhältnis zwischen begonnenen und abgeschlossenen Projekten ausdrückt, projektübergreifend ist.⁹⁵ Prozesskenngroßen können für ein einzelnes Projekt sowie für eine Anzahl von Projekten verwendet werden.⁹⁶ Dazu werden beim Multiprojektcontrolling die einzelprojektbezogenen Informationen aufbereitet und aggregiert.⁹⁷

Bei der Messung des Leistungsfortschritts ist zwischen einem objektbezogenen und projektbezogenen Leistungsfortschritt zu unterscheiden. Das eigentliche Sachergebnis des Innovationsprojektes ist das zu erstellende Objekt z.B. in Form eines Produktes. Um den objektbezogenen Leistungsfortschritt zu messen, können technische Parameter verwendet werden. Dabei lautet die zentrale Fragestellung, in welchem Ausmaß die Leistungsmerkmale des Objekts erreicht wurden. Bei der projektbezogenen Leistungsfortschrittmessung hingegen konzentriert man sich auf Aktivitäten, die bei der Projektabwicklung zur Erstellung des Objekts notwendig sind.⁹⁸

⁹² Vgl. BEA, F.; SCHEURER, S.; HESSELMANN, S. (2011), S. 41.

⁹³ Vgl. BÜRCEL, H.; HALLER, C.; BINDER, M. (1996), S. 38.

⁹⁴ Vgl. BEA, F.; SCHEURER, S.; HESSELMANN, S. (2011), S. 40.

⁹⁵ Vgl. SCHUH, G.; ARNOSCHT, J.; SCHIFFER, M. (2012), S. 264.

⁹⁶ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 66.

⁹⁷ Vgl. BEA, F.; SCHEURER, S.; HESSELMANN, S. (2011), S. 652f.

⁹⁸ Vgl. POSCH, A. (2007), S. 254.

Ein Innovationsprojekt wird vergleichbar hinsichtlich der Effizienz, wenn dieses als wiederholbar und nachvollziehbar angesehen wird. Hier ist vor allem wichtig, dass der Innovationsprozess gut strukturierbar, wie im Falle der Entwicklung, ist.⁹⁹ Ein Vergleich ist hier mit anderen durchgeführten Projekten oder mit den Vorgaben aus dem Projektplan möglich. Der Vergleich mit anderen Projekten ist allerdings problematisch, da diese sich oft in deren Komplexität unterscheiden. Viele Projektgrößen messen stattdessen die Erfüllung der Vorgaben aus dem Projektplan, hinsichtlich der Zieldimensionen Zeit, Kosten und Leistung. An dieser Stelle ist die Projektplanung auf herausfordernde, aber realistisch gesetzte Ziele hin zu kontrollieren, da bei einer zu großen Sicherheit der Projektpläne, diese relativ einfach einzuhalten bzw. zu unterschreiten sind und somit leicht eine hohe Effizienz ausweisen können.¹⁰⁰

In den nächsten beiden Abschnitten werden mögliche Prozessmessgrößen und Verfahren erläutert. Dabei erfolgt eine Einteilung in projektgebundene und projektübergreifende Kenngrößen.

2.6.2.1 Projektgebundenen Kenngrößen

Bei der projektgebundenen Messung werden für jedes Projekt folgende Angaben benötigt:

- Liste mit Meilensteinen
- Zielvorgaben zu den einzelnen Meilensteinterminen
- Vorstellung über den benötigten Input des wichtigsten Faktors, der zur Meilensteinerreichung benötigt wird.¹⁰¹

Ein Meilenstein stellt den Übergang von einer Projektphase zur nächsten dar, und besteht aus einer zu erbringenden Leistung sowie einem damit verbundenen Fertigstellungstermin. Meilensteine gelten erst als erreicht, wenn die definierte Leistung erbracht wurde, wobei die Meilensteintermine Einschränkungen in der Terminplanung darstellen.¹⁰² Die zu erbringenden Leistungen sind fest vorgegeben, während die Kosten und der Zeitaufwand je nach Durchführungseffizienz variieren werden.¹⁰³

Im Folgenden wird auf eindimensionale Kennzahlen, die nur eine der Dimensionen Zeit, Kosten und Leistung betrachten, und mehrdimensionale Kennzahlen, die mehrere dieser drei Dimensionen abbilden, eingegangen.

⁹⁹ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 64ff.

¹⁰⁰ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 277.

¹⁰¹ Vgl. BROCKHOFF, K. (1992), S. 339f.

¹⁰² Vgl. POSCH, A. (2007), S. 225.

¹⁰³ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 70.

2.6.2.1.1 Eindimensionale Kenngrößen

In diesen Abschnitt werden eindimensionale Kenngrößen behandelt, die auf eine der drei Dimensionen, Leistung, Kosten und Zeit beruhen.

Leistungsdimension

Bei der Messung des Leistungsfortschritts ist zwischen einem objektbezogenen und projektbezogenen Leistungsfortschritt zu unterscheiden. Das eigentliche Sachergebnis des Innovationsprojektes ist das zu erstellende Objekt z.B. in Form eines Produktes. Um den objektbezogenen Leistungsfortschritt zu messen, können technische Parameter verwendet werden. Dabei lautet die zentrale Fragestellung in welchem Ausmaß die Leistungsmerkmale des Objekts erreicht wurden. Bei der projektbezogenen Leistungsfortschrittmessung hingegen konzentriert man sich auf Aktivitäten, die bei der Projektabwicklung zur Erstellung des Objekts notwendig sind.¹⁰⁴

Bei der objektbezogenen Leistungsfortschrittskontrolle, können Leistungsgrößen verwendet werden, die als Produktgrößen eindeutig messbar sind.¹⁰⁵ Kenngrößen zur Erfassung des Produktfortschritts sagen aus, inwieweit Leistungsmerkmale des Produkts erreicht wurden.¹⁰⁶

$$\text{Erfüllungsgrad} = \frac{\text{Erreichte Leistungsdaten}}{\text{Geforderte Leistungsdaten}}$$

$$\text{Erfüllungsgradabweichung} = \frac{\text{Geforderte Leistungsdaten} - \text{Erreichte Leistungsdaten}}{\text{Geforderte Leistungsdaten}}$$

Um den projektbezogenen Leistungsfortschritt zu messen, bietet sich der Fertigstellungsgrad an, der den Anteil der abgeschlossenen an den gesamten Aktivitäten angibt.¹⁰⁷

$$\text{Fertigstellungsgrad} = \frac{\text{abgeschlossene Arbeitspakete}}{\text{gesamte Arbeitspakete}}$$

¹⁰⁴ Vgl. POSCH, A. (2007), S. 254.

¹⁰⁵ Vgl. BURGHARDT, M. (2006), S. 373.

¹⁰⁶ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 72.

¹⁰⁷ Vgl. POSCH, A. (2007), S. 254.

Kostendimension

Bei den eindimensionalen Kenngrößen, die die Kostendimension betreffen, können Größen wie die Kostentreue und Kostenabweichung, sowie der Plankosten-Index verwendet werden. Die Kennzahlen Kostentreue und Kostenabweichung setzen die Plankosten zu den Istkosten in Relation. Sind die Istkosten geringer als die Plankosten, kann dies auf eine effiziente Projektführung hindeuten.¹⁰⁸ Der Plankostenindex, der die ursprünglichen mit den neuen Planwerten vergleicht, ist ein Maßstab für die Plansicherheit in der Kostenbetrachtung.¹⁰⁹

$$\text{Kostentreue} = \frac{\text{Istkosten}}{\text{Plankosten}}$$

$$\text{Kostenabweichung} = \frac{\text{Plankosten} - \text{Istkosten}}{\text{Plankosten}}$$

$$\text{Plankosten} - \text{Index} = \frac{\text{Neue Plankosten}}{\text{Alte Plankosten}}$$

Zeitdimension

Bei der Betrachtung der Zeitdimension können ebenfalls Größen wie Termintreue, Terminabweichung und der Planterminindex verwendet werden. Deren Betrachtung erfolgt analog zu den Kennzahlen der Kostendimension.¹¹⁰

$$\text{Termintreue} = \frac{\text{Istdauer}}{\text{Plandauer}}$$

$$\text{Terminabweichung} = \frac{\text{Plandauer} - \text{Istdauer}}{\text{Plandauer}}$$

$$\text{Termintreue} - \text{Index} = \frac{\text{Neue Plandauer}}{\text{Alte Plandauer}}$$

Jedoch haben eindimensionale Kennzahlen, ohne zusätzliche Informationen zu anderen, Dimensionen nur wenig Aussagekraft.¹¹¹ Zeit und Kosten sind zum Teil substituierbar, wodurch eine Kostenunterschreitung auf eine effiziente Projektdurchführung oder auf Verzögerungen im Projekt hindeuten kann.¹¹² Auch ist es z.B. möglich, dass ein Projekt zwar die Kosten um 5% überschreitet jedoch um 10% mehr Leistung bringt. Eine alleinige Kostenbetrachtung würde dieses Projekt negativ bewerten. Aussagekräftiger sind hier mehrdimensionale Kenngrößen, die im Folgenden besprochen werden.¹¹³

¹⁰⁸ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 73f.

¹⁰⁹ Vgl. BURGHARDT, M. (2006), S. 387.

¹¹⁰ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 74.

¹¹¹ Vgl. SCHUH, G.; ARNOSCHT, J.; SCHIFFER, M. (2012), S. 264.

¹¹² Vgl. WERNER, B. (2002), S. 73f.

¹¹³ Vgl. SCHUH, G.; ARNOSCHT, J.; SCHIFFER, M. (2012), S. 264.

2.6.2.1.2 Mehrdimensionale Kenngrößen

Aus dem Zusammenhang zwischen den Dimensionen Leistung, Kosten und Zeit lässt sich die Durchführungseffizienz ableiten.¹¹⁴ Um diesen Zusammenhang darzustellen, stehen unter anderem folgende Methoden zur Verfügung:

- Kosten-Termin-Barometer
- Kosten-Termin-Diagramm
- Meilenstein-Trendanalyse
- Kosten-Trendanalyse
- Kosten-Meilenstein-Trendanalyse
- Earned-Value-Analyse

Kosten-Termin-Barometer

Mit Hilfe des Kosten-Termin-Barometers kann die aktuelle Kosten- und Terminsituation des jeweiligen Projektes dargestellt werden. Dabei wird die Kostenabweichung und Terminabweichung, wie zuvor bei den eindimensionalen Kennzahlen beschrieben, berechnet und auf einer Prozentskala aufgetragen.¹¹⁵

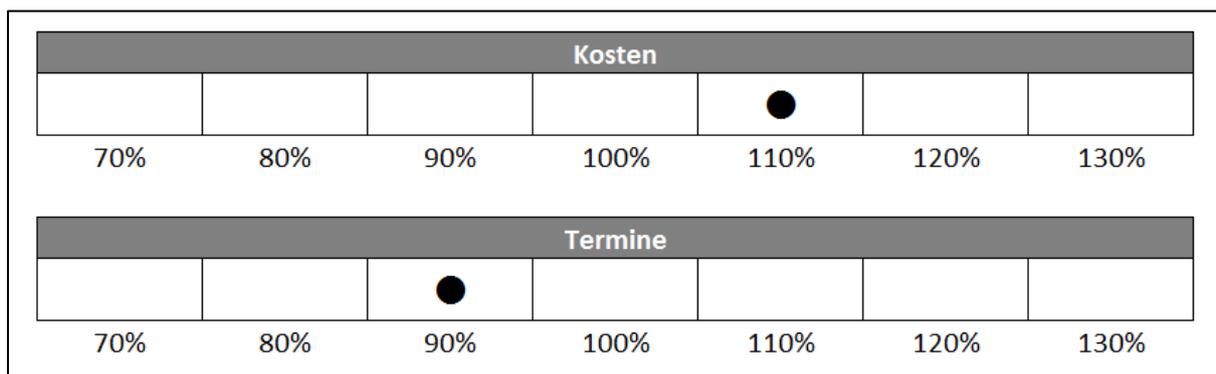


Abbildung 11: Kosten-Termin-Barometer¹¹⁶

¹¹⁴ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 74.

¹¹⁵ Vgl. GENTNER, A. (1994), S. 65.

¹¹⁶ Vgl. GENTNER, A. (1994), S. 66.

Kosten-Termin-Diagramm

Eine verbesserte Darstellung der Kosten- und Terminsituation, kann mit dem Kosten-Termin-Diagramm erreicht werden. Dazu werden die Plan- und Ist-Kosten in Abhängigkeit von der der Zeit meilensteinbasierend in ein zweidimensionales Achsenkreuz eingetragen und mit einander verglichen.¹¹⁷

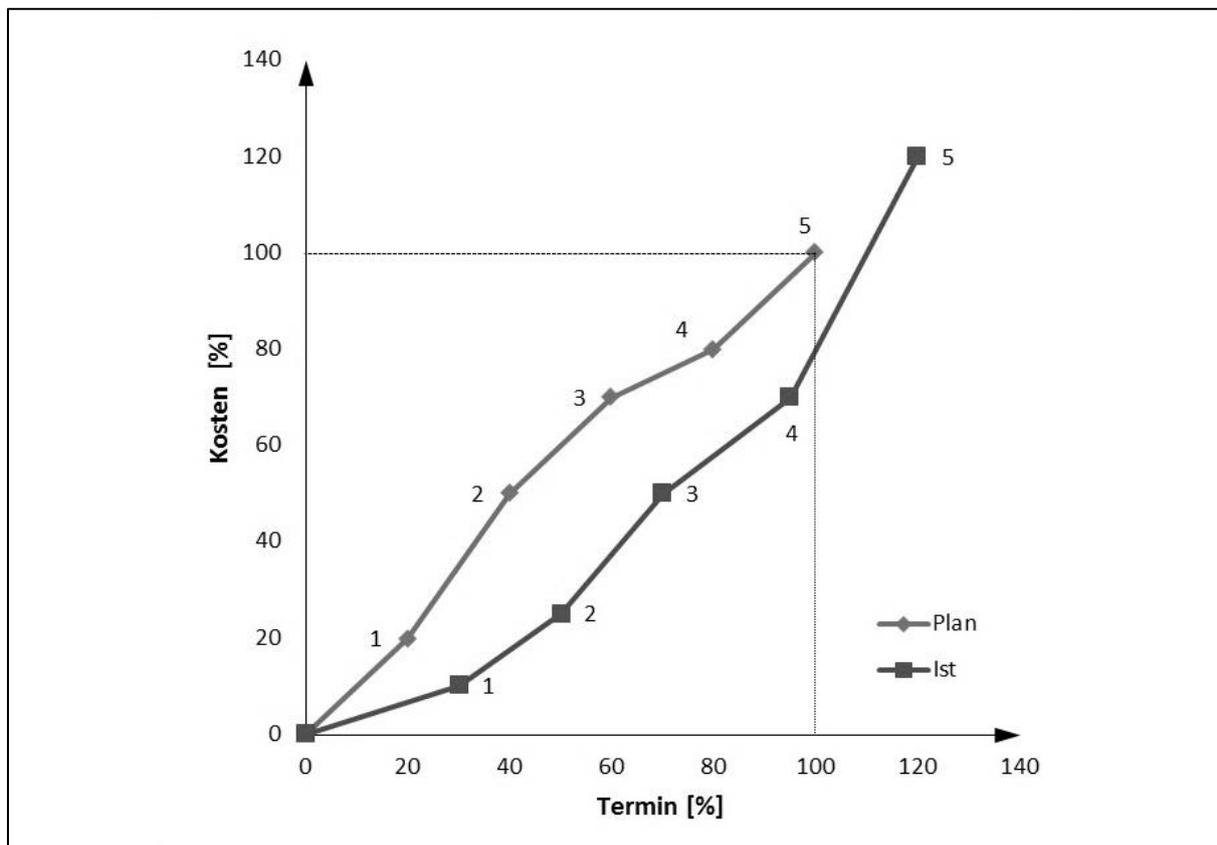


Abbildung 12: Kosten-Termin-Diagramm¹¹⁸

Aussagen zur Effizienz können aus einer Abweichungsanalyse zwischen Plan- und Ist-Kosten getroffen werden. Hier gibt es vier Typen von Abweichungen:

- Ist-Ist-Abweichungen – Hier werden ähnliche Projekte miteinander verglichen.
- Soll-Ist-Abweichungen (ex ante) – Die Bestimmung des Solls erfolgt hier aus früherer Sicht.
- Soll-Ist-Abweichungen (ex post) – Das Soll wird hier aus nachträglicher Sicht bestimmt. Hier können Ineffizienzen gegenüber dem korrigierten Entwicklungsplan ermittelt werden.
- Soll-Soll-Abweichungen – Hier werden die ursprünglichen mit den korrigierten Sollwerten verglichen, die als Planungsfehler interpretiert werden können.¹¹⁹

¹¹⁷ Vgl. GENTNER, A. (1994), S. 65.

¹¹⁸ Vgl. GENTNER, A. (1994), S. 66.

¹¹⁹ Vgl. WERNER, B. (2002), S.80f.

In der untenstehenden Abbildung werden die zuvor genannten Abweichungstypen dargestellt:

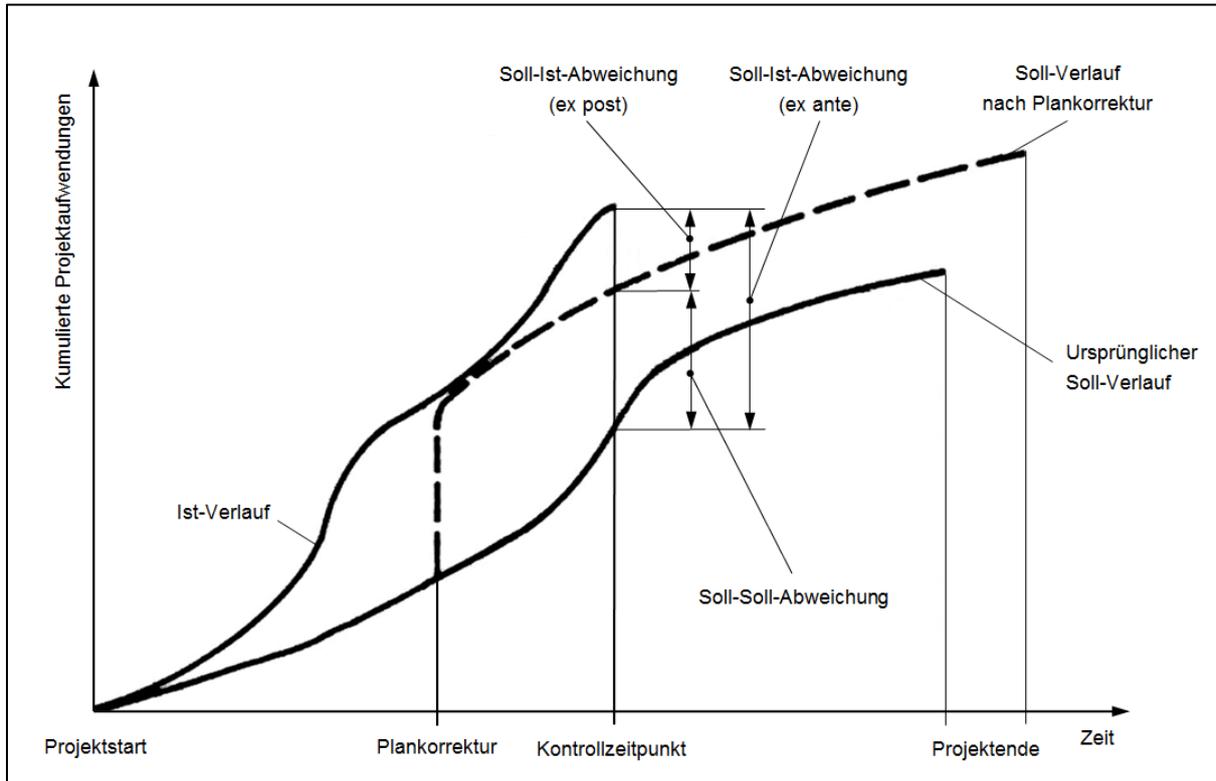


Abbildung 13: Abweichungsarten¹²⁰

Kostenverlaufskurven können auch aus früheren ähnlichen Projekten gewonnen werden und als Grundlage für Differenzierungen in der Kostenkurve dienen.¹²¹

Das Kosten-Termin-Barometer sowie das Kosten-Termin-Diagramm machen das Wechselspiel zwischen den Dimensionen Kosten und Zeit sichtbar. Ihr Nachteil besteht allerdings darin, dass sie die Leistungsdimension vernachlässigen.¹²² Abhilfe können hier die nachfolgend beschriebenen Verfahren bringen.

¹²⁰ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 81.

¹²¹ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 79.

¹²² Vgl. GENTNER, A. (1994), S. 66f.

Meilenstein-Trendanalyse

Bei der Meilensteintrendanalyse werden die erwarteten Fertigstellungstermine der wesentlichen Meilensteine graphisch dargestellt. Dazu werden zwei Terminachsen gleichen Maßstabs aufgespannt. Auf der horizontalen Achse wird der Berichtszeitpunkt und auf der vertikalen Achse der voraussichtliche Meilensteintermin aufgetragen. Im Anschluss werden zu regelmäßigen Berichtszeitpunkten die voraussichtlichen Termine, für das Erreichen der definierten Meilensteine ermittelt, in das Meilenstein-Trenddiagramm eingetragen und mit dem jeweiligen Wert der vorausgegangen Terminalschätzung verbunden.¹²³

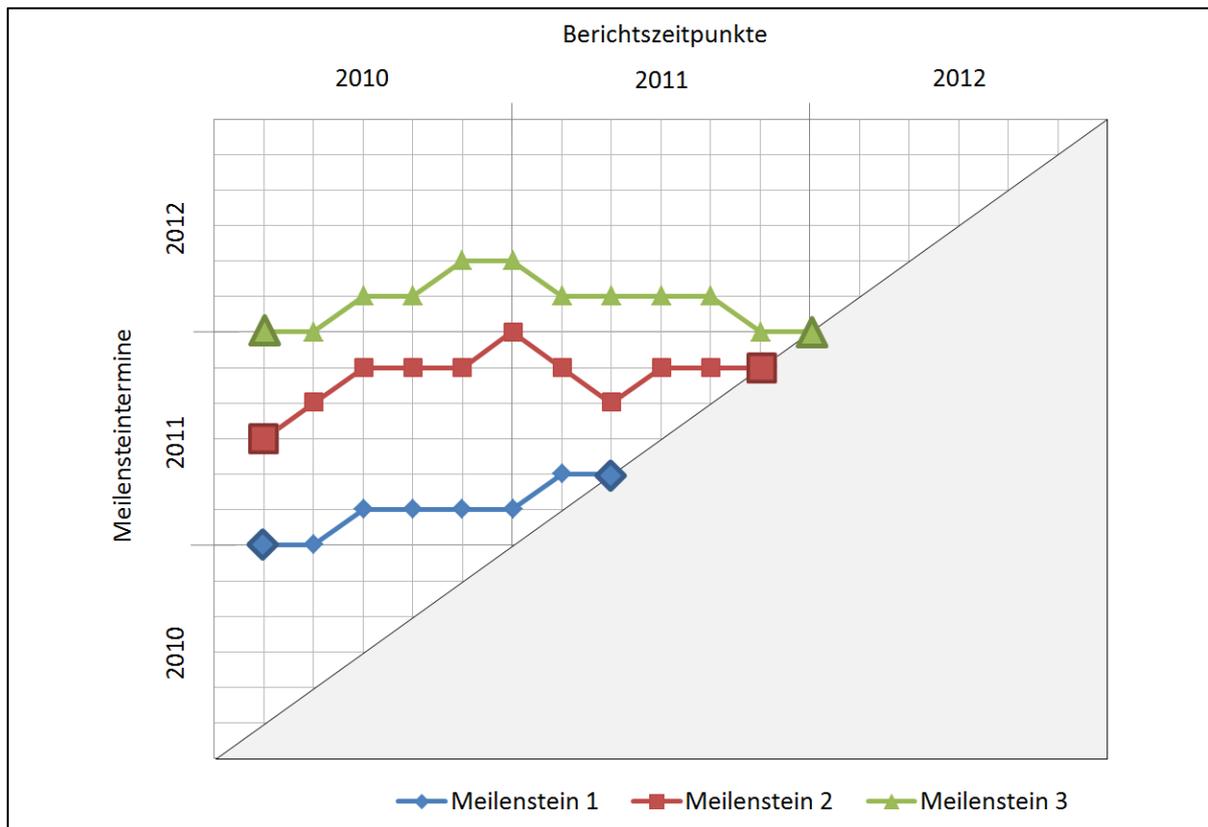


Abbildung 14: Meilensteintrendanalyse¹²⁴

Im Anschluss kann eine Analyse der Kurvenzüge durchgeführt werden:

- Horizontaler Kurvenverlauf – Bei diesem Kurvenverlauf entspricht die Durchführung der Planung.
- Steigender Kurvenverlauf – Dieser deutet auf eine zu optimistische Planung oder auf eine Durchführung die ineffizienter als geplant ist hin.
- Sinkender Kurvenverlauf – Hier wurde entweder mit zu großen Puffern geplant oder die Durchführung war effizienter als geplant.
- Schwankender Kurvenverlauf – Dieser spiegelt eine große Unsicherheit in Bezug auf die Terminaussagen wider.
- Gegensätzlicher Verlauf zweier abhängiger Vorgänge – Hier wurde mindestens ein Arbeitspaket unrealistisch geplant.¹²⁵

¹²³ Vgl. SPECHT, G.; BECKMANN, C.; AMELINGMEYER, J (2002), S. 487f.

¹²⁴ Vgl. SPECHT, G.; BECKMANN, C.; AMELINGMEYER, J (2002), S. 487.

Kosten-Trendanalyse

Bei der Kosten-Trendanalyse werden statt Meilensteine, Arbeitspakete betrachtet. Dazu wird die ursprüngliche Kostenschätzung im Verlauf des Projekts zu regelmäßigen Berichtsterminen überprüft und falls notwendig korrigiert. Diese neuen geplanten Gesamtkosten werden dann für das jeweilige Arbeitspaket im Trenddiagramm eingetragen.¹²⁶

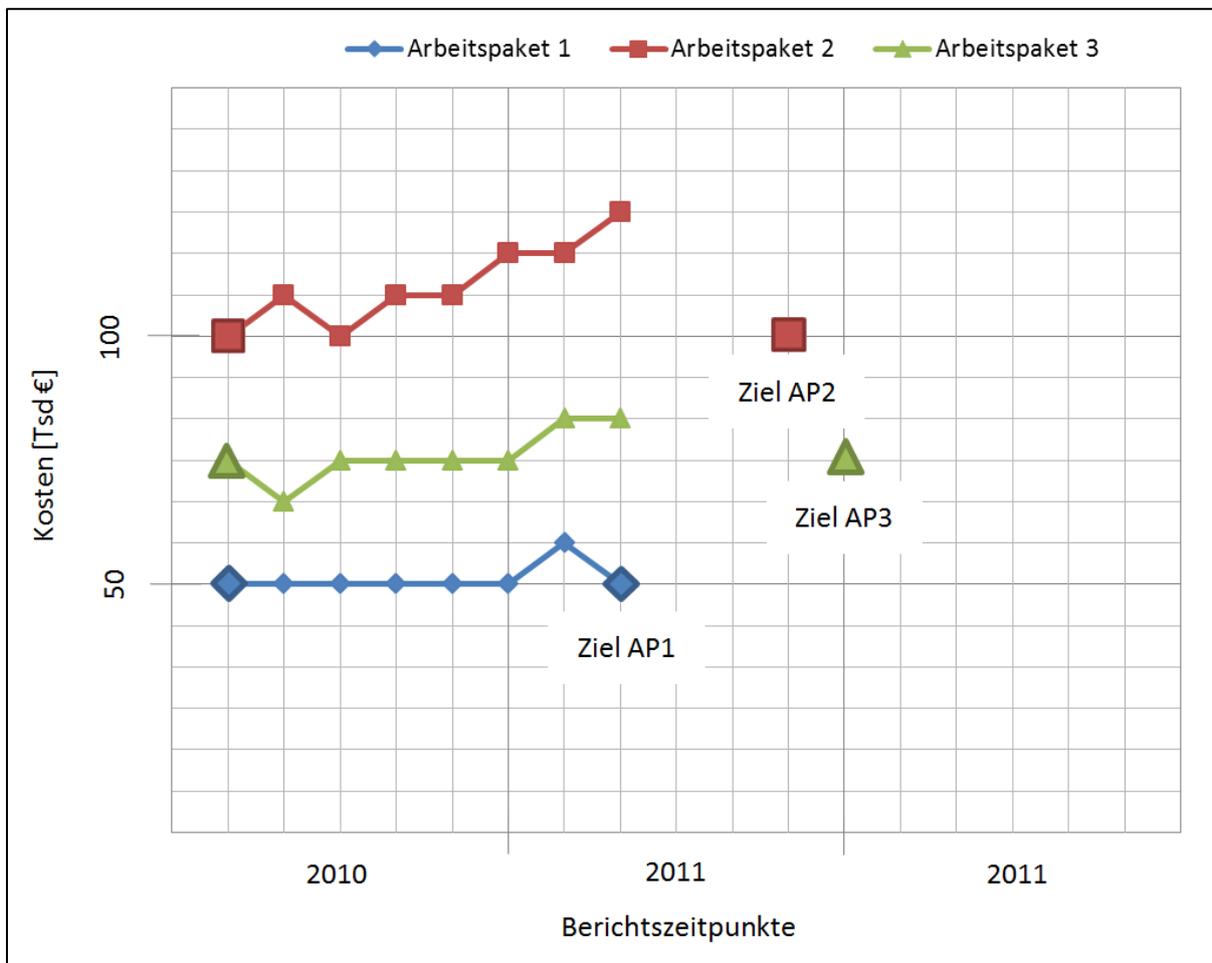


Abbildung 15: Kostentrendanalyse¹²⁷

Bei der Kosten-Trendanalyse können analoge Aussagen zur Meilenstein-Trendanalyse gebildet werden. Das bedeutet, dass bei einem waagrechten Kurvenzug die Durchführung entsprechend der Planung verläuft. Steigt oder sinkt der Kurvenverlauf, so deutet dies auf eine ineffizientere oder effizientere Durchführung, als im Plan festgelegt, hin.¹²⁸

¹²⁵ Vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 86.

¹²⁶ Vgl. BEA, F.; SCHEURER, S.; HESSELMANN, S. (2011), S. 40.

¹²⁷ Vgl. BURGHARDT, M. (2006), S. 367.

¹²⁸ Vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 86.

Kosten-Meilenstein-Trendanalyse

Es liegt Nahe die Kosten-Trendanalyse mit der Meilenstein-Trendanalyse zu kombinieren. Dazu muss ein gemeinsamer Maßstab für die Zeitachse gefunden werden, auf der die einzelnen Meilensteine sowohl in den Planterminen als auch in den Plankosten verfolgt werden. Nachfolgende Abbildung zeigt eine kombinierte Kosten-Meilenstein-Trendanalyse:¹²⁹

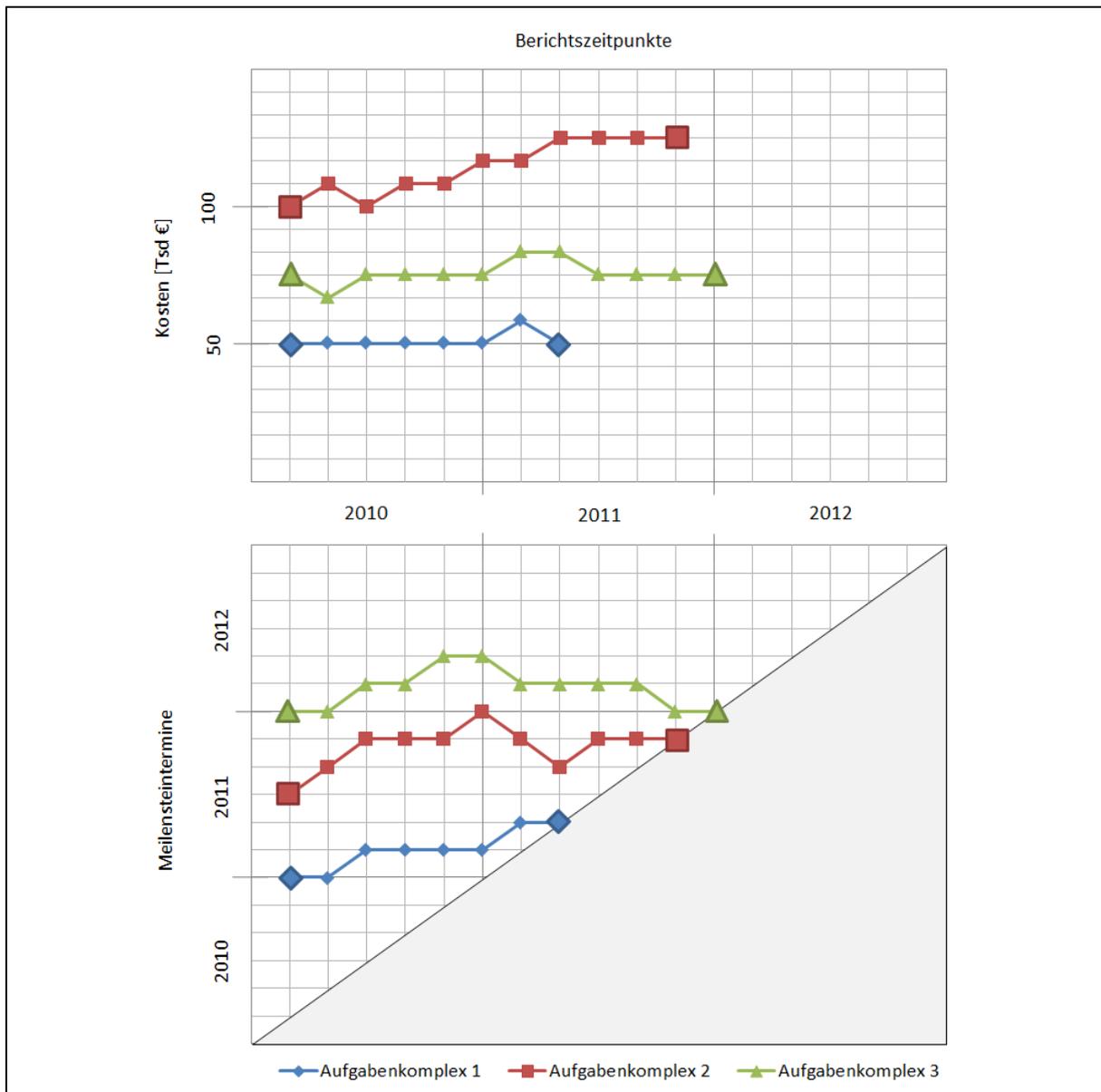


Abbildung 16: Kosten-Meilenstein-Trendanalyse¹³⁰

In diesem Beispiel wurde das Aufgabenkomplex 1 kostengerecht fertiggestellt, allerdings mit einer Überschreitung bei den Terminen. Im Aufgabenkomplex 2 wurden sowohl die Kosten als auch die Termine überschritten. Lediglich in Aufgabenkomplex 3 wurden beide Parameter plangerecht abgearbeitet.

¹²⁹ Vgl. BURGHARDT, M. (2006), S. 367.

¹³⁰ Vgl. BURGHARDT, M. (2006), S. 368.

Earned Value Analyse

Mit Hilfe der Analyse des Arbeitswerts (Earned Value) können alle drei Projektdimensionen, Leistung, Kosten und Zeit, erfasst werden. Somit wird es möglich, den zu einem bestimmten Zeitpunkt realisierten Leistungsfortschritt in Bezug zu den geplanten und tatsächlich angefallenen Kosten zu setzen. Der Arbeitswert bewertet den zu einem bestimmten Zeitpunkt realisierten Arbeitsfortschritt, durch abgearbeitete Arbeitspakete, mit den geplanten Kosten.¹³¹ Dieser kann über den Schnittpunkt zwischen einer horizontalen Linie, die durch die Planposition eines Meilensteins bzw. einer Arbeitspaketmenge gelegt wird, und einer vertikalen Linie, die durch den Fertigstellungszeitpunkt des Meilensteins bzw. der Arbeitspaketmenge geht, gebildet werden. Folgende Darstellung veranschaulicht diesen Sachverhalt:¹³²

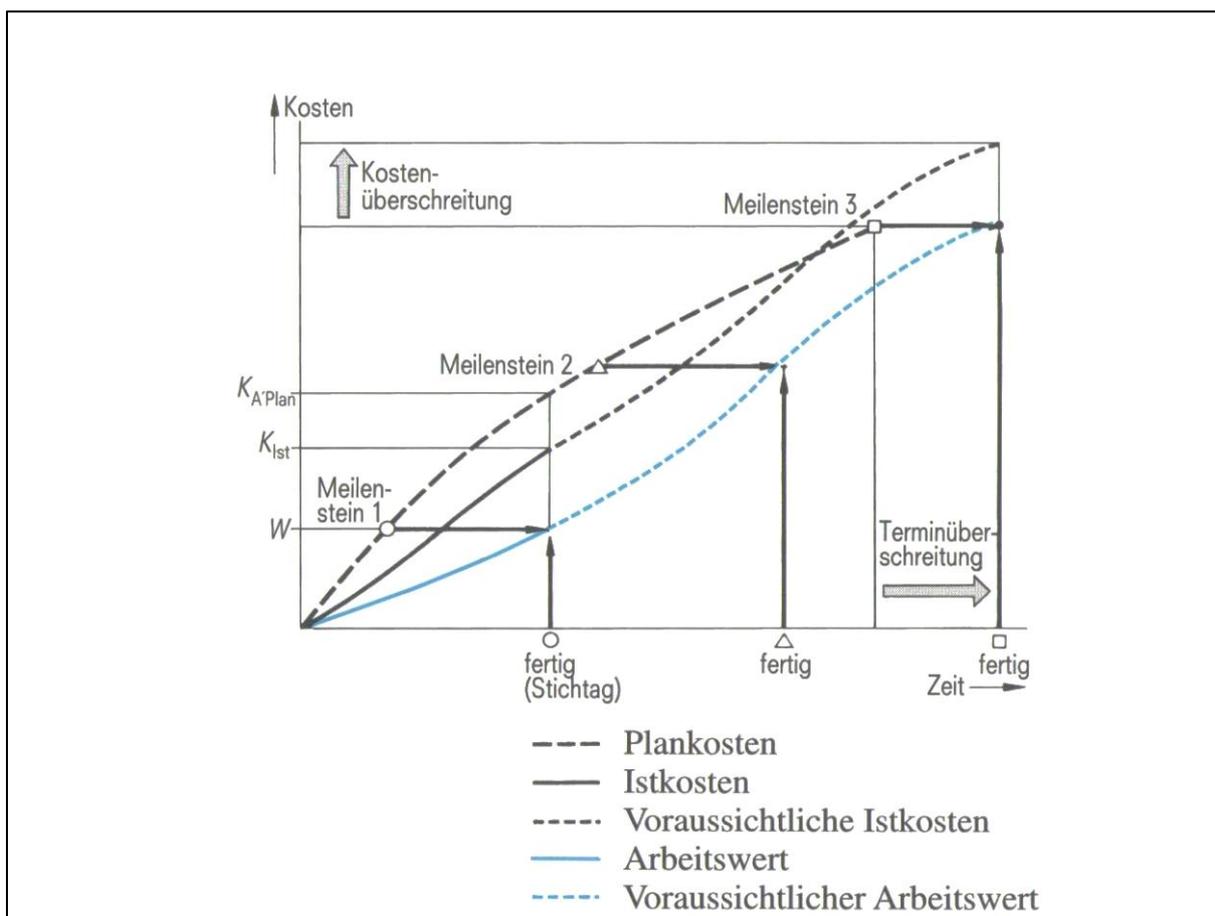


Abbildung 17: Earned Value Analyse¹³³

Die verwendeten Größen sind wie folgt definiert:

- Plankosten K_{Plan} sind die geplanten Kosten für die geplante Arbeitsleistung
- Istkosten K_{Ist} sind die angefallenen Kosten für die tatsächliche Arbeitsleistung
- Arbeitswert W sind die geplanten Kosten für die tatsächliche Arbeitsleistung.¹³⁴

¹³¹ Vgl. BÜRGELE, H.; HALLER, C.; BINDER, M. (1996), S. 314.

¹³² Vgl. BURGHARDT, M. (2006), S. 377.

¹³³ BURGHARDT, M. (2006), S. 377.

¹³⁴ Vgl. BURGHARDT, M. (2006), S. 377.

