

Von der Fakultät Geschichts-, Sozial- und Geisteswissenschaften  
der Universität Stuttgart zur Erlangung der Würde eines Doktors der Wirtschafts-  
und Sozialwissenschaften (Dr. rer. pol.) genehmigte Abhandlung

**Bewertung von Innovationsideen  
mit Hilfe von Lebenszyklusaufwand**

Ausgleich technischer, ökonomischer und  
marktlicher Interessen bei der Auswahl von  
Produktinnovationen in der deutschen  
Automobilindustrie

Vorgelegt von  
**Christian A. Hahner**  
Stuttgart

Hauptberichter: Prof. Dr. H. D. Bürgel

Mitberichter: Prof. Dr. E. Zahn

Tag der Prüfung: 15.3.2000

**Betriebswirtschaftliches Institut  
der Universität Stuttgart**

## Vorwort

Die Initialzündung für die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen des Aufbaus einer praxisgerechten Bewertungssystematik für Innovationsideen, welche der Lehrstuhl für F&E-Management der Universität Stuttgart unter Leitung von Herrn Prof. Dr. H. D. Bürgel 1994/1995 in einer Beauftragung der DaimlerChrysler AG (damals Mercedes-Benz AG) durchführte.

Die Idee, über die bestehenden Bewertungsverfahren hinaus, einen Ansatz zur Innovationsbewertung mit dem Gedankengut des Lebenszykluskonzeptes logisch und methodisch zu vertiefen hat mich seither nicht mehr losgelassen.

Herzlich bedanken möchte ich mich bei meinem Doktorvater, Herrn Prof. H. D. Bürgel, für seine Ermutigung dieses Thema aufzugreifen und auch nach meinem Wechsel vom Lehrstuhl in die Industrie weiterzuverfolgen. Seine methodischen Anregungen und die konstruktive Kritik innerhalb und außerhalb des Doktorandenkolloquiums haben wesentlich zum Gelingen der Arbeit beigetragen. Mein Dank gebührt auch Herrn Prof. Dr. E. Zahn, der sich spontan zur Erstellung des Zweitgutachtens bereiterklärt hat.

Bedanken möchte ich mich bei meinen Kollegen am Lehrstuhl und bei DaimlerChrysler für Ihre moralische Unterstützung und inhaltliche Diskussionsbereitschaft. Besonders zu nennen sind dabei Frau Dipl.-Kff. C. Haller, Herr Dipl.-Kfm. R. Schultheiss, Herr Dipl.-Kfm. R. Bauer, Herr Dr. E. Böhm und Herr Dipl.-Ing. R. Helber.

Mein größter Dank gilt aber meiner Familie, die mir während meiner gesamten Ausbildung jede erdenkliche Unterstützung zukommen ließen und meiner Partnerin Kirsten Herrmann für die Geduld und die Freiräume, diese Arbeit in meiner Freizeit realisieren zu können.

# Zusammenfassung und Forschungsfragen

- Welche Verbreitung und Akzeptanz haben bestehende Bewertungsverfahren von Innovationen in der Praxis?
- Welche Zusammenhänge sind bei der Bewertung von Innovationen zu berücksichtigen?
- Können mit einer lebenszyklusorientierten Betrachtung die Interessen der Stakeholder im Innovationsprozeß ganzheitlich berücksichtigt werden?
- Wie kann ein lebenszyklusorientiertes Bewertungsverfahren für Innovationen methodisch unterstützt werden?

Diese Forschungsfragen werden mit folgenden Zielen und Ergebnissen bearbeitet:

## **I. Analyse bestehender Verfahren zur Innovationsbewertung**

Ziel: Abgleich innovationstheoretischer Anforderungen mit bestehenden Verfahren.

Form: Literaturlauswertung zu Anforderungen von Innovationsprozessen an Bewertungsverfahren und Abgleich mit der Erfüllung durch in der Literatur diskutierten Bewertungsverfahren.

Ergebnis: Wesentliche Anforderungen sind in unterschiedlichen Verfahren berücksichtigt, jedoch nicht in einem Ansatz verbunden.

## **II. Aufstellen eines Bewertungsverfahrens für Innovationen**

Ziel: Bewertungsverfahren zusammenstellen, welches wesentliche Anforderungen von Innovationsprozessen integriert.

Form: Anwendung des Lebenszyklusansatzes auf das Problem der Innovationsbewertung.

Ergebnis: Durch Kombination von in der Praxis eingeführten methodischen Bewertungsmodulen kann ein lebenszyklusorientiertes Bewertungsverfahren für Innovationen aufgestellt werden.

## **III. Überprüfen des Verfahrens**

Ziel: Methodisch erarbeitete Defizite bestehender Verfahren bestätigen und mit dem neukonzipierten Bewertungsansatz abgleichen.

Form: Befragung in der deutschen Automobilindustrie und Erstellung einer Fallstudie.

Ergebnis: Die Unternehmenspraxis bestätigt die methodisch aus der Literatur abgeleiteten Defizite von Bewertungsverfahren und unterstützt die Forderung nach einem lebenszyklusorientierten Ansatz, dessen Anwendung in einer Fallstudie nachgewiesen wird.

# I. Inhaltsverzeichnis

II. ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	VI
III. TABELLENVERZEICHNIS .....	IX
IV. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....	X

<b>1 EINLEITUNG.....</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung .....	1
1.2 Zielsetzung .....	4
1.3 Vorgehensweise .....	6
<b>2 BEWERTUNG IM INNOVATIONSPROZESS .....</b>	<b>9</b>
2.1 Definitionen und Abgrenzungen.....	10
2.1.1 Innovation und Innovationsideen als Untersuchungsgegenstand.....	11
2.1.2 Ausgaben/Einnahmen und Nutz-/Aufwandswerte als Bewertungsdimensionen .....	15
2.1.3 Lebenszyklus als zeitliche Zuordnungsklammer .....	18
2.1.4 Lebenszyklusaufwand (LZA) .....	22
2.2 Wesen des Innovationsprozesses .....	24
2.3 Anforderungen des Innovationsprozesses an Bewertungsverfahren.....	27
2.3.1 Anforderungen aus Risikofaktoren .....	27
2.3.2 Anforderungen aus Erfolgsfaktoren .....	29
2.4 Erfüllung der Anforderungen durch bestehende Bewertungsverfahren.....	32
2.4.1 Technische Bewertungsverfahren für Innovationsideen.....	33
2.4.1.1 Externe Technologiebewertung (unternehmensunabhängig).....	33
2.4.1.2 Interne Technologiebewertung (unternehmensabhängig).....	35
2.4.2 Betriebswirtschaftl. (ökonomische) Bewertungsverfahren für Innovationsideen .....	38
2.4.3 Psychologische (marktliche) Bewertungsverfahren für Innovationsideen.....	45
2.4.4 Interdisziplinäre Bewertungsverfahren für Innovationsideen.....	49

<b>3</b>	<b>LZA-ANALYSE ALS BEWERTUNGSANSATZ.....</b>	<b>55</b>
3.1	Lebenszykluskonzept als integrativer Ansatz.....	56
3.1.1	Ausgleich von Unternehmens- und F&E-Interessen (Ökonomie-Technik).....	58
3.1.2	Ausgleich von Kunden- und F&E-Interessen (Markt-Technik).....	61
3.1.3	Ausgleich von Unternehmens- und Kundeninteressen (Ökonomie-Markt).....	63
3.1.4	Ausgleich von Kunden-, Unternehmens- und F&E-Interessen.....	65
3.2	Herkunft und Entwicklung des Lebenszykluskostenkonzeptes.....	70
3.2.1	Ursprung des Konzeptes.....	70
3.2.2	Stand des Konzeptes.....	73
3.3	Erfolgsdeterminanten im Lebenszykluskonzept.....	77
3.3.1	Erfolgsdeterminante Zeit.....	78
3.3.2	Erfolgsdeterminante Aufwand.....	80
3.3.3	Erfolgsdeterminante Nutzen.....	82
3.3.4	Integration der Erfolgsdeterminanten im magischen Dreieck.....	84
3.4	Erfüllung der Anforderungen des Innovationsprozesses durch die LZA-Analyse.....	89
3.4.1	Anwendungsstand von Bewertungsverfahren.....	90
3.4.2	Empirischer Handlungsbedarf zum Begründungszusammenhang.....	95
3.4.3	Umfrage in der Automobilindustrie.....	100
<b>4</b>	<b>BEWERTUNG VON INNOVATIONEN MIT DER LZA-ANALYSE.....</b>	<b>111</b>
4.1	Methoden der LZA-Analyse.....	112
4.1.1	Prognose der zeitlichen Zusammenhänge im Lebenszyklus.....	115
4.1.1.1	Entwicklungsdauer (F&E-Bereich).....	116
4.1.1.2	Produktionsdauer (Unternehmen).....	118
4.1.1.3	Vermarktungsdauer (Unternehmen).....	120
4.1.1.4	Nutzungsdauer (Marktkunde).....	122
4.1.2	Prognose der Ausgaben und Einnahmen über den Lebenszyklus.....	125
4.1.2.1	Empirische Ausgabenrelationsfunktionen (Expertenschätzung).....	130
4.1.2.2	Empirisch-parametrische Ausgabenrelationsfunktionen.....	133
4.1.2.3	Parametrische Ausgabenrelationsfunktionen.....	134
4.1.2.4	Kalkulationen.....	137
4.1.3	Prognose von Nutzwert und Aufwandswert über den Lebenszyklus.....	141
4.1.3.1	Festlegung des Zielsystems.....	143