Bei einem direkten Vergleich dieser Größen sind folgende Abweichungsanalysen, bezüglich der Leistung und der Kosten, möglich:¹³⁵

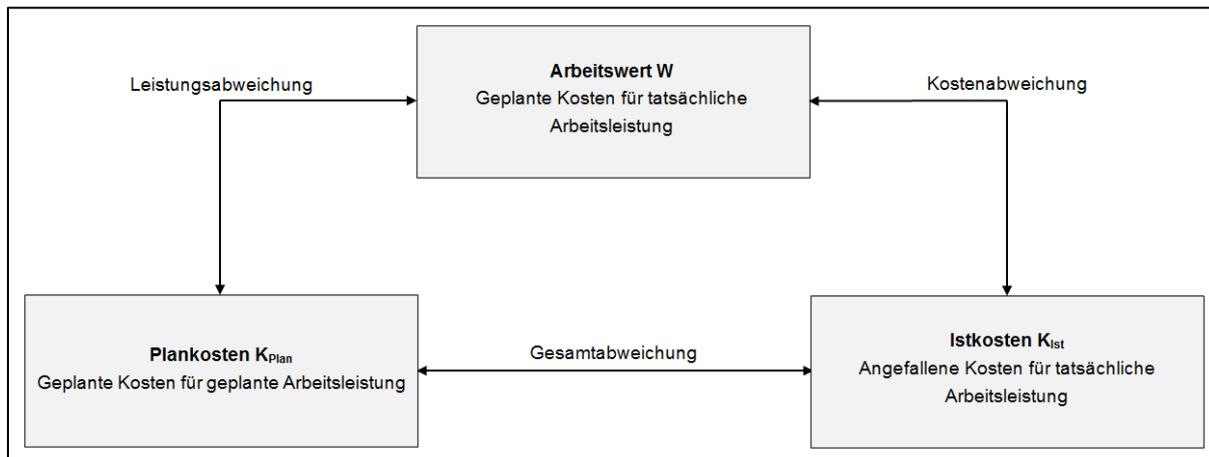


Abbildung 18: Abweichungsanalysen mit Hilfe des Arbeitswerts¹³⁶

Weiter können Bewertungszahlen abgeleitet werden die Aussagen zur Kosten- und Terminabweichung ermöglichen. Diese sind wie folgt definiert:¹³⁷

$$\text{Kostenbewertungszahl} = \frac{W - K_{Ist}}{K_{Ist}}$$

$$\text{Terminbewertungszahl} = \frac{W - K_{Plan}}{K_{Plan}}$$

Dabei deutet ein positiver Wert auf einen guten Projektverlauf bzw. ein negativer Wert auf einen schlechten Projektverlauf hin.¹³⁸ Auch lassen sich Leistungsindizes ableiten, die ein Maß für die Kosten- bzw. Termintreue darstellen:¹³⁹

$$\text{Kostenleistungsindex} = \frac{K_{Ist}}{W}$$

$$\text{Terminleistungsindex} = \frac{K_{Plan}}{W}$$

Leistungsindizes kleiner eins lassen auf einen guten Projektverlauf schließen. Indizes größer eins liegen bei einem schlechten Projektverlauf vor.¹⁴⁰

¹³⁵ Vgl. BÜRGELE, H.; HALLER, C.; BINDER, M. (1996), S. 314.

¹³⁶ Vgl. BÜRGELE, H.; HALLER, C.; BINDER, M. (1996), S. 315.

¹³⁷ Vgl. BURGHARDT, M. (2006), S. 378.

¹³⁸ Vgl. BURGHARDT, M. (2006), S. 378.

¹³⁹ Vgl. BURGHARDT, M. (2006), S. 378.

¹⁴⁰ Vgl. BURGHARDT, M. (2006), S. 377.

Abschließend zeigt die untenstehende Tabelle einen Überblick über die recherchierten projektgebundenen Kenngrößen:¹⁴¹

	Leistungsdimension		Kostendimension	Zeitdimension
	Produktfortschritt	Projektfortschritt		
Eindimensional	Sachfortschrittsbezogene Abweichung vom Planwert	Anzahl der erreichten Meilensteine	Kostentreue	Terminstreue
	Erfüllungsgrad von Produktanforderungen	Anteil der erreichten Meilensteine an gesamten Meilensteinen	Kostenabweichung gegenüber Plan	Terminabweichung gegenüber Planwert
	Erfüllungsgradabweichung	Anzahl abgeschlossener Arbeitspakete	Kostenabweichung gegenüber vergleichbare Projekte	Terminabweichung gegenüber vergleichbare Projekte
	Einhaltung der Produktzielkosten	Anteil der abgeschlossenen Arbeitspakete an gesamten Arbeitspaketen	Plankostenindex	Planterminindex
	Abweichung der Leistungsdaten	Erreichung des geplanten Fertigstellungsgrads	Häufigkeit von Kostenüberschreitungen	Durchschnittliche Terminüberschreitung
	Zahl der noch auftretenden Fehler	Anzahl der Schleifen in der Entwicklung	Anteil der Arbeitspakete mit Kostenüberschreitung	Nachbearbeitungszeit
	Änderungsquote nach bestimmten Projektphasen	First Pass Yield ¹⁴²	Fehler- und Änderungskosten	
			Durschnittliche Anpassungskosten	
			Budgeteinhaltung	
	Mehrdimensional			Kosten Termin Barometer
		Kosten Termin Diagramm		
Meilenstein - Trendanalyse Zahl und relative Größe der Abweichungen in der Meilenstein - Trendanalyse		Meilenstein – Trendanalyse Zahl und relative Größe der Abweichungen in der Meilenstein - Trendanalyse		
Kosten - Trendanalyse Zahl und relative Größe der Abweichungen in der Kosten - Trendanalyse				
		Kosten - Meilenstein - Trendanalyse Zahl und relative Größe der Abweichungen in der Kosten - Meilenstein - Trendanalyse		
		Earned Value Analyse		

Tabelle 4: Projektgebundene Kenngrößen¹⁴³

¹⁴¹ Vgl. CHIESA, V. et. al. (2009), S. 98; vgl. GASSMANN, O.; PEREZ-FREIJE, J. (2011), S. 396; vgl. GENTNER, A. (1994), S. 119 und 127; vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 43; vgl. STIRZEL, M, ARMBRÜSTER, T. (2012), S. 62 und vgl. WERNER, B. (2002), S. 71ff und 342.

¹⁴² Siehe Glossar.

¹⁴³ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 71.

2.6.2.2 Projektübergreifende Kenngrößen

Die projektübergreifenden Kennzahlen gehen auf die Prozessqualität von Projekten ein, ohne direkt auf die elementaren Projektparameter, Leistung, Kosten und Zeit, zurückzugreifen. Hier können folgende Größen verwendet werden:

- Planungsqualität
- Planabweichungen
- Projektabbrüche.¹⁴⁴

Planungsqualität

Die Planungsqualität eines Projektes kann mit Hilfe eines Netzplanes¹⁴⁵ erfolgen. Dazu werden die Anordnung der zeitkritischen Vorgänge und die Zahl der vorhandenen Puffer untersucht. Ist ein Projekt abgeschlossen, so lässt sich die Planungsqualität auch über dessen Projektüberstundenrate ermitteln.¹⁴⁶ Eine weitere Möglichkeit zur Bewertung der Planungsqualität stellt der Anteil der Änderungskosten im Projekt zu dessen Gesamtkosten dar.¹⁴⁷

Planabweichungen

Wird die Anzahl und der Umfang der Planabweichungen erfasst, können Rückschlüsse auf die Prozessqualität gewonnen werden. Diese können in weiterer Folge zu Planrevisionen, deren Anzahl und Umfang ebenfalls Aussagen zur Projektqualität bzw. Projekteffizienz treffen, führen.¹⁴⁸ Hier können Kenngrößen wie die Projektzuverlässigkeit oder Projektabweichungen verwendet werden.¹⁴⁹

Projektzuverlässigkeit

= Anzahl der Projekte innerhalb Zeitplan, Budget und Kostenzielen

Projektabweichungen = Zahl der Planabweichungen

Projektabbrüche

Planabweichungen und Planrevisionen können zum Abbruch von Projekten führen. Aussagen zur Projekteffizienz kann hier beispielsweise die Projekterfolgsrate liefern.¹⁵⁰

$$\text{Projekterfolgsrate} = \frac{\text{Anzahl abgeschlossener Projekte}}{\text{Anzahl begonnener Projekte}}$$

¹⁴⁴ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 84.

¹⁴⁵ Siehe Glossar.

¹⁴⁶ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 84.

¹⁴⁷ Vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 43.

¹⁴⁸ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 84.

¹⁴⁹ Vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 43f.

¹⁵⁰ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 84.

Eine Gewichtung der Projekterfolgsrate kann über das geplante Projektkostenvolumen erfolgen, um die Größe der Projekte zu berücksichtigen. Die gewichtete Projekterfolgsrate berechnet sich wie folgt:¹⁵¹

$$\text{gewichtete Projekterfolgsrate} = \frac{\text{geplantes Kostenvolumen der geschlossenen Projekte}}{\text{geplantes Kostenvolumen der begonnenen Projekte}}$$

Allerdings ist es wichtig, die Projektabbrüche richtig zu interpretieren, denn ein früher und bewusster Abbruch eines Projekts spart Kosten, vermeidet einen langsamen Misserfolg und setzt sinnvoller nutzbare Kapazitäten frei. Werden Projekte erst sehr spät abgebrochen kann dies ein Hinweis auf fehlende Effizienz sein. Somit ist neben der Zahl der Projektabbrüche auch der Zeitpunkt des Projektabbruchs relevant.¹⁵² Einen möglichen Indikator stellen die Kosten bis zum Projektabbruch dar.¹⁵³

¹⁵¹ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 84.

¹⁵² Vgl. WERNER, B. (2002), S. 84.

¹⁵³ Vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 43.

In der nachfolgenden Tabelle werden die recherchierten projektübergreifenden Kenngrößen aufgelistet:

Projektübergreifende Kenngrößen¹⁵⁴	Planungs- qualität	Anteil der zeitkritischen Vorgänge an gesamten Vorgängen Pufferweite Projektüberstundenrate Anteil der Wertschöpfungszeit an der Gesamtarbeitszeit Anteil des zeitlichen Projektaufwands an Projektdauer Anteil der Änderungskosten an den Gesamtkosten
	Plan- abweichungen	Anteil der Projekte innerhalb Zeitplan Anteil der Projekte innerhalb Budget- bzw. Kostenzielen Anteil der Projekte innerhalb Zeitplan und Budget- bzw. Kostenzielen Anzahl der Planabweichungen (bezogen auf Kosten, Termine und Sachfortschritt) Anzahl der Planrevisionen Anzahl der Termin- bzw. Kostenverzüge
	Projektabbrüche	Anzahl der Projektabbrüche Anteil der abgebrochenen Projekte an Gesamtprojektanzahl Kosten bis zum Projektabbruch Zeit bis zum Projektabbruch Anteil der erfolgreichen Projekte Anteil der erfolglosen Projekte Projekterfolgsrate Kostenmäßig gewichtete Projekterfolgsrate Projektmisserfolgsrate Anteil der Kosten gescheiteter Projekte an den Gesamtkosten

Tabelle 5: Projektübergreifende Kenngrößen¹⁵⁵

¹⁵⁴ Vgl. BESTMANN, U. (2011), S. 79; vgl. FISCHER, J.; LANGE, U.; MEYER, B. (2005), S. 15; vgl. GENTNER, A. (1994), S. 127; vgl. LAZZAROTTI, V.; MANZINI, R.; MARI, L. (2011), S. 221; vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 43ff und vgl. WERNER, B. (2002), S. 84 und 342.

¹⁵⁵ Eigene Tabelle.

2.6.3 Verhältniskenngrößen

Effizienz hängt, wie zuvor definiert, vom Zusammenspiel der Größen Outputs bzw. Outcomes und Inputs ab, wodurch eine alleinige Messung einer dieser drei Größen nur eine ungenaue Aussage über die Effizienz liefert. Die Messung der Effizienz kann somit durch die Bildung einer Beziehungszahl, die das Verhältnis von Outputs bzw. Outcomes und Inputs erfasst, erfolgen, welche über den Quotienten von zwei verschiedenartigen aber in einer sachlich sinnvollen Beziehung stehenden Zahlen gebildet wird. Dazu können alle sinnvoll zu verknüpfenden Kenngrößen der Output- bzw. Outcome- und Input-Rubriken verwendet werden.¹⁵⁶

2.6.3.1 Arten von Beziehungszahlen

Bei der Auswahl von Beziehungszahlen kann grundsätzlich unterschieden werden zwischen

- einfache Beziehungszahlen, die aus jeder Art von Input- und Output- bzw. Outcome-Kennzahlen gebildet werden und
- rein monetären Beziehungszahlen, die sowohl im Zähler als auch im Nenner monetäre Kenngrößen beinhalten.¹⁵⁷

Einfache Beziehungszahlen

Bei ihnen wird von einem funktionalen Verhältnis zwischen Input und Output bzw. Outcome ausgegangen und zwar in der Weise, dass eine Erhöhung des Inputs auch zu einer Erhöhung des Outputs bzw. Outcomes führt. Hier werden Zusammenhänge zwischen den Größen gesucht, z.B. dass die Erhöhung der Personalanzahl im F&E-Bereich auch zu einer höheren Anzahl an Patenten führen müsste.¹⁵⁸

Rein monetäre Beziehungszahlen

Rein monetär bewertete Beziehungszahlen werden im Hinblick auf Forschung und Entwicklung auch als „Return-on-Research“ (RoR) Kennzahlen bezeichnet.¹⁵⁹ Diese können sich an der Rentabilitätszahl „Return-on-Investment“ (RoI) orientieren.¹⁶⁰ Der ROI ist ein Maß für die Gesamtkapitalrentabilität und wird wie folgt berechnet:¹⁶¹

$$RoI = \frac{\text{Gewinn} + \text{Fremdkapitalzinsen}}{\text{Ø Gesamtkapital}}$$

$$RoI = \frac{\text{Gewinn} + \text{Fremdkapitalzinsen}}{\text{Umsatz}} * \frac{\text{Umsatz}}{\text{Ø Gesamtkapital}}$$

$$RoI = \text{Umsatzrendite} * \text{Kapitalumschlag}$$

¹⁵⁶ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 116.

¹⁵⁷ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 321.

¹⁵⁸ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 322.

¹⁵⁹ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 322.

¹⁶⁰ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 116.

¹⁶¹ Vgl. THOMMEN, J.; ACHLEITNER, A. (2003), S. 492.

Wird diese Kennzahl auf die Forschungs- und Entwicklungsabteilung angewandt, kann daraus ein RoR Indikator abgeleitet werden, der die Rentabilität der Investitionen und Aufwände wiedergibt. Hier wird von einer hohen Rentabilität als ein Anzeichen einer guten Effizienz und Effektivität ausgegangen. Dieser RoR Indikator ist wie folgt definiert:¹⁶²

$$RoR = \frac{\text{Gewinn aus Innovationen}}{\text{Umsatz aus Innovationen}} * \frac{\text{Umsatz aus Innovationen}}{\text{F\&E Aufwand und Investitionen}}$$

$$RoR = \text{Umsatzrentabilität von Innovationen} * \frac{1}{\text{F\&E Quote}}$$

Allgemeiner kann eine RoR-Kennzahl als eine Beziehungskennzahl verstanden werden, die monetär bewertete in sachlicher Verbindung stehende Inputs und Outputs bzw. Outcomes ins Verhältnis setzt.¹⁶³ Diese Definition entspricht im Wesentlichen der der Wirtschaftlichkeit und wird in weiterer Folge in dieser Arbeit für RoR-Kennzahlen verwendet.

2.6.3.2 Bildung von Beziehungszahlen

Zur Darstellung und Bildung von beiden Arten von Beziehungszahlen kann eine Morphologische Matrix verwendet werden. Es werden die Outputs- und Outcomes horizontal und die Inputs vertikal aufgetragen, um dann diese in den einzelnen Feldern zu kombinieren. Nachfolgende Abbildung veranschaulicht diesen Sachverhalt allgemein:

		Output		Outcome	
		KPI A	KPI B	KPI C	KPI D
Input	KPI X	$\frac{\text{KPI A}}{\text{KPI X}}$	$\frac{\text{KPI B}}{\text{KPI X}}$	$\frac{\text{KPI C}}{\text{KPI X}}$	$\frac{\text{KPI D}}{\text{KPI X}}$
	KPI Y	$\frac{\text{KPI A}}{\text{KPI Y}}$	$\frac{\text{KPI B}}{\text{KPI Y}}$	$\frac{\text{KPI C}}{\text{KPI Y}}$	$\frac{\text{KPI D}}{\text{KPI Y}}$

Tabelle 6: Morphologische Matrix¹⁶⁴

¹⁶² Vgl. WERNER, B. (2002), S. 117f.

¹⁶³ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 118.

¹⁶⁴ Eigene Darstellung.

Die untenstehende Tabelle zeigt typische Outputs bzw. Outcomes und Inputs der Forschungs- und Entwicklungsabteilung, die miteinander kombiniert werden:

Forschungs- bzw. Entwicklungs-Inputs	Forschungs- bzw. Entwicklungs-Outputs und -Outcomes
Anzahl der F&E-Mitarbeiter	Anzahl an Publikationen
F&E-Kosten	Anzahl an Patenten
F&E-Investitionen	Anzahl der durchgeführten Projekten
Gesamtaufwand	Anzahl der Entwicklungen
	Lizeneinnahmen
	Umsatz der Innovationen
	Umsatzwachstum durch Innovationen
	Marktanteilswachstum durch Innovationen

Tabelle 7: Typische Outputs bzw. Outcomes und Inputs der F&E-Abteilung¹⁶⁵

Beispielhaft kann eine Morphologische Matrix wie folgt aussehen:

		Output		Outcome	
		Abgeschlossene Projekte	Patente	Kundenzufriedenheit	Deckungsbeitrag
Input	Projektkosten	$\frac{\text{Abgeschlossene Projekte}}{\text{Projektkosten}}$	$\frac{\text{Patente}}{\text{Projektkosten}}$	$\frac{\text{Kundenzufriedenheit}}{\text{Projektkosten}}$	$\frac{\text{Deckungsbeitrag}}{\text{Projektkosten}}$
	Mitarbeiter	$\frac{\text{Abgeschlossene Projekte}}{\text{Mitarbeiter}}$	$\frac{\text{Patente}}{\text{Mitarbeiter}}$	$\frac{\text{Kundenzufriedenheit}}{\text{Mitarbeiter}}$	$\frac{\text{Deckungsbeitrag}}{\text{Mitarbeiter}}$

Tabelle 8: Beispiel zur Morphologischen Matrix¹⁶⁶

An dieser Stelle soll nochmals zwischen Effizienz und Produktivität unterschieden werden, da diese Unterscheidung bei der Bildung der Verhältniskennzahlen eine Rolle spielen kann. Effizienz wird aus dem Quotienten aus bewerteten Output bzw. Outcome und bewerteten Input gebildet.¹⁶⁷

$$\text{Effizienz bzw. Gesamteffizienz} = \frac{\text{bewerteter Output bzw. Outcome}}{\text{bewerteter Input}}$$

Die Produktivität wird aus einer mengenmäßigen Gegenüberstellung des Outputs bzw. Outcomes und des Inputs bestimmt.¹⁶⁸

$$\text{Produktivität} = \frac{\text{mengenmäßiger Output bzw. Outcome}}{\text{mengenmäßiger Input}}$$

Bei einer rein mengenmäßigen Betrachtung muss ein Projekt nicht zwangsläufig in Einklang mit den Unternehmenszielen stehen.¹⁶⁹ Dies soll am Beispiel der Mitarbeiterproduktivität für

¹⁶⁵ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 118.

¹⁶⁶ Eigene Darstellung.

¹⁶⁷ Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 182.

¹⁶⁸ Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 182f.

¹⁶⁹ Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 183.

Produktprojekte, die sich aus dem Verhältnis der Anzahl der Produktprojekte und der Anzahl der Mannstunden zusammensetzt, verdeutlicht werden.

$$\text{Mitarbeiterproduktivität} = \frac{\text{Anzahl der Produktprojekte}}{\text{Anzahl der Personenstunden}}$$

Eine Steigerung der Produktivität kann in diesem Fall entweder durch eine Steigerung der Anzahl der Produktprojekte oder durch eine Senkung der Anzahl der Personenstunden erreicht werden. Wird diese Steigerung aber auf Grund einer geringeren Qualität der Produkte oder durch eine Kompensation der Mitarbeiterstunden durch einen höheren Kapitaleinsatz erreicht, so kann diese auch einen negativen Einfluss auf die Unternehmensziele haben. An diesem Beispiel wird deutlich, dass durch den Einsatz von rein mengenmäßigen Verhältniskennzahlen irreführende Ergebnisse entstehen können und in weiterer Folge kontraproduktive Entscheidungen möglich sind.¹⁷⁰ Aufgrund dieses Beispiels scheint eine wertmäßige Betrachtung sinnvoller, als eine rein mengenmäßige. Dabei kann eine wertmäßige Betrachtung einerseits monetär und andererseits über die möglichen Einflussfaktoren auf die Unternehmensziele erfolgen. Diese Einflussfaktoren sind auf der Ebene der Forschungs- bzw. Entwicklungsprojekte, die Zielgrößen Zeit, Kosten auf der Inputseite und die Qualität auf der Outputseite.¹⁷¹

¹⁷⁰ Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 183.

¹⁷¹ Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 183f.

In den nächsten drei Abschnitten wird näher auf die Input-, Output- und Outcomekennzahlen eingegangen, die zur Bildung von Verhältnissen verwendet werden können. Hier erfolgt nochmals die Darstellung Effizienzmaße und Effektivitätsmaße am IPOO-Modell. Dem Modell werden Perspektiven zugeordnet um die Kennzahlen weiter zu strukturieren. Dabei entsprechen die Perspektiven zum Teil denen der BSC.

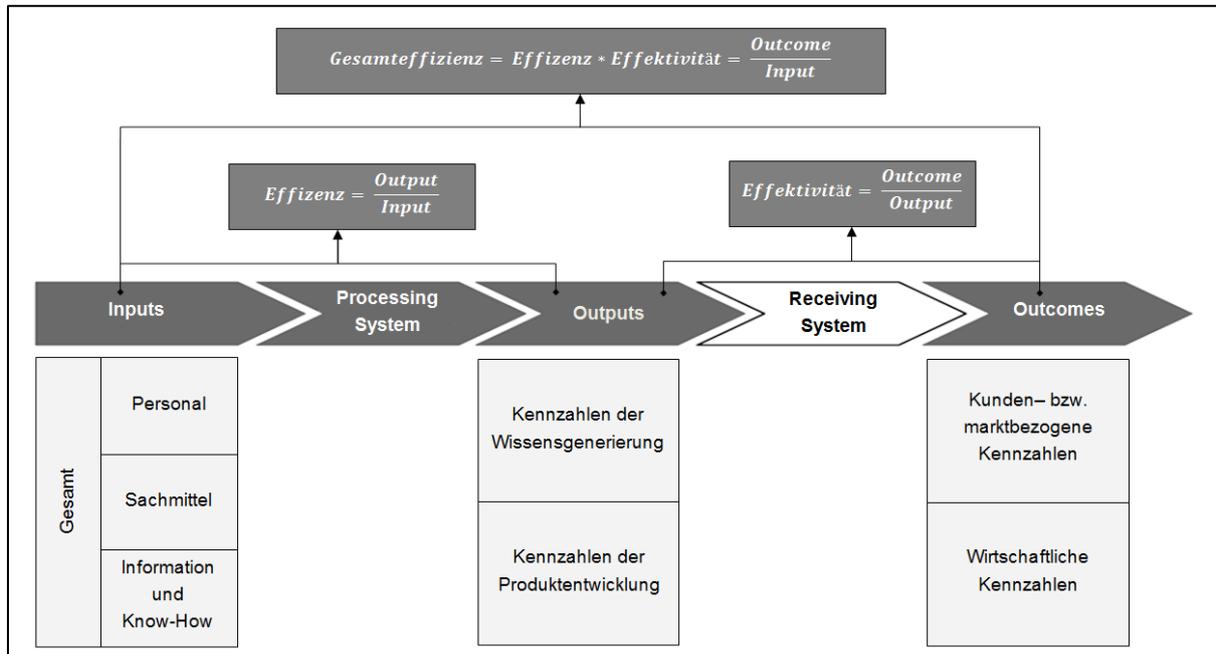


Abbildung 19: Effizienz und Effektivitätsmaße am IPOO-Modell¹⁷²

2.6.3.3 Inputkennzahlen

Mit Hilfe von Inputkennzahlen werden Ressourcen erfasst, die in die Innovationstätigkeit einfließen. Diese können Personal, Sachmittel, Informationen, Know-How und finanzielle Ressourcen sein. Bei genauerer Analyse der Kosten für Forschung und Entwicklung wird allerdings deutlich, dass die Personal und Sachmittel den Großteil der Kosten ausmachen.¹⁷³ Diese beiden Größen stellen die zwei wichtigsten Inputfaktoren dar.¹⁷⁴ Neben diesen wird die Innovationstätigkeit auch in starkem Maße von den intangiblen Inputs, diese sind vor allem Informationen und Know-How, beeinflusst. Allerdings ist die Aussagekraft dieser Kennzahlen, aufgrund der schwierigen Quantifizierbarkeit, weniger inhaltsvoll als die Kennzahlen die Personal- und Sachmittel betreffen.¹⁷⁵

¹⁷² Eigene Darstellung.

¹⁷³ Vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 39.

¹⁷⁴ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 61.

¹⁷⁵ Vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 39.

Werden die Einflussfaktoren der F&E-Projekte auf die Unternehmensziele betrachtet, so sind dies auf der Inputseite die beiden Dimensionen Zeit und Kosten. Der Begriff der Effizienz kann somit inputseitig in die Dimensionen Zeit- und Kosteneffizienz zerlegt werden:¹⁷⁶

$$\text{Zeiteffizienz bzw. Zeitgesamteffizienz} = \frac{\text{bewerteter Output bzw. Outcome}}{\text{bewerteter Input (Zeiteinheiten)}}$$

$$\text{Kosteneffizienz bzw. Kostengesamteffizienz} = \frac{\text{bewerteter Output bzw. Outcome}}{\text{bewerteter Input (Geldeinheiten)}}$$

Im Anschluss erfolgt eine Darstellung der aus der Literaturrecherche stammenden Inputkennzahlen:

Inputkenngrößen ¹⁷⁷	Personal	Höhe der Personalkosten Personalkosten pro Mitarbeiter Anteil Personalkosten an Gesamtkosten Anzahl der Personenstunden Anzahl der Mitarbeiter Mannjahre Kosten pro Mannjahr Durchschnittliche Anzahl der Mitarbeiter pro Projekt Struktur der Mitarbeiterqualifikation Akademikerquote Altersstruktur der Mitarbeiter Extern vergebene Mannjahre Anteil F&E-Mitarbeiter an der Gesamtmitarbeiterzahl Anteil gebundenes Personal in F&E Projekten an den gesamten Projekten
	Sachmittel	Kosten für Sachmittel Abschreibungen auf Räumlichkeiten Abschreibungen auf Forschungsgeräte CPU Stunden Kosten für CPU Stunden Anzahl der Verwendung des Labor

Tabelle 9: Inputkenngrößen (I)¹⁷⁸

¹⁷⁶ Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 184ff.

¹⁷⁷ Vgl. FISCHER, J.; LANGE, U.; MEYER, B. (2005), S. 15; vgl. LAZZAROTTI, V.; MANZINI, R.; MARI, L. (2011), S. 221; vgl. LEIKE, F.; OLLECH, A. (2011), S. 64; vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 40 und vgl. WERNER, B. (2002), S. 60 und 312.

¹⁷⁸ Eigene Tabelle.

Inputkenngrößen ¹⁷⁹	Information und Know-How	Weiterbildungskosten Weiterbildungskosten pro Mitarbeiter Weiterbildungstage Weiterbildungsangebot Kosten für Messe- und Konferenzbesuche Anzahl der Messe- und Konferenzbesuche Anzahl der abonnierten wissenschaftlichen Zeitschriften Kosten für Bibliotheksbestände Anzahl der Einträge im Wissensmanagementsystem Anzahl der Datenbankabfragen Anteil der Potentialträger ¹⁸⁰ Anteil der Spezialisten Anteil der Technologien die innerbetrieblich beherrscht werden Anteil der Monopol-Technologien Anzahl der bestehenden Patente Anzahl der konkret eingesetzten Patente Nutzung erarbeiteter Technologien Anzahl der Ideen Anzahl der laufenden kooperativen Projekte Anzahl der externen Kooperationen Nutzung von Kundenwissen
	Gesamt	Gesamtkosten Betriebskosten Anteil Fixkosten an Gesamtkosten Anteil Kapitalkosten an Gesamtkosten Gemeinkosten Budget Budget je Mitarbeiter Verfügbare Mittel Verfügbare Mittel je Mitarbeiter Anteil F&E-Kosten an Gesamtkosten Anteil F&E-Investitionen an Gesamtinvestitionen F&E-Quote F&E-Intensität

Tabelle 10: Inputkenngrößen (II)¹⁸¹

¹⁷⁹ Vgl. ANDREW, J. et. al. (2008), S. 11ff; vgl. BESTMANN, U. (2011), S. 78; vgl. FISCHER, J.; LANGE, U.; MEYER, B. (2005), S. 15; vgl. HAUBER, R. (2002), S. 150 und 154f; vgl. LEIKE, F.; OLLECH, A. (2011), S. 64; vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 31 und 40; vgl. SCHMITT, M. (2012), S. 58ff; vgl. STIRZEL, M., ARMBRÜSTER, T. (2012), S. 62 und vgl. WERNER, B. (2002), S. 60 und 312.

¹⁸⁰ Siehe Kapitel 2.3.6.4.1.

¹⁸¹ Eigene Tabelle.

2.6.3.4 Outputkennzahlen

Mit Hilfe von Outputkennzahlen sollen technologische Ergebnisse der Innovationstätigkeiten, die zumeist direkte Resultate der Innovationsarbeiten der Forschungs- bzw. Entwicklungsabteilung eines Unternehmens sind, abgebildet werden.¹⁸² Dabei kommt es auf die Schaffung von Wissen, neuen Produkten und neuen Prozessen an, um dann diese Resultate am Markt zu verwerten. In der Forschung bzw. Entwicklung wird auf der einen Seite neues Wissen generiert, um dieses dann auf der anderen Seite in neuen Produkten oder Verfahren zu verwenden.¹⁸³ Nachstehend werden die Outputkennzahlen, unterteilt in die beiden Kategorien Wissensgenerierung und Produktentwicklung, diskutiert.

2.6.3.4.1 Kennzahlen der Wissensgenerierung

Im Zuge von Forschungs- bzw. Entwicklungstätigen entstehen Outputs in Form von Wissen, welches in den drei folgenden Formen auftreten kann:

- Als formelles oder informelles System – Hier werden Leistungen erbracht die für ein Produktprojekt notwendig sind, jedoch nicht direkt am Markt verwertet werden können. Dies können Konstruktionszeichnungen, eine bestimmte Software oder auch Netzwerke sein.
- In Gestalt von registrierten oder verkauften Wissen – Dies ist ein Wissen über technische Lösungen, welches allerdings erst für spätere Produkte hilfreich ist. Darunter fallen Patente oder Lizenzrechte.
- In Form von Fähigkeiten und Expertisen der Mitarbeiter – Das ist personengebundenes Wissen, welches bei der Forschungs- bzw. Entwicklungstätigkeit entsteht und bei späteren Projekten hilfreich sein kann.¹⁸⁴

Die Bewertung des Wissens wird in dieser Arbeit unterteilt in die drei folgenden Kategorien:

- a.) Gesamtbewertung des Unternehmenswissens
- b.) Bewertung anhand der Arten der Wissensdokumentation
- c.) Bewertung der Fähigkeiten und des Know-Hows der Mitarbeiter

An dieser Stelle wird angemerkt, dass das generierte Wissen eines Unternehmens auch ein Potential für einen Output bzw. Outcome ist und somit auch einen Input für ein zukünftiges Projekt darstellt.

¹⁸² Vgl. GERPOTT, T. (2005), S. 78f.

¹⁸³ Vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 45.

¹⁸⁴ Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 117 und vgl. HAUBER, R. (2002), S. 183.

a.) Gesamtbewertung des Unternehmenswissens

Für die Gesamtbewertung des Unternehmenswissens kann die Marktwert-Buchwert-Relation oder der Tobin's q verwendet werden. Die Beschreibung dieser beiden Methoden erfolgt im Anschluss.

Marktwert-Buchwert-Relation

Bei dieser Methode der Bewertung wird der Quotient von Marktwert¹⁸⁵ und Buchwert¹⁸⁶ gebildet. Da Forschungs- bzw. Entwicklungsleistungen im Gegensatz zu Investitionen des Anlagevermögens, wie Gebäude und Maschinen, in der Bilanz nur teilweise erfasst werden können, entsteht eine Differenz zwischen Marktwert und Buchwert des Unternehmens. Diese Differenz quantifiziert das intangible Vermögen, wie Wissen, Schutzrechte oder Marken, welches vom Markt deutlich besser bewertet wird, als die Substanzwerte eines Unternehmens. Somit ist eine hohe Marktwert-Buchwert-Relation ein Indikator für dieses Vermögen.¹⁸⁷

Tobin's q

Bei dieser Methode wird der Marktwert der Aktiva in Relation zu den Wiederbeschaffungskosten gesetzt. Vor allem in der Forschung bzw. Entwicklung führt die Kombination der Produktionsfaktoren zu einem deutlich höheren Marktwert, als die Summe der Beschaffungskosten der einzelnen Produktionsfaktoren ergibt. Hier wird der Wert erst durch die Kombination der einzelnen Produktionsfaktoren geschaffen.¹⁸⁸

b.) Bewertung anhand der Arten der Wissensdokumentation

Bei der Wissensdokumentation lassen sich vier Arten unterscheiden: undokumentiertes, dokumentiertes, veröffentlichtes und patentiertes Wissen. Undokumentiertes und dokumentiertes Wissen ist nur innerhalb des Unternehmens verfügbar, während veröffentlichtes oder patentiertes Wissen auch außerhalb des Unternehmens einsehbar ist.¹⁸⁹

Undokumentiertes oder dokumentiertes Wissen

Undokumentiertes Wissen, wie Lernerfolge, Aufbau von Know-how, Schwachstellenerkenntnis oder des Lernen aus Fehlschlägen, ist für spätere Innovationen sehr wichtig, kann aber unter quantitativ-objektiven Gesichtspunkten praktisch nicht erfasst werden. Erst wenn dieses Wissen dokumentiert wurde lassen sich diese Bewertungsmaßstäbe anwenden. Hier können in der Forschungsphase Kenngrößen, wie die Anzahl und Umfang von Laborberichten oder die Zahl der durchgeführten Tests verwendet werden. In der Entwicklungsphase sind es Kenngrößen, wie die Anzahl von DIN-Konstruktionszeichnungen, Prototypen oder Lines of Code. Allerdings wird bei dieser Art von Kenngrößen die Qualität des Outputs nicht berücksichtigt. Eine hohe Anzahl von

¹⁸⁵ Siehe Glossar.

¹⁸⁶ Siehe Glossar.

¹⁸⁷ Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 183.

¹⁸⁸ Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 146f.

¹⁸⁹ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 94.

Prototypen kann durch einen hohen Arbeitseinsatz und effizientes Arbeiten aber auch durch einen falschen Weg zur Zielerreichung und ineffektives Arbeiten erzielt werden.¹⁹⁰ Auch kann technischer Fortschritt, z.B. durch die Einführung einer neuen Programmiersprache, wenn die Anzahl der Lines of Code gemessen wird, die Aussage selbst zerstören.¹⁹¹

Veröffentlichtes oder patentiertes Wissen

Diese beiden Arten von Kenngrößen haben den Vorteil einer Bewertung von außen, da externe Fachleute entscheiden, ob eine Erfindung „veröffentlichungswürdig“ oder „patenwürdig“ ist und diese somit Objektivität der Bewertung unterstützen.¹⁹² Wird von einem Zusammenhang der Forschungsleistung und der Publikationstätigkeit ausgegangen, so können die Kenngrößen, Anzahl der Publikationen oder publizierten Seiten recht sinnvoll erscheinen.¹⁹³ Allerdings muss berücksichtigt werden, dass die betriebliche Forschung nicht vorrangig für die Veröffentlichung betrieben wird und Publikationen primär andere Zwecke, als die ein betriebliches Leistungsmaßstab anzubieten, dienen. Dadurch kann eine Reihe von Verzerrungen entstehen.¹⁹⁴ Werden diese Kennzahlen einseitig verfolgt, kann es den Forschern und Entwicklern Anreize bieten, sich mehr auf das Publizieren als auf ihre eigentliche Tätigkeit zu konzentrieren. Hier ist gefordert neben Quantität der Arbeiten auch deren Qualität, die über die Anzahl der Zitationen gemessen werden kann, zu erfassen.¹⁹⁵ Kenngrößen wie die Anzahl der Patente oder der Copyrights sind in der Literatur häufig zu finden.¹⁹⁶ Für die Verwendung von Patenten lässt sich weiter anführen, dass es einen empirischen Zusammenhang von Forschung bzw. Entwicklung und der zeitlich nachfolgenden Patentierung gibt.¹⁹⁷ Allerdings gibt es auch kritische Argumente die gegen deren Verwendung sprechen. Zum einen kann die technische und wirtschaftliche Bedeutung von Patent zu Patent recht unterschiedlich sein, zum anderen spielt auch die Patentierungspolitik des Unternehmens eine Rolle. Die Messung der Anzahl der Patente ist in dem Sinne problematisch, da einige Unternehmen ihr Wissen lieber durch strikte Geheimhaltung als durch eine Patentierung schützen.¹⁹⁸ Als ergänzendes Leistungsmaß ist die Quantifizierung der Patente dennoch durchaus zulässig. Will man das Problem der unterschiedlichen Bedeutung der Patente umgehen, kann hier die Zitierhäufigkeit eines Patents hilfreich sein.¹⁹⁹

¹⁹⁰ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 96f.

¹⁹¹ Vgl. BROCKHOFF, K. (1992), S. 219.

¹⁹² Vgl. WERNER, B. (2002), S. 98.

¹⁹³ Vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 46f.

¹⁹⁴ Vgl. BROCKHOFF, K. (1992), S. 220.

¹⁹⁵ Vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 46f.

¹⁹⁶ Vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 46.

¹⁹⁷ Vgl. BROCKHOFF, K. (1992), S. 294.

¹⁹⁸ Vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 46.

¹⁹⁹ Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 148f.

c.) Bewertung der Fähigkeiten und des Know-Hows der Mitarbeiter

Von diesem Output-Typ sind alle Forschungs- bzw. Entwicklungsergebnisse betroffen, die in Verbindung mit den Mitarbeitern stehen. Zur Bewertung kann hier das Qualifikationsniveau der Mitarbeiter sowie die Mitarbeiterzufriedenheit verwendet werden.²⁰⁰

Qualifikationsniveau der Mitarbeiter

Die Mitarbeiterqualifikation spielt eine wichtige Rolle zur Steigerung der Leistung der Forschung bzw. Entwicklung. Um die Qualifikation der Mitarbeiter zu messen kann eine Unterteilung in unterschiedliche akademische Grade erfolgen. Allerdings kann diese Kenngröße falsche Aussagen liefern, da nicht nur akademische Fähigkeiten gefragt sind, und zahlreiche Tätigkeiten diese Ausbildung überhaupt nicht erfordern. Eine bessere Bewertung kann über den Anteil der Potentialträger erfolgen, indem die Anzahl der Mitarbeiter, die für eine nächsthöhere Ebene qualifiziert sind ins Verhältnis zur Gesamtmitarbeiterzahl gesetzt wird. Jedoch sind nicht nur qualifizierte und potentielle Führungskräfte gefragt, sondern auch Spezialisten, die das Wissen besitzen um durch neue Kombinationen einen neuen Output zu schaffen. Weiter kann der Anteil der innerbetrieblich beherrschten Technologien gemessen werden, um das verfügbare Know-How und die verfügbaren Kompetenzen innerhalb des Unternehmens zu erfassen.²⁰¹

Mitarbeiterzufriedenheit

Damit das Wissen der Mitarbeiter zur Entfaltung kommt und in die Forschungs- bzw. Entwicklungstätigkeit eingeht, ist die Zufriedenheit der Mitarbeiter notwendig. Die Generierung von Wissen und dessen Austausch sind Prozesse, die eine freiwillige Kooperation voraussetzen und nicht erzwungen werden können. In mehreren Untersuchungen wurde gezeigt, dass die Kundenzufriedenheit, Produktivität und Mitarbeiterzufriedenheit sehr eng zusammenhängen. Daher scheint die Messung, die mit Hilfe des Mitarbeiterzufriedenheitsindex erfolgen kann, sinnvoll.²⁰² Die nachfolgende Abbildung zeigt ein Beispiel, wie dieser berechnet werden kann:

Kriterien	Umfrageergebnis (0 - 100)	Gewichtung	Total
Arbeitsklima	60	35%	21.00
Führungsstil des Vorgesetzten	23	10%	2.30
Entwicklungsmöglichkeiten	54	20%	10.80
Unternehmenspolitik	66	5%	3.30
Arbeitsplatzausstattung	85	5%	4.25
Stress	78	10%	7.80
Vergütung	75	15%	11.25
Gesamtindex (0 - 100)			60.70

Tabelle 11: Mitarbeiterzufriedenheitsindex²⁰³

²⁰⁰ Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 118.

²⁰¹ Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 154f.

²⁰² Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 152.

²⁰³ Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 153.

In der untenstehenden Tabelle werden die aus der Literaturrecherche stammenden Kennzahlen der Wissensgenerierung aufgelistet:

Output - Wissensgenerierung ²⁰⁴	Gesamt	Marktwert-Buchwert-Relation Tobin's q Anteil der Monopol-Technologien
	Wissensdokumentation	Anzahl der Patenteinreichungen Anzahl der Patenterteilungen Anzahl der Copyrights Anzahl der Publikationen Anzahl der Zitationen Zitatanalyse Anzahl der erhaltenen wissenschaftlichen Preise und Ehrungen Anzahl der wissenschaftlichen Fachvorträge Anzahl der techn. Reports, Protokolle und Ergebnisberichte Anzahl der unveröffentlichten Berichte Anzahl und Umfang von Laborberichten Anzahl der Einträge im Wissensmanagementsystem Anzahl der Entwürfe Anzahl der Skizzen, techn. Zeichnungen und Konstruktionszeichnungen Anzahl der Funktionsmuster Anzahl der Prototypen Anzahl von durchgeführten Tests Anzahl der Lines of Code Anzahl der Pflichtenhefte Anzahl an Forschungsvorschlägen Anzahl neuer Ideen Anzahl der Erfindungsmeldungen Nutzung erarbeiteter Technologien Anteil Technologietransfer von Forschung zu Entwicklung
	Mitarbeiter	Anzahl der Bewerber pro ausgeschriebener Stelle Fluktuationsrate der Mitarbeiter Anteil der Potentialträger Anteil der Spezialisten Anteil der Technologien die innerbetrieblich beherrscht werden

Tabelle 12: Outputkennzahlen der Wissensgenerierung²⁰⁵

²⁰⁴ Vgl. GASSMANN, O.; PEREZ-FREIJE, J. (2011), S. 395; vgl. GENTNER, A. (1994), S. 100; vgl. HAUBER, R. (2002), S. 146ff.; vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 48; vgl. STIRZEL, M.; ARMBRÜSTER, T. (2012), S. 62 und vgl. WERNER, B. (2002), S. 95ff.