4.1.3.2	Gewichtung der Ziele .....	147
4.1.3.3	Festlegung von Wertefunktionen und Bewertung .....	149
4.1.3.4	Berechnung der Nutz- und Aufwandswerte.....	154
4.1.3.5	Darstellung der Ergebnisse.....	156
4.2	Modell der LZA-Analyse .....	157
4.2.1	Modellzusammenhänge der LZA-Analyse .....	159
4.2.2	Vereinheitlichung der Bezugsbasis im LZA-Modell .....	162
4.2.2.1	Diskontierung der Ausgaben und Einnahmen.....	163
4.2.2.2	Diskontierung von Nutzwert und Aufwandswert .....	165
4.2.3	Optimierungsansätze in der LZA-Analyse.....	167
4.3	Durchführung der LZA-Analyse.....	175
4.3.1	Voraussetzungen für die Anwendung der LZA-Analyse.....	175
4.3.1.1	Anforderungen an Innovationsideen.....	176
4.3.1.2	Anforderungen an das bewertende Unternehmen.....	178
4.3.2	Einordnung der LZA-Analyse in den Produktentstehungsprozeß.....	181
4.3.3	Ablauf der LZA-Analyse .....	184
<b>5</b>	<b>ANWENDUNG DER LZA-ANALYSE - FALLSTUDIE ALT. ANTRIEBE.....</b>	<b>190</b>
5.1	Problemstellung.....	190
5.2	Datenaufbereitung.....	192
5.2.1	Technische Leistungsdaten alternativer Antriebe .....	194
5.2.2	Prognose der Nützlichkeit alternativer Antriebe .....	196
5.2.2.1	Aufstellung der Bewertungsfunktionen .....	199
5.2.2.2	Anwendung der Bewertungsfunktionen .....	202
5.2.3	Prognose der Ausgaben und Einnahmen alternativer Antriebe .....	204
5.2.3.1	Ausgaben und Einnahmen aus Herstellersicht.....	204
5.2.3.2	Ausgaben und Einnahmen aus Nutzersicht.....	208
5.2.4	Zeitliche Zusammenhänge der alternativen Antriebe .....	217
5.3	Berechnung, Analyse und Bewertung der alternativen Antriebe .....	219
5.3.1	Berechnung der monetären Dimensionen der alternativen Antriebe.....	220
5.3.2	Analyse der Lebenszyklusausgabengruppen der alternativen Antriebe .....	222
5.3.3	Bewertung der alternativen Antriebe mit der LZA-Analyse .....	225

---

<b>6</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK</b> .....	<b>228</b>
V.	ANHANG .....	XII
VI.	LITERATURVERZEICHNIS .....	XXIII
VII.	LEBENS LAUF .....	XLVI
VIII.	ERKLÄRUNG .....	XLVII

## II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufwandsentstehung und Beeinflussung im Zeitablauf.....	3
Abbildung 2: Wissenschaftstheoretischer Aufbau der Arbeit.....	6
Abbildung 3: Inhaltsgliederung Kapitel 2.....	9
Abbildung 4: Innovation im weiteren Sinne.....	12
Abbildung 5: Der idealtypische Innovationsprozeß.....	13
Abbildung 6: Produktinnovationsmatrix.....	14
Abbildung 7: Aufwand-Nutzen-Zusammenhänge.....	17
Abbildung 8: Ablauf des Innovationsprozesses.....	25
Abbildung 9: Risiken von Innovationsideen.....	28
Abbildung 10: Unternehmensunabhängige Technologiebewertung.....	34
Abbildung 11: Unternehmensabhängige Technologiebewertung.....	36
Abbildung 12: Technologieportfolien und Verhaltensempfehlungen.....	37
Abbildung 13: Betriebswirtschaftliche Ansätze der Innovationsbewertung.....	39
Abbildung 14: Systematik betriebswirtschaftlicher Bewertungsverfahren.....	40
Abbildung 15: Vergleich mehrdimensionaler Evaluierungsverfahren.....	44
Abbildung 16: Bezugsrahmen für die Fragestellungen der Käuferverhaltensforschung.....	47
Abbildung 17: Bewertung neuer Projektvorhaben in Projektprofilen.....	49
Abbildung 18: Matrix zum Vergleich von Innovationsideen.....	50
Abbildung 19: Verfahrensablauf zur ex-ante-Beurteilung von Entwicklungsprojekten.....	51
Abbildung 20: Entscheidungsnetz eines Innovationsvorhabens nach IMS.....	53
Abbildung 21: Gliederungsübersicht Kapitel 3.....	55
Abbildung 22: Kommunikationslücken im Produktinnovationsprozeß.....	57
Abbildung 23: Verbindende Zyklen von Unternehmen und F&E.....	59
Abbildung 24: Verbindende Zyklen von Kunden und F&E.....	62
Abbildung 25: Verbindung der Unternehmens- und Kundensicht.....	64
Abbildung 26: Verbindende Zyklen von Unternehmen und Kunden.....	65
Abbildung 27: Lebenszyklen auf Kunden-, Produkt- und Unternehmensebene.....	66
Abbildung 28: Idealtypischer Lebenszyklus eines Systems.....	68
Abbildung 29: Interdependenzen der Interessengruppen über den Lebenszyklus.....	69

Abbildung 30: Verbindung von Kunde, Unternehmen und F&E-Bereich.....	78
Abbildung 31: Das magische Dreieck im Lebenszyklus .....	84
Abbildung 32: Qualitative und quantitative Maßeinheiten im Lebenszyklus .....	85
Abbildung 33: Theoretischer Aufbau der LZA-Analyse.....	87
Abbildung 34: Anwendungsgrad von Bewertungsverfahren .....	94
Abbildung 35: Gliederung Kapitel 4.....	111
Abbildung 36: Methodische Fragestellungen des Abschnitts 4.1 .....	112
Abbildung 37: Szenariotrichter als Denkmodell der Prognose.....	114
Abbildung 38: Ablauf Entwicklungsdauer.....	117
Abbildung 39: Ablauf Produktionszeit.....	118
Abbildung 40: Einflußparameter der Produktion.....	119
Abbildung 41: Ableitung der Produktionszeit aus der Produktstruktur.....	120
Abbildung 42: Analytisches Marketing-Lebenszyklusmodell.....	121
Abbildung 43: Verlauf von Reparaturausgaben über die Zeit .....	123
Abbildung 44: Beispielhafte Ausgaben-/Einnahmenstruktur im Lebenszyklus .....	126
Abbildung 45: Struktur innovativer Systeme.....	130
Abbildung 46: Anwendungsdaten des Prognoseverfahrens 'Expertenschätzung' .....	132
Abbildung 47: Anwendungsdaten des Prognoseverfahrens 'CER' .....	134
Abbildung 48: Anwendungsdaten des Prognoseverfahrens 'Parametrik' .....	136
Abbildung 49: Struktur einer Bottom-up Kalkulation.....	138
Abbildung 50: Vergleich der Ausgabenprognosemethoden.....	139
Abbildung 51: Anwendung der Ausgabenschätzverfahren im Zeitablauf .....	139
Abbildung 52: Systemzusammenhang zur Ermittlung der Preis- Absatzbeziehung.....	140
Abbildung 53: Zusammenhänge und Ablauf der Nutzwertanalyse .....	143
Abbildung 54: Kaufentscheidung in der Nutzwertanalyse.....	144
Abbildung 55: Technische Nützlichkeitskriterien .....	146
Abbildung 56: Beispiel für die Dimensionen eines Nutzungsprofils .....	148
Abbildung 57: Wertetabelle und Wertefunktion.....	150
Abbildung 58: Bewertungsmatrix Technik-Kunde .....	154
Abbildung 59: Berechnung der Nützlichkeit von Innovationsideen .....	155
Abbildung 60: Aufbau des Abschnittes 4.2.....	158
Abbildung 61: Zeit-, Nützlichkeits- und Ertragsgrößen im LZA-Modell.....	159

---

Abbildung 62: Zusammenhänge der LZA-Analyse .....	162
Abbildung 63: Vereinheitlichung von Ertrag und Nützlichkeit zur Entscheidung.....	166
Abbildung 64: Bewertungsgrößen für die LZA-Analyse .....	167
Abbildung 65: Zusammenhang zwischen Anfangs- und Folgeausgaben .....	170
Abbildung 66: Lebenszyklusausgaben-Kundennutzwert Darstellung.....	174
Abbildung 67: Zusammenhang von Innovationsmanagement und Neuproduktentstehung .....	182
Abbildung 68: Ablauf der LZA-Analyse .....	187
Abbildung 69: Aggregateanordnungen alternativer Antriebe.....	193
Abbildung 70: Technische Daten der bewerteten Antriebskonzepte.....	195
Abbildung 71: Vorgehen bei der Nützlichkeitsermittlung.....	197
Abbildung 72: Nutzungsprofil für eine konventionelle Limousine 2002.....	198
Abbildung 73: Zusammenhang von Nutzungsprofilen und Technik .....	199
Abbildung 74: Bewertungsfunktionen der Fahrleistung beim Einkaufen.....	200
Abbildung 75: Bewertungsfunktionen der Zuladung beim Einkaufen.....	201
Abbildung 76: Nützlichkeit der Konzeptalternativen für das ‚Einkaufen‘ .....	202
Abbildung 77: Ermittlung des Gesamtnützlichkeitswertes der alt. Antriebe .....	203
Abbildung 78: Parametrisches Modell der NiCd-Batterie (Beispiel) .....	205
Abbildung 79: Ergebnis der parametrischen Berechnung (Beispiel) .....	205
Abbildung 80: Lebenszyklusausgaben der alternativen Antriebe aus Nutzersicht.....	221
Abbildung 81: Kumulierte Ausgaben aus Nutzersicht im Konzeptvergleich.....	221
Abbildung 82: Lebenszyklusausgaben-Nützlichkeits-Darstellung .....	225

### III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verbindung von Nutzungsarten und technischer Leistung (rational).....	152
Tabelle 2: Verbindung von emotionalen Werten und technischer Leistung .....	153
Tabelle 3: Plausibilitätsprüfung der Batteriepreise.....	206
Tabelle 4: Selbstaugabenansätze der untersuchten Fahrzeuge .....	207
Tabelle 5: Verhältnis Preis-Herstellaugaben der Varianten .....	209
Tabelle 6: Wertverlustverlauf von Automobilen.....	210
Tabelle 7: Verbrennungs-Hubräume der betrachteten Fahrzeuge .....	211
Tabelle 8: Energieverbrauch der Antriebsarten.....	213
Tabelle 9: Verteilung der Betriebsarten.....	213
Tabelle 10: Wartungsumfänge des Gesamtfahrzeuges.....	216
Tabelle 11: Wartungsintervalle der neuen Komponenten .....	217
Tabelle 12: Produktionszahlen über die Laufzeit.....	218
Tabelle 13: Über die Laufzeit verteilte Betriebsausgaben für die NiCd-Batterie .....	220
Tabelle 14: Nützlichkeitswerte der alternativen Antriebsvarianten.....	225
Tabelle 15: Bewertungsergebnisse der LZA-Analyse .....	226

## IV. Abkürzungsverzeichnis

ABB	Asea Brown Boveri AG
Abb.	Abbildung
AG	Aktiengesellschaft
BFuP	Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
CAD	Computer Aided Design
CER	Cost Estimation Relationship
DBW	Die Betriebswirtschaft
d. h.	das heißt
DIN	Deutsches Institut für Normung
Dipl.-Kfm.	Diplom-Kaufmann
DM	Deutsche Mark
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
etc.	et cetera
evtl.	eventuell
f	folgende
ff	fortfolgende
F&E, F+E	Forschung und Entwicklung
FhG-IAO	Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation
ggf.	gegebenenfalls
GM	General Motors Inc.
Hrsg.	Herausgeber
i.d.R.	in der Regel
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
IO	Industrielle Organisation
Kg	Kilogramm
KRP	Kostenrechnungspraxis
LCC	Life Cycle Costing
LZ	Lebenszyklus

---

LZA	Lebenszyklusaufwand
Max.	Maximal
Min.	Minimal
MTBF	Mean Time Between Failures
NCBS	New Car Buyer Survey
o. Ä.	oder Ähnliche
o. Jg.	ohne Jahrgang
o. V.	ohne Verfasser
OEM	Original Equipment Manufacturer
Pkw	Personenkraftwagen
PLM	Produktlebenszyklusmanagement
R&D	Research and Development
ROI	Return On Investment
S.	Seite
SAE	Society of Automotive Engineers
SULEV	Super Ultra-Light-Emission Vehicles
u. a.	und andere, unter anderem
u. U.	unter Umständen
VDA	Verband der Automobilindustrie
VDI	Verband deutscher Ingenieure
vgl.	vergleiche
VWI	Verband der Wirtschaftsingenieure
WiSt	Wirtschaftswissenschaftliches Studium
WISU	Das Wirtschaftsstudium
z. B.	zum Beispiel
ZEV	Zero Emission Vehicle
zfb	Zeitschrift für Betriebswirtschaft
zbf	Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung
zfhf	Zeitschrift für Hochschulforschung
zfo	Zeitschrift Führung und Organisation
zfp	Zeitschrift für Produktion

„MEASUREMENTS ARE KEY.  
IF YOU CANNOT MEASURE IT, YOU CANNOT CONTROL IT.  
IF YOU CANNOT CONTROL IT, YOU CANNOT MANAGE IT.  
IF YOU CANNOT MANAGE IT, YOU CANNOT IMPROVE IT“<sup>1</sup>

## 1 Einleitung

Aus unterschiedlichsten Quellen werden ständig Projektideen für neue Produkte bzw. Produktverbesserungen an die Unternehmen herangetragen. Da nicht alle Ideen realisiert werden können und sollen, muß schon frühzeitig eine Trennung der besonders erfolgversprechenden von den weniger aussichtsreichen Ideen erfolgen. Basis einer solchen Selektion kann eine Bewertung der Ideen nach entscheidungsrelevanten Kriterien sein.

Abschnitt 1.1 nimmt sich der Problemstellung für die vorliegende Arbeit an, die sich aus dieser Ausgangssituation ableiten läßt, um daraus in Abschnitt 1.2 die Zielsetzung der weiteren Überlegungen zu beschreiben. Die Vorgehensweise zur Zielerreichung im Rahmen dieser Arbeit wird dann in Abschnitt 1.3 vorgestellt.

### 1.1 Problemstellung

Unternehmen unterliegen wie ihre Umwelt einem ständigen technischen, wirtschaftlichen und sozialen Wandel. Veränderte soziale Strukturen führen zu neuen oder veränderten Bedürfnisstrukturen und schaffen damit neue Märkte, die mit neuen technischen Lösungen vom Unternehmen bedient werden können<sup>2</sup>.

Um den Anforderungen der sich ständig wandelnden Umwelt entsprechen zu können, realisieren die Unternehmen Innovationen als Antwort auf technische, wirtschaftliche und soziale Veränderungen<sup>3</sup>. Zwar existiert bis heute keine einheitliche und allgemeingültige Definition des Innovationsbegriffes, gemeinsam ist jedoch allen Definitionsansätzen der Bezug zu den Merkmalen ‘Veränderung’ und ‘Neuheit’<sup>4</sup>. Da das Unternehmen selbst Bestandteil des Systems ist, geht es in diesem Sinne bei jeder

---

<sup>1</sup> Harrington (1991), S. 203.

<sup>2</sup> Vgl. Hahn, u.a. (1986), S. 351 ff.

<sup>3</sup> Dieser Ansatz entspricht einer innovationsorientierten Management-Philosophie im Sinne von Bleicher (1999), S. 455 ff; vgl. Lange (1994), S. 51.

<sup>4</sup> Vgl. Hauschildt (1993), S. 5 f. Auf die Verwendung des Innovationsbegriffs in dieser Arbeit geht Kapitel 2.1.1 detailliert ein.

Innovation um das „systematische Vorwegnehmen, Erkennen und Ausnutzen des Wandels“<sup>1</sup>. Die gezielte Förderung, Auswahl und Umsetzung von Innovationsideen<sup>2</sup> zu am Markt akzeptierten Innovationen ist damit zu einer unabdingbaren Voraussetzung für die erfolgreiche Entwicklung von Unternehmen in einem dynamischen Umfeld geworden<sup>3</sup>.

Die Einlösung dieses Anspruchs erfolgt jedoch unter nicht idealen Randbedingungen, weil die Planung und Steuerung von Innovationsprojekten unter hoher Unsicherheit bei langem Zeithorizont unter fehlenden Preis- und Mengenstrukturen in einem mehrdimensionalen Zielgeflecht aus Kosten, Zeit und Leistung erfolgt<sup>4</sup>:

#### *Hohe Unsicherheit*

Unsicherheit besteht bei Produktinnovationen sowohl bezüglich der technischen Machbarkeit des Vorhabens, wie auch hinsichtlich des wirtschaftlichen Erfolgs der am Markt eingeführten Produktinnovation.

#### *Langer Zeithorizont*

Die Zeit von der ersten Invention bzw. Innovationsidee bis zum markteingeführten Produkt nimmt nicht selten mehrere Jahre in Anspruch und stellt damit hohe Anforderungen an Unternehmensplanungssysteme, die sich eher am Geschäftsjahr ausrichten.

#### *Fehlen klarer Mengen- und Preisstrukturen*

Bedingt durch den langen Zeithorizont sind die Aussagen über mögliche Absatzmengen oder zu erzielende Absatzpreise nur mit großen Unsicherheiten zu prognostizieren.

#### *Leistung, Kosten und Zeit als Einflußgrößen*

Auch mit Unsicherheit können Mengen- und Preisprognosen nur unter Prämissen von erwarteten Produktkosten, Produktleistung und Zeitpunkt der Marktverfügbarkeit gemacht werden.

---

<sup>1</sup> Vgl. Robert, Weiss (1990), S. 13.

<sup>2</sup> Der Begriff der Innovationsidee wird hier als Umschreibung für die Idee zu einem innovativen Produkt bzw. einer innovativen Änderung an einem bestehenden Produkt verwendet. Sobald gezielte Aktivitäten zur Bearbeitung der Innovationsidee unternommen werden, ist der Begriff 'Innovationsprojekt' synonym verwendbar.

<sup>3</sup> Vgl. Arthur D. Little (1995), S. 7; vgl. Werner (1997), S. 150.

<sup>4</sup> Vgl. Gaiser (1993), S. 16 f.

Demnach müssen schon sehr frühzeitig die Einflußgrößen des magischen Dreiecks aus Leistung, Kosten und Zeit berücksichtigt werden. Vor dem Hintergrund dieser Randbedingungen bei der Realisierung von Innovationsideen verwundert es nicht, daß große Teile (bis zu 50%) der Forschungs- und Entwicklungsbudgets durch Ineffizienz der Mittelzuteilungssysteme vergeudet werden<sup>1</sup>.

Die Auswahl der 'richtigen' Innovationsideen hat demnach dramatische Auswirkungen auf die Effizienz und Effektivität des Entwicklungsbereiches mit entsprechenden Rückwirkungen auf das Gesamtunternehmen<sup>2</sup>. Darüber hinaus wird die Aufgabe des Management, erfolgsversprechende Innovationsideen zu selektieren noch dadurch erschwert, daß die Auswahlentscheidung nicht nur irgendwann, sondern möglichst früh im Realisierungszyklus getroffen werden muß. Denn je später die Entscheidung getroffen wird, desto größer ist nicht nur der bereits tatsächlich ausgegebene Teil der Realisierungskosten, sondern vor allem sind die erst später ausgabewirksamen Kostenteile bereits zu weiten Teilen festgelegt.