²⁰⁵ Eigene Tabelle.

2.6.3.4.2 Kennzahlen der Produkt- und Prozessentwicklung

An dieser Stelle werden Kennzahlen der Produkt- und Prozessentwicklung definiert. Deren Einteilung erfolgt in Kennzahlen für die technische Bewertung der Produkte bzw. Prozesse, die Erfassung der Produkt- bzw. Prozessqualität und die Bewertung der Leistungsfähigkeit der Produkt- und Prozessentwicklung.

Technische Bewertung der Produkte und Prozesse

In diesem Unterkapitel wird auf Outputgrößen eingegangen, die die Outputs von der technischen Seite aus betrachten. Auf der einen Seite können absolute technische Outputgrößen, wie die technische Leistungsfähigkeit oder die Zuverlässigkeit eines Produkts verwendet werden.²⁰⁶ Auf der anderen Seite ist über relative Potentialkennzahlen, die Erfassung von Verbesserungen gegenüber vergangenen Entwicklungsprojekten, sowie gegenüber den einzelnen Positionen des Pflichtenhefts²⁰⁷ und Lastenhefts²⁰⁸ möglich.²⁰⁹ Hier können Größen wie die realisierte verbesserte Leistungsfähigkeit eines Produkts gegenüber seines Vorgängermodells oder der Erreichungsgrad des im Lastenheft definierten Leistungspotentials verwendet werden. Auch sind hier Größen wie der Anteil verwendeter Standardteile im Vergleich zum Vorgänger oder zum Pflichten- und Lastenheft möglich.²¹⁰

Zur Bewertung des Gesamtprojekts können sich die Produkteigenschaften am Zielerreichungsgrad der im Pflichten- und Lastenheft definierten Positionen konkretisieren. Mögliche Positionen sind:

- Leistungspotential
- Teilevereinfachungen
- Anteil der Standardteile an der Gesamtteilanzahl
- Teilereduktion
- Wartungsfreundlichkeit.²¹¹

Bewertung der Produkt- bzw. Prozessqualität

Nur bei Auftragsprojekte für Dritte oder bei einer Steuerung über Verrechnungspreise können Entwicklungsleistungen monetär bewertet werden. Hier kann die Messung der Qualität Abhilfe schaffen, in dem der Output über die Qualität bewertet wird. Bei einem Produktentwicklungsprojekt würde somit die Bewertung des Outputs über die Qualität des fertig entwickelten Produkts erfolgen.²¹² Die Bewertung der Qualität kann dabei von internen oder externen Kunden durchgeführt werden, je nach dem wer der Empfänger des Outputs ist. Um die Qualität als Effizienzmaß zu verwenden ist eine quantitative Bewertung, bei der unterschiedliche Qualitätsmerkmale zu einer Qualitätskennzahl verdichtet werden, erforderlich.²¹³

²⁰⁶ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 106.

²⁰⁷ Siehe Glossar.

²⁰⁸ Siehe Glossar.

²⁰⁹ Vgl. GENTNER, A. (1994), S. 35.

²¹⁰ Vgl. GENTNER, A. (1994), S. 104.

²¹¹ Vgl. GENTNER, A. (1994), S. 136f.

²¹² Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 184f.

²¹³ Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 188f.

Das folgende Beispiel zeigt die Bildung einer Qualitätskennzahl:

Qualitätsmerkmal	Erfüllung	Gewichtung	Total
Umsetzung der Konstruktion	50%	40%	20%
Passgenauigkeit	40%	10%	4%
Versuchstauglichkeit	90%	30%	27%
Serienreife	60%	10%	6%
Belastbarkeit	70%	10%	7%
Gesamtqualität			64%

Tabelle 13: Bildung einer Qualitätskennzahl²¹⁴

Hier werden Kriterien zwischen Kunden und Lieferanten definiert, um diese nach deren Wertigkeit zu gewichten und zu bewerten. Anschließend werden diese zu einer Gesamtqualitätskennzahl verdichtet. Die Bewertung erfolgt dabei kundenseitig.²¹⁵ Bei einer internen Bewertung ist die Produktqualität den Outputs zuzurechnen, bei einer externen Bewertung den Outcomes.

Bewertung der Leistungsfähigkeit der Produkt- bzw. Prozessentwicklung

In diesem Abschnitt wird auf Kenngrößen eingegangen, die die Leistungsfähigkeit der Forschungs- bzw. Entwicklungstätigkeit bewerten. Nach dem technischen Abschluss der Entwicklung können Outputs, wie die Anzahl neuer Produkte oder die Anzahl an Innovationen, verwendet werden. Auch lässt sich die Erfolgsquote ermitteln, in dem der Anteil der erfolgreichen Projekte an der Gesamtprojektanzahl bestimmt wird.²¹⁶ Eine oft genannte Messgröße für die Leistungsfähigkeit ist die Innovationsfähigkeit, die sich wie folgt ermitteln lässt:²¹⁷

$$\text{Innovationsfähigkeit} = \frac{\text{Anzahl der in den letzten } x \text{ Jahren erschienen Neuprodukte}}{\text{Anzahl aller Produkte im Produktprogramm}}$$

Hier entstehen Probleme, die durch die Abgrenzung von Innovationen auftreten. Dabei spielen folgende Fragen eine Rolle: Was ist als „neu“ zu betrachten? Wie werden nicht in den Markt eingeführte Neuheiten gewertet? Sollen verschiedene Neuigkeitsgrade festgestellt und berücksichtigt werden? Diese Fragen werden regelmäßig durch Konventionen gelöst.²¹⁸ Dazu muss der Begriff Neuprodukt unternehmensspezifisch genau definiert und akzeptiert werden.²¹⁹

²¹⁴ Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 198.

²¹⁵ Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 197.

²¹⁶ Vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 46f.

²¹⁷ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 106.

²¹⁸ Vgl. BROCKHOFF, K. (1992), S. 226.

²¹⁹ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 106.

Eine Auflistung der recherchierten Kennzahlen der Produkt- und Prozessentwicklung befindet sich in der nachfolgenden Tabelle:

Output - Produktentwicklung ²²⁰	technische Sicht	Leistungspotential Produktverbesserung Produktkostenreduktion Produktlebensdauer Time to first failure ²²¹ Teilevereinfachung Teilereduktion Anzahl der Komponenten Anteil der Standardteile an der Gesamtteilanzahl Prozentuale Materialkostensenkung Kostenreduzierungen durch Prozessverbesserungen Prozesszeitverkürzungen durch Prozessverbesserungen
	Qualität	Interne Kundenzufriedenheit Gesamtqualitätszahl
	Leistungsfähigkeit der Entwicklung	Anzahl junger Produkte (kleiner x Jahre) Anzahl Produkteinführungen Anzahl neuer Produkte pro Zeiteinheit Anzahl der freigegebenen Neuprodukte Anteil neuer Produkte am gesamten Produktprogramm Anteil der Produkte die „first to Market“ waren Anzahl der Produkte mit technologischer Einmaligkeit Anzahl der aus den generierten Ideen abgeleiteten Produkte Prozentsatz der Projekte die zu einem neuen oder verbesserten Produkt führten Anzahl der durchgeführten Projekte Anzahl der konstruierten Teile Anzahl der Anwendungsneuheiten Anzahl der Prozessverbesserungen Entwicklungsdauer Verhältnis Eigenentwicklung zu Fremdentwicklung

Tabelle 14: Outputkennzahlen der Produktentwicklung²²²

²²⁰ Vgl. BREMSER, W.; BARSKY, N. (2004), S. 233, vgl. CHIESA, V. et. al. (2009), S. 97; vgl. FISCHER, J.; LANGE, U.; MEYER, B. (2005), S. 15; vgl. GENTNER, A. (1994); S. 100ff und 136f; vgl. HAUBER, R. (2002), S. 183 und 197f; vgl. LEIKE, F.; OLLECH, A. (2011), S. 64; vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 31 und 48; vgl. STIRZEL, M.; ARMBRÜSTER, T. (2012), S. 62; vgl. TIPPING, J.; ZEFFREN, E.; FUSFELD, A. (2006), S. 18 und vgl. WERNER, B. (2002), S. 95 und 317.

²²¹ Siehe Glossar.

²²² Eigene Tabelle.

2.6.3.5 Outcomekennzahlen

Outcomes bilden einen Beitrag zur Veränderung der wirtschaftlichen Erfolgsposition eines Unternehmens und sind somit Indikatoren für wirtschaftliche Innovationserfolge. Diese entstehen aus der Weiterverwertung technologischer Innovationsresultate durch die Produktion oder durch das Marketing bzw. den Vertrieb.²²³ Dabei können Outcomes monetär dimensioniert, wie Umsatz-, Absatz- und Cash-Flow-Erhöhungen sein aber auch Kundenfeedback und Marktanteilserhöhungen enthalten.²²⁴ Outcomemessgrößen haben somit die Aufgabe, den wirtschaftlichen und marktlichen Erfolg der Innovationstätigkeit zu erfassen.²²⁵ In diesem Kapitel findet eine Unterteilung in kunden- bzw. marktbezogene und wirtschaftliche Kenngrößen statt.

2.6.3.5.1 Kunden- bzw. marktbezogene Kennzahlen

Der wirtschaftliche Erfolg wird überwiegend durch die Erfüllung der Bedürfnisse und Wünsche der Kunden durch die Produkte definiert. Eine Produktkonzeption hat sich somit nicht nur an den Vorstellungen des Konstrukteurs, sondern auch an den Bedürfnissen der Kunden zu orientieren. Dabei spielen drei Messdimensionen eine Rolle:

- Marktposition
- Kundenzufriedenheit und
- Fehlerfreiheit.²²⁶

Marktposition

Um die Akzeptanz eines Produktes am Markt zu bewerten, kann hier der Marktanteil oder das Marktanteilstwachstum verwendet werden. Forschungs- und Entwicklungsleistungen haben auch indirekte Erfolgsbeiträge. So können Patente Konkurrenten davon abhalten dieselben kostengünstigen Produktionsverfahren zu wählen, wodurch bei diesen Kostenerhöhungen entstehen können. Auch können sehr erfolgreiche neue Produkte zu erheblichen Umsatzeinbußen bei den Wettbewerbern führen.²²⁷

Kundenzufriedenheit

Hier erfolgt die Bewertung der Produktqualität durch den externen Kunden. Die Qualität ist aus Kundensicht ein überwiegend relativer Leistungsmaßstab und ist das Resultat eines individuellen Vergleichs zwischen den individuellen Erwartungen und den wahrgenommenen Leistungen.²²⁸

²²³ Vgl. GERPOTT, T. (2005) S. 78f.

²²⁴ Vgl. GERPOTT, T. (2005), S. 79 und vgl. BROWN, M.; SVENSON, R. (2006), S. 106.

²²⁵ Vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 49.

²²⁶ Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 136f.

²²⁷ Vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 51.

²²⁸ Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 141.

Die nachfolgende Darstellung soll die Einflussfaktoren der Kundenzufriedenheit verdeutlichen:

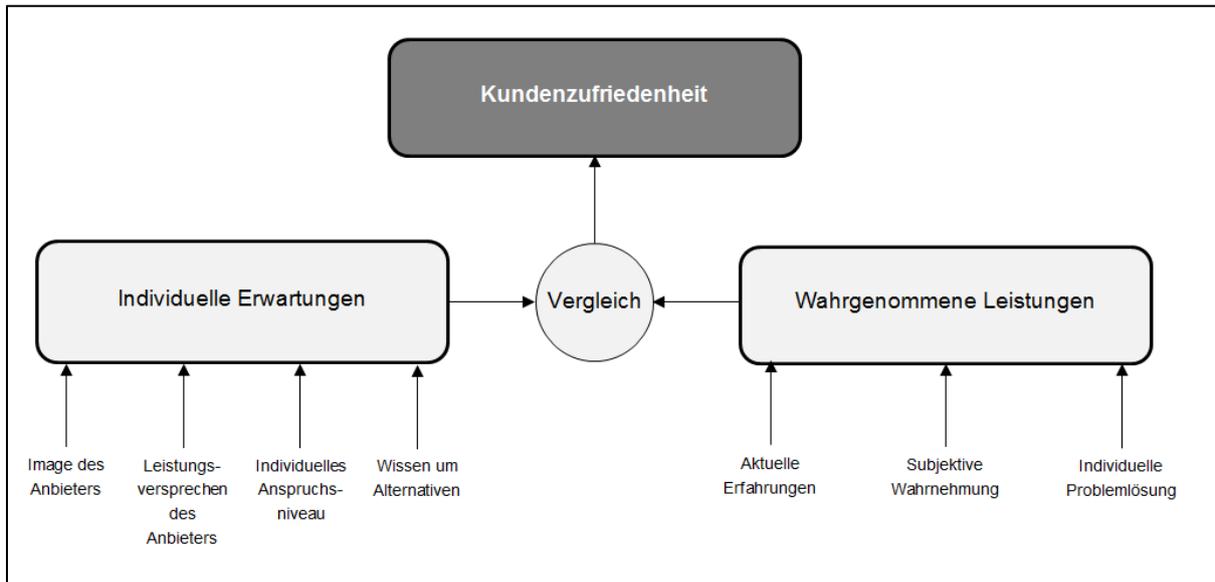


Abbildung 20: Einflussfaktoren auf die Kundenzufriedenheit²²⁹

Zur quantitativen Erfassung der Kundenzufriedenheit gibt es zahlreiche Verfahren. Hier kann der Customer Satisfaction Index (CSI) verwendet werden, der sich aus einer gewichteten Bewertung mehrerer Qualitätsmerkmale ergibt.²³⁰ Zur Bewertung der Produktqualität durch den Kunden siehe auch Kapitel 2.6.3.4.2.

Die Kundenzufriedenheit kann auch über die Kundentreue, für die sich die Kenngröße Wiederkaufsrate anbietet, ermittelt werden. Diese ergibt sich aus dem Verhältnis der Kunden die bereits beim Unternehmen kauften zu der Gesamtzahl der Kunden.²³¹

$$\text{Wiederkaufsrate} = \frac{\text{Anzahl der Kunden, die bereits beim Unternehmen kauften}}{\text{Gesamtzahl der Kunden}}$$

Fehlerfreiheit

Die Fehlerfreiheit eines Produktes ist auch ein wesentlicher Teil der Kundenzufriedenheit. Hier können Kennzahlen wie die Anzahl der Beschwerden, Garantie- und Kulanzkosten oder die gemessene Fehlerquote verwendet werden.²³²

²²⁹ Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 141.

²³⁰ Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 141f.

²³¹ Vgl. HAUBER, R. (2002), S. 141f.

²³² Vgl. WERNER, B. (2002), S. 108 und vgl. HAUBER, R. (2002), S. 143.

In Anschluss erfolgt eine Auflistung der recherchierten kunden- bzw. marktbezogenen Kennzahlen:

Outcome - Kunden- bzw. Marktbezogene Kenngrößen²³³	Marktposition	Marktanteil Marktanteilswachstum Erschließung neuer Märkte Erschließung neuer Segmente Neuproduktquote bzw. Anzahl der Innovationen pro Jahr Regelmäßigkeit neuer Produkte am Markt Neuprodukterfolgsrate Verdrängungsrate der aktuellen durch die neuen Produkte Länge der Marktzyklen Anzahl der Produkte auf neuen Märkten Verkaufsvolumen Time to Market ²³⁴ Time to Volume ²³⁵ Eroberungsrate Kannibalisierungsrage
	Kunden-zufriedenheit	Wiederkaufsrate Kundenbindungsrate Customer Satisfaction Index Erfüllungsgrad der Kundenwünsche durch Innovation Akzeptanz der Kunden Anzahl der Neukunden Termintreue (On time delivery)
	Fehler-freiheit	Anzahl der Beschwerden Anzahl der von Kunden aufgedeckten Fehler Anzahl der Beanstandungen Garantie und Kulanzkosten

Tabelle 15: Kunden- bzw. Marktbezogene Outcomekennzahlen²³⁶

²³³ Vgl. ANDREW, J. et. al. (2008), S. 11, vgl. ANDREW, J. et. al. (2010); S. 10, vgl. BREMSER, W.; BARSKY, N. (2004), S. 235; vgl. GASSMANN, O; PEREZ-FREIJE, J. (2011), S. 396; vgl. GENTNER, A. (1994), S. 130; vgl. HAUBER, R. (2002), S. 140ff; vgl. LEIKE, F.; OLLECH, A. (2011), S. 64; vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 31, 43, 48 und 52; vgl. STIRZEL, M.; ARMBRÜSTER, T. (2012), S. 62 und Werner, B. (2002), S. 95 und 317.

²³⁴ Siehe Glossar.

²³⁵ Siehe Glossar.

²³⁶ Eigene Tabelle.

2.6.3.5.2 Wirtschaftliche Kennzahlen

Das Leistungsvermögen eines Forschungs- bzw. Entwicklungsprojekts kann auch über monetäre Faktoren bewertet werden. Bei den finanziellen Kennzahlen sind zunächst Umsatzzahlen zu nennen. Dazu zählen,

- der Umsatz,
- das Umsatzwachstum,
- die Umsätze mit Neuprodukten oder
- der Anteil des Umsatzes neuer Produkte am Gesamtumsatz.²³⁷

Für das langfristige Überleben sind nicht nur die Umsätze allein wichtig, diese müssen auch einen Erfolgsbeitrag in Form von Gewinnen erzielen. Hier können folgenden Größen gemessen werden:

- Absolute Höhe der Gewinne
- Anteil der Gewinne neuer Produkte am Gesamtgewinn.²³⁸

Daneben existieren noch weitere neuere Kenngrößen, die den Erfolgsbeitrag abbilden:

- EBIT (Earnings before Interests and Taxes)
- EBITDA (Earnings before Interests, Taxes, Depreciation and Amortization)
- NOPAT (Net Operating Profit after Taxes)
- EVA (Economic Value Added).²³⁹

Mit Hilfe des EBIT, dem ordentlichen Ergebnis vor Zinsen und Steuern, wird die operative Ertragskraft eines Unternehmens vor der Zahlung der Kapitalzinsen und Steuern einer definierten Periode dargestellt. Dabei hat die Kapitalstruktur des Unternehmens keinen Einfluss auf das Ergebnis. Steigt der EBIT deutet dies darauf hin, dass das Kerngeschäft erfolgreich verlaufen ist. Beim EBITDA werden zusätzlich die Abschreibungen auf Sachanlagen sowie der Einfluss der abzuschreibenden Geschäfts- und Firmenwerte eliminiert. Werden zusätzlich die Steuern eliminiert erhält man den NOPAT. Dadurch entfällt der Steuervorteil des Fremdkapitals, so dass von einem rein eigenfinanzierten Unternehmen ausgegangen werden kann.²⁴⁰

Der EVA gibt an, in welchem Maße ein Unternehmen zukünftige Zahlungsüberschüsse für seine Kapitalgeber erwirtschaften kann. Dieser wird für eine Periode berechnet und ergibt sich aus der Differenz des Periodenergebnisses vor Zinsen und nach Steuern (NOPAT) und den Kapitalkosten auf das zu Periodenbeginn vorhandene eingesetzte Vermögen eines Unternehmens.²⁴¹

$$EVA = NOPAT - \text{Gesamtkapitalkostensatz} * \text{investierte Vermögen}$$

²³⁷ Vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 50.

²³⁸ Vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 50.

²³⁹ Vgl. GLADEN, W. (2011), S. 71f.

²⁴⁰ Vgl. LAIER, R. (2011), S. 41ff.

²⁴¹ Vgl. COENENBERG, A.; FISCHER, T., GÜNTHER, T. (2009), S.823f.

Neben den zuvor genannten sind noch weitere wirtschaftliche Kenngrößen relevant. Diese können sein:

- Deckungsbeitrag²⁴²
- Cash Flow
- Barwert.²⁴³

Der Cash Flow stellt einen Erfolgsindikator dar, der angibt in wie weit ein Unternehmen aus eigener Kraft, durch dessen betrieblicher Umsatztätigkeit, finanzielle Mittel erwirtschaften konnte. Bei der Berechnung werden unmittelbar auszahlungswirksame Betriebsausgaben abgezogen, wodurch es sich beim Cash Flow um Mittel handelt, über die die Geschäftsleitung weitgehend unternehmerisch verfügen kann.²⁴⁴

Bei der Betrachtung des Barwerts werden Zahlungsströme, wie Umsätze oder Kosten, die zu verschiedenen Zeitpunkt anfallen, auf ihren Wert zu einem bestimmten Zeitpunkt umgerechnet. Die wichtigste Methode stellt in diesem Zusammenhang die Net Present Value (NPV) Betrachtung dar, bei der der Kapitalwert aller Ein- und Auszahlungen zu einem Bezugszeitpunkt bestimmt wird.²⁴⁵

An dieser Stelle wird noch angemerkt, dass nicht nur ein fertiges Produkt einen Beitrag zum Unternehmensergebnis leistet, sondern auch dokumentiertes und veröffentlichtes Wissen kann durch Patente und Lizenzen Verkaufseinnahmen erzielen.²⁴⁶

²⁴² Siehe Glossar.

²⁴³ Vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 50.

²⁴⁴ Vgl. REICHMANN, T. (2011), S. 98.

²⁴⁵ Vgl. SCHAWEL, C.; BILLING, F. (2011), S. 136.

²⁴⁶ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 109.

In der folgenden Tabelle erfolgt eine Auflistung der recherchierten wirtschaftlichen Kenngrößen:

Outcome - Wirtschaftliche Kenngrößen ²⁴⁷	Umsatz
	Umsatzwachstum
	Umsätze von Neuprodukten
	Anteil des Umsatzes neuer Produkte am Gesamtumsatz
	Anteil des Umsatzes von gesicherten Patenten im Besitz der Unternehmung
	Gewinn
	Gewinnsteigerung
	Gewinne durch Neuprodukte
	Anteil des Gewinn aus neuen Produkten am Gesamtgewinn
	EBIT
	EBITDA
	NOPAT
	EVA
	Deckungsbeitrag
	Deckungsbeiträge von Neuprodukten
	Marge
	Barwert
	Wert eines Produktprojektes
	Shareholder Value
	Cash Flow
	Cash Flow durch Neuprodukte
	Anteil des Cash-Flow Neuprodukte am gesamten Cash-Flow
	Break Even Time ²⁴⁸
	Break Even After Release ²⁴⁹
	Time to Profit ²⁵⁰
	Stärkung der Finanzsituation des Unternehmens
Umsätze durch Lizenzeinnahmen	

Tabelle 16: Wirtschaftliche Outcomekennzahlen²⁵¹

²⁴⁷ Vgl. COOPER, R.; EDGETT, S.; KLEINSCHMIDT, E. (2006), S. 207; vgl. FISCHER, J.; LANGE, U.; MEYER, B. (2005), S. 15; vgl. GLADEN, W. (2011); S. 71ff; vgl. HAUBER, R. (2002), S. 129; vgl. MÖLLER, K.; MENNINGER, J.; ROBERS, D. (2011), S. 31 und 52 und vgl. WERNER, B. (2002), S. 95.

²⁴⁸ Siehe Glossar.

²⁴⁹ Siehe Glossar.

²⁵⁰ Siehe Glossar.

²⁵¹ Eigene Tabelle.

2.6.4 Sonstige Messgrößen

In diesem Abschnitt werden Messgrößen beschrieben, die subjektive Beurteilungen beinhalten und somit nicht mehr auf eine rein quantitative Messung beruhen. Nachfolgend wird eine Auswahl der Messkonzepte vorgestellt.

2.6.4.1 Konzept bei Borg Warner

Borg Warner beschäftigt weltweit 20.000 Mitarbeiter und entwickelt Antriebsstrangtechnologien.²⁵² Bei Borg Warner werden zwei unterschiedliche Kenngrößen eingesetzt, um die Effizienz und Effektivität der Forschung und Entwicklungstätigkeit zu beurteilen. Dabei wird in weiterer Folge nur auf die Ermittlung der Effizienz eingegangen.²⁵³

Die Effizienz wird wie folgt ermittelt:²⁵⁴

$$\text{Effizienzkennzahl} = \frac{\sum_{n=1}^{\text{Projektanzahl}} (\text{Projektbewertung}_n * \text{Projektkosten}_n)}{\sum_{n=1}^{\text{Projektanzahl}} \text{Projektkosten}_n}$$

$$\text{mit } 0 \leq \text{Effizienzkennzahl} \leq 3$$

Um die Projektbewertung durchzuführen muss der Projektzielerreichungsgrad ermittelt werden. Dazu wird am Jahresende die tatsächliche Leistung mit den vereinbarten Zielen verglichen und auf einer Punkteskala von 0 bis 3 eingeordnet. Die Berücksichtigung der Ziele erfolgt nach den Dimensionen, technologische, zeitliche und kostenmäßige Zielerreichung ohne eine Präferenz festzulegen. Dabei werden die Punkte wie folgt vergeben:²⁵⁵

Technologisches Ziel erreicht	Kosten-/Zeitziel erreicht	Aussage	Punkte
Nein	Nein	Das Projekt hat die gesetzten Ziele verfehlt.	0
Nein (Ja)	Ja (Nein)	Das Projekt macht Fortschritte, jedoch wurden die gesetzten Ziele nicht im vorgegebenen Kosten- und Zeitrahmen erfüllt.	1
Ja	Ja	Das Projekt hat die gesetzte Ziele im vorgegebenen Kosten- und Zeitrahmen erreicht.	2
Besser als vereinbart	Ja oder besser als vereinbart	Das Projekt hat die gesetzten Ziele übertroffen.	3

Tabelle 17: Punkteskala bei Borg Warner²⁵⁶

²⁵² Vgl. <http://www.borgwarner.com/en/Company/default.aspx> (04.05.2013).

²⁵³ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 161ff.

²⁵⁴ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 161ff.

²⁵⁵ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 161ff.

²⁵⁶ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 162.

Erreicht zum Beispiel ein Projekt die technologische Ziele, verfehlt aber die Zeit oder Kostenziele dann erhält es einen Punkt. Werden alle drei Ziele erreicht bekommt es zwei Punkte, werden diese besser als vereinbart erreicht erhält es drei Punkte.²⁵⁷

2.6.4.2 Brown & Svenson Primärindex-System

Hier wird jedes Projekt anhand von Indikatoren bewertet, die auf den Dimensionen Qualität, Quantität, Zeit und Kosten beruhen. Ein wichtiger Teil dieses Systems ist es, dass Primär- und Sekundärindex für jedes Projekt festgelegt und je nach Anforderung unterschiedlich gewichtet werden. Folgende Abbildung zeigt ein Beispiel für eine solche Bewertung.²⁵⁸

Dimensionen	Indikatoren	Gewichtung in Prozent
<i>Kosten</i>	Produktkosten	40%
<i>Zeit</i>	Entwicklungszeit	20%
<i>Qualität</i>	Betriebskosten	2%
	Mittlere Zeit zum Fehler	13%
	Mittlere Reparaturdauer	5%
<i>Return on Research</i>	Gewinn zu Entwicklungskosten	20%
Summe		100%

Tabelle 18: Kennzahlen für ein Entwicklungsprojekt²⁵⁹

In diesem Projekt wird die Kostendimension als am wichtigsten erachtet und die Produktkosten mit 40 Prozent gewichtet. Die restlichen drei Dimensionen erhalten in diesem Beispiel nur 20 Prozent. Für ein anderes Projekt kann sich diese Priorität je nach Projektanforderung verschieben und eine andere Verteilung der Gewichte einstellen.

Der Leistungsindex setzt sich wie folgt zusammen:²⁶⁰

$$\begin{array}{r}
 \text{gewichteter Kostenindex} \\
 + \text{gewichteter Zeitindex} \\
 + \text{gewichteter Qualitätsindex} \\
 + \text{gewichteter Return on Research} \\
 \hline
 = \underline{\underline{\text{Leistungsindex}}}
 \end{array}$$

Diese Anwendung erlaubt eine Beurteilung der Projekte anhand von objektiven Kennzahlen, die auf Kosten und Zeit beruhen. Die Qualität wird subjektiv und zwar außerhalb der Entwicklungsabteilung mittels Punktesystem beurteilt.²⁶¹

Bei diesem System hängt die Verteilung der Gewichte von der subjektiven Einschätzung der Beurteiler ab, wodurch eine Beeinflussung des Leistungsindex gegeben ist. Der Leistungsindex bezieht sich auf die abgeschlossenen Projekte. Dadurch lässt sich nur die

²⁵⁷ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 161ff.

²⁵⁸ Vgl. BROWN, M.; SVENSON, R. (2006), S. 109.

²⁵⁹ Vgl. BROWN, M.; SVENSON, R. (2006), S. 110.

²⁶⁰ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 160f.

²⁶¹ Vgl. BROWN, M.; SVENSON, R. (2006), S. 109.

Effizienz einzelner Projekte berechnen, da für die Berechnung der Gesamteffizienz auch abgebrochene Projekte berücksichtigt werden müssten.²⁶²

2.6.4.3 Program Value Algorithmus

Mit dieser Methode wird der aktuelle Wert des Projektprogramms, der sogenannte Programmwert, berechnet. Dieser Wert kann dann in weiterer Folge zu den F&E-Kosten ins Verhältnis gesetzt werden um eine Effizienzkennzahl zu erhalten. Der Programmwert bezieht sich auf laufende Projekte und setzt sich aus den vier Größen potentielle Einnahmen vor Steuern, Wahrscheinlichkeit der Kommerzialisierung, Technische Leistung und Umfang des F&E-Projekts zusammen. Die wichtigste Zielgröße sind die Einnahmen vor Steuern die mit den weiteren drei Dimensionen, deren Werte jeweils zwischen null und eins liegen, gewichtet werden.²⁶³

Dabei berechnet sich der Programmwert wie folgt:²⁶⁴

$$\text{Programmwert} = \sum_{n=1}^{\text{Anzahl Projekte}} A_n * B_n * C_n * D_n = \sum_{n=1}^{\text{Anzahl Projekte}} \text{Projektwert}_n$$

A_n ... Potentielle Einnahmen vor Steuern

B_n ... Wahrscheinlichkeit der Kommerzialisierung

C_n ... Technische Leistung

D_n ... Umfang des F&E – Projekts

Die einzelnen Variablen sind wie folgt definiert:²⁶⁵

- Potentielle Einnahmen vor Steuern – Das sind Einnahmen aus Neuprodukten, Verbesserungen aus alten Produkten und Kostenersparnisse durch Prozessverbesserungen.
- Wahrscheinlichkeit der Kommerzialisierung – Hier erfolgt die Bewertung, ob das Projekt zu der Strategie des Unternehmens passt.
- Technische Leistung – Mit dieser Variablen wird berücksichtigt, ob das Projektergebnis technisch der Konkurrenz überlegen ist.
- Umfang des F&E-Projekts – Hier wird bewertet, ob ein ganzes Produkt oder nur ein Teilbereich davon geliefert wird.

Mit dem Programmwert kann nun die Effizienzkennzahl berechnet werden:²⁶⁶

$$\text{Effizienzkennzahl} = \frac{\text{Programmwert}}{\text{F\&E} - \text{Betriebskosten}}$$

²⁶² Vgl. WERNER, B. (2002), S. 161.

²⁶³ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 157f.

²⁶⁴ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 159.

²⁶⁵ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 158.

²⁶⁶ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 159.

2.6.4.4 Konzept bei Square D

Square D betreibt Entwicklung im Bereich elektrischer Anlagen und Automatisierungstechnik und wurde 1991 von Schneider Electric übernommen.²⁶⁷ Bei diesem Konzept wird der Gegenwartswert sämtlicher F&E-Aktivitäten bestimmt. Dazu wird jede Aktivität einer Geschäftsperiode einer von sechs Kategorien zugeordnet, um dann den monetären, auf den gegenwärtigen Zeitpunkt abgezinsten Wert dieser Aktivitäten zu berechnen. Diese Kategorien sind:

- Abgeschlossene Projekte
- Laufende Projekte
- Realisierte Kostenvermeidungen
- Aktivitäten zur Verbesserung der F&E-Arbeit
- Aktivitäten zur Know-How Verbesserung der F&E
- Interne Beratungsleistungen.²⁶⁸

Die Berechnung des Gegenwartswertes von abgeschlossenen Projekten erfolgt über die erwarteten Einnahmen dieser. Analog wird die Berechnung für die laufenden Projekte durchgeführt, allerdings mit einem zusätzlichen Faktor für die Wahrscheinlichkeit des technischen Erfolges. Bei den realisierten Kostenvermeidungen werden zur Berechnung des Gegenwartswertes die Nettoeinsparungen auf diesen umgerechnet. Die Aktivitäten zur Verbesserung der F&E-Arbeit sowie des Know-Hows der F&E, werden über den Wert dieser Verbesserungen, der z.B. aus den Einsatz von neuen technischen Hilfsmitteln oder durch Mitarbeiterschulungen entstehen kann, ermittelt. Der Gegenwartswert der internen Beratungsleistungen ergibt sich aus den eingesparten Kosten durch die Beratung.²⁶⁹

Wurden die Gegenwartswerte der einzelnen Kategorien bestimmt, werden diese aufsummiert:²⁷⁰

$$\text{Gegenwartswert aller Projekte und Aktivitäten} = \sum_{n=1}^6 \text{Kategorie}_n$$

Die Berechnung Effizienzkennzahl erfolgt über die Division des Gegenwartswerts durch das im Geschäftsjahr vorhandenen F&E-Budget:²⁷¹

$$\text{Effizienzkennzahl} = \frac{\text{Gegenwartswert aller Projekte und Aktivitäten}}{\text{F\&E} - \text{Budget}}$$

²⁶⁷ Vgl. <http://www.schneider-electric.de/sites/germany/de/unternehmen/profil/geschichte/squared.page> (04.05.2013).

²⁶⁸ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 154.

²⁶⁹ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 154f.

²⁷⁰ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 155f.

²⁷¹ Vgl. WERNER, B. (2002), S. 155.

2.6.5 Kritische Würdigung der Kenngrößen

Die Prozesskenngrößen erfassen die Größen Zeit, Kosten und Leistung, die aus dem Projektmanagement abgeleitet werden können. Bei der Verwendung eindimensionaler Kenngrößen ist Vorsicht geboten, da sie nur einen Faktor messen und die anderen ausblenden und somit Trade Offs nicht berücksichtigt werden. Besser sind mehrdimensionale Methoden, die mehrere Faktoren miteinander verknüpfen. Die Prozessmessung kann für ein einzelnes Projekt z.B. anhand von Meilensteintrendanalysen erfolgen, aber auch für mehrere Projekte, bei denen Kenngrößen wie die Anzahl der Projekten innerhalb der Zeit und Kostenzielen, verwendet werden können. Projektmessungen können zeitnah erfolgen und nicht erst am Ende des Projekts. Allerdings wird für die Messung der Effizienz anhand von Prozesskennzahlen ein gut strukturierter Projektplan benötigt, da hier die Abweichungen vom Plan gemessen werden. Ist dieser Plan allerdings mit zu großen Puffern oder viel zu optimistisch ausgelegt, lassen sich Aussagen zur Effizienz nur schwer treffen. Hier könnten Erfahrungen aus vergangenen ähnlichen Projekten Abhilfe schaffen um die Planung zu verbessern.

Verhältniskennzahlen bilden eine Relation aus Outputs bzw. Outcomes zu Inputs, um eine Aussage über die Effizienz zu treffen. Die meisten Inputgrößen sind leicht zu erheben und müssen nicht gesondert für eine Effizienzmessung erhoben werden, da diese Daten bereits aus der Projektplanung gewonnen werden können. Outputkennzahlen fallen direkt nach den Entwicklungsprozess an und stellen in Verbindung mit Inputkennzahlen reine Effizienzkennzahlen dar. Bei der Bildung von Outputkennzahlen gibt es das Problem der Quantifizierbarkeit, da Größen wie beispielsweise Wissen nur schwer zu bewerten sind. Dieses Problem wird durch die Outcomes teilweise umgangen, da hier monetäre Kenngrößen in Form von beispielsweise Gewinnen verwendet werden können. Allerdings können Outcomekennzahlen erst dann erhoben werden, wenn der Entwicklungsprozess abgeschlossen und an den Kunden verkauft wurde. Outcomekennzahlen enthalten auch die Effektivität und somit die Verkaufsstrategie des Unternehmen, wodurch diese keine reinen Effizienzkennzahlen der Entwicklungstätigkeit mehr darstellen.

In der Literatur existieren auch erweiterte Verhältniskennzahlen, in denen versucht wird mehrere Dimensionen zu verbinden bzw. den Output subjektiv zu bewerten. Diese sind zum Teil unternehmensspezifisch entwickelt worden und müssen gegebenenfalls angepasst werden.

2.7 Studien

In diesem Kapitel werden Studien und Zusammenfassungen von Studien vorgestellt, die in Zusammenhang mit der Leistungsmessung in der Forschung bzw. Entwicklung stehen. Dazu werden zuerst empirische Studien, die zwischen 1992 und 2002 erschienen sind, betrachtet und von Langmann und Gräf zusammengefasst wurden. Anschließend wird detaillierter auf aktuellere Studien eingegangen.

2.7.1 Empirische Studien zusammengefasst von Langmann und Gräf

Die beiden Autoren fassten internationale empirische Studien, die das Thema der Verwendung von Kennzahlen für das F&E- und das Innovationscontrolling behandeln, zusammen. In der folgenden Abbildung sind diese Studien mit ihren zentralen Ergebnissen aufgelistet:²⁷²

Autor	Jahr	Stichprobe	Branche	Land	Zentrale Ergebnisse
Nayak	1992	701	Diverse	Weltweit	Am häufigsten werden Output- bzw. Outcome-Kenngrößen verwendet, wie Produktkosten, Qualität der Arbeit, Verkaufsvolumen oder Profitabilität, um Projekte zu vergleichen. Daneben werden noch prozessorientierte Kennzahlen für Soll-Ist-Vergleiche, wie die Einhaltung von Meilensteinen, die Qualität der Ressourcen oder die Qualität der Planung, verwendet.
Tipping	1993	40	Diverse	USA	Die befragten Unternehmen sind unzufrieden mit den vorhandenen F&E-Kennzahlen bzw. mit der Leistungsmessung. Einige Unternehmen führen vergangenheitsorientierte Messungen durch. Zukunftsorientierte Messungen werden nicht durchgeführt.
Gentner	1994	15	Automobil	Weltweit	Es werden multidimensionale Kennzahlen, die die Dimensionen Qualität, Zeit und Kosten erfassen häufig verwendet. Daneben kommen Instrumente, wie die Meilenstein-Trendanalyse, Kosten-Trendanalyse, Earned-Value- und Kosten-Zeit-Analyse zum Einsatz.

Tabelle 19: Studienergebnisse von Langmann und Gräf (I)²⁷³

²⁷² Vgl. Gräf, J.; Langmann, C. (2011), S. 79f.

²⁷³ Vgl. Gräf, J.; Langmann, C. (2011), S. 79.

Kerssens- van- Drongelen / Bilderbeck	1999	44	Diverse	Däne- mark	Grundsätzlich werden Forschungs- bzw. Entwicklungskenngrößen zur Fortschrittskontrolle, Korrektur und Ressourcenzuteilung verwendet. Dabei werden Kenngrößen, wie die Kundenzufriedenheit, Anzahl der Patente, Meilensteine und Umsätze verwendet. Subjektive und Objektive Kennzahlen werden gleichermaßen verwendet. Weiter werden keine unterschiedlichen Kenngrößen für die Grundlagenforschung und Entwicklung verwendet.
Donnelly	2000	122	Diverse	USA	In dieser Studie wurden die besten 10 Forschungs- bzw. Entwicklungskennzahlen erhoben, diese sind: <ul style="list-style-type: none"> • F&E-Ausgaben zu Umsatz • Anzahl neuer Produkte • Anzahl laufender Projekte • Anzahl der von der F&E betroffenen Produkte • Anzahl der Patente • Aktueller Umsatzanteil von Neuprodukten der letzten x Jahren • Anteil der gebundenen Ressourcen in F&E • Veränderung des F&E-Personalstands • Anteil der gebundenen Ressourcen zur Erhaltung bestehender Produkte • Durchschnittliche Entwicklungskosten pro Projekt bzw. Produkt.
Werner	2002	23	Diverse	USA / D	In den USA werden outputorientierte Kennzahlen, wie die Anzahl der Patente oder Produktverbesserungen und Verhältniskennzahlen wie der RoR bevorzugt eingesetzt. In Deutschland hingegen messen die meisten Unternehmen die Inputs, wie die Kosten. Output- bzw. outcomeorientierte Kennzahlen werden nur selten verwendet. Die Termine, Kosten und Leistung von F&E-Projekten werden von fast allen Unternehmen überwacht. Von zwei Drittel der Unternehmen wird die F&E-Leistung nicht betont gemessen.