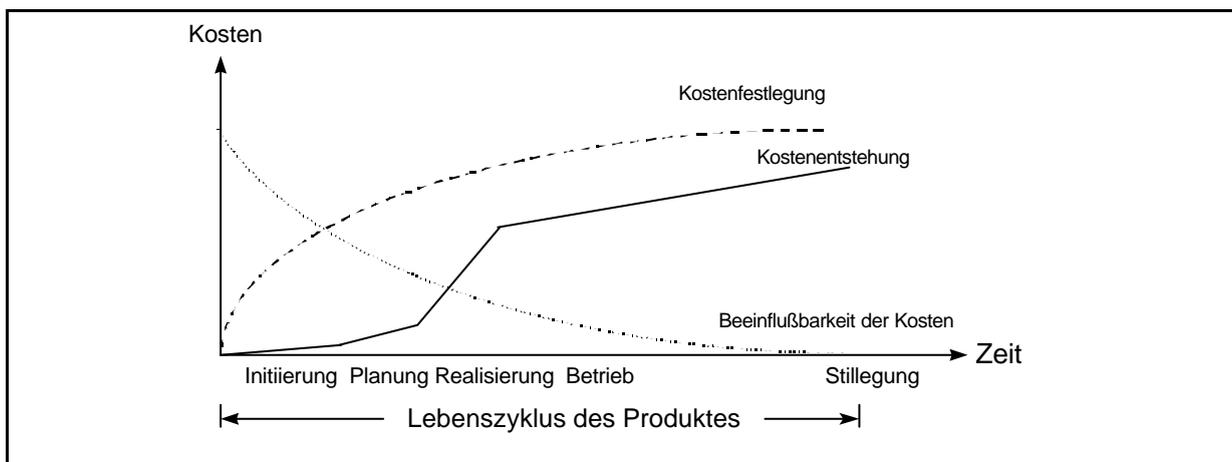


Abbildung 1: Aufwandsentstehung und Beeinflussung im Zeitablauf<sup>3</sup>

Im traditionellen Projektcontrolling beschränkt sich der Betrachtungszeitraum auf die unternehmensseitigen Kosten, die über den Lebenszyklus des Produktes gesehen jedoch in grober Näherung durchschnittlich nur 10% des gesamten Lebenszyklusaufwandes ausmachen. Von den restlichen 90%

<sup>1</sup> Vgl. Pfeiffer, u.a. (1983), S. 252 ff.

<sup>2</sup> Primärauswirkungen durch die Gefährdung des F&E-Budgets, welches je nach Branche bei 2% - 10% des Umsatzes liegt (vgl. Bundesministerium für Forschung und Technologie (1996), Tabelle VII/17) und Sekundärwirkungen durch die gefährdete Wettbewerbsfähigkeit mit veralteten Produkten.

<sup>3</sup> Zur Darstellung wurden Daten von Wildemann (1982) und von Pfohl, Wübbenhorst (1983) verwendet. Vgl. Ehrlenspiel (1995), S. 555; vgl. Fischer (1993a), S. 67.

der Lebenszykluskosten werden jedoch etwa 85%-90% bereits in dieser Unternehmensphase für den Kunden vorherbestimmt<sup>1</sup> (siehe Abbildung 1).

„Die Überwindung von Bewertungsschwächen in der Frühphase technologischer Entwicklungen ist von Forschung und Praxis als ein gravierendes Innovationsproblem unserer Zeit erkannt [...] worden“<sup>2</sup>.

## 1.2 Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist es, aufbauend auf dem aktuellen Stand von Forschung und Praxis, das Problem der Bewertung von Innovationsideen im frühen Konzeptstadium aufzuarbeiten und mit einem theoretisch und praktisch abgesicherten Lösungsansatz zu reduzieren.

Damit soll ein Beitrag dazu geleistet werden, das wirtschaftliche Risiko auf dem Weg der Umsetzung von Innovationsideen zu am Markt erfolgreich eingeführten Produkten zu reduzieren. Dabei steht nicht das Ziel im Vordergrund, ein ‘objektives’ Vergleichsverfahren für Innovationsideen aufzustellen, sondern eine Gegenüberstellung von Kriterien zu ermöglichen, welche die Risikofaktoren von spezifischen Innovationen möglichst weitgehend transparent werden lassen.

Sieht man das wirtschaftliche Risiko bei der Umsetzung einer Innovationsidee als Investitionsproblem an, bei dem das Unternehmen knappe Ressourcen zur Ideenrealisierung bereitstellt, dann läßt sich der Erfolg der Investition erst sehr spät, nämlich nach Projektende, feststellen<sup>3</sup>. Die technische Machbarkeit der Innovationsidee, die politische Durchsetzbarkeit im Unternehmen und vor allem die Akzeptanz am Markt und beim Endkunden sind notwendige Voraussetzungen, die letztendlich die Summengröße ‘Wirtschaftlichkeit’ determinieren.

Für die Bewertung von Innovationsideen müßte also von der voraussichtlichen Marktakzeptanz der Innovation ausgegangen werden. Akzeptanz und Absatzerfolg ist auf preissensiblen Märkten jedoch zunehmend nur noch dann zu erzielen, wenn mit einer ganzheitlichen Sicht nicht nur die Anschaffungs-

---

<sup>1</sup> Vgl. Berliner, Brimson (1988), S. 140 f; vgl. Yoshikawa, u.a. (1990), S. 34.

<sup>2</sup> Schiele, Brandt (1991), S. 42.

<sup>3</sup> Erst wenn der Marktzyklus des aus der Innovationsidee hervorgegangenen Produktes beendet ist, können die investitionsrechnerischen Finanzströme endgültig auf ihren Ergebnisbeitrag hin überprüft werden. Vgl. Niemann, Schwalbe (1989), S. 3.

sondern auch die Nutzungs- und Außerbetriebstellungskosten des Endkunden berücksichtigt werden<sup>1</sup>.

Um einer solchen gesteigerten Bedeutung der Kostengrößen nach dem Verkauf der Produkte gerecht werden zu können, müssen diese sogenannten 'Lebenszykluskosten' schon bei der Konzeption von Produkten, also im Stadium der auszuwählenden Innovationsidee berücksichtigt werden - insbesondere weil sie oft ein Vielfaches des Verkaufspreises ausmachen.

Ziel des aufzustellenden Bewertungsverfahrens ist es, die Lebenszykluskosten auf Unternehmens- und Kundenebene in einem Kriteriensystem so zusammenzufassen, daß daraus das wirtschaftliche Risiko von Innovationsprojekten als Entscheidungshilfe für die Auswahl von Innovationsideen abgeleitet werden kann. Das Ergebnis der Bewertung soll dabei eine vergleichende Priorisierung ähnlicher Innovationsideen zueinander sein.

Durch einen Vergleich von Nutzengrößen der Innovationsidee mit den dafür generierten Lebenszykluskosten wird die geforderte Marktorientierung den Kernpunkt des Bewertungsverfahrens darstellen<sup>2</sup>. Damit können die Anforderungen aller bei der Entwicklung, Vermarktung und Nutzung beteiligten Interessengruppen schon in der Initiierungsphase des Innovationsprojektes berücksichtigt und optimiert werden.

In dieser Arbeit wird kein völlig neues Bewertungsverfahren aufgestellt, sondern bestehende Verfahren werden so erweitert und angepaßt, daß der Anwendungsgrad von systematischen ex-ante Bewertungsverfahren zur Auswahl von Innovationen erhöht werden kann. Die Anwendungsdefizite eingeführter Bewertungsverfahren werden zu diesem Zweck analysiert.

Auf die Vorgehensweise zur Aufstellung des Bewertungsverfahrens und die Überprüfung der Praktikabilität in einer Fallstudie geht der nächste Abschnitt ein.

---

<sup>1</sup> Vgl. Fischer (1993a), S. 69 ff.

<sup>2</sup> Vgl. Cooper, Kleinschmidt (1988), S. 252.

### 1.3 Vorgehensweise

Beim Aufbau der Arbeit wird davon ausgegangen, daß die Betriebswirtschaftslehre keine reine Wissenschaft darstellt, die ihren Sinn auf die 'Erlangung von Wissen' beschränkt, sondern eine angewandte Wissenschaft ist, welche erlangtes Wissen praktisch umsetzt<sup>1</sup>. In der Teilung dieser Arbeit in einen erklärenden und einen praktischen Abschnitt spiegelt sich das Ziel wieder, im Sinne von SCHMALENBACH der Praxis Entscheidungshilfen zu liefern<sup>2</sup>. Die Gliederung der Arbeit wird demnach durch die wissenschaftstheoretische Beziehung von Entdeckungs-, Begründungs- und Verwertungszusammenhang bestimmt<sup>3</sup> (siehe Aufbau in Abbildung 2).

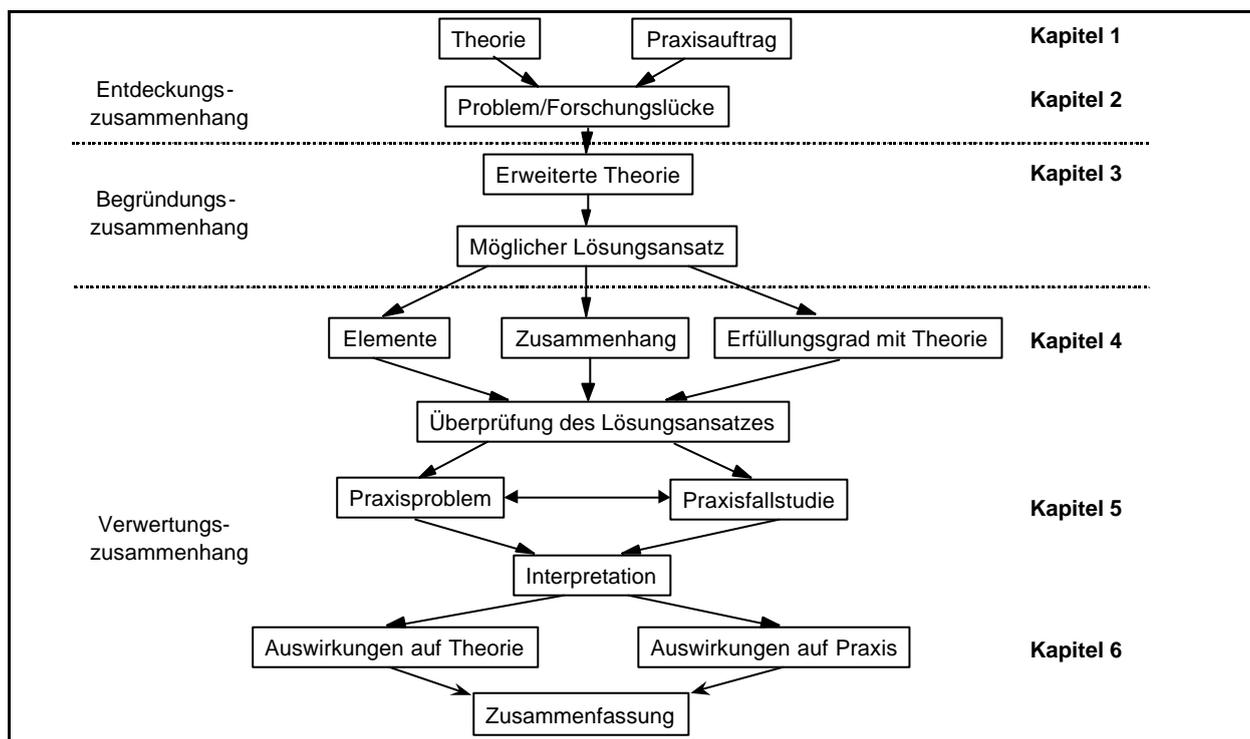


Abbildung 2: Wissenschaftstheoretischer Aufbau der Arbeit<sup>4</sup>

Ausgehend von der Betriebswirtschaftslehre als 'praktisch-normativer' Disziplin, welche das bestehende Wirtschafts- und Gesellschaftssystem in seiner jeweiligen Form als Datum hinnimmt und Empfehlungen hinsichtlich der optimalen Realisierung betriebswirtschaftlicher Ziele gibt<sup>5</sup>, werden zunächst erklärende Aussagen über die bestehende Situation gemacht.

<sup>1</sup> Auf Basis des Methodenstreits zwischen Rieger und Schmalenbach, sowie später Mellerowicz und Gutenberg. Vgl. z. B. Gutenberg (1953), S. 340; vgl. Mellerowicz (1952), S. 160.

<sup>2</sup> Vgl. Schmalenbach (1970), S. 490 – 498.

<sup>3</sup> Vgl. Friedrichs (1990), S. 50 ff.

<sup>4</sup> In Anlehnung an Friedrichs (1990), S. 51.

<sup>5</sup> Vgl. Wöhe (1996), S. 42, wobei die betriebswirtschaftlichen Ziele als empirisch belegte Datenbasis dienen.

Nach der vorliegenden Einleitung wird in Kapitel 2 der Entdeckungszusammenhang des Forschungsproblems dargestellt. Der Entdeckungszusammenhang<sup>1</sup> stellt den Anlaß dar, der zu dem vorliegenden Forschungsprojekt geführt hat. Nach der Definition der in dieser Arbeit verwendeten Begriffe wird hier das Wesen des Innovationsprozesses dargestellt, um daraus theoretisch die Anforderungen des Innovationsprozesses an Bewertungsverfahren für Innovationen ableiten zu können. Aus der Gegenüberstellung dieser theoretischen Anforderungen mit den in der technischen, betriebswirtschaftlichen und psychologischen Literatur beschriebenen Bewertungsverfahren wird die Forschungslücke abgeleitet.

Um die Lücke zwischen den theoretischen Anforderungen von Innovationsvorhaben an Bewertungsverfahren und den in der Literatur beschriebenen Bewertungsansätzen zu schließen, wird in Kapitel 3 die Theorie der Bewertung von Innovationsvorhaben erweitert. Daraufhin wird die Lebenszyklustheorie als Lösungsansatz für die Forschungslücke identifiziert und dargestellt. Die Lebenszyklustheorie kann daraufhin in einen methodischen Bewertungsansatz überführt und mit den relevanten Zusammenhängen dargestellt werden. Schließlich ist der Erfüllungsgrad dieses Ansatzes mit der im Entdeckungszusammenhang zugrundegelegten Theorie sicherzustellen. Die Überprüfung der Übereinstimmung des Lösungsansatzes mit den Anforderungen des Innovationsprozesses bestätigt dann die Möglichkeit, mit dem erweiterten Lebenszyklusansatz die Forschungslücke schließen zu können. Geprüft wird die Durchgängigkeit und Praxisrelevanz des vorgeschlagenen Lösungsansatzes im ersten Schritt durch einen Abgleich mit bestehenden Studien aus der Literatur. Der nach diesem Abgleich noch offene Klärungsbedarf wird dann als empirischer Handlungsbedarf formuliert und in einer Umfrage in der deutschen Automobilindustrie auf seine Bedeutung für die betriebliche Praxis überprüft.

Der so bestätigte Lösungsansatz wird in Kapitel 4 stufenweise methodisch beschrieben und durch die Kombination von Instrumenten aus unterschiedlichen Bereichen interdisziplinär in eine eigene Methodik überführt. Im Mittelpunkt steht dabei die Operationalisierung der Größen des magischen Dreiecks für die Bewertung von Innovationen.

---

<sup>1</sup> Verwendung dieses Begriffs nach Friedrichs (1990), S. 50 als Anlaß, der zu einem Forschungsprojekt führt.

Erst wenn die zeitlichen Zusammenhänge, die Nützlichkeit und Aufwandswerte sowie die Ausgaben/Einnahmen von Innovationsideen prognostiziert sind, ist der Bewertungsschritt als eigentlichem Herzstück der Lebenszyklusanalyse möglich. In der Bewertung werden die einzeln ermittelten Dimensionen des magischen Dreiecks miteinander in Beziehung gesetzt und vergleichend optimiert. Im Verwertungszusammenhang wird die aufgestellte Methodik anhand einer praxisgerechten Problematik in einer Fallstudie dargestellt, überprüft und mit Anwendungserfahrungen versehen. Die Fallstudie des Kapitels 5 bewertet alternative Antriebsformen von Automobilen vor dem aktuellen Hintergrund der politischen Diskussion von Fahrverboten und Abgasgesetzgebung mit ihren Auswirkungen auf zukünftige Kundeninteressen.

Mit einer Interpretation und Zusammenfassung dieser Erfahrungen im Kapitel 6 schließt die Arbeit und gibt einen Ausblick auf die Auswirkungen des erarbeiteten Bewertungsansatzes auf Theorie und Praxis der Innovationsbewertung.

## 2 Bewertung im Innovationsprozess

Dieser Abschnitt legt das begriffliche Fundament der Arbeit und entwickelt logisch die Forschungslücke im Sinne eines Entdeckungszusammenhangs. Die Abbildung 3 gibt einen Überblick darüber, wie dazu in diesem Kapitel das Forschungsproblem der ex-ante Bewertung von Produktinnovationen beschrieben wird.

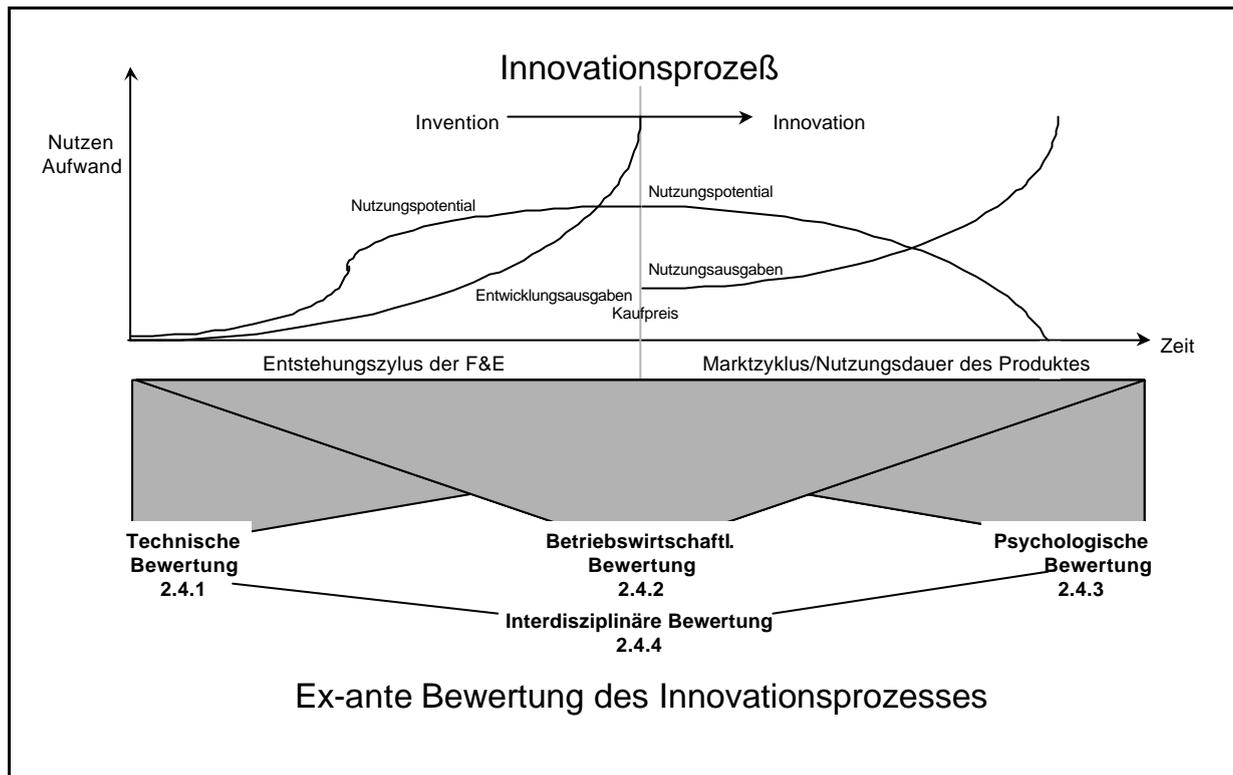


Abbildung 3: Inhaltsgliederung Kapitel 2

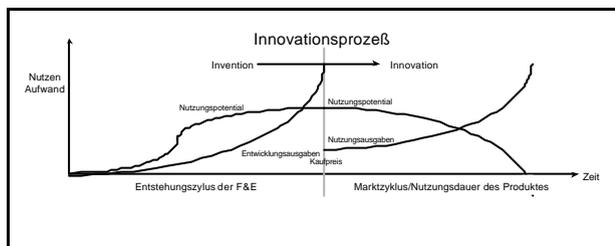
In Abschnitt 2.1 werden die Begriffe im Umfeld der Bewertung von Innovationen definiert. Neben der Abgrenzung von Innovation und Invention betrifft das vor allem die Nutzen- und Aufwandsgrößen, in denen die Güte der bewerteten Innovationen ausgedrückt werden kann. Weiterhin wird der Lebenszyklus als integrative Klammer von Unternehmens- und Kundeninteressen abgegrenzt und der Begriff des Lebenszyklusaufwands eingeführt.