Tabelle 20: Studienergebnisse von Langmann und Gräf (II)²⁷⁴²⁷⁴ Vgl. Gräf, J.; Langmann, C. (2011), S. 79.

Die beiden Autoren kommen zu der Schlussfolgerung, dass die befragten Unternehmen mit der Leistungsmessung ihrer Forschungs- und Entwicklungstätigkeit insgesamt unzufrieden sind. Weiter halten die Autoren fest, dass grundsätzlich vergangenheitsorientierte Kennzahlenansätze verwendet werden und umfassende Kennzahlensysteme wenig verbreitet sind.²⁷⁵

2.7.2 Studie von Möller und Janssen im Jahr 2010

Möller und Janssen beabsichtigten mit ihrer Studie die Erfassung von Methoden, Instrumenten und Kennzahlen zur Steuerung von Produktinnovationen, die von Unternehmen in der Praxis verwendet werden. Dazu befragten sie 130 Unternehmen der Branchen Maschinenbau, Elektrotechnik, Fahrzeugbau und Instrumentenbau. 40 Prozent der befragten Unternehmen beschäftigten weniger als 1500 Mitarbeiter, 30 Prozent beschäftigten zwischen 1500 und 6000 Mitarbeiter. Die restlichen 30 Prozent beschäftigten mehr als 6000 Mitarbeiter. Der Anteil des Innovationsbudgets am Gesamtumsatz liegt bei den befragten Unternehmen im Durchschnitt bei 4,5 Prozent. Weiter führten sie eine Trennung der Stichprobe, in besonders erfolgreiche und weniger erfolgreiche Unternehmen ein, um zu erfassen welche Methoden die besonders erfolgreichen Unternehmen verwenden.²⁷⁶

Folgende Instrumente werden im Rahmen des Innovationscontrollings eingesetzt:

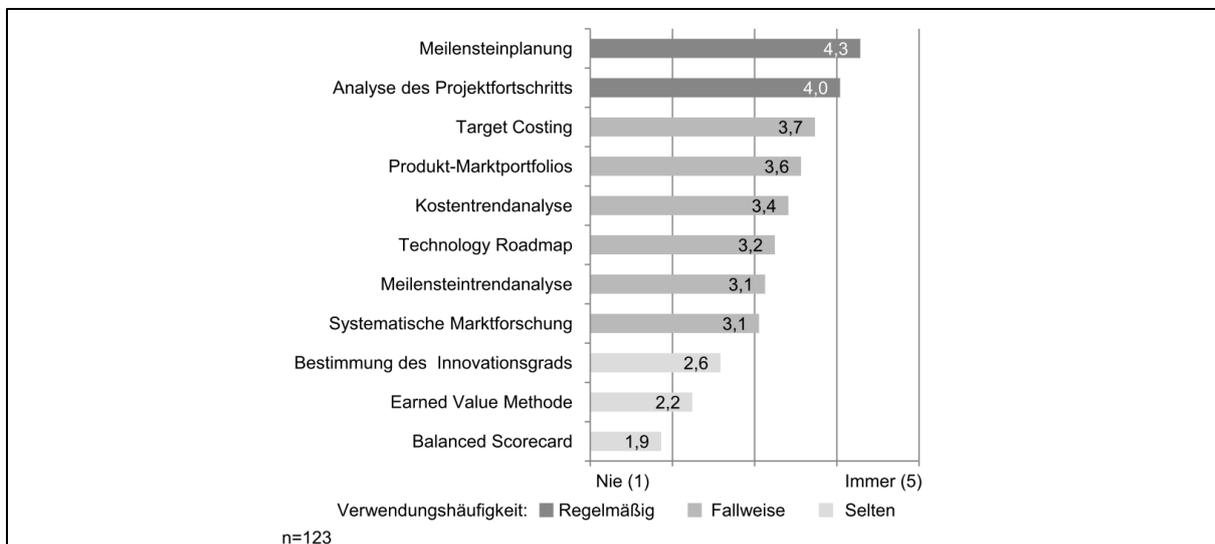


Abbildung 21: Verwendete Instrumente im Rahmen des Innovationscontrollings²⁷⁷

Methoden wie die Meilensteinplanung und die Analyse des Projektfortschritts werden regelmäßig genutzt. Die Kostentrendanalyse sowie die Meilensteintrendanalyse werden fallweise verwendet. Die BSC und die Earned Value Methode kommen nur selten zum Einsatz.

²⁷⁵ Vgl. Gräf, J.; Langmann, C. (2011), S. 79f.

²⁷⁶ Vgl. MÖLLER, K.; JANSSEN, S. (2010), S. 6ff.

²⁷⁷ MÖLLER, K.; JANSSEN, S. (2010), S. 10.

Kennzahlen werden nicht in gleicher Weise während der Prozessphasen verwendet, was nachfolgende Abbildung verdeutlicht. In dieser wird Verwendung von Kennzahlen während der einzelnen Prozessphasen dargestellt:

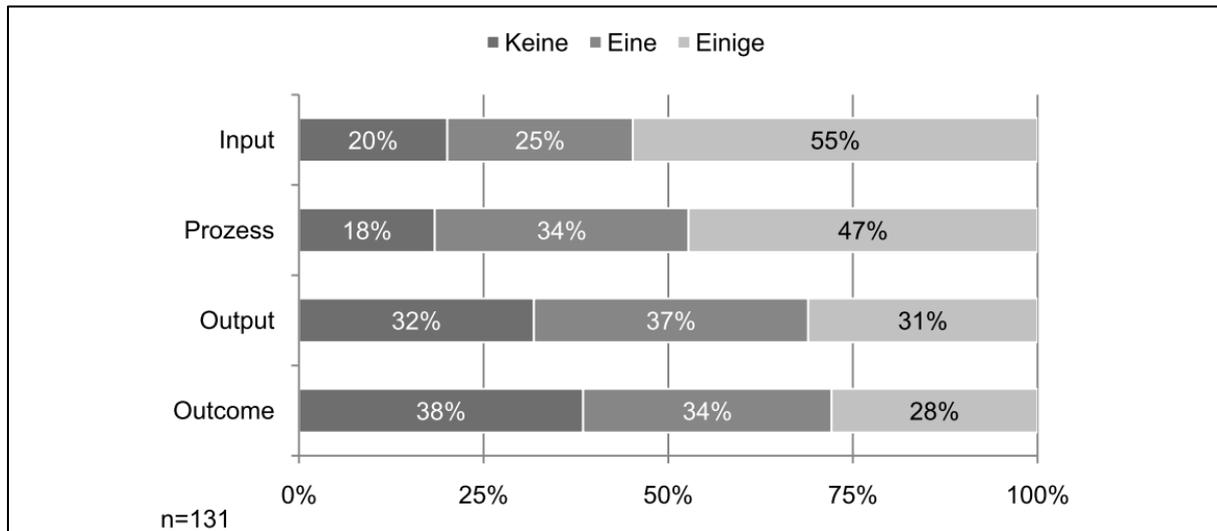


Abbildung 22: Durchschnittliche Kennzahlenverwendung während der Prozessphasen²⁷⁸

Hier zeigt sich, dass Inputkennzahlen am häufigsten gefolgt von Prozess und Outputkennzahlen verwendet werden. Dabei werden folgende Inputkennzahlen entsprechend untenstehender Abbildung genutzt:

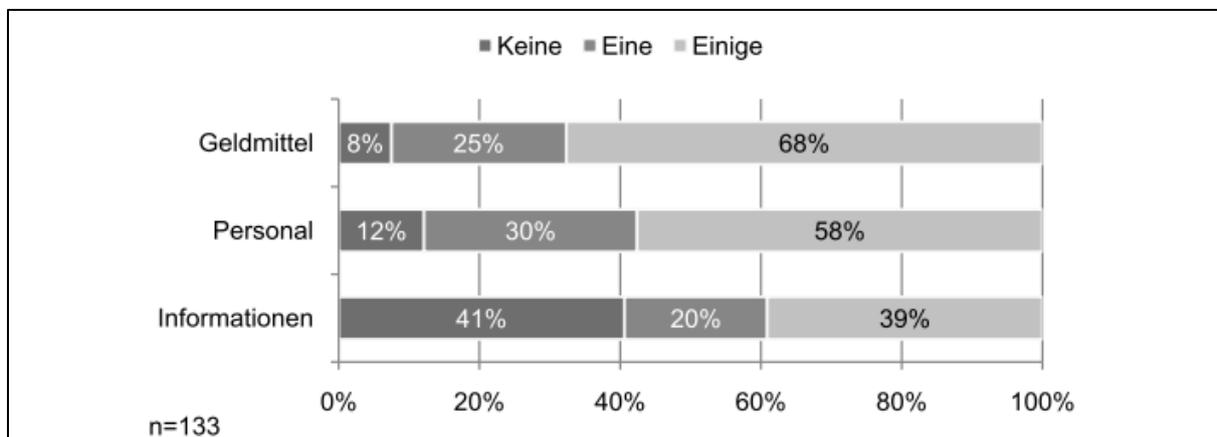


Abbildung 23: Verwendung von Inputkennzahlen²⁷⁹

Viele Unternehmen verwenden hier mehrere Kennzahlen, die die Geldmittel und das Personal betreffen. Kennzahlen die sich auf eingesetzte Informationen beziehen werden von vielen Unternehmen nicht verwendet.

²⁷⁸ MÖLLER, K.; JANSSEN, S. (2010), S. 13.

²⁷⁹ MÖLLER, K.; JANSSEN, S. (2010), S. 17.

Als nächstes wird die Verwendung der einzelnen Prozesskennzahlen betrachtet:

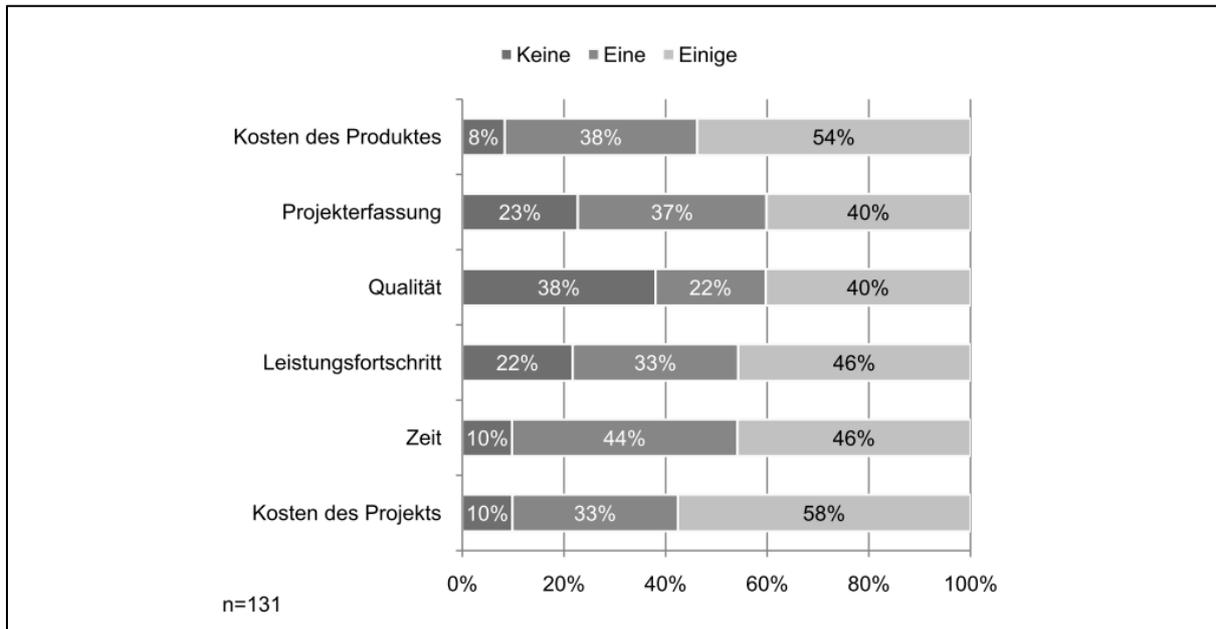


Abbildung 24: Verwendung von Prozesskennzahlen²⁸⁰

Anhand dieser Grafik wird deutlich, dass die Unternehmen die Kosten, Zeit und Leistungsdimension sehr häufig erfassen. Lediglich die Qualität als Unterdimension der Leistung wird hier in geringerem Maße erfasst.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Häufigkeit der Verwendung der Outputkennzahlen:

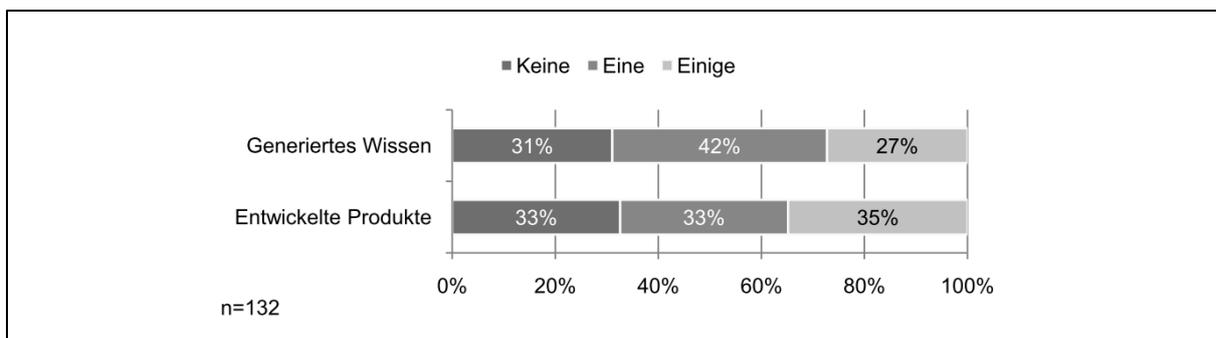


Abbildung 25: Verwendung von Outputkennzahlen²⁸¹

Kennzahlen die das Wissen und die entwickelten Produkte betreffen werden von vielen Unternehmen verwendet. Lediglich 30 Prozent der Unternehmen verwenden keine Kennzahl die den Output betrifft.

²⁸⁰ MÖLLER, K.; JANSSEN, S. (2010), S. 19.

²⁸¹ MÖLLER, K.; JANSSEN, S. (2010), S. 20.

Zum Abschluss wird die Nutzung der Outcomekennzahlen mit Hilfe untenstehender Abbildung dargestellt:

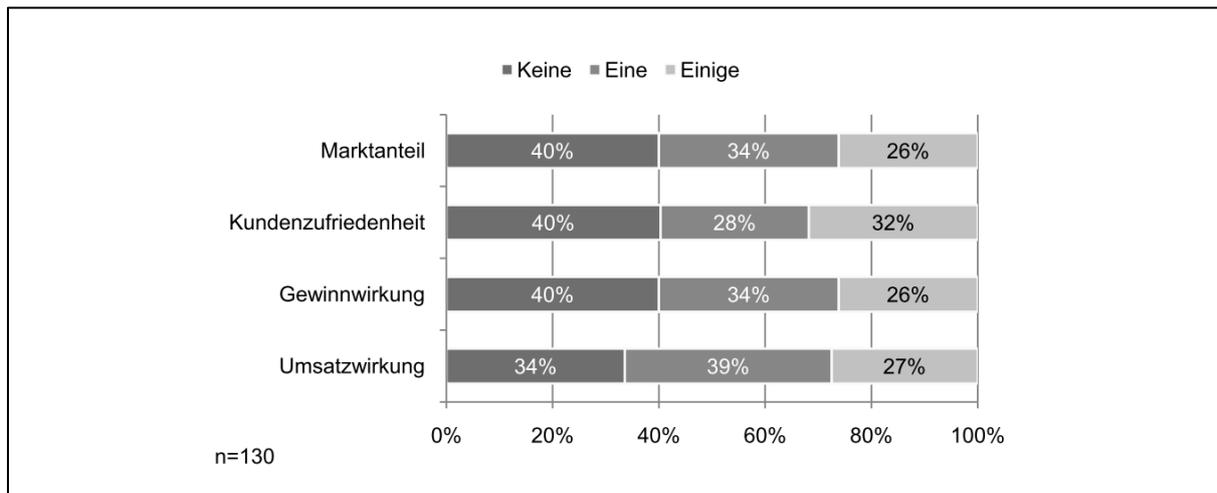


Abbildung 26: Verwendung von Outputkennzahlen²⁸²

Hier zeigt sich, dass nur 60 Prozent der Unternehmen eine oder mehrere Kennzahlen erfassen, die den Marktanteil, die Kundenzufriedenheit, die Gewinnwirkung und die Umsatzwirkung betreffen.

Die Autoren kommen zum Schluss, dass die erfolgreichsten 10 Prozent der Unternehmen, hinsichtlich finanziellen Erfolg und Erreichung von Zeit-, Kosten- und Qualitätszielen innerhalb der Projekte, einen viel ausgewogeneren Kennzahleneinsatz entlang der einzelnen Wertschöpfungsphasen haben und dadurch der Erfolg ihrer Innovationsprojekte präziser ermitteln konnten. Diese verwenden Input-, Prozess-, Output- und Outcomekennzahlen im gleichen Umfang, während die weniger erfolgreichen Unternehmen Output- und Outcomekennzahlen in geringerem Maße verwenden als Input- und Prozesskennzahlen. Auch stellten sie fest, dass viele Unternehmen noch am Anfang der Innovationssteuerung stehen, nur gelegentlich Berichte und Instrumente verwenden und unzusammenhängende Innovationskennzahlen einsetzen. Somit liegen hier nach den Autoren noch erhebliche Potentiale im Innovationsprozess und in der Sicherung des finanziellen Innovationserfolges, die durch ein professionelles Innovationcontrolling optimiert werden können.²⁸³

²⁸² MÖLLER, K.; JANSSEN, S. (2010), S. 22.

²⁸³ Vgl. MÖLLER, K.; JANSSEN, S. (2010), S. 1ff.

2.7.3 Studien der Boston Consulting Group

Die Boston Consulting Group hat in den Jahren 2008 und 2009 eine Umfrage bezüglich der Messung von Innovationen durchgeführt. In den folgenden beiden Abschnitten werden diese näher besprochen.

2.7.3.1 Measuring Innovation 2008

In dieser Studie wurden weltweit 330 Unternehmen unterschiedlichster Branchen zu deren Innovationsmessmethoden und –kennzahlen befragt. Dabei wurde festgestellt, dass nur 33% der befragten Unternehmen mit ihren aktuellen Innovationsmessmethoden zufrieden sind.²⁸⁴

Bei der Studie wurden die Unternehmen nach den Teilen der Innovation gefragt, die von ihnen am häufigsten erfasst werden. Folgende Darstellung zeigt das Ergebnis:

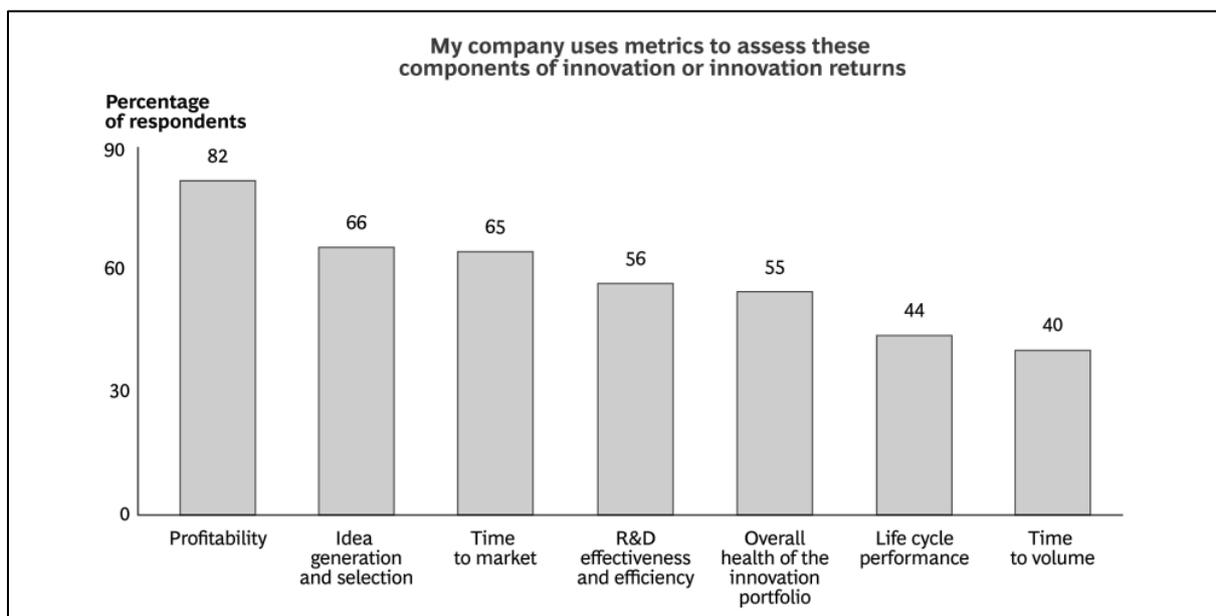


Abbildung 27: Betrachtete Teile der Innovation²⁸⁵

Dabei ist die Profitabilität der Innovation den Unternehmen am wichtigsten, die Effizienz und Effektivität des Innovationsprozesses liegt hier an vierter Stelle.

²⁸⁴ Vgl. ANDREW, J. et. al. (2008), S. 6ff.

²⁸⁵ ANDREW, J. et. al. (2008), S. 10.

Weiter wurde nach den Stellen des Innovationsprozesses gefragt, an denen gemessen wird. Die nachfolgende Darstellung zeigt die Resultate:

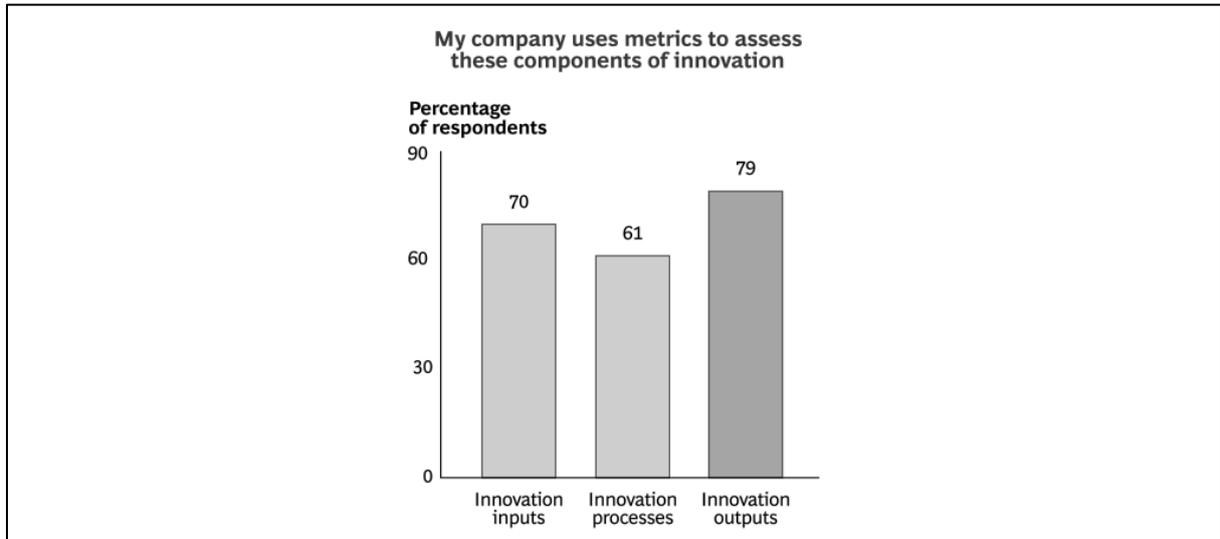


Abbildung 28: Erfassung des Inputs, Prozesses und Outputs²⁸⁶

Hier wird sichtbar dass der Focus am stärksten auf die Outputs, gefolgt von den Inputs, gelegt wird. An dieser Stelle ist anzumerken, dass die Autoren nicht zwischen Outputs und Outcomes unterscheiden.

Weiter wurde den Unternehmen eine Liste mit Kennzahlen vorgelegt, um die am häufigsten verwendete Innovationskennzahl zu identifizieren. Die nachfolgende Grafik zeigt die Antworten der Unternehmen:

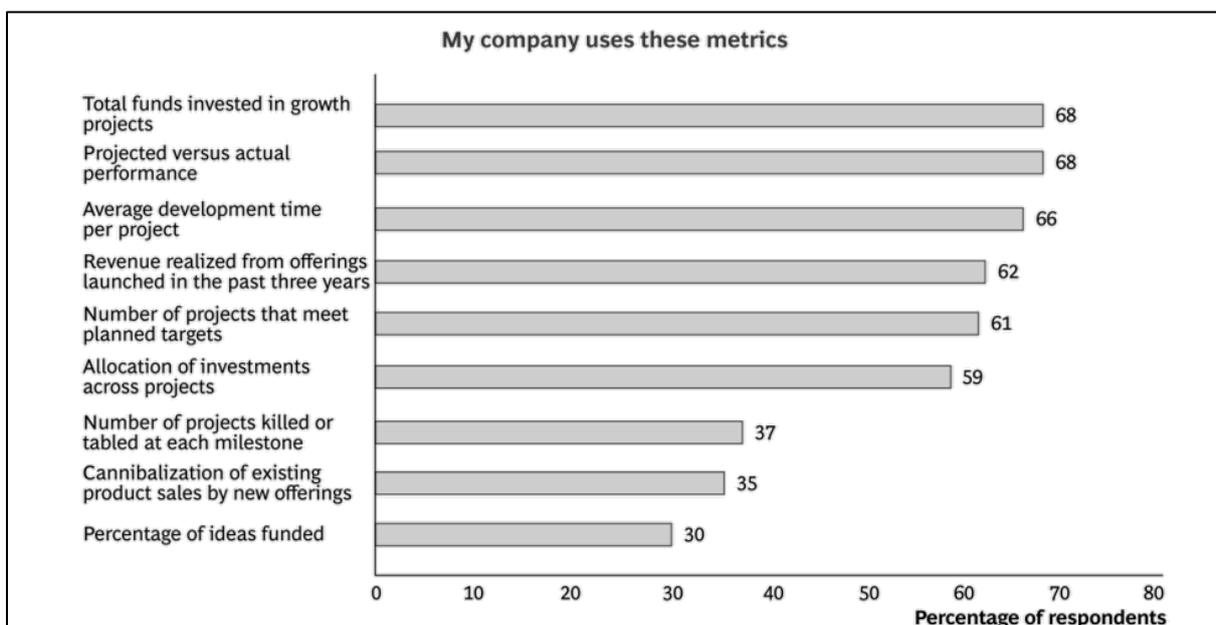


Abbildung 29: Verwendete Kennzahlen²⁸⁷

²⁸⁶ ANDREW, J. et. al. (2008), S. 10.

²⁸⁷ ANDREW, J. et. al. (2008), S. 11.

Die am häufigsten verwendeten Kennzahlen sind die investierten Mittel in Entwicklungsprojekte, die tatsächlichen Ausführung im Vergleich zur geplanten Ausführung und die durchschnittliche Entwicklungszeit pro Projekt. Daneben werden noch Kennzahlen wie, das Einkommen aus den neuen Produkten der letzten drei Jahre oder die Anzahl der Projekte, die die geplanten Ziele erreichen, verwendet.

Auch wurde danach gefragt, für welche Innovationskennzahlen sich die Unternehmen entscheiden würden, wenn sie nur drei verwenden dürften. In der untenstehenden Abbildung werden die Antworten dargestellt:

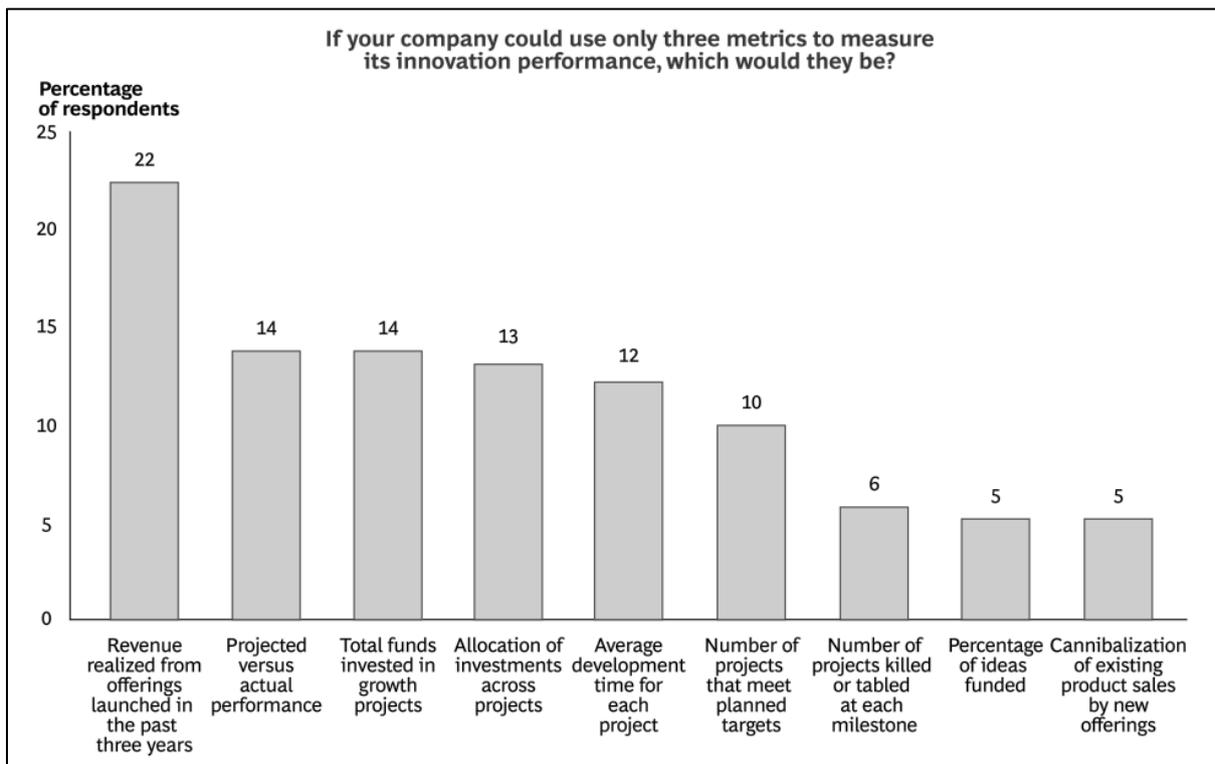


Abbildung 30: Wichtige Kennzahlen zur Messung der Innovationsperformance²⁸⁸

Hier zeigt sich, dass die wichtigste Kennzahl das Einkommen aus den neuen Produkten der letzten drei Jahre ist. Weiter wichtig sind die investierten Mittel in Entwicklungsprojekte und die tatsächlichen Ausführung im Vergleich zur geplanten Ausführung.

²⁸⁸ ANDREW, J. et. al. (2008), S. 11.

2.7.3.2 Measuring Innovation 2009

Auch in dieser Studie wurden weltweit Unternehmen unterschiedlichster Branchen zu deren Innovationsmessmethoden befragt. Insgesamt haben bei dieser Umfrage 170 Unternehmen teilgenommen. Wieder wurde festgestellt, dass nur wenige der befragten Unternehmen (32%) mit ihren aktuellen Innovationsmessmethoden zufrieden sind.²⁸⁹ Die Ergebnisse sind ähnlich der Umfrage im Jahr 2008, deshalb werden hier nur zwei Sachverhalte diskutiert, die in der vorherigen Umfrage nicht betrachtet wurden. Zum einen wurde die Anzahl der verwendeten Innovationskennzahlen im Vergleich zu den Jahren 2007 und 2008 dargestellt. Hier zeigte sich, dass die Verwendung der Innovationskennzahlen im Steigen ist. 50 Prozent der Unternehmen verwendeten im Jahr 2009 mehr als fünf Innovationskennzahlen während dies im Jahr 2007 nur 40 Prozent der Unternehmen taten.²⁹⁰ Zum anderen wurde nach den Gründen gefragt, die die Unternehmen daran hindern deren Innovationstätigkeit näher zu messen. Dabei sind die beiden häufigsten Gründe die gegen eine Innovationmessung sprechen, die Unklarheit darüber welche Kennzahlen verwendet werden können, sowie eine geringe Priorität zur Messung der Innovationstätigkeit. Daneben spielen noch die geringe Unterstützung von der Geschäftsleitung sowie die Kosten der Messung eine Rolle.²⁹¹

2.7.4 Sonstige Studien

Auf die Ergebnisse der restlichen gefunden Studien wird an dieser Stelle nicht mehr eingegangen, da sich die gefunden Resultate mit den bisherigen Ergebnissen ähnelten. Die dort genannten Kennzahlen wurden in die eigene Kennzahlenliste aufgenommen und zu den einzelnen Perspektiven und Phasen des Innovationsprozesses zugeordnet.

²⁸⁹ Vgl. ANDREW, J. et. al. (2009), S. 6ff.

²⁹⁰ Vgl. ANDREW, J. et. al. (2009), S. 9.

²⁹¹ Vgl. ANDREW, J. et. al. (2009), S. 8.

2.8 Schlussfolgerungen aus der Literaturrecherche

Bei der Literaturrecherche wurden verschiedene Effizienzdefinitionen recherchiert. Hier eignen sich vor allem die Definitionen, „Verbesserung des Grads der (operativen) Zielerreichung“ und die Definition „Realisierung einer günstigen Input zu Output bzw. Outcome Relation“, die mit dem Optimalprinzip des ökonomischen Prinzips ähnelt.

Neben den möglichen Effizienzdefinitionen wurde auch nach Performance Measurement Systemen gesucht, die für die Messung der Effizienz der Entwicklungstätigkeit verwendet werden könnten. Dabei wurden verschiedene Performance Measurement Systeme identifiziert, die für die Messung der Performance verwendet werden können. Zur Abbildung der Effizienz scheint hier das IPOO-Modell am geeignetsten. Daneben ist noch die BSC von Interesse, da an dieser unterschiedliche Betrachtungsdimensionen abgebildet werden können. Wird nach Messmethoden in der Entwicklung recherchiert, zeigt sich, dass sich diese von denen in der Grundlagenforschung stark unterscheiden. In der Entwicklung können quantitative Messmethoden, aufgrund der besseren Strukturierbarkeit des Prozesses, angewendet werden, wohingegen in der Grundlagenforschung nur qualitative Verfahren verwendet werden können. Die Verwendung von quantitativen Methoden bedeutet die Verwendung von präzise und nachvollziehbar ermittelbaren Kennzahlen.

Zur Messung der Effizienz können zum einen Prozesskennzahlen und zum anderen Verhältnissenkenngrößen verwendet werden. Bei der ersten wird auf die Einhaltung von Zielwerten in der operativen Ausführung geachtet, bei der zweiten auf die Realisierung eines günstigen Verhältnisses zwischen den Input- und den Output- bzw. Outcomegrößen. Die Prozesskenngrößen haben den Vorteil einer zeitnahen Erfassbarkeit, allerdings mit dem Nachteil der Abhängigkeit von der Planungsqualität. Die Abhängigkeit von den Planwerten ist bei den Verhältnissenkenngrößen nicht gegeben, da diese mit den Vorperioden verglichen werden. Allerdings können diese erst nach Projektabschluss erhoben werden und sind auf der Ebene der Outputs nur schwer zu quantifizieren. Das Problem der Quantifizierbarkeit kann auf der Ebene der Outcomes teilweise umgangen werden, allerdings enthalten diese auch die Effektivität und stellen somit keine reinen Effizienzkennzahlen der Entwicklungstätigkeit mehr dar. Neben diesen beiden Methoden existieren noch weitere Verfahren zur Messung der Effizienz, diese enthalten zum Teil subjektive Beurteilungen und wurden teilweise von Unternehmen selbst entwickelt. Hier müssten gegebenenfalls Anpassungen vorgenommen werden, um diese für das eigene Unternehmen zu verwenden.

Betrachtet man Studien zu diesem Thema dann erfährt man, dass die Unternehmen mit der Effizienzmessung in der Forschung und Entwicklung unzufrieden sind. Vor allem ist den Unternehmen nicht klar, welche Kennzahlen sie verwenden können, was wahrscheinlich auch an der großen Anzahl von Entwicklungskennzahlen liegt, die in der Literatur aufscheinen. Allein in der eigenen Recherche wurden mehr als 200 Kennzahlen gefunden, die in Zusammenhang mit der Entwicklungstätigkeit stehen, und in die zuvor beschriebenen Kategorien eingeordnet werden können. Die eine beste Kennzahl für die Effizienzbewertung

wurde nicht gefunden. Hier müssen vielmehr die für das Unternehmen relevanten Kenngrößen gewählt werden. Dies gilt vor allem bei den Output- und Outcomegrößen, die in Abhängigkeit von den Zielen der Unternehmung gewählt werden müssen.

3 Erkenntnisse aus der Unternehmensbefragung

In diesem Kapitel werden die Erkenntnisse aus der Unternehmensbefragung zusammengefasst. Dazu werden zuerst die Vorgehensweise und die befragten Unternehmen beschrieben, um dann darauf einzugehen, wie diese Effizienz definieren und messen und welche Kennzahlen sie für die Messung dieser verwenden. Der Fragebogen ist im Anhang zu finden.

3.1 Beschreibung der Vorgehensweise

Ziel der Befragung war es sämtliche Kennzahlen zur Effizienzbewertung von Entwicklungsprojekten zu identifizieren. Dazu wurden 20 Unternehmen, unterschiedlichster Branchen und Größen befragt um einen Eindruck zu bekommen, wie die Bewertung der Effizienz in der Praxis erfolgt. Diese Befragung erfolgte im Rahmen eines persönlichen Interviews mit Hilfe eines Fragebogens. Es wurden offene Fragen zur Effizienzdefinition, Effizienzbewertung und zum F&E-Controlling gestellt. Auch eine Liste mit Kennzahlen aus der Literatur wurde vorgelegt, um diese Kennzahlen zu bewerten und gegebenenfalls mit neuen Kennzahlen zu ergänzen. Die Gespräche dauerten im Schnitt 40 Minuten und wurden mit zuständigen Mitarbeitern aus den Bereichen Geschäftsführung, Controlling und F&E geführt.

3.2 Beschreibung der befragten Unternehmen

Die Beschreibung der befragten Unternehmen erfolgt bezüglich Branchen, Mitarbeiterzahl, Art der Finanzierung, Art der Forschung bzw. Entwicklung, Anteil des F&E Budgets, Anzahl der Entwicklungen pro Jahr sowie deren durchschnittliche Dauer.

Die 20 teilnehmenden Unternehmen verteilen sich wie folgt auf die unterschiedlichen Branchen:

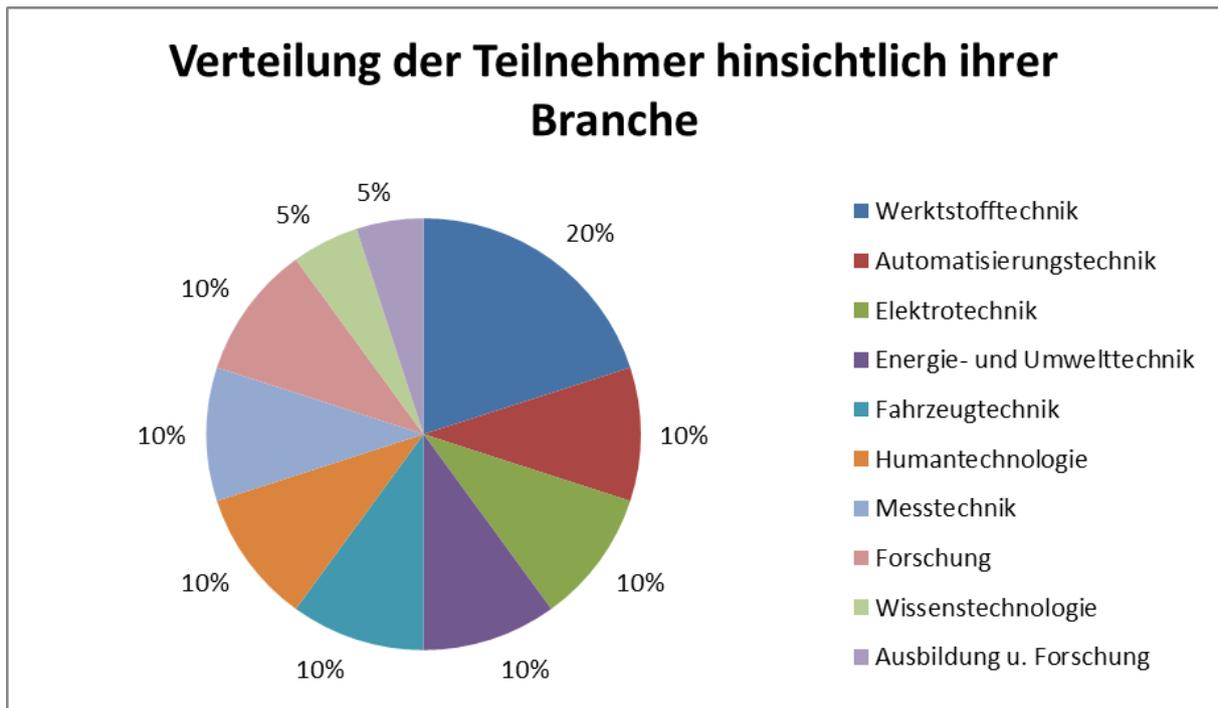


Abbildung 31: Branchenverteilung²⁹²

Den größten Anteil mit 20 Prozent bilden Unternehmen die in der Werkstofftechnik tätig sind. Die restlichen Unternehmen verteilen sich mit jeweils 10 Prozent gleichmäßig auf die unterschiedlichen Branchen.