Auf dieser Grundlage wird das Wesen des Innovationsprozesses von der ersten Idee bis zum markteingeführten Produkt in Abschnitt 2.2 untersucht, wobei sich herausstellt, daß in den meisten Fällen nicht alle in einem Unternehmen vorhandenen Innovationsideen realisiert werden können, weil

die nötigen Ressourcen nicht zur Verfügung stehen und damit als limitierender Faktor auftreten<sup>1</sup>. Abschnitt 2.3 geht darauf ein, welche allgemeingültigen Anforderungen der Innovationsprozeß an Bewertungsverfahren zur Unterstützung der Auswahl von Innovationsideen stellt.

Die so isolierten, allgemeinen Anforderungen an Bewertungsverfahren werden in Abschnitt 2.4 auf ihre Erfüllung durch bestehende und etablierte Bewertungsverfahren überprüft, um daraus den Handlungsbedarf für die weitere Arbeit ableiten zu können. Dies geschieht getrennt nach den wissenschaftlichen Disziplinen, in denen Innovationsbewertung durchgeführt wird, aus einer technischen, einer betriebswirtschaftlichen und einer psychologischen Sichtweise<sup>2</sup>.

## 2.1 Definitionen und Abgrenzungen



Im Titel dieser Arbeit werden Begriffe verwendet, die vielfältige Erwartungen und Interpretationen zulassen, weil sie sowohl in der wissenschaftlichen Literatur als auch in

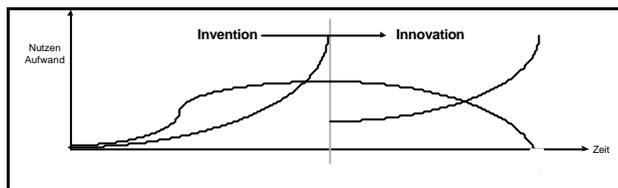
der umgangssprachlichen Praxis unterschiedlich verwendet werden. Diese Problematik wird noch dadurch verstärkt, daß diese Arbeit versucht, in einem interdisziplinären Ansatz einen Bogen zwischen unterschiedlichen Wissenschaftsgebieten mit jeweils eigener Sprachgebung zu spannen.

Um eine definitorische Grundlage für die weiteren Ausführungen zu schaffen, wird daher in Abschnitt 2.1.1 der Innovationsprozeß mit den Begriffen der Invention und der Innovation abgegrenzt. Abschnitt 2.1.2 legt die Verwendung kostenrechnerischer Größen wie Kosten und Aufwand in dieser Arbeit fest und Abschnitt 2.1.3 definiert die Verwendung des Begriffes 'Lebenszyklus'. Schließlich wird in Abschnitt 2.1.4 der Begriff des Lebenszyklusaufwand definiert.

<sup>1</sup> Vgl. Thoma (1989), S. 12.

<sup>2</sup> Der Fokus liegt auf der individuellen Kaufentscheidung des einzelnen Kunden. Durch Zusammenfassung der Kunden zu Zielgruppen werden aber auch soziologische Ansätze relevant.

### 2.1.1 Innovation und Innovationsideen als Untersuchungsgegenstand



Der Begriff 'Innovation' wird im täglichen Sprachgebrauch in den unterschiedlichsten Zusammenhängen gebraucht<sup>1</sup>:

Produkte werden durch innovative Werbekampagnen kommuniziert, sind aber gleichzeitig selbst innovativ und nur innovative Unternehmen werden in der Lage gesehen, den Herausforderungen globaler Märkte zu begegnen. In allen Definitionen wird mehr oder weniger intensiv der Neuheitscharakter hervorgehoben, dem eine Innovation genügen sollte<sup>2</sup>.

Dieser Neuheitscharakter kann kaum objektiv gefaßt werden und ist subjektiv vom jeweils betroffenen Bezugsobjekt abhängig<sup>3</sup>. Aus betriebswirtschaftlicher Perspektive wird in dieser Arbeit die einzelne Unternehmung und deren Kunden als Bezugsobjekt für den Neuheitsgrad von Innovationen verwendet. Die Neuigkeitsvoraussetzung einer Innovation liegt vor, wenn ein Tatbestand für das jeweilige Unternehmen neu ist<sup>4</sup>.

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht wird Innovation als die „Durchsetzung neuer technischer, wirtschaftlicher, organisatorischer und sozialer Problemlösungen im Unternehmen“<sup>5</sup> definiert.

Aus dieser Definition geht hervor, daß Innovationen sich auf Produkte, Prozesse<sup>6</sup> oder den Humanbereich von soziotechnischen Systemen<sup>7</sup> beziehen können. Den Prozeßinnovationen, welche sich mit der Neugestaltung der im Unternehmen für die Leistungserbringung notwendigen materiellen und informationellen Prozesse beziehen<sup>8</sup> und den Sozialinnovationen, welche Veränderungen im Humanbereich des Unternehmens betreffen<sup>9</sup> ist gemeinsam, daß sie auf unternehmensinterne

<sup>1</sup> Vgl. dazu eine ausführliche Diskussion bei Dietz (1989), S. 40 – 107.

<sup>2</sup> Vgl. Brose (1982), S. 9; vgl. Höft (1992), S. 6; vgl. Thom (1980), S. 32 – 44.

<sup>3</sup> Booz, Allen & Hamilton untersuchten den Neuheitscharakter beispielsweise an der Neuheit für den Markt und der Neuheit für das Unternehmen und definierten daraus sechs unterschiedliche, gebräuchliche Neuheitskombinationen, die jeweils verbreitete und anerkannte Innovationen beschreiben. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind zitiert in Kotler (1999), S. 310 f.

<sup>4</sup> Vgl. Brose (1982), S. 11.

<sup>5</sup> Pleschak, Sabisch (1996), S. 1.

<sup>6</sup> Prozeß im Sinne von Verfahren. Vgl. Knoblich, Schubert (1992), S. 62.

<sup>7</sup> Zu den Sozialinnovationen gehören beispielsweise organisationsstrukturelle Innovationen, Personal- und Kontraktinnovationen sowie Managementinnovationen. Vgl. Hesslinger (1994), S. 65.

<sup>8</sup> Vgl. Pleschak, Sabisch (1996), S. 20.

<sup>9</sup> Vgl. Macharzina (1995), S. 593 und aktuelle Forschungsarbeiten bei Haller (1995), S. 10 ff.

Vorgänge ausgerichtet sind. Im Gegensatz dazu müssen sich Produktinnovationen erst am unternehmensexternen Markt beweisen, bis sie als Innovation bezeichnet werden dürfen<sup>1</sup>.

Die Bewertung von Innovationsideen im Spannungsfeld von technischen, ökonomischen und marktlichen Interessen in dieser Arbeit beinhaltet immer den unternehmensexternen Marktbezug und bezieht sich daher stets auf Produktinnovationen. Wie in Abbildung 4 dargestellt, werden in den F&E-Bereichen<sup>2</sup> Ideen für potentielle spätere Innovationen (Innovationsideen<sup>3</sup>) zu Inventionen weiterentwickelt, die dann mit ihrer Markteinführung zur Innovation im engeren Sinne werden. Erst eine Durchsetzung am Markt mit Diffusion und Imitation der Innovationen durch Wettbewerber machen jedoch aus einer Innovationsidee eine Produktinnovation im weiteren Sinne. „Während eine Invention v. a. durch die grundsätzliche, vornehmlich theoretische Problemlösung gekennzeichnet ist, umfaßt der Innovationsbegriff bereits den Übergang zu einer i. d. R. marktfähigen Leistung“<sup>4</sup>.

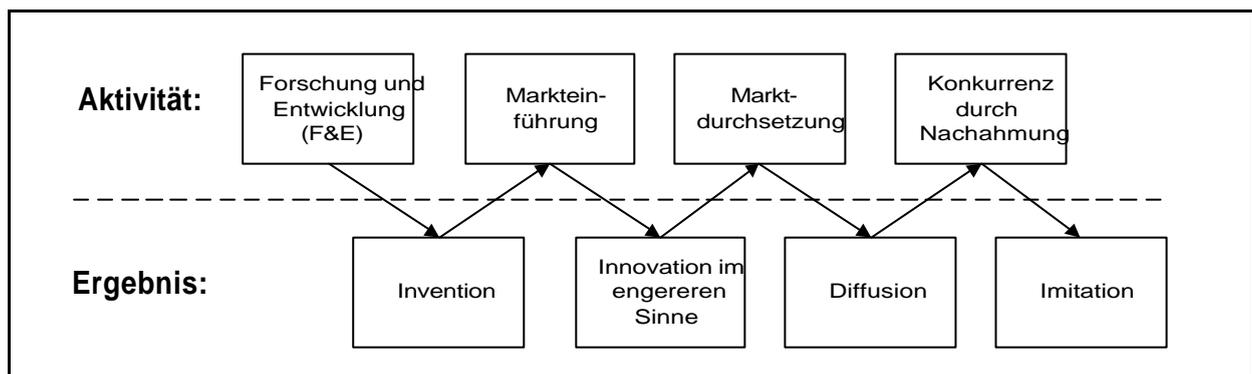


Abbildung 4: Innovation im weiteren Sinne<sup>5</sup>

Aus diesem Zusammenhang ergibt sich ein Innovationsprozeß, der sich von der Ideengenerierung bis zur Produktvermarktung erstreckt (siehe Abbildung 5).

<sup>1</sup> Vgl. Hauschildt (1993), S. 4 ff.

<sup>2</sup> Natürlich werden auch außerhalb der F&E-Bereiche Innovationsideen generiert, welche dann aber meist in den Entwicklungsbereichen weiterbearbeitet werden. Bürgel u.a. (1996b), S. 14 verfestigt den Beziehungszusammenhang von Innovation und F&E-Bereich mit der Aussage, daß „Industrielle Entwicklung ex definitione die spätere Innovation zum Ziel“ hat.

<sup>3</sup> Die Innovationsidee stellt ein Konzept für eine mögliche spätere Innovation dar, die erst durch die inhaltliche Arbeit der F&E zur Invention (Erfindung) wird. Die Innovationsidee beinhaltet schon den Marktbezug der aus der Invention möglicherweise hervorgehenden Innovation. Innovationsidee wird in dieser Arbeit synonym zum Begriff des Innovationsprojektes verwendet.

<sup>4</sup> Kesten (1996), S. 653.

<sup>5</sup> In Anlehnung an Brockhoff (1999), S. 30.

Den ersten Schritt stellt dabei die Ideengenerierung dar, bei der durch unterschiedliche Kreativitätstechniken in den Fachabteilungen und durch Mitarbeitervorschläge aufgrund von Suchfeldern Ideen formuliert werden, die Inventionen darstellen<sup>1</sup>.

Bevor die Inventionen der Realisierung zugeführt werden, kommt es zur Prüfung der dahinterstehenden Ideen, zur Aufstellung konkreter Realisierungspläne für einzelne Ideen und schließlich zur Auswahl der geeigneten Ideen mit auf das Unternehmen angepaßten Realisierungsansätzen. Der gesamte Prozeß der Auswahl kann mit der in dieser Arbeit behandelten lebenszyklusorientierten Methode vorgenommen werden<sup>2</sup>.

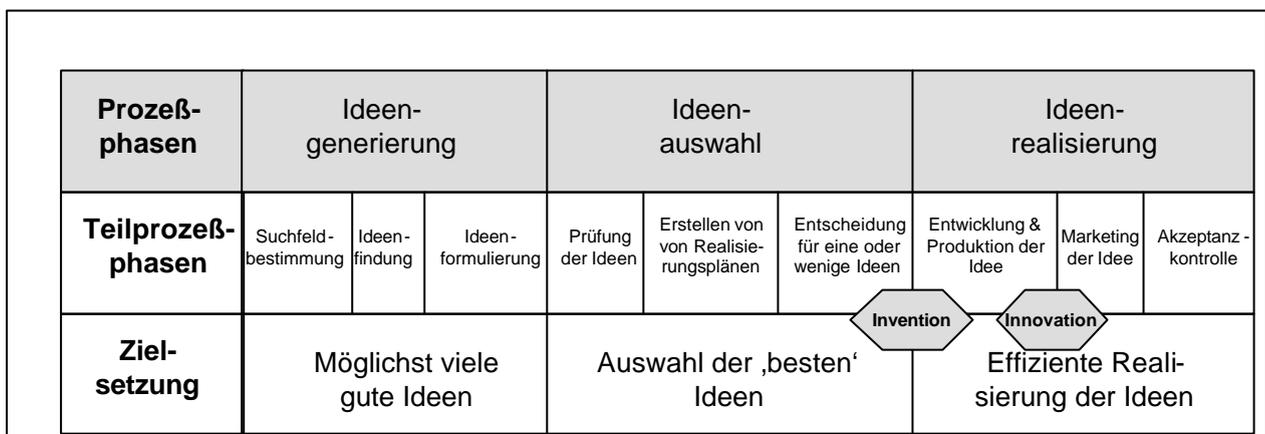


Abbildung 5: Der idealtypische Innovationsprozeß<sup>3</sup>

Produktinnovationen können sehr unterschiedliche Ausprägungen hinsichtlich der Intensität des Neuigkeitsgrades aufweisen, der als Typologisierungskriterium von Innovationen gebräuchlich ist<sup>4</sup>. Nach GOBELI und BROWN kann die Radikalität der Neuerung aus Sicht des Unternehmens und aus Sicht des Kunden jeweils unterschiedlich hoch eingestuft werden, woraus sich die in Abbildung 6 dargestellte Matrix möglicher Produktinnovationen ergibt<sup>5</sup>. Dabei wird vorausgesetzt, daß eine Neuerung für den Kunden gleichzeitig eine Steigerung des Anwendungsnutzens nach sich ziehen muß, um am Markt erfolgreich zu sein.

<sup>1</sup> Vgl. Lange (1994), S. 22 f.

<sup>2</sup> Vgl. Schubert (1991), S. 83 ff.

<sup>3</sup> Nach Thom (1980) bei Haller (1997), S. 20; vgl. Hesslinger (1994), S. 67; vgl. Schubert (1991), S. 82.

<sup>4</sup> Vgl. Brose (1982), S. 21 - 24, vgl. Thom (1980), S. 39 - 44.

<sup>5</sup> Vgl. Gobeli, Brown (1987), S. 25 - 27.

Aus der Sicht des Anwenders (Steigerung des Nutzens)	niedrig	<b>I</b> <b>Verbesserungs- innovation</b>	<b>II</b> <b>Technische Innovation</b>
	hoch	<b>III</b> <b>Anwendungs- innovation</b>	<b>IV</b> <b>Radikale Innovation</b>
		Niedrig	hoch
Aus Herstellersicht (Technologischer Wandel)			

Abbildung 6: Produktinnovationsmatrix<sup>1</sup>

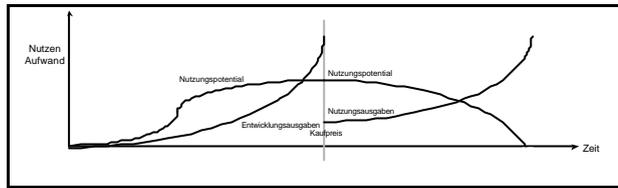
Verbesserungsinnovationen in Feld I verkörpern in dieser Matrix eine geringe Veränderung der Technologie, die auch vom Anwender nur als geringe Nutzensteigerung empfunden wird. Die technischen Innovationen (Feld II) beinhalten zwar für das Unternehmen weitreichende Änderungen des Konzeptes und/oder der Produkttechnologie, verändern aber den Nutzen des Kunden kaum. Umgekehrt ist es bei Anwendungsinnovationen (Feld III), die zwar für den Kunden eine große Nutzensteigerung nach sich ziehen, die aber technologisch für das Unternehmen nicht revolutionär sind. Bei den radikalen Innovationen sind schließlich sowohl aus Nutzer- wie aus Herstellersicht die Veränderungen erheblich.

In diesem Spannungsfeld aus Nutzer- und Herstellersicht wird sich mit den entsprechenden Begrifflichkeiten die Bewertung von Innovationsideen<sup>2</sup> bewegen. Entscheidend ist festzuhalten, daß technologische Innovationen nur eine Produktinnovationsart darstellen und daß immer mindestens zwei Perspektiven zu deren Beschreibung nötig sind - die Technik und der Markt. Auf die Dimensionen zur Beschreibung der Ausprägungsgüte von Innovationsideen geht der nächste Abschnitt definitorisch ein.

<sup>1</sup> In Anlehnung an Gobeli, Brown (1987), S. 26.

<sup>2</sup> Innovationsideen im Sinne einer Invention, d. h. noch nicht umgesetzter Erfindungen, Inventionen oder Ideen, die möglicherweise das Potential haben, sich zur Innovation mit Markterfolg entwickeln zu lassen.

### 2.1.2 Ausgaben/Einnahmen und Nutz-/Aufwandswerte als Bewertungsdimensionen



Im internen und externen Rechnungswesen, in der Investitionstheorie, in der Nutzenforschung und im allgemeinen Sprachge-

brauch werden die Begriffe zur Beschreibung von monetären, in Geldeinheiten gemessenen Strömen und ihrer zeitlichen und sachlichen Zuordnung teilweise unterschiedlich verwendet.

Um dem interdisziplinären Ansatz dieser Arbeit gerecht zu werden, sind die verwendeten Bedeutungen festzulegen. Obwohl im Zusammenhang das amerikanische 'life-cycle-costing (lcc)', wörtlich mit Lebenszykluskosten zu übersetzen ist, hat sich die Übersetzung von 'costs' mit Kosten nicht als zielführend erwiesen<sup>1</sup>. Der reine Kostenbegriff ist in der deutschen Kostentheorie als „der durch Beschaffung, Produktion, Absatz, Finanzierung und Erhaltung der Leistungsbereitschaft einer Unternehmung ausgelöste, mit Preisen bewertete Verzehr an Gütern während einer Periode“<sup>2</sup> definiert.

Damit sind Kosten und Erlöse grundsätzlich periodenbezogene Größen, deren Wertkomponente bei Zugrundelegung des wertmäßigen Kostenbegriffs immer einer bestimmten Periode zuzuordnen ist<sup>3</sup>, was bei der ausgedehnten Zurechnungsperiode des Lebenszyklus zu Problemen führt. Entscheidend ist auch die Forderung, daß Kosten nur im Sinne der betrieblichen Leistungserstellung entstehen können<sup>4</sup>, womit beim Kunden entstandene Ausgaben und Einnahmen nicht berücksichtigt werden.

In der Literatur wird daher empfohlen, 'life-cycle-costs' vor dem investitionstheoretischen Hintergrund des Konzepts im deutschen mit dem Begriffspaar 'Auszahlungen und Einzahlungen'<sup>5</sup> - oder erweitert um 'monetäre Äquivalente' wie Forderungsabgänge und Schuldenzugänge - mit dem Begriffspaar 'Ausgaben und Einnahmen'<sup>6</sup> zu übersetzen. „Damit ist aber zu fragen, ob der Begriff

<sup>1</sup> Vgl. Wübbenhorst (1984), S. 62; vgl. Coenenberg, u.a. (1994), S. 29.

<sup>2</sup> Busse von Colbe, Laßmann (1988), S. 207.

<sup>3</sup> Vgl. Hahn, Laßmann (1993), S. 46 ff.

<sup>4</sup> Wobei der Leistungsbegriff hier nicht im physikalischen Sinn als Ratio von Arbeit und Zeit verstanden wird, sondern als in Geld bewertete Güter je Periode - siehe hierzu auch Busse von Colbe, Laßmann (1988), S. 207.

<sup>5</sup> Fröhling, Spilker (1990b), S. 74 bezeichnet den Kostenbegriff als betriebswirtschaftlich ungenau und möchte ihn unter investitionstheoretischen Bedingungen durch 'Auszahlungen' ersetzen.