²⁹² Eigene Darstellung.

Um einen Eindruck über die Unternehmensgröße zu gewinnen, wird hier die Mitarbeiterzahl verwendet. Dies zeigt die nachfolgende Darstellung:

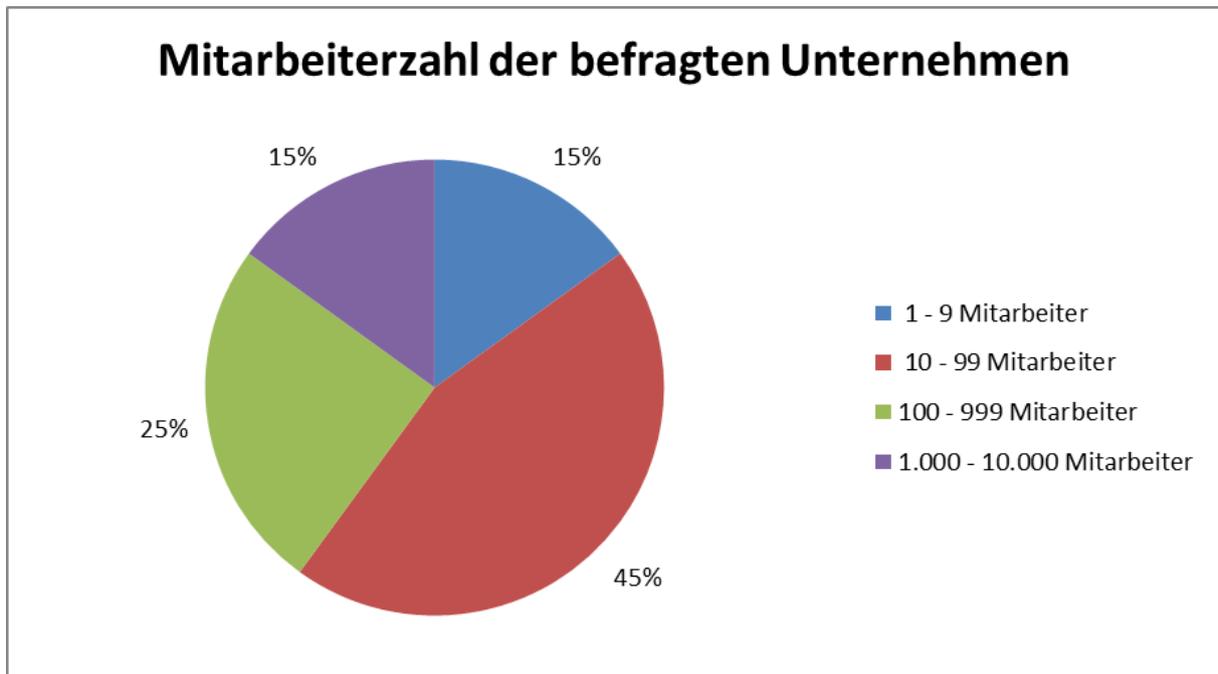


Abbildung 32: Mitarbeiterzahl der befragten Unternehmen²⁹³

Unternehmen mit einer Mitarbeiterzahl zwischen 10 bis 99 bilden hier den größten Anteil mit 45 Prozent, gefolgt von Unternehmen mit 100 bis 999 Mitarbeitern die einen Anteil von 25 Prozent bilden. Kleinstunternehmen sowie Großunternehmen wurden in demselben Maße mit einem prozentuellen Anteil von 15 befragt.

²⁹³ Eigene Darstellung.

Unterteilt wurde auch in private und öffentlich finanzierte Unternehmen bzw. Forschungseinrichtungen. Diese verteilen sich wie folgt auf die gesamte Teilnehmerzahl der Befragung:

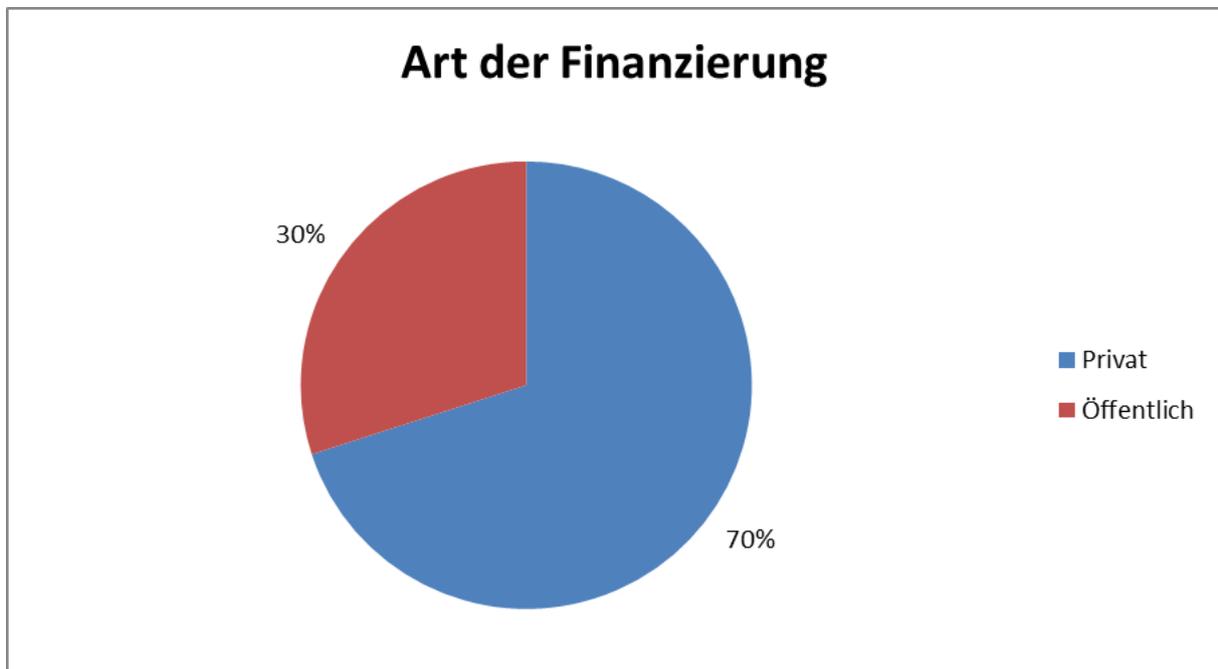


Abbildung 33: Finanzierungsart²⁹⁴

Die Verteilung zwischen privaten und öffentlichen Unternehmen ist hier 70 zu 30. Die befragten öffentlichen Unternehmen sind universitätsnahe Institute sowie öffentliche Forschungseinrichtungen.

²⁹⁴ Eigene Darstellung.

Die Unternehmen, die an dieser Befragung teilgenommen haben, betreiben nicht nur reine Entwicklung, sondern auch anwendungsorientierte Forschung und Grundlagenforschung:

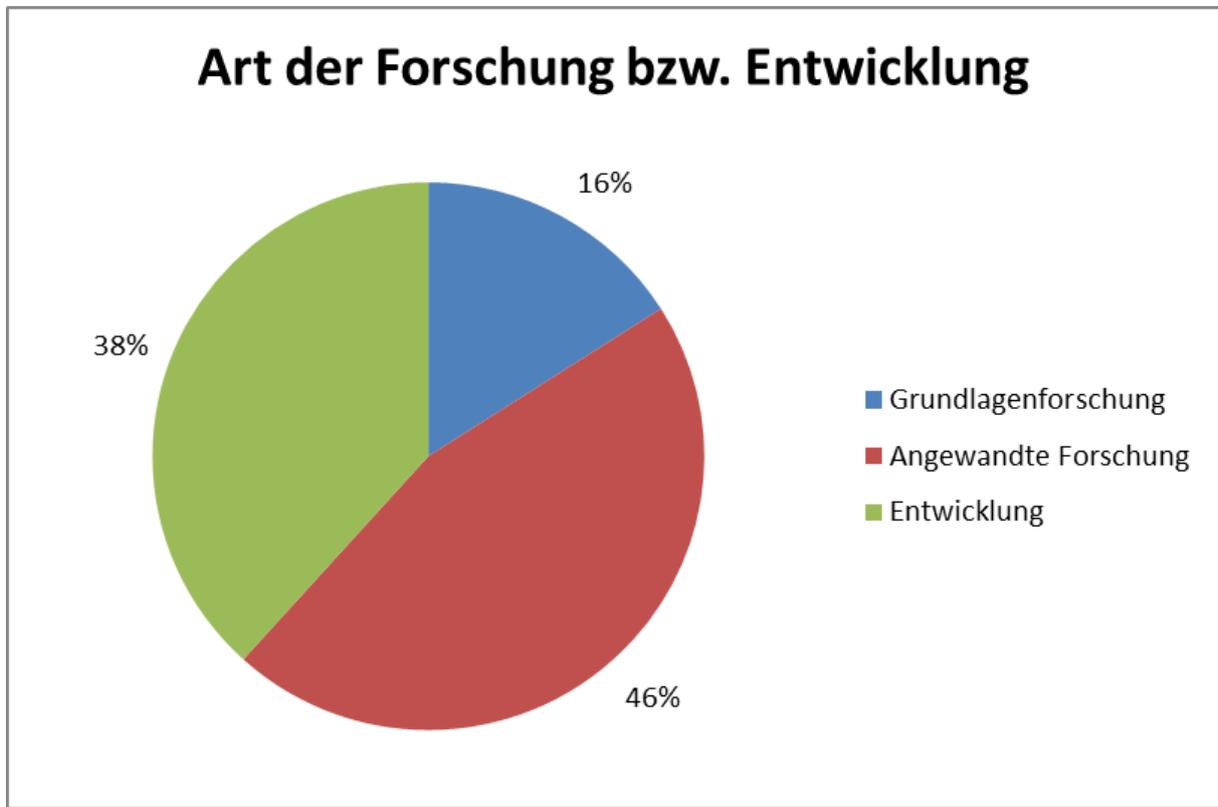


Abbildung 34: Art der Forschung bzw. Entwicklung²⁹⁵

38 Prozent der befragten Unternehmen betreiben reine Entwicklungstätigkeit und 46 Prozent der Unternehmen anwendungsorientierte Forschung. Grundlagenforschung wird im geringsten Maße mit einem Anteil von 16 Prozent betrieben.

²⁹⁵ Eigene Darstellung.

Um einen Eindruck zu gewinnen, wie viel die Unternehmen jeweils in die Forschung bzw. Entwicklung investieren, wurde nach dem Anteil des F&E-Budgets am Gesamtbudget gefragt. Dabei investieren die Unternehmen wie folgt:

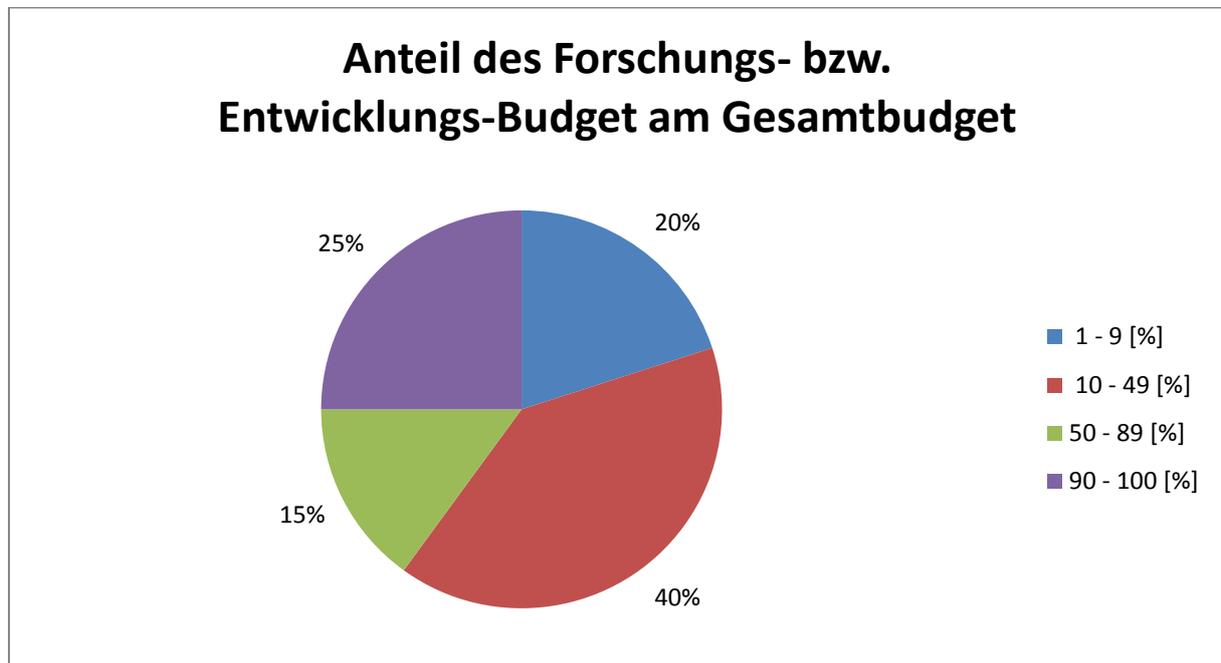


Abbildung 35: Anteil des Budgets für Forschung bzw. Entwicklung²⁹⁶

Dabei investieren 40 Prozent der Unternehmen 10 bis 49 Prozent ihres Gesamtbudgets in die Forschung bzw. Entwicklung und 20 Prozent der Unternehmen 1 bis 9 Prozent. Der große Anteil von 25 Prozent der Unternehmen mit einem Forschungs- bzw. Entwicklungsbudget von 90 bis 100 Prozent lässt sich mit dem großem Anteil der öffentlichen finanzierten Unternehmen erklären, da diese Forschungs- und Entwicklungstätigkeit an sich anbieten und kein Produkt auf den Markt bringen.

²⁹⁶ Eigene Darstellung.

Um zu sehen, wie groß die Entwicklungstätigkeit der Unternehmen ist, wurde nach der Anzahl der Forschungs- bzw. Entwicklungsprojekte pro Jahr und nach deren durchschnittlicher Dauer gefragt:

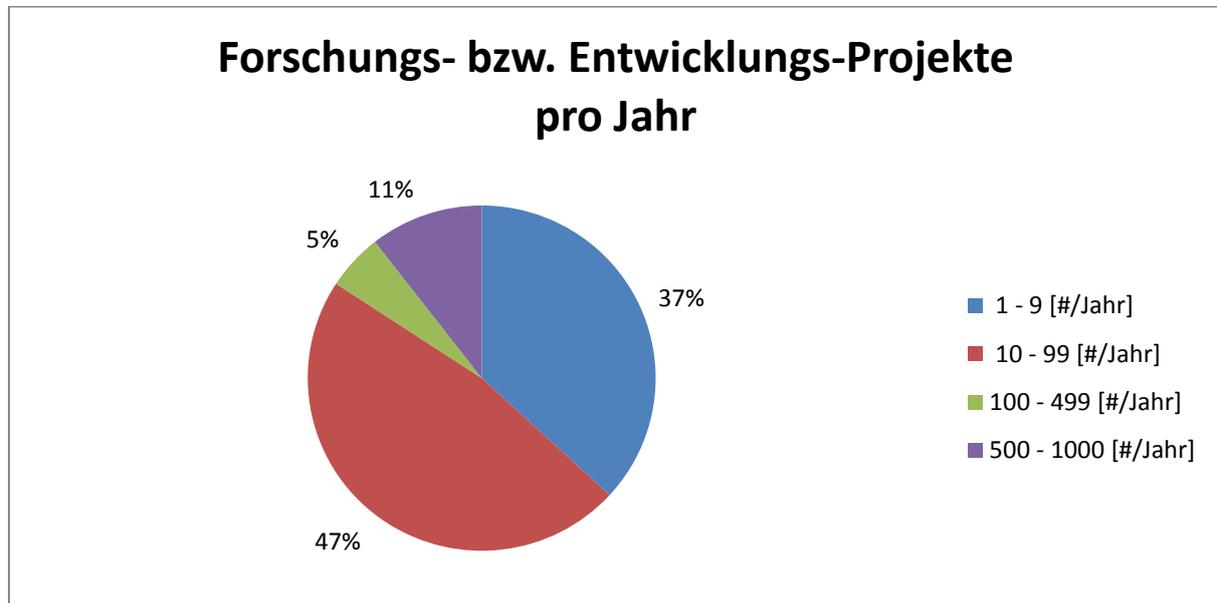


Abbildung 36: Jährliche Anzahl der Forschungs- bzw. Entwicklungsprojekte²⁹⁷

Mit einem Anteil von 47 Prozent werden 10 bis 99 Produktentwicklungen bzw. F&E Projekte durchgeführt, gefolgt von 1 bis 9 Produkten bzw. Projekten mit einem Anteil von 37 Prozent.

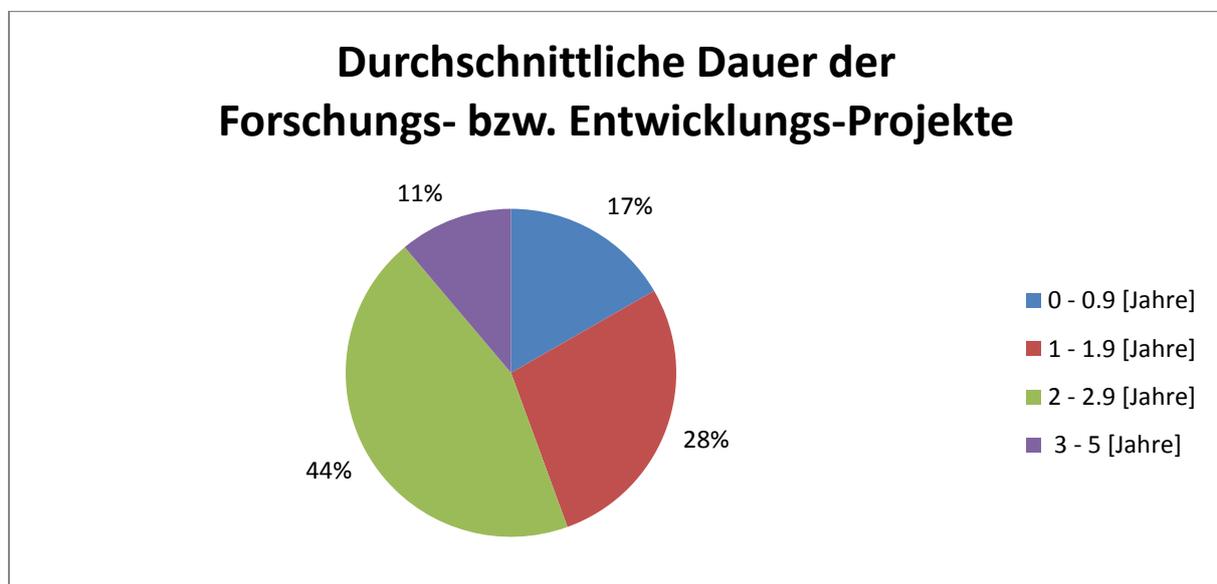


Abbildung 37: Durchschnittliche Dauer der Forschungs- bzw. Entwicklungsprojekte²⁹⁸

Dabei dauern diese am häufigsten mit 44 Prozent 2 bis 2.9 Jahre. 28 Prozent dieser dauern 1 bis 1.9 Jahre. Längere Projekte bzw. Produktentwicklungen mit einer Dauer von 3 bis 5 Jahren finden mit 11 Prozent nur selten statt.

²⁹⁷ Eigene Darstellung.

²⁹⁸ Eigene Darstellung.

3.3 Effizienzdefinitionen

Den Unternehmen wurden in diesem Zusammenhang Fragen gestellt, wie sie Effizienz definieren und wie sie diese von der Effektivität unterscheiden. Zusätzlich wurden sie danach gefragt, wann sie sagen würden, dass ein Projekt effizient durchgeführt wurde und ob sie je nach Projekt bzw. Projektphase unterschiedliche Effizienzdefinitionen verwenden. Auch wurde eine Frage nach den relevanten Gesichtspunkten zur Effizienzbewertung eines Projektes gestellt. Abschließend mussten sie eine der fünf zuvor identifizierten Effizienzdefinitionen aus der Literatur wählen, die sie am ehesten verwenden würden.

3.3.1 Definition der Effizienz und Abgrenzung zur Effektivität

Ein Drittel der Unternehmen versteht unter Effizienz, wenn mit minimalem Aufwand ein Maximum an Output erzielt wird. Dabei werden unter Aufwände personelle, finanzielle und zeitliche Ressourcen verstanden. Auch wurde unter anderem darauf hingewiesen, dass das Ziel bzw. der Output klar umrissen und messbar sein muss. Oft verwendet wurde auch die Definition der Effizienz als Verhältnis von Output zu Input. Eine Definition lautete hier: „Effizienz ist das Verhältnis von Aufwand in Personal und Kosten zu dem erzielten Ergebnis (entwickelte Produkte, Prototypen) in Abhängigkeit von einer Zeitspanne“. Unter Effizienz wird auch das Erreichen von Zielen verstanden. Diese können unter anderem Meilensteinziele und Kostenziele innerhalb der Projekte sein. Neben diesen Definitionen wurde Effizienz auch mit der Definition „Die Dinge richtig tun“ bezeichnet.

Eine Unterscheidung von Effektivität und Effizienz führen 70 Prozent der Unternehmen durch. Hier wird unter anderem Effektivität so verstanden, dass man sich für den richtigen Auftrag oder die richtige Variante entscheidet bzw. sich das eigene Produkt am Markt bewährt. Weiter wurde Effektivität als Nutzen für den Kunden, Wirkung oder messbaren und sichtbaren Impact bezeichnet. Es wurde auch erwähnt, dass Effektivität ohne Effizienz möglich ist und umgekehrt. Die Abgrenzung der Effektivität von der Effizienz findet oft mit den Sätzen „Die Dinge richtig tun“ für die Effizienz und „Die richtigen Dinge tun“ für die Effektivität statt. Auch wurde genannt, dass sich Effektivität auf das Ziel das erreicht werden soll bezieht und die Effizienz auf die Art wie dieses Ziel erreicht wird.

3.3.2 Effizienz eines Projektes

Ein Projekt wird als effizient empfunden, wenn die inhaltlichen, zeitlichen und kostenmäßigen Ziele eingehalten werden. Dabei wurde genannt, dass die inhaltlichen Ziele, die sinnvoll und erreichbar sein müssen, vom Auftraggeber vorgeben sind oder darin bestehen, dass vermarktbar Produkte oder verwertbare Ergebnisse wie z.B. Patente entstehen. Hier wird auch als wichtig genannt, dass der Kunde mit dem Projekt zufrieden ist und gegebenenfalls weitere Anforderungen gelöst werden können. Die Erzielung eines möglichst hohen Gewinns wird ebenso angeführt, wie die Unterschreitung der Sollzeit und der Sollkosten, welche auf ein effizientes Projekt hinweist. Werden die Kosten oder die Zeit etwas überschritten, dafür

aber Knowhow, Publikationen, gutes Image oder Mitarbeiterzufriedenheit aufgebaut, kann ein Projekt ebenso noch als effizient bezeichnet werden. Außerdem wurde argumentiert, dass die reine Planeinhaltung noch nicht auf Effizienz hinweist, denn erst wenn die Planung so straff ist, dass darin ein hohes Maß an Effizienz erkennbar ist, dann ist das Projekt effizient. Das bedeutet, dass ein Projekt erst effizient ist, wenn zuvor eine Effizienzplanung erfolgt ist.

Eine Unterscheidung der Effizienz nach Projekt oder Projektphase gibt es nur selten. Hier unterscheidet ein Unternehmen nach der Anforderungsdefinitions-, Umsetzungs- und Evaluierungsphase. In der Anforderungsphase soll die Kommunikation effizient erfolgen, um in minimaler Zeit eine maximale Übereinstimmung zu erzielen, damit diese Mittel dann in der Umsetzungsphase verwendet werden können. In der Evaluierungsphase soll dann mit den verbleibenden Ressourcen noch ein brauchbares Evaluierungsergebnis erzielt werden. Ein weiteres Unternehmen unterscheidet Effizienz in der Projektindizierung und Effizienz in der Projektausführung. In der Projektindizierung ist ein Projekt effizient, wenn es überhaupt entsteht. In der Projektausführung wird dann die Effizienz anhand von Meilensteinen überprüft.

Die Effizienz eines Projektes wird dabei unter folgenden Gesichtspunkten betrachtet:

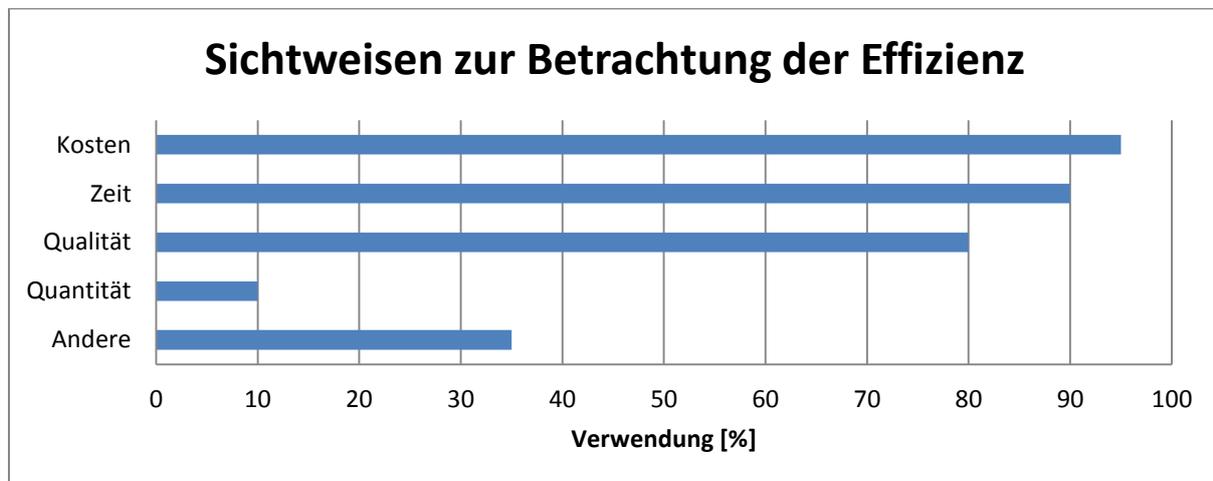


Abbildung 38: Sichtweisen für die Effizienzbetrachtung²⁹⁹

Wie aus der obigen Darstellung ersichtlich sind Kosten, Zeit und Qualität die wichtigsten Sichtweisen zur Betrachtung der Effizienz eines Projektes. Neben diesen wurden auch noch andere Gesichtspunkte zur Betrachtung der Effizienz genannt:

- Know-How, Engagement, Innovativität
- Mitarbeiterleistung, Team, Kommunikation, gemeinsam abgesteckte Ziele
- Kundenzufriedenheit, Markt
- Komplexität (ein komplexes Projekt kann sehr effizient in kurzer Zeit und mit hoher Qualität durchgeführt werden, wenn aber ein anderer einfacherer Weg gewählt

²⁹⁹ Eigene Darstellung.

worden wäre, wäre das vielleicht besser wenn dann die Qualität leichter im späteren Betrieb zu halten ist)

- Veröffentlichungen, Patente
- Personalressourceneinsatz
- Wissenstransfer, Weiterbildungsauftrag

3.3.3 Verwendung der zuvor recherchierten Effizienzdefinitionen

Hier wurden die Unternehmen aufgefordert eine der fünf in der Literatur identifizierten Effizienzdefinitionen zu wählen. Bei dieser Frage konnte nur eine Definition gewählt werden, Mehrfachauswahlen wurden nichtberücksichtigt. Dabei wurden die Definitionen Forderung „to do things right“ und Verbesserung des Grades der Zielerreichung und die Realisierung einer günstigen Input- / Output-Relation fast gleich oft gewählt. Die Identifizierung nicht dominanter Alternativen wurde am wenigsten oft gewählt.

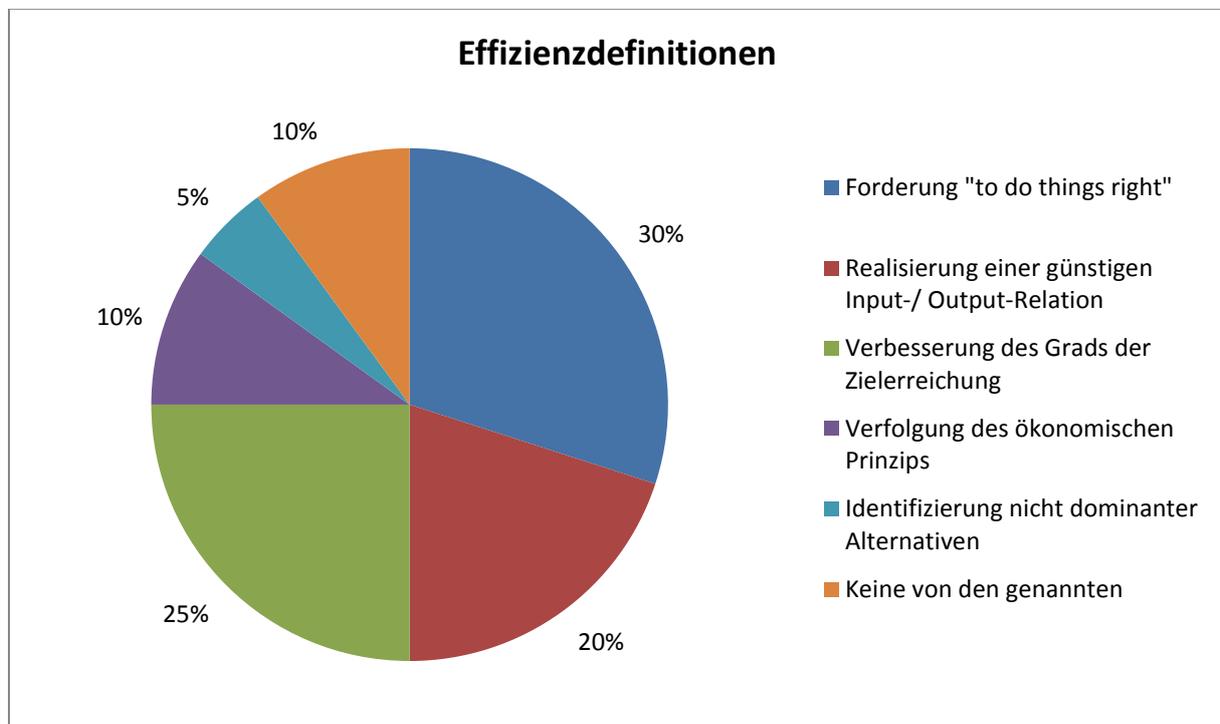


Abbildung 39: Anteil der Verwendung von Effizienzdefinitionen³⁰⁰

³⁰⁰ Eigene Darstellung.

3.4 Messung der Effizienz

An dieser Stelle soll geklärt werden, wie Effizienz von den Unternehmen gemessen wird. Falls Kennzahlen verwendet werden, wurde danach gefragt, ob diese in ein Modell eingeordnet werden. Anschließend wurde die Möglichkeit geboten noch weitere wichtige Punkte zur Effizienzmessung seitens der befragten Unternehmen zu nennen.

3.4.1 Art der Effizienzmessung

Eine verwendete Art der Effizienzbewertung ist der Vergleich der einfließenden Ressourcen, gemessen vor allem in Kosten, Zeit und der entstandenen Ergebnissen. Dabei werden, die Ergebnisse eher subjektiv und nicht anhand von konkreten Kennzahlen bewertet. Diese Art der subjektiven Bewertung der Ergebnisse erfolgt meist in kleinen Unternehmen in denen die Projekte und Ergebnisse überschaubar sind. Vor allem in öffentlichen Unternehmen, deren Forschung bzw. Entwicklung fremdfinanziert ist, erfolgt die Bewertung der Ergebnisse anhand von Zielvorgaben. Hier werden im Voraus Zielgrößen definiert, welche dann in Zwischenberichten und am Projektende überprüft werden. Diese Zielgrößen können quantitativer oder qualitativer Art sein. Quantitative Ziele können dabei die Anzahl von Patenten oder Publikationen sein, qualitative werden dabei von den Forschern bzw. Entwicklern bewertet. Falls es sich um Dienstleistungsprojekte handelt, werden auch monetäre Ergebnisgrößen betrachtet.

Eine weitere Bewertung ist, die Verwendung von Plan-Ist-Vergleichen. Hier werden die Plankosten bzw. Planstunden mit den Istkosten bzw. Iststunden verglichen, die dafür nötig waren um ein gewisses Ergebnis zu erzielen. Diese Plan-Ist Vergleiche werden punktuell verwendet z.B. am Projektende oder laufend in Form einer Kostentrend- oder Meilensteintrendanalyse.

Ein Unternehmen verwendet unter anderem den Stage Gate Prozess zur Bewertung der Effizienz. Hier wird der Entwicklungsprozess in Phasen unterteilt, an dessen Enden sich Gates befinden in denen entschieden wird, ob ein Projekt in die nächste Phase eintreten kann, die aktuelle Phase nochmals durchlaufen werden muss oder ob das Projekt gestoppt wird. Je nachdem die Wiederholungs-, Abbruch- oder Fortschrittsrate an einem Gate ist wird die Effizienz beurteilt.

Neben diesen Verfahren werden noch Kennzahlen wie Time to Market, also der Zeitrahmen vom Entstehen einer Idee bis zu dessen Marktreife, die Innovation Revenue Rate³⁰¹, in der der Umsatz der Produkte, die jünger als drei Jahre sind in Verhältnis zum Gesamtumsatz oder die Anzahl der Meilensteine innerhalb der geplanten Zeit, vereinzelt verwendet. Auch kommen Peer Reviews³⁰², externe Evaluierungen sowie Checklisten zum Einsatz. Spezielle Effizienzkennzahlen mit denen die Effizienz gemessen wird, werden nicht verwendet.

³⁰¹ Siehe Glossar.

³⁰² Siehe Glossar.

3.4.2 Modell zur Einordnung der Kennzahlen

Lediglich drei der befragten Unternehmen ordnen ihre Kennzahlen in ein Modell ein. Zwei dieser Unternehmen verwenden eine BSC bzw. ein angelehntes Modell. Diese zwei Unternehmen zählen zu den größten Unternehmen in dieser Befragung und sind in der Entwicklung tätig. Das dritte Unternehmen verwendet eine Wissensbilanz und ein Kennzahlensystem mit Spitzenkennzahl. Dieses Unternehmen ist öffentlich finanziert und betreibt anwendungsorientierte Forschung.

3.4.3 Wichtiges zur Effizienzmessung

Ein Problem in der Messung der Effizienz in der Forschung oder Entwicklung wird gesehen, dass im Forschungsprozess eine Risikokomponente in Bezug auf den Erfolg des Projektes existiert, die vor allem am Anfang des Projektes schwer einzuschätzen ist. Je mehr jedoch der Schwerpunkt in Richtung Entwicklung geht, umso geringer wird diese Komponente gesehen.

Auch wird argumentiert, dass ein Projekt zwar scheitern, dafür aber Wissen entstehen kann, welches für andere Projekte nutzbar ist und dadurch ein Zurechnungsproblem entstehen kann. Ergänzend wird Forschung oder Entwicklung als ein nichtlinearer Prozess mit vielen intervenierenden Variablen gesehen, die vor allem bei mehreren Themenfelder existieren, und mit dem Wachstum einer Pflanze verglichen werden. Hier kann ein lineares hochpumpen von Variablen auch zu einem gegenteiligen Effekt führen.

Zusätzlich wurde angeführt, dass ein gewisser Freiraum für Mitarbeiter notwendig ist. Viele sehr gute Mitarbeiter werden dadurch angezogen, dass ein gewisser persönlicher Freiraum geboten wird. Oft ist es besser weniger sehr gute als viele mittelmäßige Mitarbeiter zu haben. Weiter wird dargelegt, dass es ein Trugschluss ist, dass der Controller eine Gleichung macht und dem Entwickler sagt, dass dieser nicht effizient gearbeitet hat. Dadurch werden von manchen Firmen auch bewusst keine Zahlen verwendet und nur Kosten und Zeit gemessen und folglich wird ein gewisser Rahmen geboten. Kommt es zu einer merkbaren Überschreitung, dann muss diese begründet werden. Wenn der Focus aber zu stark auf die Messung gelegt wird, kann sich das gegenteilig auswirken, da die Mitarbeiter sich zu stark daran orientieren und kein Fortschritt entsteht. Allerdings wird aber auch festgestellt, dass eine Messung motivierend wirken kann, in dem ein Ziel geboten wird und somit eine Reflexion über die eigene Leistung möglich ist.

3.5 Kennzahlen zur Effizienzbewertung

In diesem Abschnitt soll geklärt werden, welche Kennzahlen für die Messung bzw. Bewertung der Effizienz von den Unternehmen verwendet werden.

Hier werden verwendete und bewerte Kennzahlen aufgelistet. Berücksichtigt werden auch Kennzahlen, die zwar als wichtig für die Effizienzmessung erachtet werden, jedoch nicht bewertet wurden und umgekehrt.

3.5.1 Verwendete und bewertete Kennzahlen

Um die entsprechenden Kennzahlen zur Effizienzbewertung zu ermitteln wurde eine Liste mit Kennzahlen erstellt, die Input-, Prozess-, Output- und Verhältniskennzahlen enthält. Hier lautete die Frage, ob diese Kennzahlen im F&E-Controlling verwendet werden um diese dann abschließend, gemäß ihrer Eignung zur Effizienzbewertung, zu bewerten. Die Teilnehmer konnten diese Liste auch ergänzen und weitere Kennzahlen nennen.

Im Folgenden werden die Ergebnisse, unterteilt nach Prozess-, Input-, Output-, Outcome- und Verhältnis bzw. sonstige Kennzahlen vorgestellt. Weiter erfolgt noch eine Gesamtdarstellung der Ergebnisse. Bei der Verwendung im Forschungs- bzw. Entwicklungscontrolling wird der prozentuelle Anteil der Verwendung grafisch veranschaulicht. Bei der Eignung der Effizienzbewertung wurden Punkte von 1 (nicht geeignet) bis 6 (geeignet) vergeben. Die gewichtete Eignung der Kennzahlen wurde berechnet durch die Multiplikation von der Verwendung in Prozent und der Eignung zur Effizienzbewertung in Punkten. In den folgenden Diagrammen wurden alle befragten Unternehmen berücksichtigt. Eine grafische Auswertung getrennt in private und öffentliche Unternehmen ist im Anhang enthalten.

3.5.1.1 Prozesskennzahlen

In diesem Abschnitt erfolgt die Betrachtung der Prozesskennzahlen und Prozessbewertungsmethoden, beginnend mit der Verwendung dieser im Forschungs- bzw. Entwicklungscontrolling.

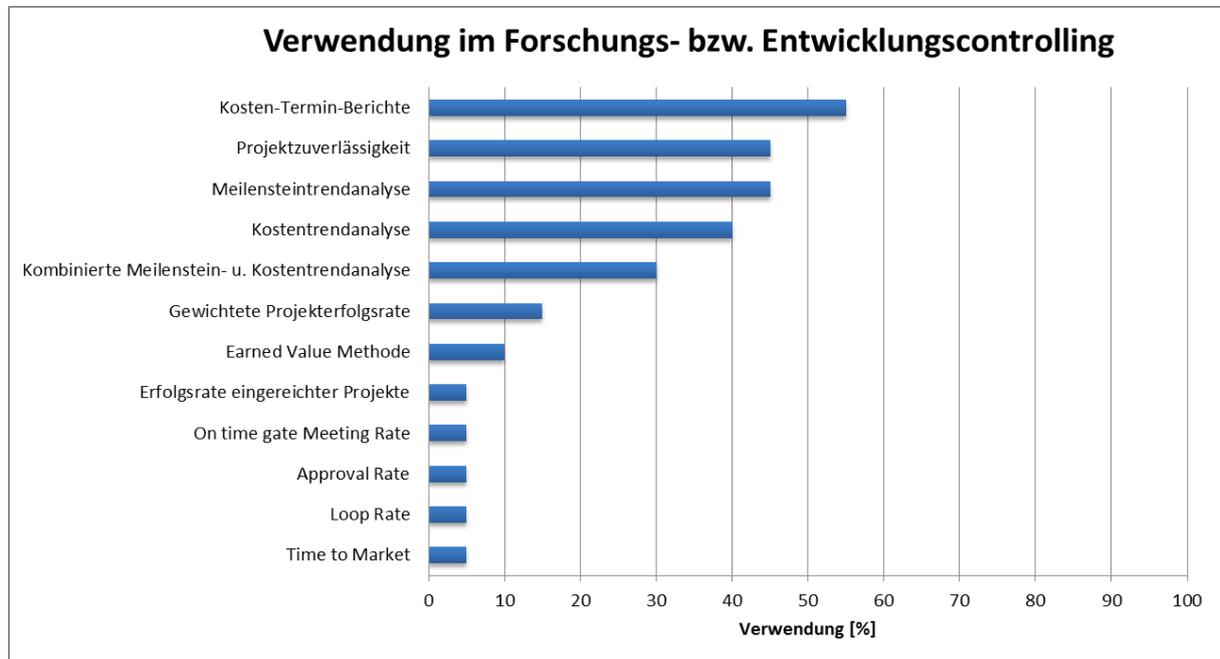


Abbildung 40: Verwendung von Prozesskennzahlen³⁰³

Die am häufigsten verwendete Methode ist der Kosten-Termin-Bericht mit einer Verwendung von über 50 Prozent. Daneben spielen noch die Projektzuverlässigkeit, die Meilensteintrendanalyse und die Kostentrendanalyse eine Rolle.

³⁰³ Eigene Darstellung.

Als nächstes wird deren Eignung zur Effizienzbewertung betrachtet:

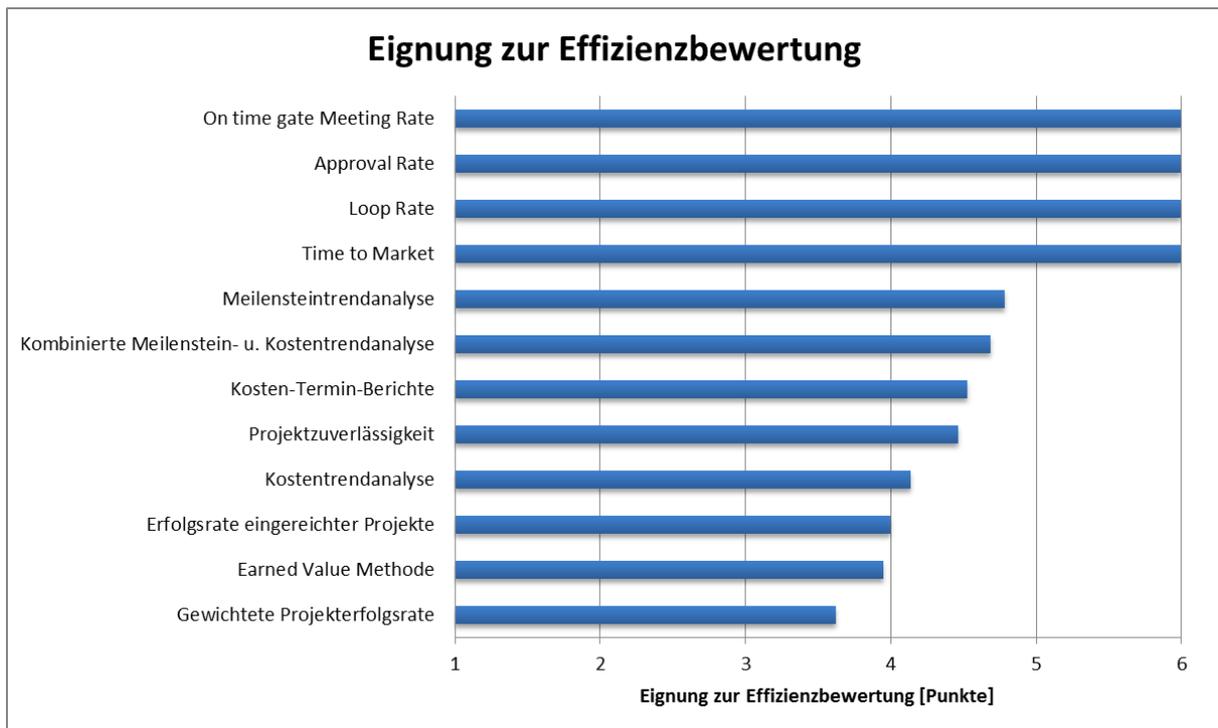


Abbildung 41: Eignung der Prozesskennzahlen zur Effizienzbewertung³⁰⁴

Die On time gate Meeting Rate³⁰⁵, Approval Rate³⁰⁶, Loop Rate³⁰⁷ sowie Time to Market bekommen hier die besten Bewertungen, allerdings werden diese nur von einem Unternehmen verwendet und wurden somit nur einmal bewertet. Nach diesen zuvor genannten bekommen die Meilensteintrendanalyse, die kombinierte Meilenstein und Kostentrendanalyse, die Kosten Terminberichte sowie die Projektzuverlässigkeit eine gute Bewertung zur Eignung der Effizienzmessung.

³⁰⁴ Eigene Darstellung.

³⁰⁵ Siehe Glossar.

³⁰⁶ Siehe Glossar.

³⁰⁷ Siehe Glossar.

Im folgenden Diagramm wird die gewichtete Eignung zur Effizienzbewertung dargestellt:

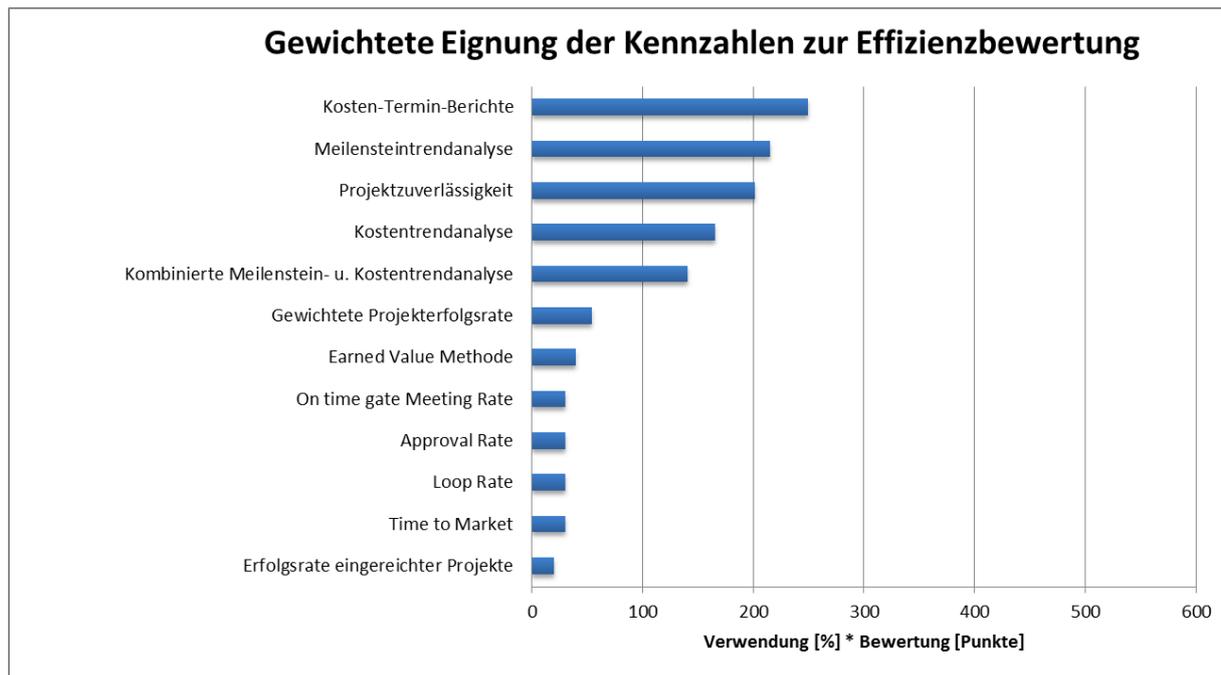


Abbildung 42: Gewichtete Eignung der Prozesskennzahlen zur Effizienzbewertung³⁰⁸

Wird die Eignung mit der Verwendung multipliziert schneiden der Kosten-Termin-Bericht, die Meilensteintrendanalyse und die Projektzuverlässigkeit am besten ab.

³⁰⁸ Eigene Darstellung.

3.5.1.2 Inputkennzahlen

Dieses Unterkapitel bezieht sich auf die Inputkennzahlen. Zunächst wird die Verwendung dieser im Forschungs- bzw. Entwicklungscontrolling betrachtet:

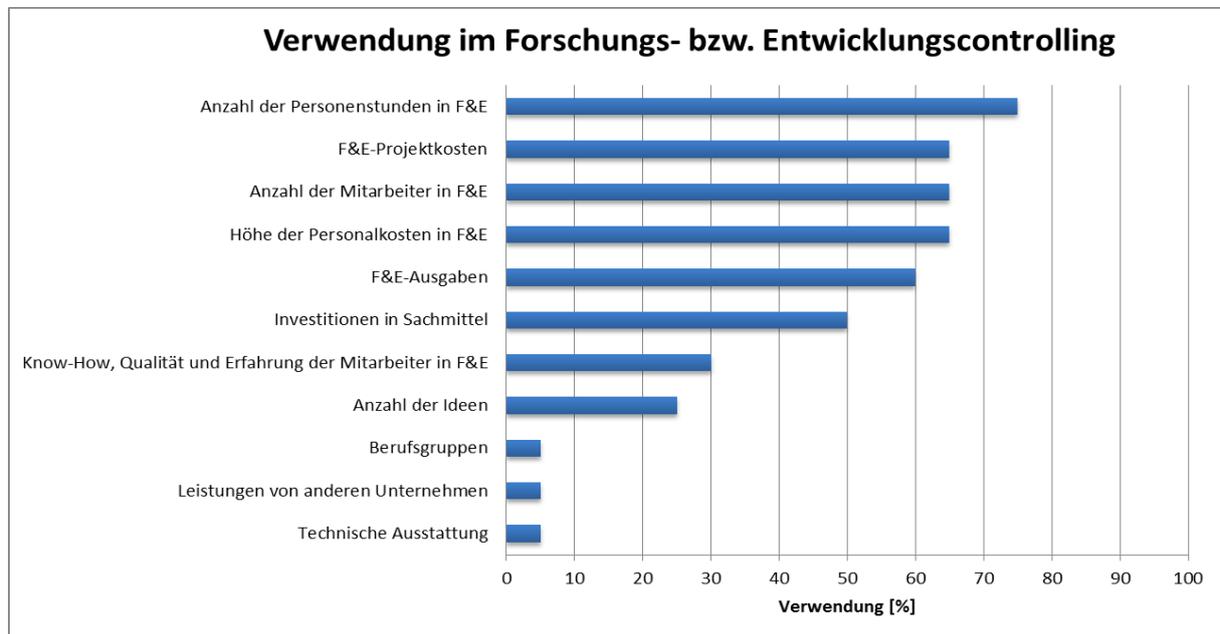


Abbildung 43: Verwendung von Inputkennzahlen³⁰⁹

Bei den Inputkennzahlen werden personalbezogene Kennzahlen am häufigsten verwendet. Hier kommen Kennzahlen wie die Anzahl der Personenstunden und Anzahl der Mitarbeiter sowie die Höhe der Personalkosten zum Einsatz. Die Anzahl der Personenstunden wird von diesen häufigsten verwendet, 70 Prozent der Unternehmen erfassen diese Kennzahl. Neben diesen werden auch die Projektkosten und Investitionen in Sachmittel häufig verwendet.

³⁰⁹ Eigene Darstellung.

Zusätzlich zur Verwendung spielt noch deren Eignung zur Effizienzbewertung eine Rolle:

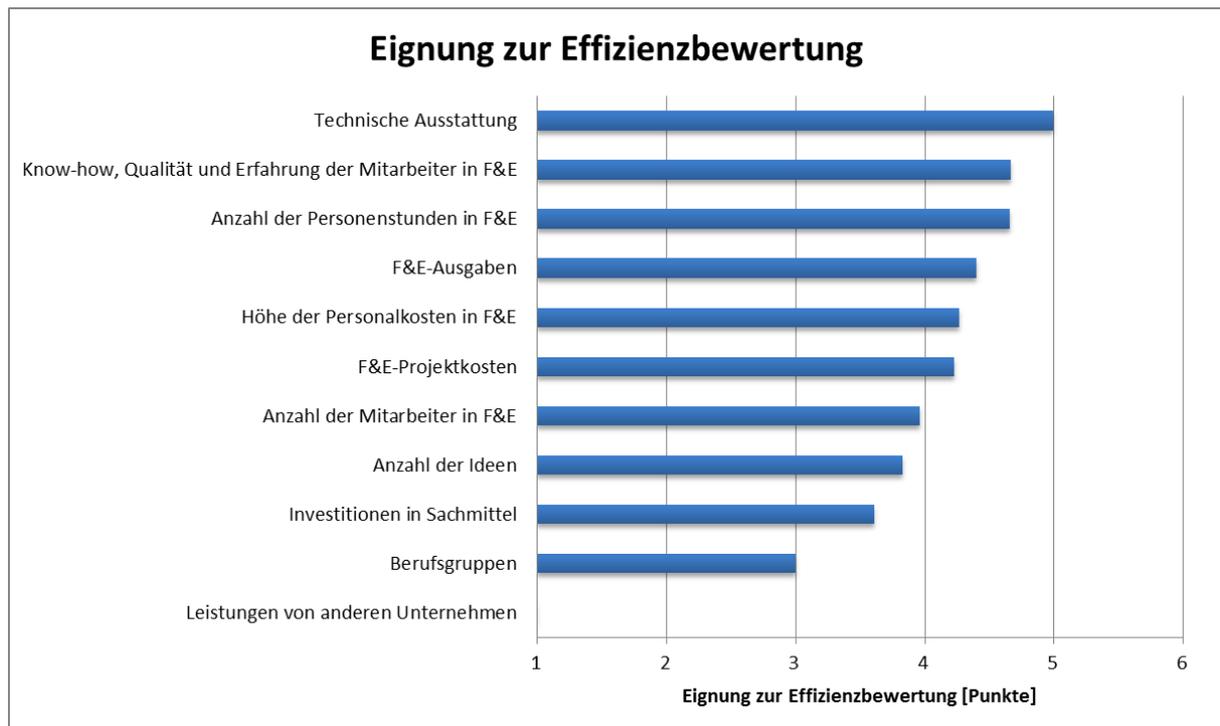


Abbildung 44: Eignung der Inputkennzahlen zur Effizienzbewertung³¹⁰

Bei der Eignung zur Bewertung der Effizienz werden das Know-How, die Qualität und die Erfahrung der Mitarbeiter zusammen mit der Anzahl der Personenstunden als am wichtigsten erachtet. Weiter von Bedeutung sind die Forschungs- bzw. Entwicklungsausgaben, die Projektkosten sowie die Höhe der Personalkosten. Im obigen Diagramm erhält die technische Ausstattung die beste Bewertung, allerdings wurde diese nur von einem Unternehmen genannt.

³¹⁰ Eigene Darstellung.

Wird die Verwendung der Kennzahlen mit der Eignung dieser multipliziert, erhält man folgendes Ergebnis:

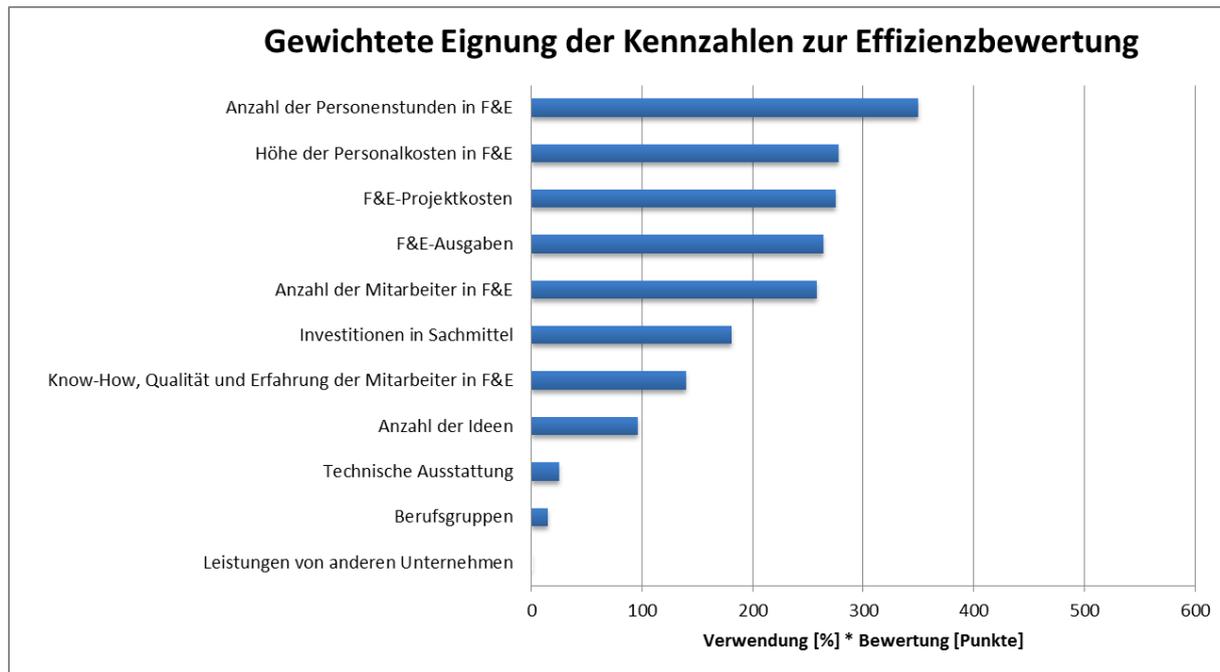


Abbildung 45: Gewichtete Eignung der Inputkennzahlen zur Effizienzbewertung³¹¹

Bei der gewichteten Eignung schneiden die Anzahl der Personenstunden am besten ab. Weiter erhalten hier die Höhe der Personalkosten, die Anzahl der Mitarbeiter, die Projektkosten sowie die Forschungs- bzw. Entwicklungsausgaben eine gute Bewertung.

³¹¹ Eigene Darstellung.

3.5.1.3 Outputkennzahlen

Hier werden die Outputkennzahlen näher betrachtet. Dabei wird zunächst wieder auf deren Verwendung in den Unternehmen eingegangen.

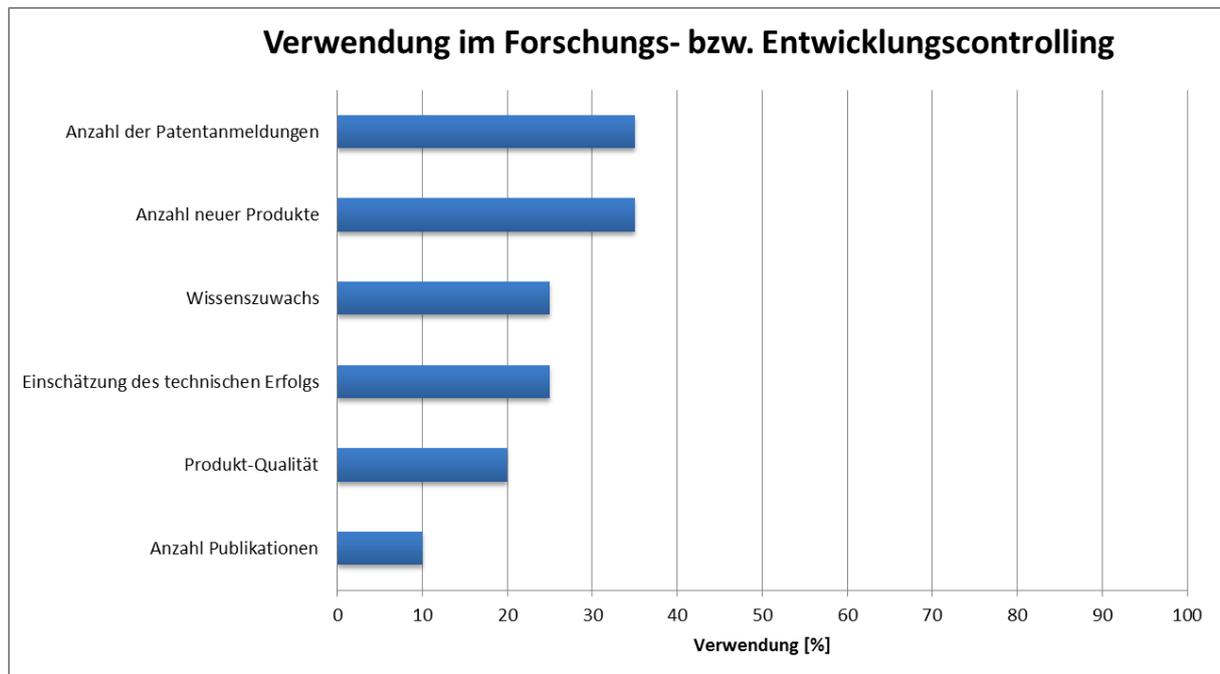


Abbildung 46: Verwendung von Outputkennzahlen³¹²

Outputkennzahlen werden eher selten verwendet. Hier findet die Messung der Anzahl der Patentanmeldungen und die Anzahl neuer Produkte mit einer Verwendung von 30 Prozent am häufigsten statt.

³¹² Eigene Darstellung.

Als nächstes wird deren Eignung zur Effizienzbewertung veranschaulicht:

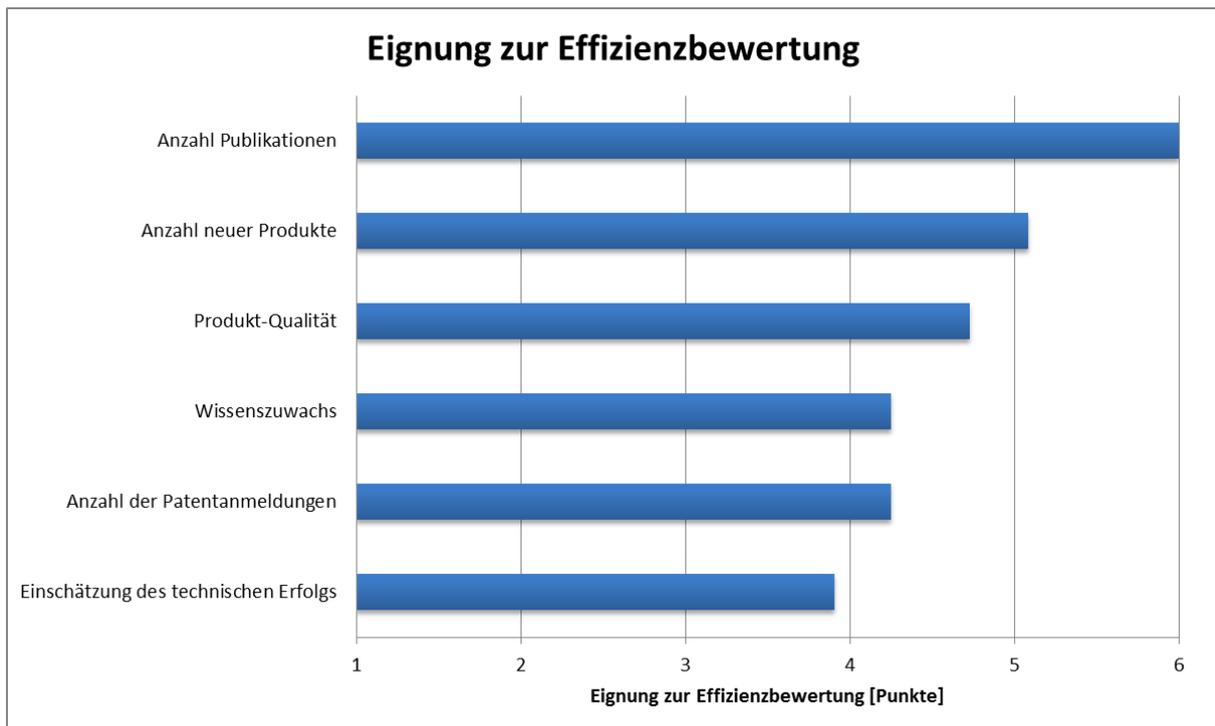


Abbildung 47: Eignung der Outputkennzahlen zur Effizienzbewertung³¹³

Wird die Eignung zur Messung der Effizienz betrachtet so schneiden die Outputkennzahlen recht gut ab. Hier werden die Anzahl neuer Produkte sowie die Produktqualität als geeignet erachtet. Neben diesen werden noch der Wissenszuwachs sowie die Anzahl der Patentanmeldungen gut bewertet. Die Anzahl an Publikationen bekommt hier die beste Note, allerdings wurde diese nur von drei Unternehmen bewertet.

³¹³ Eigene Darstellung.

Zum Abschluss wird die gewichtete Eignung dieser Kennzahlengruppe zur Effizienzbewertung betrachtet:

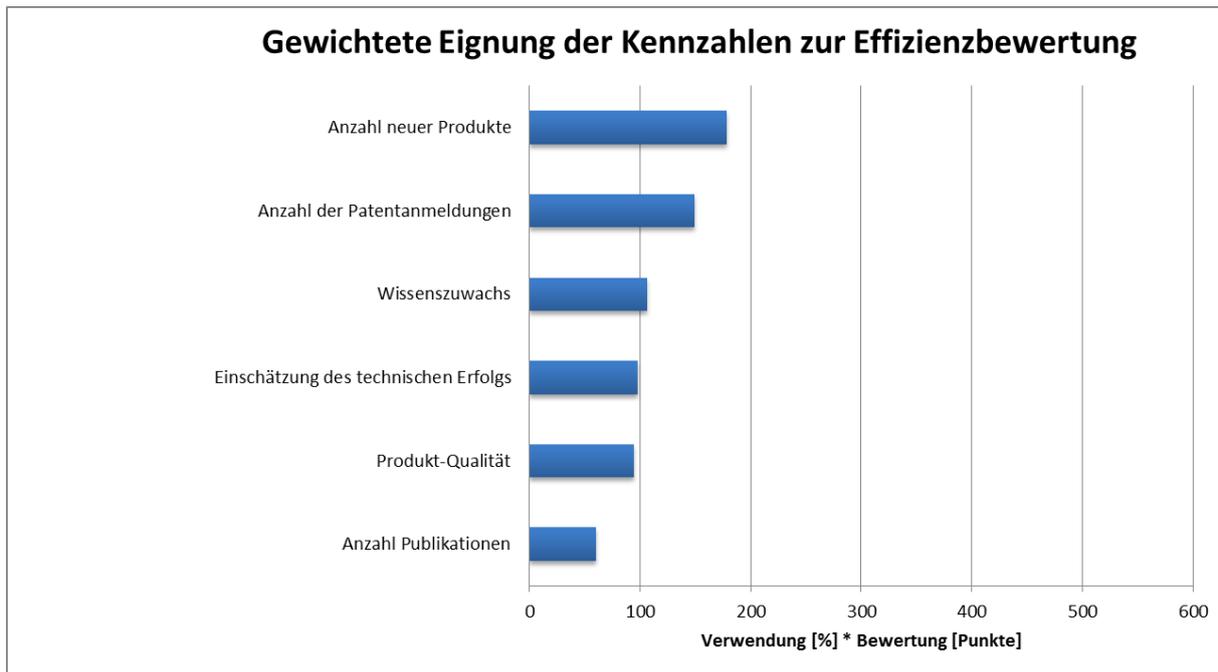


Abbildung 48: Gewichtete Eignung der Outputkennzahlen zur Effizienzbewertung³¹⁴

Wird die gewichtete Eignung betrachtet, so schneiden die Anzahl neuer Produkte und die Anzahl der Patentanmeldungen am besten ab. Beim Vergleich dieser Kennzahlenart mit anderen Kennzahlenarten lässt sich feststellen, dass Outputkennzahlen schlecht abschneiden, was mit der mangelnden Verwendung dieser erklärt werden kann.

³¹⁴ Eigene Darstellung.

3.5.1.4 Outcomekennzahlen

An dieser Stelle wird auf die Outcomekennzahlen eingegangen. Hier wird wieder mit der Verwendung dieser begonnen:

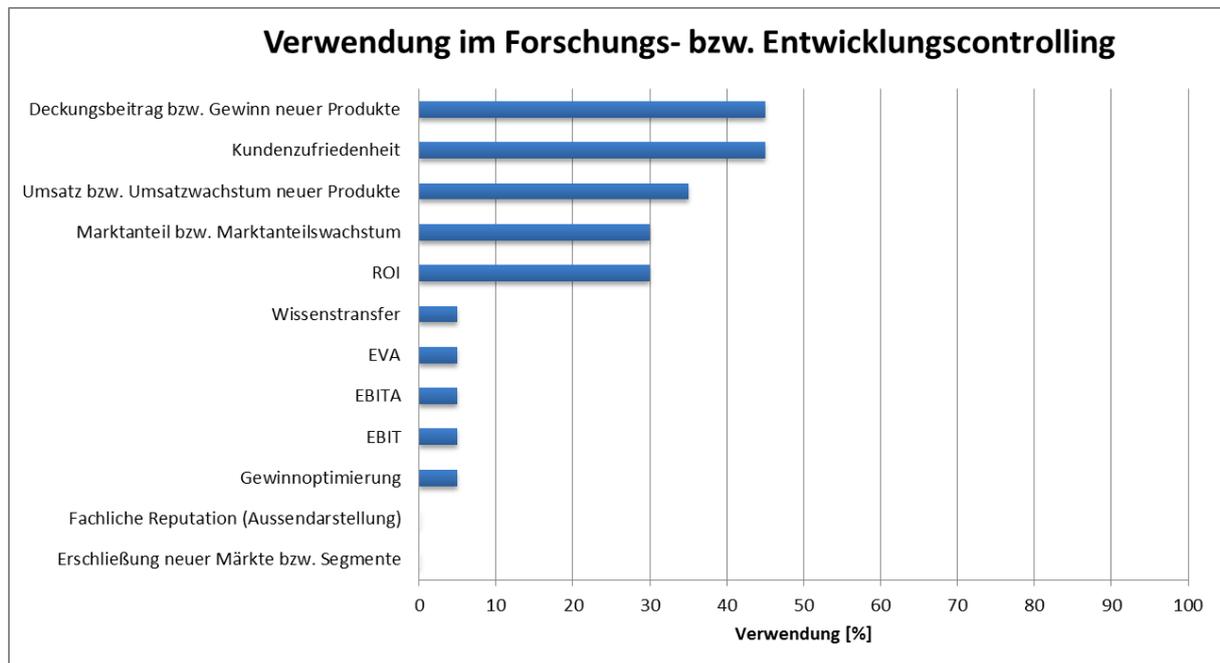


Abbildung 49: Verwendung von Outcomekennzahlen³¹⁵

Über 40 Prozent der Unternehmen verwenden den Gewinn, den Deckungsbeitrag oder die Kundenzufriedenheit im Forschungs- bzw. Entwicklungscontrolling. Daneben wird noch der Umsatz bzw. das Umsatzwachstum häufig verwendet. 30 Prozent der Unternehmen setzen den Marktanteil bzw. dessen Wachstum und die Kennzahl ROI ein.

³¹⁵ Eigene Darstellung.

Outcomekennzahlen werden wie folgt zur Eignung der Bewertung der Effizienz eingeschätzt:

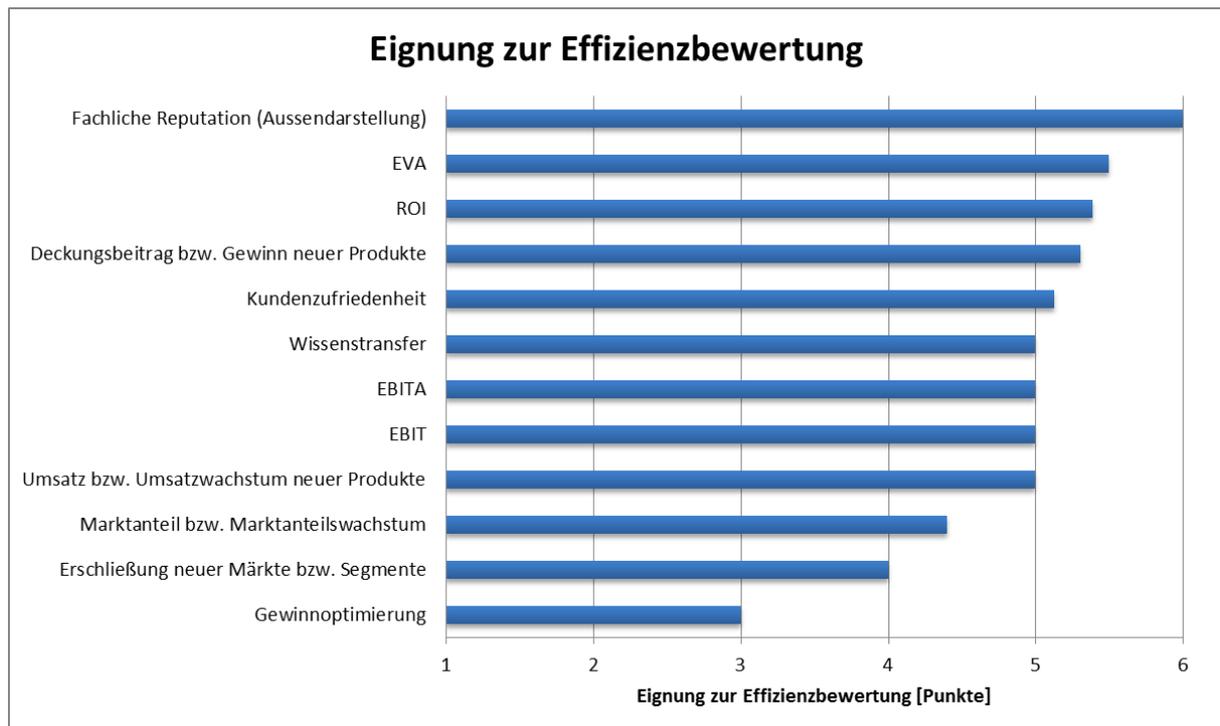


Abbildung 50: Eignung der Outcomekennzahlen zur Effizienzbewertung³¹⁶

Outcomekennzahlen werden grundsätzlich als sehr gut zur Bewertung der Effizienz eingeschätzt. Am besten schneiden hier die fachliche Reputation sowie der EVA ab, allerdings werden diese beiden Kenngrößen nicht bzw. nur einmal zur Effizienzbewertung verwendet. Werden die restlichen Kenngrößen betrachtet, so werden hier der ROI, der Deckungsbeitrag, der Gewinn sowie die Kundenzufriedenheit als sehr gut zur Effizienzbewertung erachtet.

³¹⁶ Eigene Darstellung.

Die gewichtete Eignung der Kennzahlen lautet wie folgt:

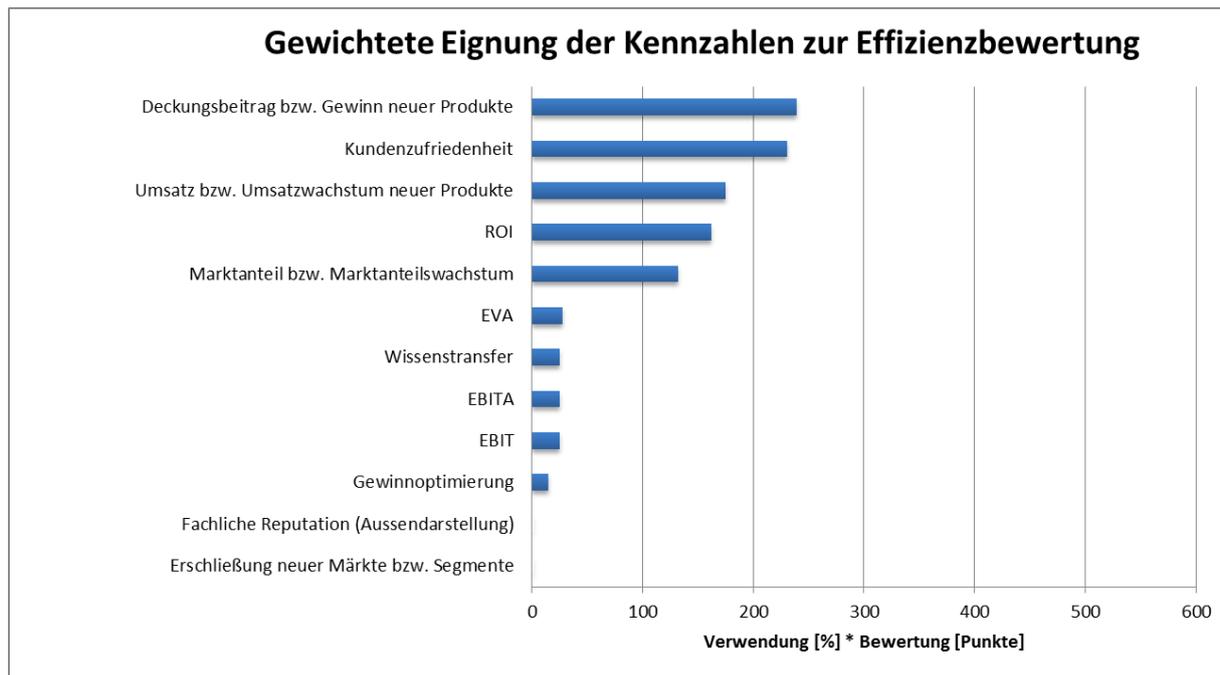


Abbildung 51: Gewichtete Eignung der Outcomekennzahlen zur Effizienzbewertung³¹⁷

Bei dieser Betrachtung erzielen der Deckungsbeitrag und Gewinn sowie die Kundenzufriedenheit die besten Resultate. Weiter spielen noch der Umsatz bzw. das Umsatzwachstum, der ROI und der Marktanteil und dessen Wachstum eine Rolle.

³¹⁷ Eigene Darstellung.

3.5.1.5 Verhältniskennzahlen und sonstige Kennzahlen

An dieser Stelle wird auf Verhältniskennzahlen und sonstige Kennzahlen, die sich nicht in das IPOO-Modell einordnen lassen, eingegangen. Diese werden wie folgt verwendet:

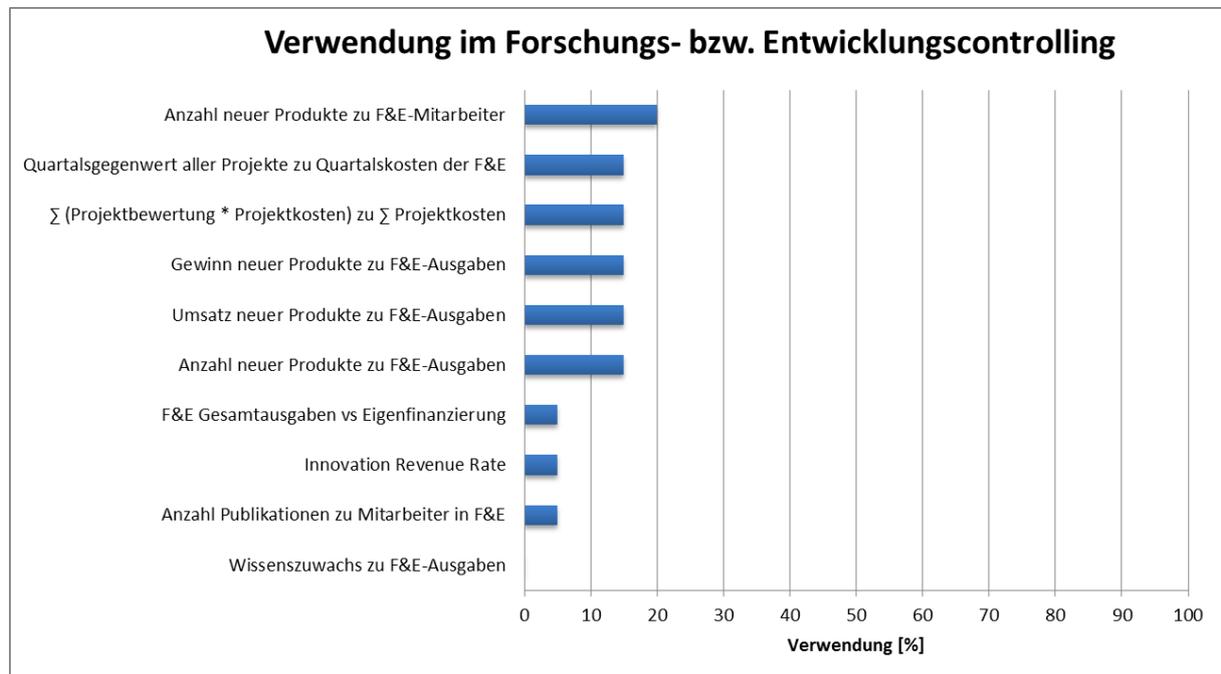


Abbildung 52: Verwendung von Verhältniskennzahlen³¹⁸

Diese Kennzahlengruppe wird selten verwendet. Am häufigsten mit 20 Prozent, wird die Verhältniskennzahl Anzahl neuer Produkte zu F&E-Mitarbeitern verwendet. Die restlichen Kennzahlen erzielen geringere Werte bei der Verwendung.

³¹⁸ Eigene Darstellung.

Als nächstes wird die Eignung dieser betrachtet:

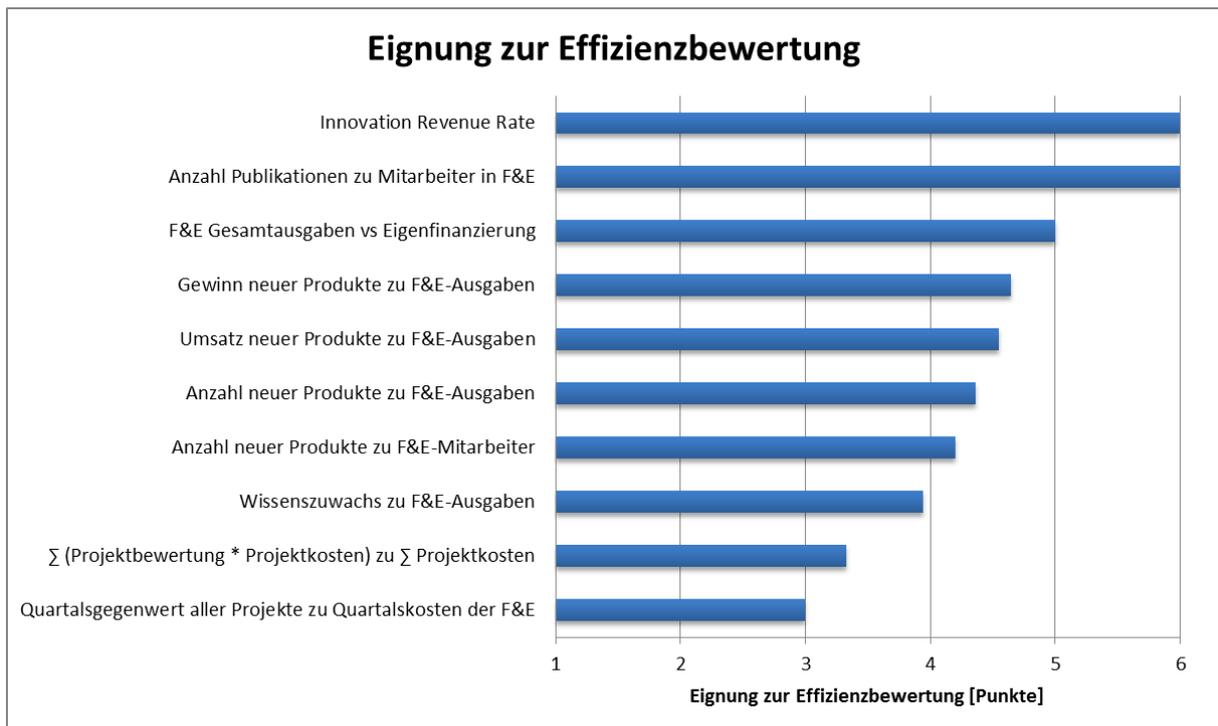


Abbildung 53: Eignung der Verhältniskennzahlen zur Effizienzbewertung³¹⁹

Wird allerdings die Eignung zur Effizienzbewertung betrachtet, so schneidet diese Kategorie von Kennzahlen recht gut ab. Hier werden die drei am besten bewerteten Kennzahlen, das sind die Innovation Revenue Rate, die Anzahl der Publikationen zu Mitarbeitern und die F&E Gesamtausgaben im Vergleich zur Eigenfinanzierung, nur jeweils einmal verwendet und bewertet. Bei den häufiger verwendeten Kennzahlen erzielen die Verhältniskennzahlen Gewinn, Umsatz und Anzahl neuer Produkte jeweils im Verhältnis zu den Forschungs- bzw. Entwicklungsausgaben, die besten Resultate.

³¹⁹ Eigene Darstellung.

Multipliziert man die Eignung mit der Verwendung dieser, ergibt sich folgendes Ergebnis:

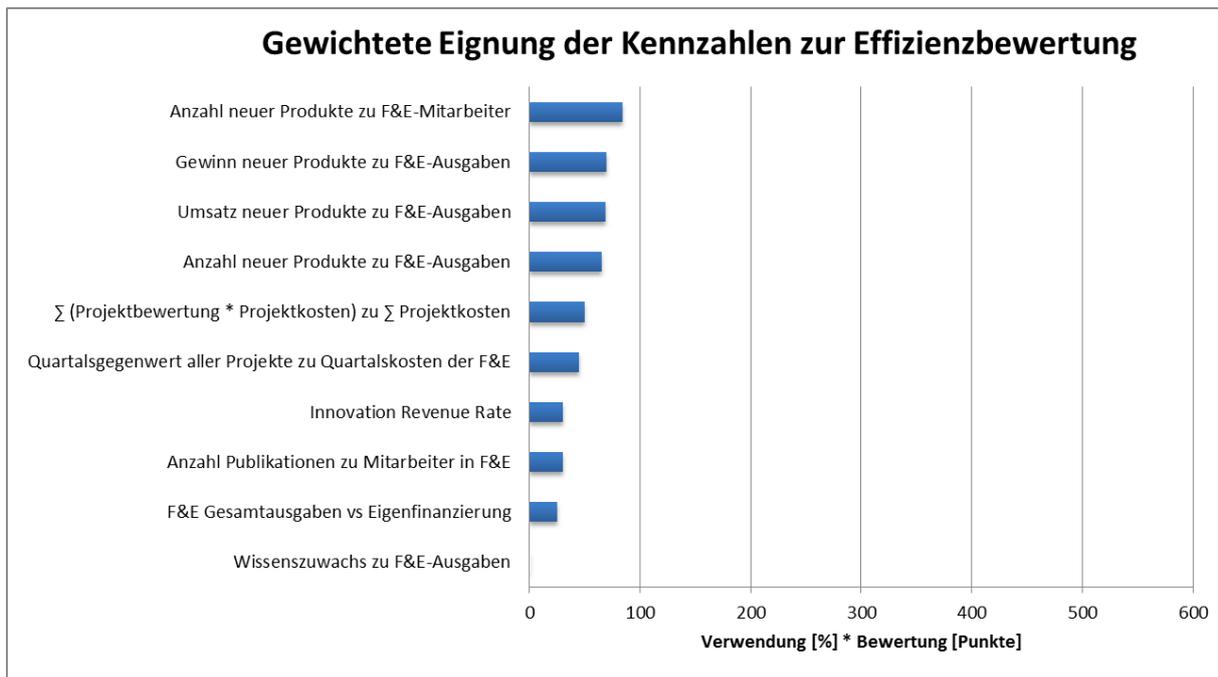


Abbildung 54: Gewichtete Eignung der Verhältniskennzahlen zur Effizienzbewertung³²⁰

Die Verhältniskennzahlen Anzahl neuer Produkte zu F&E-Mitarbeitern sowie die Kennzahlen Gewinn, Umsatz, Anzahl neuer Produkte zu F&E-Ausgaben erzielen hier die besten Ergebnisse. Allerdings ist hier die gewichtete Eignung generell niedrig, da Verhältniskennzahlen und sonstige Kennzahlen nur selten verwendet werden.

³²⁰ Eigene Darstellung.

3.5.1.6 Gesamtdarstellung

Im Folgenden erfolgt eine Gesamtdarstellung der Messgrößen nach deren Verwendung, Eignung und gewichteten Eignung. Begonnen wird mit der Kennzahlenverwendung:

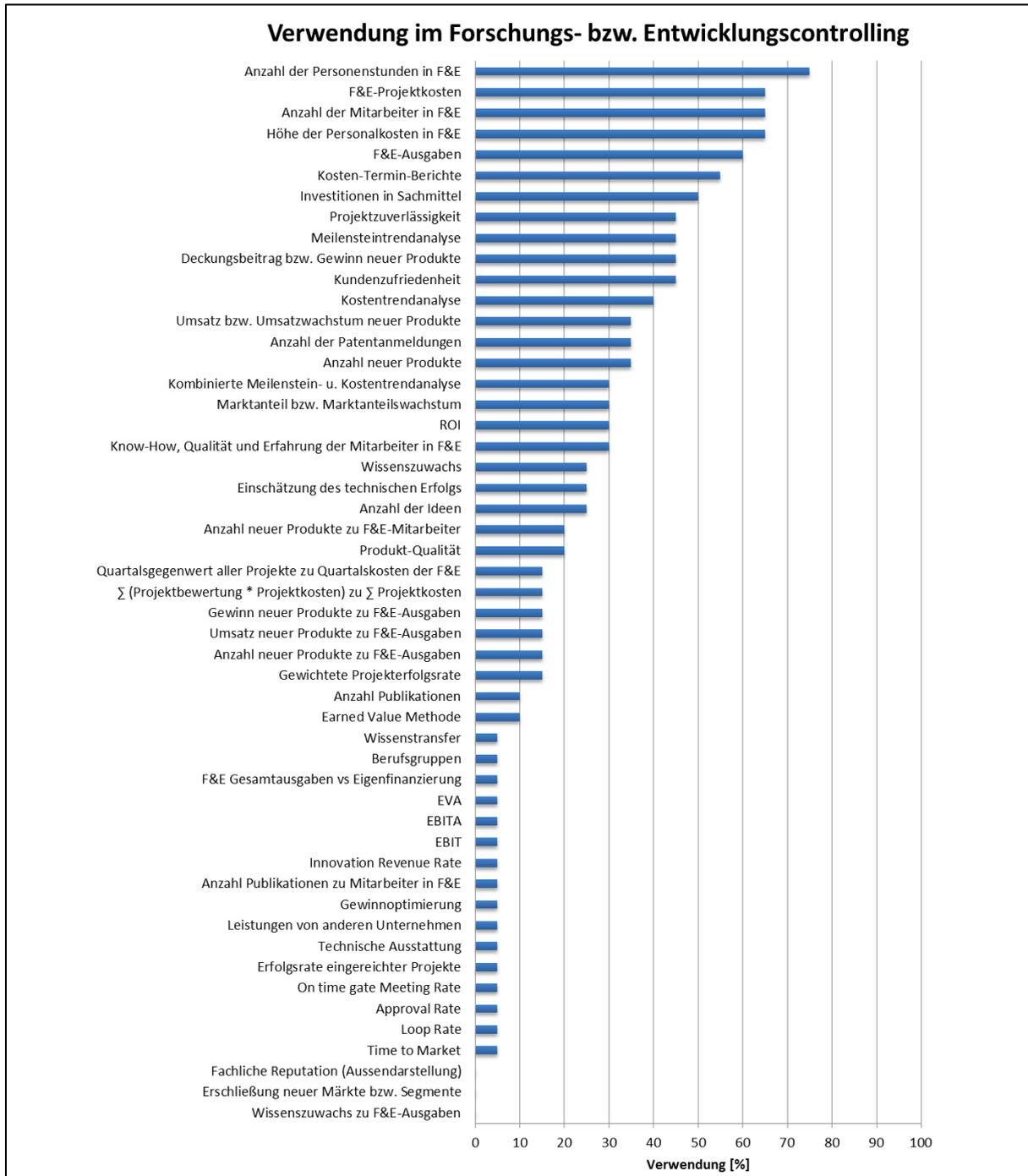


Abbildung 55: Verwendung der Kennzahlen³²¹

Wie obige Darstellung zeigt werden Inputkennzahlen am häufigsten gefolgt von den Prozesskennzahlen verwendet. Output- und Outcomekennzahlen werden in einem geringeren Maße eingesetzt. Verhältnis- und sonstige Kennzahlen werden am geringsten verwendet.

³²¹ Eigne Darstellung.

Als nächstes erfolgt die Betrachtung der Eignung zur Effizienzbewertung:

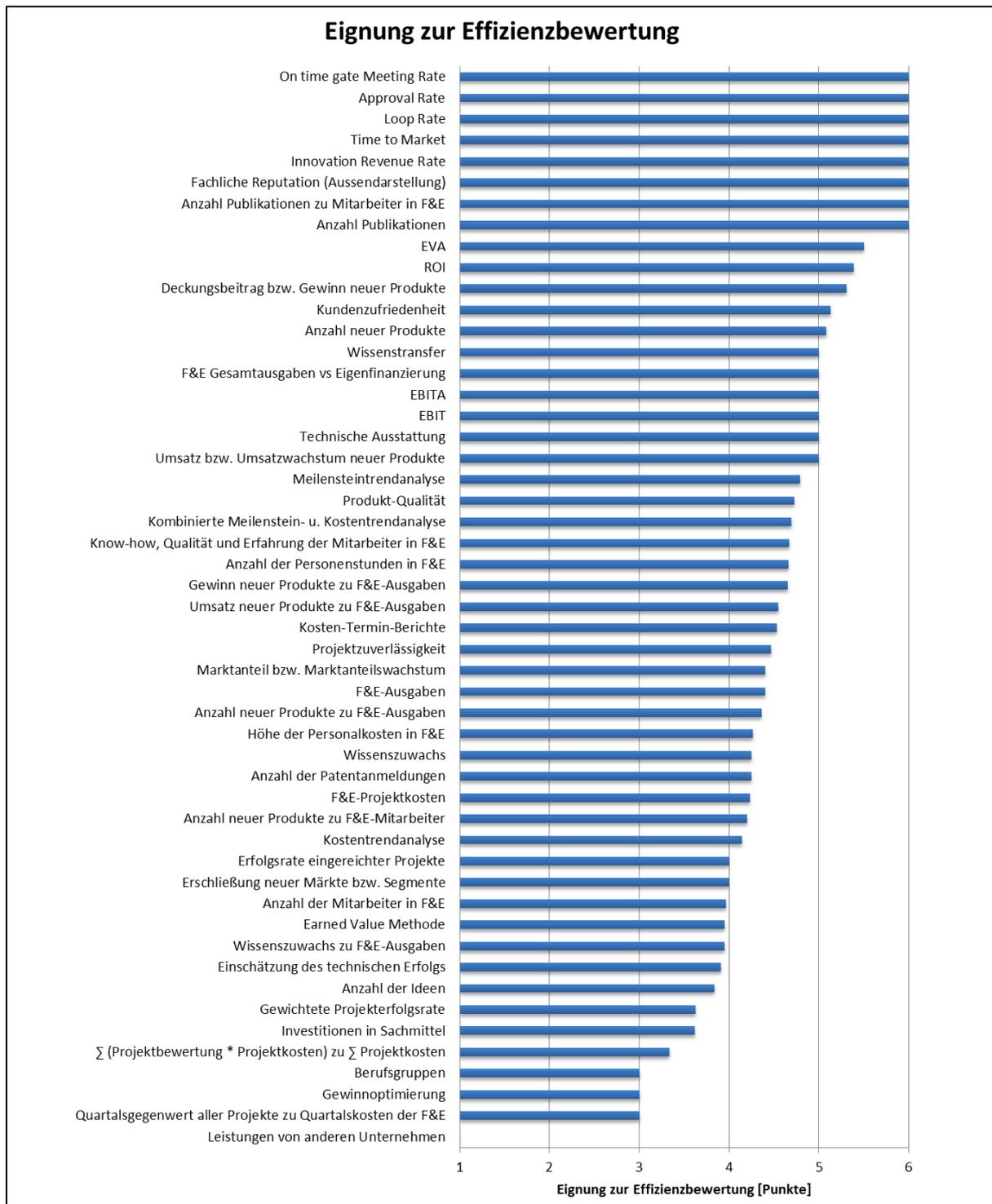


Abbildung 56: Eignung der Kennzahlen zur Effizienzbewertung³²²

Hier zeigt sich, dass Outcome und Outputkennzahlen trotz ihrer geringeren Verwendung teilweise besser als Input bzw. Prozesskennzahlen bewertet werden. Auch Verhältniskennzahlen werden hier im Vergleich recht gut bewertet.

³²² Eigene Darstellung.

Zum Schluss wird die gewichtete Eignung der Kennzahlen zur Effizienzbewertung betrachtet:

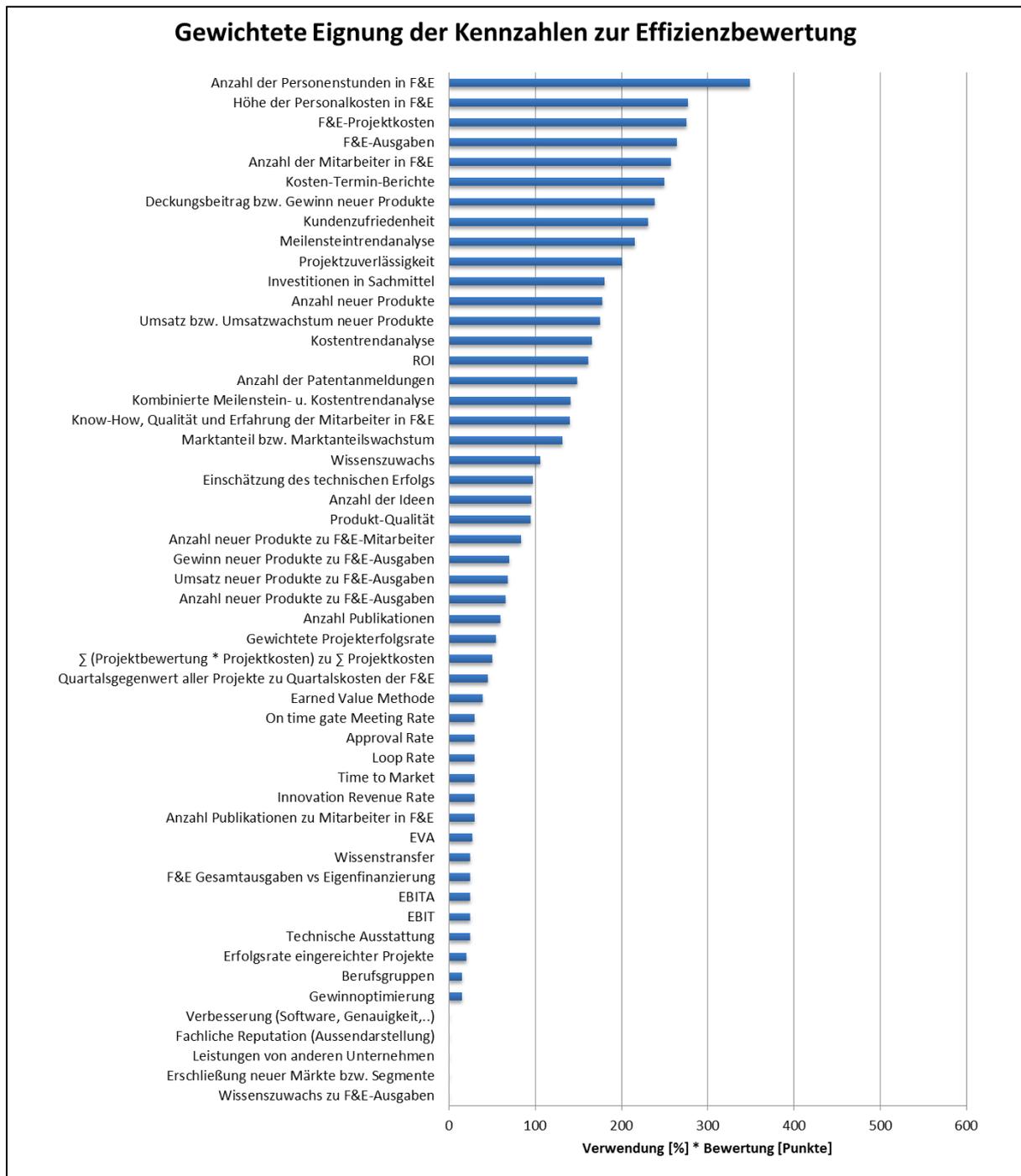


Abbildung 57: Gewichtete Eignung der Kennzahlen zur Effizienzbewertung³²³

Hier schneiden Inputkennzahlen am besten gefolgt von Prozess, Outputkennzahlen und Outcomekennzahlen ab. Welches auch durch deren häufige Verwendung im Forschungs- bzw. Entwicklungscontrolling begründet werden kann. Verhältniskennzahlen schneiden hier etwas schlechter ab, was auf deren geringe Verwendung zurückzuführen ist.

³²³ Eigene Darstellung.

3.5.2 Weitere Kennzahlen zur Effizienzbewertung

Folgende Kennzahlen wurden noch als wichtig zur Effizienzbewertung ohne Bewertung genannt:

- Technischer Fortschritt vs. Kostenfortschritt
- Meilensteine innerhalb geplanter Zeit
- Anteil F&E-Projekte an Gesamtprojekten
- Verhältnis zwischen Ideen, Projekte und Marktreife
- Nutzen (Ergebnis von F&E-Projekt die nächsten 5 Jahre) im Vergleich zu Vorjahren
- F&E-Quote zu Patente od. Gebrauchsmuster
- Verhältnis Projektanzahl zu Budget
- Verhältnis kleine zu große Projekte
- Deckungsgrad
- Wirtschaftsanteil
- Forschungswagnis

3.6 Schlussfolgerungen aus der Unternehmensbefragung

Die Unternehmensbefragung zeigt, dass die Messung bzw. Bewertung von Effizienz ein interessantes und aktuelles Thema in Forschungs- und Entwicklungsunternehmen ist. Die Messung der Effizienz wird als wichtig angesehen, denn die Tätigkeiten in der Forschung und Entwicklung benötigen sehr viele Ressourcen. Ohne dies, bestünde die Möglichkeit, dass die Ressourcen eines Unternehmens verschwendet werden und dies verursacht zusätzliche Kosten. Schließlich können so Projekte identifiziert werden, die lang- und mittelfristig das höchste Potential haben.

Als Problem in der Messung der Effizienz in der Forschung bzw. in der Entwicklung werden die Auswahl der richtigen Kennzahlen und die Messbarkeit dieser gesehen. Vor allem auch in der Quantifizierung der Kennzahlen. Oft ist ein Trennen der einzelnen Faktoren bzw. die Bewertung der inhaltlichen Ziele oder Ergebnisse schwer möglich. Hier wird als Gefahr gesehen, dass Kennzahlen entstehen, die keine Aussagekraft mehr haben. Auch der Nutzen der Kennzahlen muss höher sein als der Aufwand deren Erhebung. Auch die Frage nach der Häufigkeit und dem Zeitpunkt der Messung ist wichtig. Vor allem die Messung der Outcomes bereitet Schwierigkeiten, da diese bei einer langen Entwicklungszeit erst später anfallen.

Schlussendlich kann gesagt werden, dass sich jedes Unternehmen mit dieser schwierigen Thematik beschäftigt und kontinuierlich versucht effizient zu arbeiten.

4 Empfehlung für AVL

Zur Messung der Effizienz in der AVL im Bereich PTE bieten sich zwei verschiedene Methoden an. Zum einen ist dies das Konzept bei Borg Warner und zum anderen sind dies Verhältniskennzahlen, die aus den Inputs, Outputs und Outcomes gebildet werden. Im Anschluss werden zwei Vorschläge, die zur Bewertung der Effizienz verwendet werden können, vorgestellt.

4.1.1 Borg Warner Konzept

Das Konzept bei Borg Warner, welches in Kapitel 2.6.4 beschrieben wurde, baut auf die Effizienzdefinition Verbesserung des Grades der (operativen) Zielerreichung auf. Hier wird ein Projekt je nach Erfüllungsgrad der technischen, zeitlichen und kostenmäßigen Ziele bewertet, um im nächsten Schritt für die Summe aller Projekte eine projektkostenmäßige gewichtete Effizienzkennzahl zu bilden. Im Bereich PTE kann ein ähnliches Konzept eingeführt werden. Die Ergebnisse jedes Projektes werden in einem sogenannten Executive Project Steering (EPS) Blatt ausgewiesen. In diesem werden die technische, kostenmäßige und terminliche Zielerreichung sowie die Kundenzufriedenheit mittels Ampelsystem dargestellt. Ein grünes Symbol bedeutet, dass das jeweilige Ziel erreicht wurde, wohingegen ein oranges Symbol eine teilweise Zielerfüllung und ein rotes eine Zielverfehlung bedeutet. Daneben werden auch die Projektkosten erfasst. In der nachfolgenden Abbildung wird ein EPS-Blatt für ein beliebiges Projekt dargestellt:

EPS-Blatt enthält Ampelsystem für Termin, technische Zielerreichung, Kosten und Kundenzufriedenheit

Project XYZ2010		Status: 2010-11-24 Nr: A1XZ50345
PL: Max Mustermann		Content: Project content
Budget ● Price: 500.000 HSK Plan: 470.000 HSK FC: 465.000 HSK Actual: 245.232 PRB Plan: 15.900 PRB FC: 18.000 CM Plan: 15,3 CM FC: 16,4 CM Finance Plan: 15,3 CM Finance FC: 16,4	Time schedule ● Target Achievement ●	Customer satisfaction ● no technical blocking points
		Resources ○ sufficient, but increased costs due to technical problems with ZYX hardware
Actual activities:		Position 0200+0300: delivery of functions of this part project to customer
Risks / open points: ●		Position 0200+0300: technical information from customer necessary, thus delay in project execution (xyz specification)
Next Steps to cover risks:		Position 0200+0300: discussions on management level ongoing

Abbildung 58: EPS-Blatt³²⁴

³²⁴ Eigene Darstellung.

Hier kann nun ein ähnliches System wie bei Borg Warner angewandt werden, und zwar in dem je nach Projektbewertung Punkte vergeben werden. Dabei sollen die Punkte wie folgt vergeben werden:

Bewertung	Aussage	Punkte
grün	Ziel erfüllt	1
gelb	Ziel teilweise erfüllt	3
rot	Ziel nicht erfüllt	5

Tabelle 21: Projektbewertung³²⁵

Hier werden je Zielkategorie bei Zielerfüllung ein Punkt, bei teilweiser Zielerfüllung drei Punkte und bei nicht Erfüllung des Ziels fünf Punkte vergeben. Anschließend wird der Mittelwert dieser Zielkategorien gebildet, der die Bewertung eines einzelnen Projektes darstellt.

$$\text{Projektbewertung} = \frac{P_{\text{Termin}} + P_{\text{Kosten}} + P_{\text{technisch}} + P_{\text{Kunde}}}{4}$$

P_{Termin} ...Punkte aus Terminerreichung

P_{Kosten} ...Punkte aus Kosteneinhaltung

$P_{\text{technisch}}$...Punkte aus technischer Zielerreichung

P_{Kunde} ...Punkte aus Kundenzufriedenheit

Anschließend wird wie beim Konzept bei Borg Warner eine gewichtete Effizienzkennzahl berechnet:

$$\text{Effizienzkennzahl} = \frac{\sum_{n=1}^{\text{Projektanzahl}} (\text{Projektbewertung}_n * \text{Projektkosten}_n)}{\sum_{n=1}^{\text{Projektanzahl}} \text{Projektkosten}_n}$$

mit $1 \leq \text{Effizienzkennzahl} \leq 5$

Ein Punkt bedeutet somit dass, das die betrachteten Projekte effizient und wie geplant abgearbeitet wurden. Fünf Punkte bedeuten Zielabweichungen und somit Ineffizienzen im Projektverlauf.

³²⁵ Eigene Tabelle.

Nachfolgend wird beispielhaft eine Effizienzkennzahl für zwei Projekte gebildet:

Projekt	Status	HSK Plan [M€]	Termin	Kosten	techn. Zielerreichung	Kundenzufriedenheit	Projektbewertung
Projekt A	5.9.2012	8.59	3	1	1	1	1.5
Projekt B	11.9.2012	12.28	1	1	3	3	2
Effizienzkennzahl	1.79						

Tabelle 22: Effizienzkennzahl³²⁶

Bei diesem Beispiel wird die Effizienzkennzahl für zwei Projekte gebildet. Dazu erfolgt zunächst die Berechnung der Projektbewertung, in dem der Mittelwert der einzelnen Zielkategorien für die einzelnen Projekte gebildet wird. Projekt A erhält hier eine Projektbewertung von 1.5, Projekt B eine Bewertung von 2. Diese Bewertungen werden anschließend zu einer Effizienzkennzahl, bei der die Projektbewertungen mit den Herstellkosten gewichtet werden, zusammengefasst. Die Effizienzkennzahl der beiden Projekte liegt bei 1.79. Detaillierter Aussagen über die Effizienz können in weiterer Folge getroffen werden, wenn die Effizienzkennzahlen aller Projekte eines Jahres stichtagsbezogen ermittelt und mit den Vorjahren verglichen werden.

4.1.2 Verhältniskennzahlen

Eine weitere Möglichkeit stellt die Verwendung von Verhältniskennzahlen dar, die auf die Definition Realisierung einer günstigen Input-, Output- bzw. Outcome-Relation aufbauen. Hier müssen zunächst die entsprechenden Kennzahlen ausgewählt und gebildet werden. Dazu wurden, zusammen mit der AVL, Effizienz- und Gesamteffizienzkennzahlen entsprechend nachfolgenden Prozess gebildet:

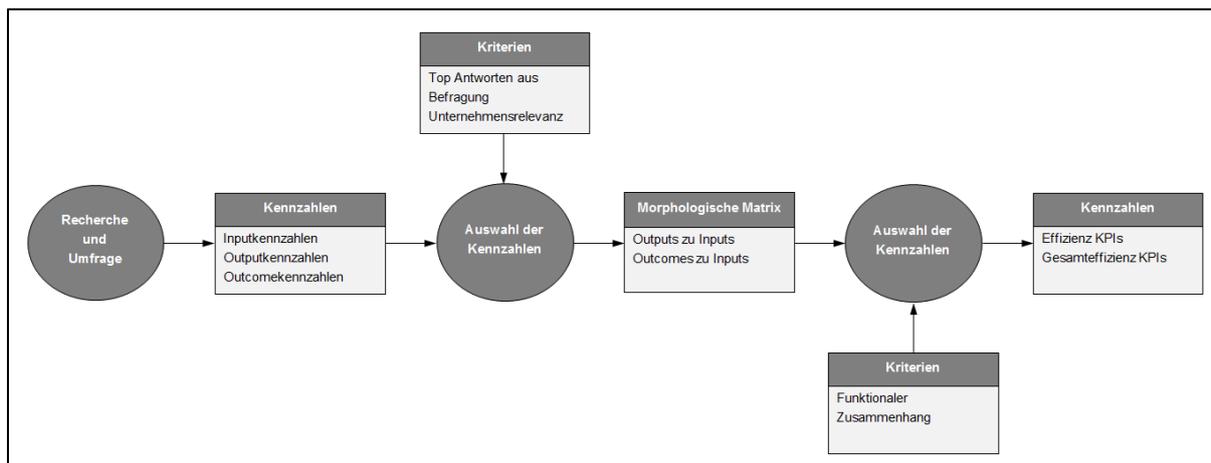


Abbildung 59: Auswahlprozess Verhältniskennzahlen³²⁷

Basis für die Auswahl der aus der Literaturrecherche und Unternehmensbefragung stammenden Input-, Output- und Outcomekennzahlen, stellten die am besten bewerteten

³²⁶ Eigene Tabelle.

³²⁷ Eigene Darstellung.

Kennzahlen aus der Unternehmensbefragung und die Relevanz der Kennzahlen für die AVL dar. Nach der Auswahl der in Frage kommenden Input-, Output- und Outcomekennzahlen, wurde mit diesen eine Morphologische Matrix erstellt um Effizienz- und Gesamteffizienz Kennzahlen zu bilden. Aus diesen Kennzahlen wurden dann diejenigen ausgewählt zwischen denen ein funktionaler Zusammenhang vermutet wird.

Die nachfolgende nach dem IPOO-Modell strukturierte Darstellung zeigt die ausgewählten Kennzahlen:

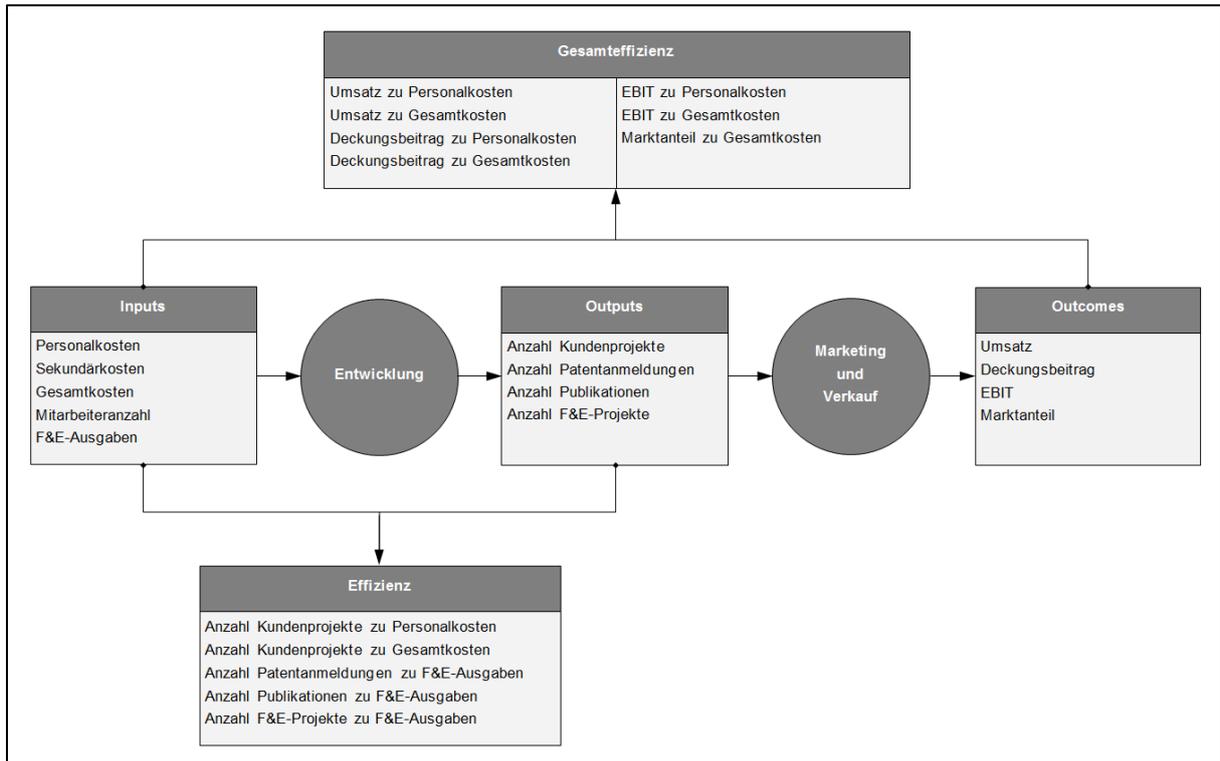


Abbildung 60: Ausgewählte Effizienz und Gesamteffizienz Kennzahlen³²⁸

Hier stellen auf der Inputseite die Personalkosten und Gesamtkosten die wichtigsten Kennzahlen dar. Auf der Output- bzw. Outcomekennzahlen wurden monetäre wie auch nicht monetäre Kennzahlen gewählt. Diese sind auf der Outputseite die Anzahl der Kundenprojekte sowie die Anzahl der Patentanmeldungen und Publikationen. Auf der Outcomeseite sind dies monetäre Größen wie der Umsatz und der Deckungsbeitrag oder nicht monetäre Größe wie der Marktanteil. Aus diesen Kennzahlen wurden dann Effizienz Kennzahlen, wie die Anzahl der Kundenprojekte zu den Gesamtkosten oder F&E-Abteilungsspezifische Kennzahlen wie die Anzahl der Patentanmeldungen zu den F&E-Ausgaben gebildet. Weiter wurden Gesamteffizienz Kennzahlen, wie der Umsatz im Verhältnis zu den Gesamtkosten oder der Marktanteil im Verhältnis zu den Gesamtkosten gebildet.

³²⁸ Eigene Darstellung.

In den beiden untenstehenden Tabellen wurden beispielhaft Berechnungen der Effizienz- und Gesamteffizienz für den Bereich PTE im Jahr 2012 und 2011 durchgeführt und miteinander verglichen, um Aussagen über eine Steigerung oder Senkung der Effizienz- oder Gesamteffizienz zu treffen. Zunächst erfolgt die Betrachtung der Effizienz:

Effizienz				
KPI	2012	2011	Einheit	Delta [%]
Anzahl Kundenprojekte / Personalkosten	9.51	9.91	# / M€	 -3.96
Anzahl Kundenprojekte / Gesamtkosten	6.00	6.39	# / M€	 -6.17
Anzahl Patentanmeldungen / F&E-Ausgaben	2.33	1.67	# / M€	 39.53
Anzahl Publikationen / F&E-Ausgaben	3.26	2.07	# / M€	 57.23
Anzahl F&E Projekte / F&E-Ausgaben	1.30	1.36	# / M€	 -4.50

Tabelle 23: Effizienz PTE 2011 und 2012³²⁹

Hier wird sichtbar, dass die Effizienz in Bezug auf Anzahl der Kundenprojekte gesunken ist. Die Effizienz der F&E-Abteilung hinsichtlich Patentanmeldungen und Publikationen ist gestiegen. Als nächstes wird die Gesamteffizienz betrachtet:

Gesamteffizienz				
KPI	2012	2011	Einheit	Delta [%]
Umsatz / Personalkosten	2.43	2.28	M€ / M€	 6.89
Umsatz / Gesamtkosten	1.53	1.47	M€ / M€	 4.43
DB Absolut / Personalkosten	0.186	0.169	M€ / M€	 10.00
DB Absolut / Gesamtkosten	0.117	0.109	M€ / M€	 7.46
EBIT Absolut / Personalkosten	0.133	0.144	M€ / M€	 -7.53
EBIT Absolut / Gesamtkosten	0.0840	0.0930	M€ / M€	 -9.66
Marktanteil / Gesamtkosten	-	0.255	% / M€	-
Kundenzufriedenheit / Gesamtkosten	0.0111	-	Punkte / M€	-

Tabelle 24: Gesamteffizienz PTE 2011 und 2012³³⁰

Die Gesamteffizienz hinsichtlich Umsatz und Deckungsbeitrag ist gestiegen. Bezüglich des EBITs ist sie gesunken. Ein Vergleich des Marktanteils war an dieser Stelle nicht möglich, da zum aktuellen Zeitpunkt noch keine Werte für 2012 vorlagen.

³²⁹ Eigene Tabelle.

³³⁰ Eigene Tabelle.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Ziel dieser Arbeit war es Kennzahlen zu finden, mit denen die Effizienz von Entwicklungsprojekten des Bereichs PTE bewertet werden kann. Dazu wurde zuerst nach Effizienzdefinitionen gesucht, die sich für den Bereich PTE und zur Bildung von Kennzahlen eignen. Vor allem zwei Definitionen können verwendet werden. Zum einen ist dies die Definition „Verbesserung des Grades der (operativen) Zielerreichung“, mit deren Hilfe die Effizienz anhand von Plan-Ist Abweichungen, deren Daten aus dem Projektmanagement gewonnen werden können, ermittelt wird. Zum anderen kann die Definition „Realisierung einer günstigen Input- zu Output- bzw. Outcomerelation“ eingesetzt werden, um als Grundlage zur Bildung von Verhältniszahlen zu dienen.

Um Effizienz plakativ zu beschreiben, kann dies mit der Aussage, „Die Dinge richtig tun“, geschehen. Effektivität bedeutet in diesem Zusammenhang „Die richtigen Dinge tun“. Zwischen den beiden Begriffen gibt es oft Abgrenzungsschwierigkeiten, die vor allem bei der Erfassung der Outcomes auftreten. Dabei kann oft nur schwer unterschieden werden, ob die Erzielung guter Resultate, der Effizienz oder der Effektivität zuzurechnen ist. In der Unternehmensbefragung wurde an dieser Stelle festgestellt, dass die Unternehmen keine einheitliche Effizienzdefinition verwenden und oft nicht zwischen Effizienz und Effektivität unterscheiden.

Als nächstes wurden Perspektiven und Modelle ermittelt, die sich für die Strukturierung der Kennzahlen eignen. Wird die operative Zielerreichung betrachtet, so spielen vor allem die Dimensionen Kosten, Zeit und Leistung mit der Unterdimension Qualität eine Rolle, was auch in der Unternehmensbefragung bestätigt wurde. Wird auf die Modelle zur Strukturierung der Kennzahlen eingegangen, so eignen sich hier vor allem das IPOO-Modell, zur Bildung von Verhältniszahlen, und die BSC zur Abbildung unterschiedlicher Zieldimensionen. Bei der Betrachtung der Effizienz spielt zur Bildung von Verhältniszahlen die Produktdimension, die Wissensdimension, die kunden- und marktbezogene Dimension und die Finanzdimension eine Rolle. In der Unternehmensbefragung zeigte sich, dass nur vereinzelt Modelle zur Strukturierung der Kennzahlen eingesetzt werden.

Danach erfolgte die Ermittlung von Kennzahlen, die sich für die Messung der Effizienz eignen. Diese können eingeteilt werden in Prozesskenngößen, Verhältniskenngößen und sonstigen Kenngößen. Die Prozesskenngößen leiten sich aus dem Projektmanagement ab und basieren auf Abweichungen vom Projektplan. Die Verhältniskenngößen basieren auf Input-, Output- und Outcomekennzahlen. Diese sind vor allem anhand der Relevanz für das jeweilige Unternehmen zu wählen und können aufgrund eines funktionalen Zusammenhangs zwischen Inputs und Outputs bzw. Outcomes gebildet werden. Sonstige Kenngößen enthalten zum Teil Kombinationen aus Prozess- und Verhältniskennzahlen sowie subjektive Bewertungen. Diese sind oft unternehmensspezifisch entwickelt worden und müssen für das jeweilige Unternehmen angepasst werden. Bei der Literaturrecherche wurden über 200 Kennzahlen ermittelt, die für die Messung der Effizienz von Relevanz sein können und sich

in eine dieser drei Kategorien einordnen lassen. In der Unternehmensbefragung zeigte sich das Input-, Prozess-, Output- und Outcomekennzahlen häufig verwendet werden. Verhältniskennzahlen und Sonstige Kenngrößen werden nur selten oder nicht verwendet. Mit Hilfe der Unternehmensbefragung wurde ein Kennzahlenranking erstellt, in dem die Eignung der Kennzahlen zur Messung der Effizienz mit deren Verwendung in den Unternehmen gewichtet wurde.

Im letzten Schritt wurden für die AVL im Bereich PTE mögliche Kennzahlen zur Bewertung der Effizienz, vorgeschlagen. Zwei mögliche Verfahren können empfohlen werden. Zum einen ist dies die Bildung von Verhältniskennzahlen, bei der das Kennzahlenranking aus der Unternehmensbefragung, die Unternehmensrelevanz und der funktionale Zusammenhang, zwischen den Input und den Output- bzw. Outcomekennzahlen, als Kriterien für die Bildung von Verhältniskennzahlen verwendet werden. Zum anderen ist dies eine Anlehnung an das Verfahren bei Borg Warner, bei dem die ausgewiesenen Projektdimensionen Zeit, Kosten, technische Zielerreichung und Kundenzufriedenheit des EPS Blatts der AVL als Grundlage zur Bildung einer abteilungsübergreifenden Effizienz Kennzahl gemacht werden.

Bei der Messung der Effizienz treten allerdings noch Probleme auf. Diese betreffen die Verhältniskennzahlen bei der periodenreinen Zurechnung der Inputs zu den Outputs bzw. den Outcomes, die Quantifizierung der Outputs bzw. Outcomes und die Trennung der Effizienz von der Effektivität. Vor allem in der Quantifizierung der Outputs bzw. Outcomes durch genauere Verfahren müsste noch Verbesserungspotential möglich sein. Bei der auf Prozesskenngrößen beruhenden Messung der Effizienz, zu der auch das Verfahren bei Borg Warner hinzuzurechnen ist, liegt der Schwachpunkt in der Genauigkeit der Planung. Gegebenenfalls können Erfahrungswerte aus früheren ähnlichen Projekten oder das Erkennen von Ineffizienzen in der Planung Abhilfe schaffen.

Die Messung der Effizienz in der Entwicklung ist aus theoretischer als auch aus praktischer Sicht ein wichtiges Themengebiet, das auch in Zukunft relevant sein wird.

Literaturverzeichnis

Andrew, J.; Haanaes, K.; Michael, D.; Sirkin, H.; Taylor, A.: Measuring Innovation 2008 - A BCG Senior Management Survey, <http://www.bcg.com/documents/file15302.pdf>, Abfrage vom: 11.09.2012

Andrew, J.; Haanaes, K.; Michael, D.; Sirkin, H.; Taylor, A.: Measuring Innovation 2009 - A BCG Senior Management Survey, http://www.innovationmanagement.se/wp-content/uploads/2010/03/BCG_-_Measuring-Innovation-2009.pdf, Abfrage vom: 29.08.2012

Andrew, J.; Manget, J.; Michael, D.; Taylor, A.; Zablitz, H.: Innovation 2010 – A Return to Prominence and the Emergence of a New World Order, <http://tobiaslist.files.wordpress.com/2010/06/innovation-2010-bcg.pdf>, Abfrage vom 11.09.2012

AVL LIST GmbH: AVL Fact Sheet 2012, <https://www.avl.com/avl-facts>, Abfrage vom 28.02.2013

Bea, F. X.; Scheurer, S.; Hesselmann, S.: Projektmanagement, München 2011

Bestmann, U.: Betriebswirtschaftliche Formelsammlung, München 2011

Borg Warner: The Company, <http://www.borgwarner.com/en/Company/default.aspx>, Abfrage vom 05.04.2012

Bösch, D.: Innovationscontrolling - Theoretischer Hintergrund und praktische Ausgestaltung, in: Controller News, 11. Jg., 6/2006, S. 195–197

Braman, A.: Controllingwirkungen aus der Bilanzierung von Forschung und Entwicklungsaufgaben (F&E-Ausgaben) nach IAS 38, in: Controlling, 21. Jg., 2/2009, S. 97–105

Bremser, W.; Barsky, N.: Utilizing the Balanced Scorecard for R&D Performance Measurement, in: R&D Management 34. Jg., 3/2004, S. 229–238

Brockhoff, K.: Forschung und Entwicklung, 3. Auflage, München 1992

Brown, M.; Svenson, R.: Measuring R&D Productivity, in: Research Technology Management (Hrsg.): Measuring and Improving the Performance and Return on R&D - Selected Papers Reprinted from Research Technology Management 1988-2005, Arlington 2006, S. 105–110

Bürgel, H. D.; Haller, C.; Binder, M.: F&E-Management, München 1996

Burghardt, M.: Projektmanagement, 7. Auflage, Erlangen 2006

- Chiesa, V.; Frattini, F.; Lazzarotti, V.; Manzini, R.: An Exploratory Study on R&D Performance Measurement Practices – A Survey of Italian R&D-Intensive Firms, in: International Journal of Innovation Management 13. Jg., 1/2009, S. 65–104
- Coenenberg, A.; Fischer T.; Günther, T.: Kostenrechnung und Kostenanalyse, Stuttgart 2009
- Cooper, R.; Edgett, S.; Kleinschmidt, E.: Benchmarking Best NPD Practices – I, in: Research Technology Management (Hrsg.): Measuring and Improving the Performance and Return on R&D - Selected Papers Reprinted from Research Technology Management 1988-2005, Arlington 2006, S. 202–214
- Derfuss, K.; Littkemann, J.: Zielbildung bei Innovationsprojekten, in: Littkemann, J. (Hrsg.): Innovationscontrolling, München 2005, S. 155–178
- Disterer, G.: Studienarbeiten schreiben, 6. Auflage, Heidelberg 2011
- Dyckhoff, H.; Ahn, H.: Sicherstellung der Effektivität und Effizienz der Führung als Kernfunktion des Controlling, in: Controlling & Management, 45. Jg., 2/2001, S. 111–121
- Eilat, H.; Golany, B.; Shtub, A.: R&D Project Evaluation - an integrated DEA and Balanced Scorecard Approach, in: Omega, 36. Jg., 5/2008, S. 895–912
- Fiedler, R.: Controlling von Projekten, 5. Auflage, Wiesbaden 2010
- Fischer, J.; Lange, U.: Effizienz in Forschung & Entwicklung: Messbar? Steuerbar? Wünschenswert?, Köln 2004
- Fischer, J.; Lange, U.; Meyer, B.: Effizienz und F&E - verträgt sich das? - Über die Messbarkeit der Innovationsleistung, in: Wissenschaftsmanagement, 11. Jg., 4/2005, S. 12–16
- Fricke, G.; Lohse, G.: Entwicklungsmanagement, Berlin 1997
- García-Valderrama, T.; Mulero-Mendigorri, E.: Content Validation of a Measure of R&D Effectiveness, in: R&D Management, 35. Jg., 3/2005, S. 311–331
- García-Valderrama, T.; Mulero-Mendigorri, E.; Revuelta-Bordoy, D.: Relating the Perspectives of the Balanced Scorecard for R&D by means of DEA, in: European Journal of Operational Research, 196. Jg., 2009, S. 1177–1189
- Gassmann, O.; Perez-Freije, J.: Eingangs-, Prozess- und Ausgangskennzahlen im Innovationscontrolling, in: Controlling & Management, 55. Jg., 6/2011, S. 394–396
- Gentner, A.: Entwurf eines Kennzahlensystems zur Effektivitäts- und Effizienzsteigerung von Entwicklungsprojekten, München 1994
- Gerpott, T. J.: Strategisches Technologie- und Innovationsmanagement, 2. Auflage, Stuttgart 2005

- Gladen, W.: Performance Measurement, 5. Auflage, Wiesbaden 2011
- Gleich, R.: Performance Measurement, 2. Auflage, München 2011
- Gräf, J.; Langmann, C.: F&E Reporting - Hebel zur Performancesteigerung des Management Reporting im F&E Umfeld, in: Controller Magazin, 36. Jg., 2/2011, S. 88–92
- Hauber, R.: Performance Measurement in der Forschung und Entwicklung - Konzeption und Methodik, Dissertation, Wiesbaden 2002
- Hauschildt, J.; Salomo, S.: Innovationsmanagement, 5. Auflage, München 2011
- Hilgers, D.: Performance-Management, Wiesbaden 2008
- Hoffmann, C.: Die Data Envelopment Analysis (DEA) und ihre Anwendungsmöglichkeiten zur vergleichenden Effizienzanalyse im Forstwesen, Dissertation, Wien 2006
- Janssen, S.; Möller, K.: Erfolgreiche Steuerung von Innovationsprozessen und -projekten - Ergebnisse einer empirischen Studie, in: Controlling & Management, 55. Jg., 2/2011, S. 97–104
- Kerssens van Drongelen, I.; Bilderbeek, J.: R&D Performance Measurement: more than Choosing a Set of Metrics, in: R&D Management, 29. Jg., 1/1999, S. 35–46
- Kornmeier, M.: Wissenschaftlich schreiben leicht gemacht, Bern 2008
- Krause, H.; Arora, D.: Controlling-Kennzahlen - Key Performance Indicators, 2. Auflage, München 2010
- Laier, R.: Value Reporting, Wiesbaden 2011
- Lazzarotti, V.; Manzini, R.; Mari, L.: A Model for R&D Performance Measurement, in: International Journal of Production Economics, 134. Jg., 1/2011, S. 212–223
- Leike, F.; Ollech, A.: Messung von Innovation - Möglichkeiten eines ganzheitlichen Messansatzes, in: Controller Magazin, 2011 36. Jg., 2/2011, S. 62–66
- Leker, J.: F&E-Controlling, in: Albers, S. (Hrsg.): Handbuch Technologie- und Innovationsmanagement, Wiesbaden 2005, S. 567–584
- Liessmann, K.: Gabler Lexikon Controlling und Kostenrechnung, Wiesbaden 1997
- Möller, K.; Janssen, S.: Innovationssteuerung 2010 - Mit Innovationscontrolling Kreativität wirtschaftlich entfalten, Göttingen 2010
- Möller, K.; Menninger, J.; Robers, D.: Innovationscontrolling, Stuttgart 2011
- Niedermaier, K.: Recherchieren und Dokumentieren, Konstanz 2010

- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD): Frascati Manual 2002 - The Measurement of scientific and technological activities, http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/BTYPD/kilavuzlar/Frascati.pdf, Abfrage vom: 03.03.2013
- Pearson, A. W.; Nixon, W. A.; Kerssens van Drongelen, I.: R&D as a business – what are the implications for performance measurement?, in: R&D Management, 30. Jg., 4/2000, S. 355–366
- Perl, E.: Grundlagen des Innovations- und Technologiemanagements, in: Strebel, H. (Hrsg.): Innovations- und Technologiemanagement, 2. Auflage, Wien 2007, S. 17–52
- Piser, M.: Strategisches Performance Management - Performance Measurement als Instrument der strategischen Kontrolle, Dissertation, Wiesbaden 2004
- Posch, A: Management von Innovationsprojekten, in: Strebel, H. (Hrsg.): Innovations- und Technologiemanagement, 2. Auflage, Wien 2007, S. 213–266
- Reichmann, T.: Controlling mit Kennzahlen und Managementberichten, 8. Auflage, München 2011
- Rossig, W.; Prätsch, J.: Wissenschaftliche Arbeiten, 8. Auflage, Achim 2010
- Sandt, J.: Performance Measurement - Übersicht über Forschungsentwicklung und Stand, in: Controlling & Management, 49. Jg., 6/2005, S. 429–447
- Schawel, C.; Billing, F.: Top-100-Management-Tools, 3. Auflage, Wiesbaden 2011.
- Schmitt, M.: F&E-Kennzahlen in der Unternehmenssteuerung - Von der Input- zur Output-Orientierung, in: Controller Magazin, 37 Jg., 2/2012, S. 58–62
- Schneider Electric: Die Geschichte von Square D, <http://www.schneider-electric.de/sites/germany/de/unternehmen/profil/geschichte/squared.page>, Abfrage vom: 04.05.2013
- Schuh, G.; Arnoscht, J.; Schiffer, M.: Innovationscontrolling, in: Schuh, G. (Hrsg.): Innovationsmanagement, 2. Auflage, Berlin 2012, S. 249–349
- Specht, G.; Beckmann, C.; Amelingmeyer, J.: F&E-Management, 2. Auflage, Stuttgart 2002
- Stirzel, M.; Armbrüster, T.: Innovations-Performance Measurement für Netzwerke - Leistungsmessung und Ausrichtung über Unternehmensgrenzen hinweg, in: Controlling & Management, 56 Jg., 1/2012, S. 58–63
- Thommen, J.; Achleitner, A.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 4. Auflage, Wiesbaden 2003

Tipping, J.; Zeffren, E.; Fوسفeld, A.: Assessing the Value of Your Technology, in: Research Technology Management (Hrsg.): Measuring and Improving the Performance and Return on R&D - Selected Papers Reprinted from Research Technology Management 1988-2005, Arlington 2006, S. S. 13–30

Voigt, K.; Sturm, C.: Integriertes Innovationscontrolling, in: Controlling & Management, 45. Jg., 1/2001, S. 7–12

Werner, B.: Messung und Bewertung der Leistung von Forschung und Entwicklung im Innovationsprozeß - Methodenüberblick, Entwicklung und Anwendung eines neuen Konzepts, Dissertation, Darmstadt 2002

Windolph, M.; Hülle, J.: Balanced Scorecard und Strategy Map, in: Controlling, 23. Jg., 6/2011, S. 304–307

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau der Diplomarbeit	4
Abbildung 2: Formelle Recherche.....	7
Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Invention und Innovation.....	11
Abbildung 4: IPOO-Modell.....	19
Abbildung 5: Phasenorientierte Kennzahlendarstellung.....	20
Abbildung 6: Effizienz und Effektivität am IPOO-Framework	20
Abbildung 7: Grundmodell der BSC in Anlehnung an Kaplan und Norton	22
Abbildung 8: Zwei-Input-Ein-Output-Fall.....	25
Abbildung 9: Phasenabhängige Anwendung von Messmethoden	29
Abbildung 10: Magische Dreieck	30
Abbildung 11: Kosten-Termin-Barometer.....	34
Abbildung 12: Kosten-Termin-Diagramm.....	35
Abbildung 13: Abweichungsarten	36
Abbildung 14: Meilensteintrendanalyse	37
Abbildung 15: Kostentrendanalyse	38
Abbildung 16: Kosten-Meilenstein-Trendanalyse.....	39
Abbildung 17: Earned Value Analyse	40
Abbildung 18: Abweichungsanalysen mit Hilfe des Arbeitswerts	41
Abbildung 19: Effizienz und Effektivitätsmaße am IPOO-Modell.....	50
Abbildung 20: Einflussfaktoren auf die Kundenzufriedenheit	62
Abbildung 21: Verwendete Instrumente im Rahmen des Innovationscontrollings	74
Abbildung 22: Durchschnittliche Kennzahlenverwendung während der Prozessphasen.....	75
Abbildung 23: Verwendung von Inputkennzahlen	75
Abbildung 24: Verwendung von Prozesskennzahlen	76
Abbildung 25: Verwendung von Outputkennzahlen	76
Abbildung 26: Verwendung von Outputkennzahlen	77
Abbildung 27: Betrachtete Teile der Innovation	78
Abbildung 28: Erfassung des Inputs, Prozesses und Outputs.....	79
Abbildung 29: Verwendete Kennzahlen.....	79
Abbildung 30: Wichtige Kennzahlen zur Messung der Innovationsperformance	80
Abbildung 31: Branchenverteilung	85
Abbildung 32: Mitarbeiterzahl der befragten Unternehmen	86
Abbildung 33: Finanzierungsart	87
Abbildung 34: Art der Forschung bzw. Entwicklung	88
Abbildung 35: Anteil des Budgets für Forschung bzw. Entwicklung	89
Abbildung 36: Jährliche Anzahl der Forschungs- bzw. Entwicklungsprojekte	90
Abbildung 37: Durchschnittliche Dauer der Forschungs- bzw. Entwicklungsprojekte.....	90
Abbildung 38: Sichtweisen für die Effizienzbetrachtung.....	92
Abbildung 39: Anteil der Verwendung von Effizienzdefinitionen.....	93
Abbildung 40: Verwendung von Prozesskennzahlen	97
Abbildung 41: Eignung der Prozesskennzahlen zur Effizienzbewertung	98

Abbildung 42: Gewichtete Eignung der Prozesskennzahlen zur Effizienzbewertung	99
Abbildung 43: Verwendung von Inputkennzahlen	100
Abbildung 44: Eignung der Inputkennzahlen zur Effizienzbewertung	101
Abbildung 45: Gewichtete Eignung der Inputkennzahlen zur Effizienzbewertung	102
Abbildung 46: Verwendung von Outputkennzahlen	103
Abbildung 47: Eignung der Outputkennzahlen zur Effizienzbewertung	104
Abbildung 48: Gewichtete Eignung der Outputkennzahlen zur Effizienzbewertung	105
Abbildung 49: Verwendung von Outcomekennzahlen.....	106
Abbildung 50: Eignung der Outcomekennzahlen zur Effizienzbewertung	107
Abbildung 51: Gewichtete Eignung der Outcomekennzahlen zur Effizienzbewertung.....	108
Abbildung 52: Verwendung von Verhältniskennzahlen	109
Abbildung 53: Eignung der Verhältniskennzahlen zur Effizienzbewertung	110
Abbildung 54: Gewichtete Eignung der Verhältniskennzahlen zur Effizienzbewertung	111
Abbildung 55: Verwendung der Kennzahlen.....	112
Abbildung 56: Eignung der Kennzahlen zur Effizienzbewertung	113
Abbildung 57: Gewichtete Eignung der Kennzahlen zur Effizienzbewertung	114
Abbildung 58: EPS-Blatt.....	117
Abbildung 59: Auswahlprozess Verhältniskennzahlen	119
Abbildung 60: Ausgewählte Effizienz und Gesamteffizienz Kennzahlen.....	120

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Typologie der Quellen.....	5
Tabelle 2: Verwendete Arten von Quellen	6
Tabelle 3: F&E-BSCs	23
Tabelle 4: Projektgebundene Kenngrößen	42
Tabelle 5: Projektübergreifende Kenngrößen	45
Tabelle 6: Morphologische Matrix	47
Tabelle 7: Typische Outputs bzw. Outcomes und Inputs der F&E-Abteilung	48
Tabelle 8: Beispiel zur Morphologischen Matrix.....	48
Tabelle 9: Inputkenngrößen (I)	51
Tabelle 10: Inputkenngrößen (II)	52
Tabelle 11: Mitarbeiterzufriedenheitsindex	56
Tabelle 12: Outputkennzahlen der Wissensgenerierung.....	57
Tabelle 13: Bildung einer Qualitätskennzahl.....	59
Tabelle 14: Outputkennzahlen der Produktentwicklung	60
Tabelle 15: Kunden- bzw. Marktbezogene Outcomekennzahlen	63
Tabelle 16: Wirtschaftliche Outcomekennzahlen	66
Tabelle 17: Punkteskala bei Borg Warner.....	67
Tabelle 18: Kennzahlen für ein Entwicklungsprojekt.....	68
Tabelle 19: Studienergebnisse von Langmann und Gräf (I)	72
Tabelle 20: Studienergebnisse von Langmann und Gräf(II)	73
Tabelle 21: Projektbewertung	118
Tabelle 22: Effizienz Kennzahl	119
Tabelle 23: Effizienz PTE 2011 und 2012.....	121
Tabelle 24: Gesamteffizienz PTE 2011 und 2012.....	121

Abkürzungsverzeichnis

AST	Advanced Simulation Technologies
AVL	Anstalt für Verbrennungskraftmaschinen List
BSC	Balanced Scorecard
CSI	Customer Satisfaction Index
DEA	Data Envelopment Analysis
DMU	Decision Making Unit
EBIT	Earnings before Interests and Taxes
EBITA	Earnings before Interest, Taxes and Amortization
EBITDA	Earnings before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization
EPS	Executive Project Steering
EVA	Economic Value Added
F&E	Forschung & Entwicklung
IPOO	Input-Prozess-Output-Outcome-Modell
ITS	Instrumentation & Test Systems
NOPAT	Net Operating Profit after Taxes
NPV	Net Present Value
PTE	Powertrain Engineering
RoI	Return-on-Investment
RoR	Return-on-Research

Glossar

Approval Rate

Anteil der Projekte, die bei einem Gate weiterkommen und somit alle Vorgaben zur Fortführung erfüllt haben.

Break Even After Release

Zeitspanne zwischen dem Beginn der Serienproduktion und dem Erreichen des Break Even Punktes.

Break Even Time

Zeitspanne zwischen dem Beginn der Investitionstätigkeit und dem Erreichen des Break Even Punktes.

Break Even Punkt

Punkt an dem der Gewinn die Höhe der Investitionen ausgleicht.

Buchwert

In der Bilanz des Unternehmens ausgewiesener Wert eines Wirtschaftsgutes.

Deckungsbeitrag

Differenz zwischen den Erlösen und den variable Kosten.

First Pass Yield

Ist der Anteil der Ergebnisse, die im ersten Prozessdurchlauf fehlerfrei sind und nicht nachbearbeitet werden müssen.

Innovation Revenue Rate

Umsatz mit Produkten die jünger als drei Jahre sind im Vergleich zum Gesamtumsatz.

Lastenheft

In diesem sind die Erwartungen an das Produkt aus Kundensicht definiert.

Loop Rate

Anteil der Projekte, die an einem Gate wiederholt bzw. nachbearbeitet werden müssen.

Marktwert

Wert eines Wirtschaftsgutes bewertet zu Marktpreisen.

Netzplan

In diesem werden Vorgänge miteinander verknüpft um Aussagen zur Terminplanung von Projekten zu machen.

On time gate Meeting Rate

Anteil der Projekte die den Termin des Gates eingehalten haben.

Peer Review

Dies sind qualitative Bewertungen durch einen oder mehrere Fachkollegen.

Pflichtenheft

In diesem sind lösungsneutral formulierte Produkthanforderungen aus Unternehmenssicht enthalten.

Stage Gate Prozess

Jedes Projekt wird in zu durchlaufende Phasen, an deren Ende sich ein Gate befindet, unterteilt. An diesen Gates findet eine Entscheidung statt, ob das Projekt in die nächste Phase kommt, die aktuelle Phase wiederholt werden muss oder das Projekt abgebrochen wird.

Time to First Failure

Zeitdauer bis zum ersten Ausfall des Produktes.

Time to Market

Zeitspanne zwischen der Entstehung einer Produktidee und der Marktreife des Produktes.

Time to Profit

Zeitspanne zwischen der Konzeptfestlegung und der Erreichung des Break Even Punktes.

Time to Volume

Zeitspanne zwischen der kommerziellen Freigabe eines Produktes und der Erreichung der Zielproduktivität und -qualität.

Anhang 1: Fragebogen

Unternehmensbefragung

Unternehmen:	
Interviewpartner:	
Position im Unternehmen:	
Tätigkeit im Unternehmen:	
Gesprächsanfang:	
Gesprächsende:	
Datum:	

1. Fragen zum Unternehmen

Anzahl der Beschäftigten:	
Branche:	
Art der Produkte:	
Nationales oder internationales Unternehmen:	

2. Fragen zur Forschung und Entwicklung

2.1	Wie hoch ist der Anteil des F&E Budgets am Gesamtbudget und wie viel wird davon extern vergeben?
<i>Anteil F&E Budget [%]:</i>	
<i>Davon Extern vergeben [%]:</i>	

2.2	Welche Art der Forschung bzw. Entwicklung führen Sie in welchen Anteilen aus?
	<i>Grundlagenforschung [%]:</i>
	<i>Anwendungsorientierte Forschung [%]:</i>
	<i>Entwicklung [%]:</i>

2.3	Gibt es in Ihrer Unternehmung eine eigene F&E Abteilung?
<input type="checkbox"/>	<i>Ja</i>
<input type="checkbox"/>	<i>Nein</i> —————> <i>weiter bei Frage 2.7</i>

2.4	Wie ist Ihre F&E Abteilung in die Organisation Ihrer Unternehmung eingebettet?
<input type="checkbox"/>	<i>Zentral</i>
<input type="checkbox"/>	<i>Dezentral</i>
<input type="checkbox"/>	<i>Andere Eingliederung (Welche?)</i>

2.5	Wie ist Ihre F&E Abteilung aufbauorganisatorisch strukturiert?
<input type="checkbox"/>	<i>Funktional</i> (<i>Verrichtungsorganisation, d.h. unterschiedliche Phasen der F&E werden unterschieden</i>)
<input type="checkbox"/>	<i>Divisional</i> (<i>Objektorganisation, d.h. Unterscheidung nach Produkten, Produktgruppen oder Projekten</i>)
<input type="checkbox"/>	<i>Regional</i>
<input type="checkbox"/>	<i>Mehrdimensional</i>
<input type="checkbox"/>	<i>Andere Strukturierung (Welche?)</i>

2.6	Existiert in ihrer F&E Abteilung eine Ablauforganisation (Prozess)?
<input type="checkbox"/>	<i>Ja</i>
<input type="checkbox"/>	<i>Nein</i>

2.7	Wie viele Produktentwicklungen bzw. F&E Projekte werden pro Jahr durchgeführt und was ist deren durchschnittliche Dauer?
<i>Produktentwicklungen bzw. F&E Projekte pro Jahr:</i>	
<i>Durchschnittliche Dauer der Produktentwicklungen bzw. F&E Projekte:</i>	

3. Fragen zur Effizienzbetrachtung

3.1	Was verstehen Sie unter Effizienz und wie würden Sie Effizienz definieren?

3.2	Wann würden Sie sagen, dass ein Projekt effizient durchgeführt wurde?

3.3	Verwenden Sie je nach Projekt bzw. Projektphase unterschiedliche Effizienzdefinitionen?
<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein → weiter bei Frage 3.5

3.4	Wie unterscheiden sich diese?

3.5	Wie unterscheiden Sie Effizienz und Effektivität?

3.6	Welche Gesichtspunkte sind für Sie relevant um die Effizienz eines Projektes zu bewerten?	
<input type="checkbox"/>	<i>Kosten</i>	<input type="checkbox"/> <i>Zeit</i>
<input type="checkbox"/>	<i>Qualität</i>	<input type="checkbox"/> <i>Quantität</i>
<input type="checkbox"/>	<i>Andere</i>	

3.7	Welche der folgenden Effizienzdefinitionen würden Sie am ehesten verwenden?	
<input type="checkbox"/>	<i>„Die Dinge richtig tun“</i>	<input type="checkbox"/> <i>Die Realisierung einer günstigen Input - Output Relation</i>
<input type="checkbox"/>	<i>Verbesserung des Grades der Zielerreichung innerhalb eines vorgegebenen Zielsystems</i>	<input type="checkbox"/> <i>Verfolgung des ökonomischen Prinzips</i>
<input type="checkbox"/>	<i>Identifizierung der Strategie, die nie schlechter aber manchmal besser als die anderen Strategien ist</i>	

4. Fragen zur Effizienzmessung

4.1	Was verstehen Sie unter Controlling im F&E Bereich?

4.2	Wie sieht Ihr Controlling im F&E Bereich aus?

4.3	Welche Controlling Instrumente für die F&E verwenden Sie?

4.4	Messen Sie die Effizienz der Forschung und Entwicklung?
<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein

4.5	Warum führen Sie eine bzw. keine Effizienzmessung durch?

Fragen 4.6 bis 4.9 nur bei Effizienzmessung

4.6	Welche Messmethoden verwenden Sie zur Bestimmung der F&E Effizienz?		
<input type="checkbox"/>	<i>Kennzahlen</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Checklisten</i>
<input type="checkbox"/>	<i>Peer Reviews</i>		
<input type="checkbox"/>	<i>Andere (Welche?)</i>		

4.7	Wer oder was ist das Objekt der Messung?		
<input type="checkbox"/>	<i>Einzelperson</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Einzelne Abteilung</i>
<input type="checkbox"/>	<i>Einzelne F&E Projekte</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Gesamte F&E</i>
<input type="checkbox"/>	<i>Anderes Messobjekt (Welches?)</i>		

4.8	Wann wird die Messung durchgeführt?		
<input type="checkbox"/>	<i>Während Projekt</i>	<input type="checkbox"/>	<i>Nach Projektabschluss</i>
<input type="checkbox"/>	<i>Anderer Zeitpunkt (Welcher?)</i>		

4.9	Wer führt die Messung durch?	

4.10	Welche sind für Sie die fünf wichtigsten Kennzahlen zur Effizienzbewertung?

4.11	Ordnen Sie die Kennzahlen in ein Modell ein?
<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein —————> weiter bei Frage 4.14

4.12	Welches Modell zur Ordnung der Kennzahlen verwenden Sie?
<input type="checkbox"/> Kennzahlensystem mit Spitzenkennzahl	<input type="checkbox"/> Balanced Scorecard
<input type="checkbox"/> Data Envelopment Analysis	<input type="checkbox"/> Performance Pyramid
<input type="checkbox"/> Andere (Welche?)	

4.13	Verwenden Sie je nach Projekt bzw. Projektphase unterschiedliche Kennzahlen?
<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein

4.14	Wie unterscheiden sich diese?

4.15	Welche der nachfolgenden Kennzahlen verwenden Sie für das F&E Controlling? Verwenden Sie diese Kennzahlen auch zur Effizienzbestimmung? Welche zusätzlichen Kennzahlen verwenden Sie im F&E Controlling bzw. für die Effizienzbestimmung? Können Sie diese auch nach der Eignung zur Effizienzmessung mit Noten von 1 (geeignet) bis 6 (nicht geeignet) bewerten?
------	---

	Kennzahl	Verwendung im F&E Controlling	Verwendung zur Messung der Effizienz	Eignung zur Messung der Effizienz (1-6)
Prozess	Kostentrendanalyse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Meilensteintrendanalyse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Kombinierte Meilenstein- u. Kostentrendanalyse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Earned Value Methode	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Kosten-Termin-Berichte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Projektzuverlässigkeit (= Anteil der Projekte innerhalb Zeitplan, Budget und Kostenzielen)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Gewichtete Projekterfolgsrate [%] (= Kostenvolumen der abgeschlossenen Projekte / Kostenvolumen der begonnenen Projekte)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Verhältniskennzahlen	Anzahl neuer Produkte zu F&E-Ausgaben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Anzahl neuer Produkte zu F&E-Mitarbeiter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Umsatz neuer Produkte zu F&E-Ausgaben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Gewinn neuer Produkte zu F&E-Ausgaben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Wissenszuwachs zu F&E-Ausgaben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	\sum (Projektbewertung * Projektkosten) zu \sum Projektkosten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Quartalsgegenwert aller Projekte zu Quartalskosten der F&E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

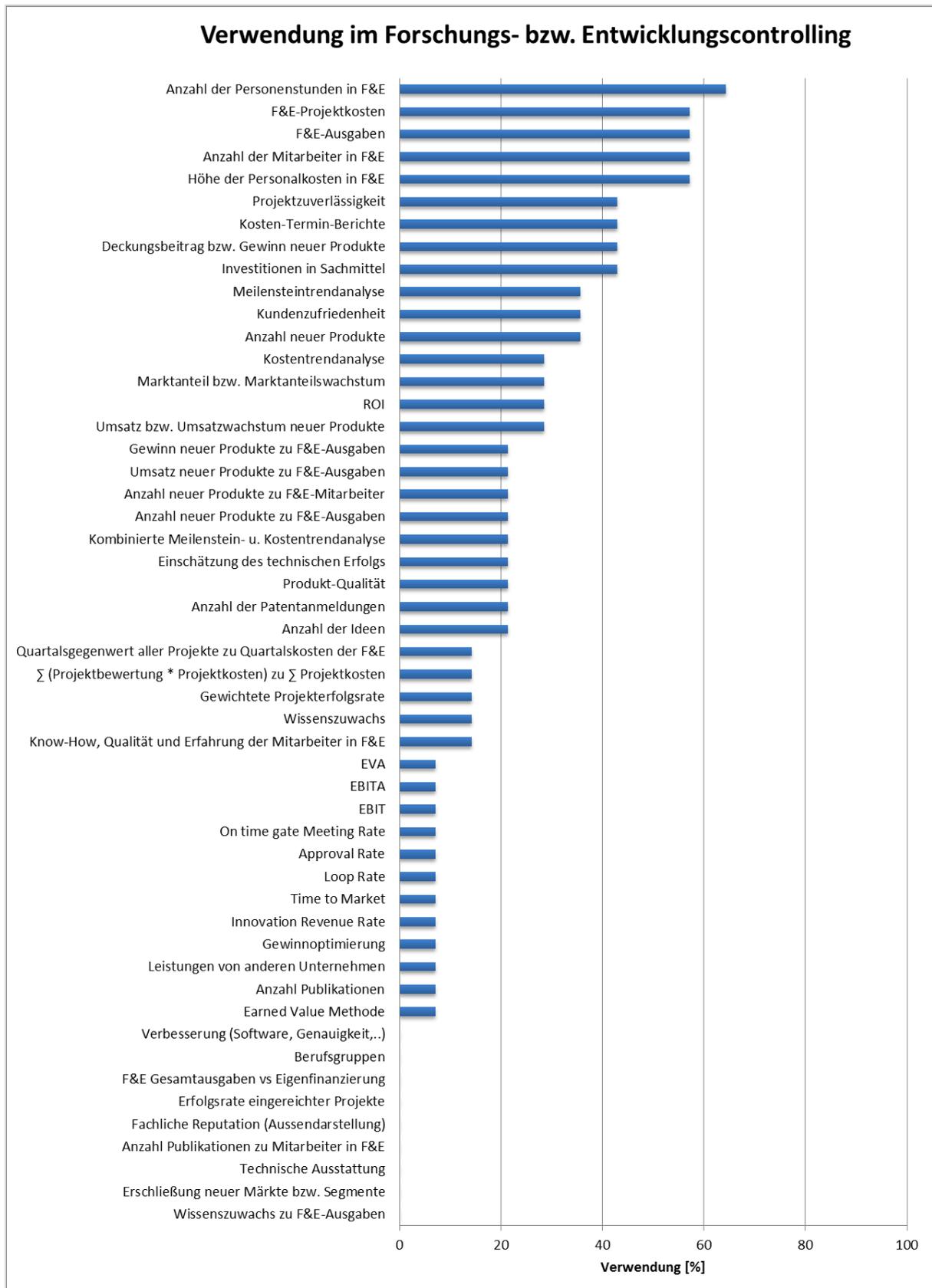
	Kennzahl	Verwendung im F&E Controlling	Verwendung zur Messung der Effizienz	Eignung zur Messung der Effizienz (1-6)
Input	Anzahl der Personenstunden in F&E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Höhe der Personalkosten in F&E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Anzahl der Mitarbeiter in F&E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Know-how, Qualität und Erfahrung der Mitarbeiter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Investitionen in Sachmittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Anzahl der Ideen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	F&E-Ausgaben	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	F&E-Projektkosten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Output	Anzahl neuer Produkte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Anzahl der Patentanmeldungen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Produkt-Qualität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Einschätzung des technischen Erfolgs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Kundenzufriedenheit	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Wissenszuwachs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Umsatz bzw. Umsatzwachstum neuer Produkte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Deckungsbeitrag bzw. Gewinn neuer Produkte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Return-on-Investment (ROI)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Marktanteil bzw. Marktanteilswachstum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

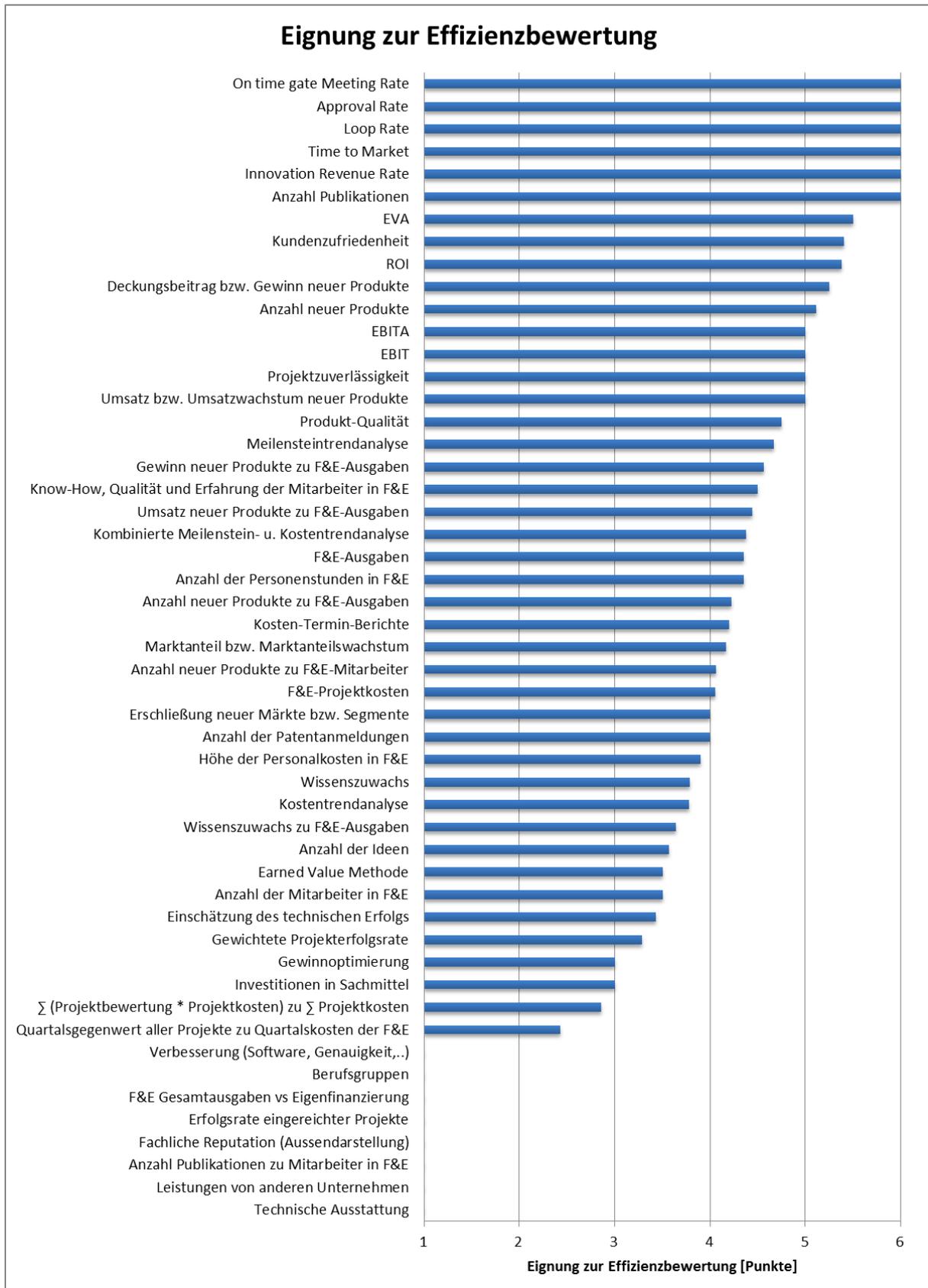
5. Abschließende Fragen

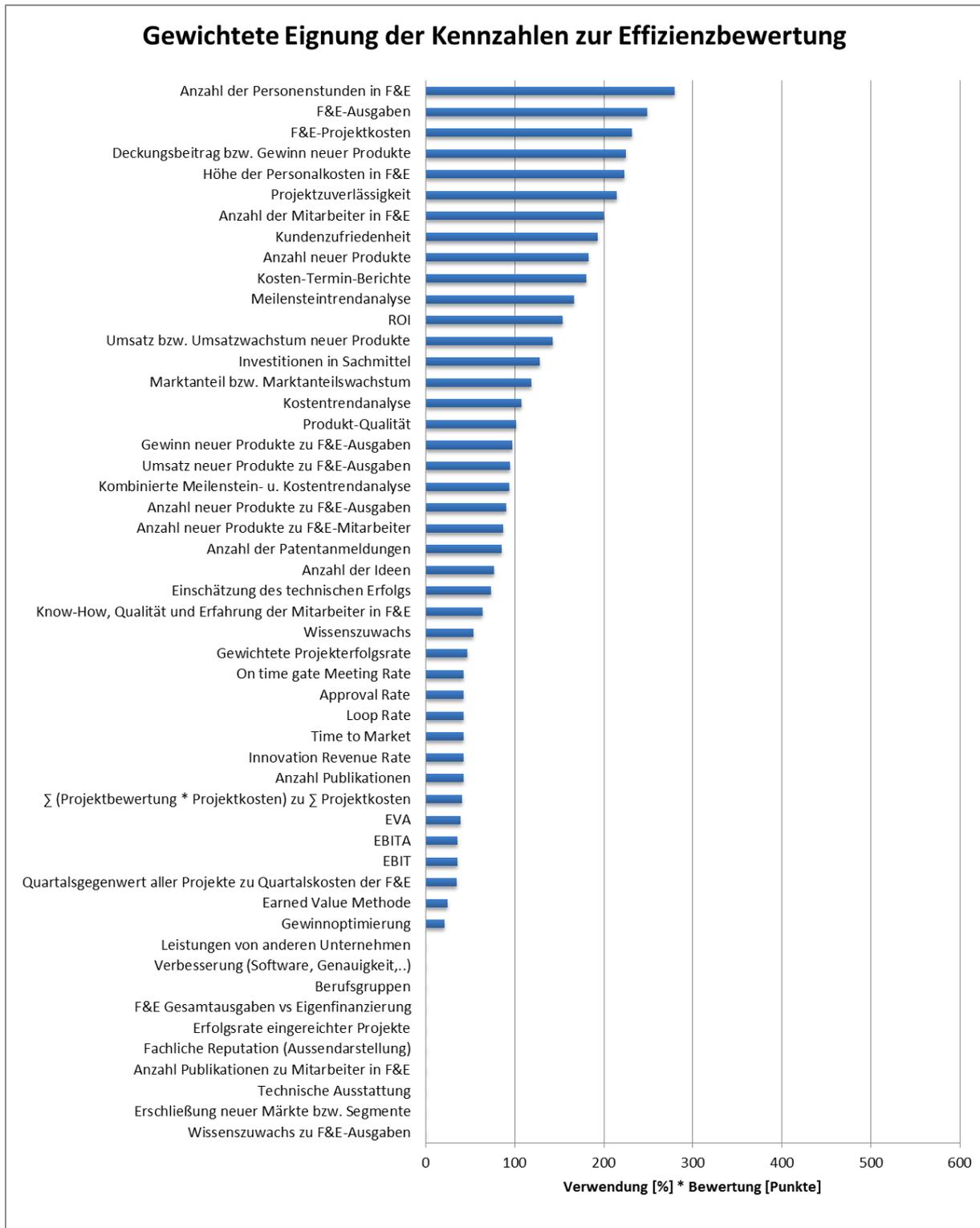
5.1	Traten bei Ihnen Probleme bei der Messung der Effizienz auf? Wenn ja, welche?

5.2	Gibt es weitere Punkte die aus Ihrer Sicht wichtig zur Messung der Effizienz sind?

Anhang 2: Kennzahlenliste - Private Unternehmen







Anhang 3: Kennzahlenliste - Öffentliche Unternehmen