<sup>6</sup> Vgl. Fischer (1993a), S. 70.

‘Kosten’ überhaupt verwendet werden sollte und der pagatorische Begriff ‘Lebenszyklusausgaben’ nicht treffender ist“<sup>1</sup>

Die vorliegende Arbeit folgt diesem Kritikansatz, indem statt von Lebenszyklus-Kosten von Lebenszyklus-Ausgaben und Lebenszyklus-Einnahmen gesprochen wird. Da es im Zusammenhang von Investitionsrechnungen nicht darauf ankommt aufzuzeigen, wie sich die Zahlungsmittelbestände verändern, sondern wie sich die Änderungen auf der Geldvermögensebene auswirken, wird hier mit der Wahl von Einnahmen und Ausgaben als relevanter investitionsrechnerischer Größe den Autoren entsprochen, welche die zeitlichen Unterschiede zwischen Einnahmen und Einzahlungen sowie Ausgaben und Auszahlungen durch Kreditverkäufe und -käufe vernachlässigen<sup>2</sup>. Die über den Lebenszyklus erfaßten oder prognostizierten Ausgaben und Einnahmen können später investitionstheoretisch einwandfrei dynamisiert werden, ohne mit Begriffsdefinitionen des deutschsprachigen Rechnungswesens bzw. der Kostenrechnung in Konflikt zu kommen.

Bei der Bewertung von Innovationsideen steht jedoch neben dem rein betriebswirtschaftlichen Streit, wie der englische Begriff des ‘costing’ exakt in die Definitionen des deutschen Rechnungswesens zu übersetzen ist, die Frage im Vordergrund, wie der Nutzen einer Innovation ausgedrückt werden kann, der über eine Vermeidung von ‘costs’ hinausgeht. Die Bewertung von Innovationen erfordert demnach eine nichtmonetäre Dimension, um auch positive und negative Auswirkungen von Innovationen aus qualitativer Sicht berücksichtigen zu können. Eine solche Dimension erfordert Nutz- und Aufwandswerte, deren Einheit aus Punktwerten besteht, die auf qualitativer Basis ermittelt werden. RINZA<sup>3</sup> hat in diesem Zusammenhang die kostenrechnerischen Größen Einnahmen und Ausgaben für die Verwendung in Kosten-Nutzen-Betrachtungen um nichtmonetäre Dimensionen erweitert.

Die Nützlichkeit drückt sich in Punktwerten aus, deren positive Ausprägung als Nutzwert und deren negative Ausprägung als Aufwandswert bezeichnet wird. Der Saldo aus Nutzwert und Aufwandswert beschreibt die in Punkten gemessene Nützlichkeit eines zu bewertenden Objektes.

---

<sup>1</sup> Wübbenhorst (1984), S. 62.

<sup>2</sup> Vgl. Schneider (1992), S. 77; Schneider (1973), S. 9.

<sup>3</sup> Vgl. Rinza, Schmitz (1992), S. 6 ff.

Die Zusammenfassung der positiv wirkenden qualitativen und quantitativen Ausprägungen ergibt den Nutzen einer Innovationsidee als Summe von Nutzwert und Einnahmen. Ebenso verhält es sich mit den negativen Ausprägungen, bei denen die Verbindung von Aufwandswert und Ausgaben den in der Mischdimension Punkte und DM gemessenen Aufwand<sup>1</sup> ergeben. In diesem Sinne ist auch der Begriff 'Lebenszyklusaufwand' (LZA) zu sehen, der eine quantitativ-qualitative Mischdimension erhält und damit in seiner im allgemeinen Sprachgebrauch gebräuchlichen Bedeutung verwendet wird, nämlich als „Einsatz von Mitteln, Material, Energie und Zeit“<sup>2</sup>. Die Abbildung 7 faßt diese begrifflichen Zusammenhänge mit ihren verknüpften Dimensionen zusammen.

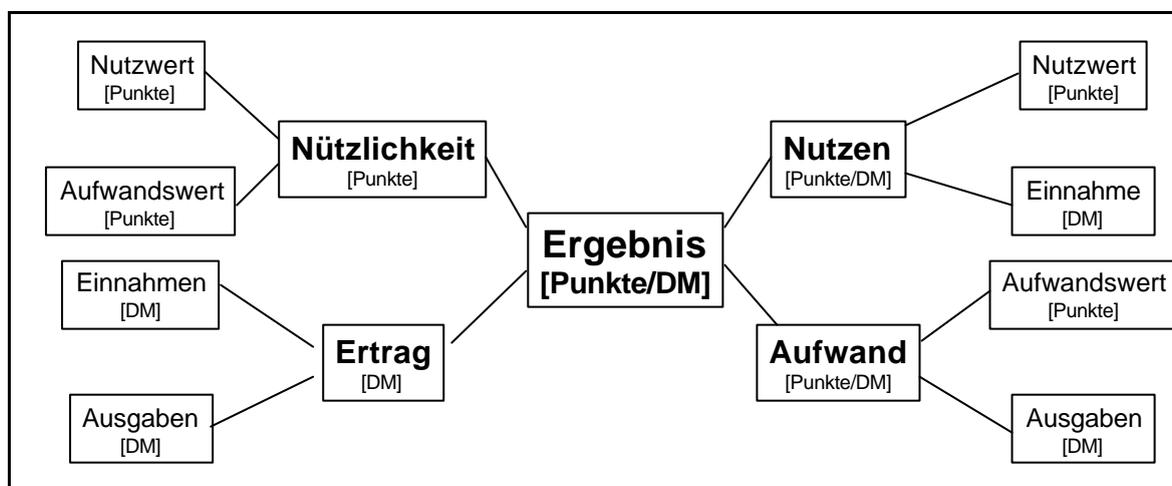


Abbildung 7: Aufwand-Nutzen-Zusammenhänge<sup>3</sup>

Diese logisch-konsequente Definition findet in der vorliegenden Arbeit durchgehend Anwendung, auch wenn dadurch teilweise ungewohnte Begriffe entstehen<sup>4</sup>. Nach der Definition der Begrifflichkeiten zur positiven und negativen Beschreibung von Innovationsideen aus Hersteller- und Anwendersicht, geht der nächste Abschnitt auf die Verwendung des Lebenszyklusbegriffes in diesem Kontext ein.

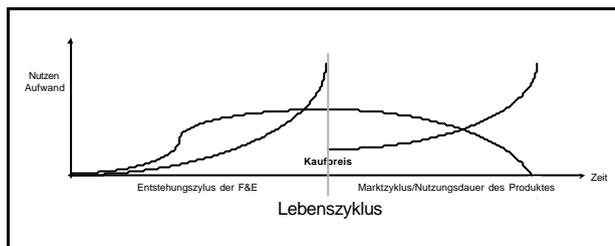
<sup>1</sup> Die Definition von Aufwand folgt damit nicht dem in der Kostenrechnung verwendeten Aufwandsbegriff, wie ihn beispielsweise Busse von Colbe, Laßmann (1988), S. 204 definiert.

<sup>2</sup> Rinza, Schmitz (1992), S. 6.

<sup>3</sup> Nach Rinza, Schmitz (1992), S. 7.

<sup>4</sup> Z. B. ‚Zuschlagsausgaben‘ statt ‚Zuschlagskosten‘ oder ‚Herstellerausgaben‘ statt ‚Herstellkosten‘.

### 2.1.3 Lebenszyklus als zeitliche Zuordnungsklammer



In Abhängigkeit der Untersuchungsziele und des Untersuchungsgegenstandes wurden in den Wirtschaftswissenschaften unterschiedliche Lebenszyklusmodelle für Produkte,

Potentiale und Unternehmen entwickelt<sup>1</sup>. Dabei beruhen alle Lebenszyklusmodelle in ihrer allgemeinen Form auf der Vorstellung, daß künstliche Systeme ebenso wie natürliche Organismen dem Gesetz des Werdens und Vergehens unterliegen und dabei bestimmte Entwicklungsstadien durchlaufen<sup>2</sup>.

Potentialbezogene Lebenszyklusmodelle beziehen sich auf das Werden und Vergehen von Einsatzfaktoren<sup>3</sup>. Diese Einsatzfaktoren sind wie in den Technologie-<sup>4</sup> und Anlagenlebenszyklusmodellen<sup>5</sup> auf objektbezogene Elementarfaktoren<sup>6</sup> oder wie bei Personallebenszyklen<sup>7</sup> auf dispositive Elementarfaktoren bezogen. Die potentialbezogenen Lebenszyklusmodelle haben im Rahmen der Bewertung von Innovationsideen wegen ihres ausschließlichen Unternehmensbezugs keine besondere Relevanz.

Die Lebenszyklusmodelle von Unternehmen beschäftigen sich mit der Größenentwicklung von Unternehmen in Abhängigkeit ihres Alters und beschreiben die Problemstellungen, die sich daraus ergeben<sup>8</sup>. Auch dieses Lebenszyklusmodell wird wegen seines fehlenden Bezugs zur Bewertung von Innovationsideen hier nicht weiter verfolgt.

In der vorliegenden Arbeit steht der Lebenszyklus von Produkten im Mittelpunkt der Betrachtung. Bei der Bildung von Produktlebenszyklen können unterschiedliche Perspektiven Berücksichtigung finden, welche auch die Phasenaufteilung der Zyklen festlegen<sup>9</sup>:

<sup>1</sup> Vgl. Höft (1992), S. 15 - 140; vgl. Wübbenhorst (1984), S. 49 - 61; vgl. Zehbold (1996), S. 16 - 75.

<sup>2</sup> Vgl. Madauss (1982), III-8; vgl. Wildemann (1982), S. 39.

<sup>3</sup> Vgl. Zehbold (1996), S. 49 f.

<sup>4</sup> Zu Technologielebenszyklen vgl. Sommerlatte, Deschamps (1985), S. 52 oder in Form eines erweiterten Technologie-Technik-Lebenszyklusmodells vgl. Ford, Ryan (1981), S. 119 f; vgl. Höft (1992), S. 81 ff.

<sup>5</sup> Zu Anlagenlebenszyklusmodellen vgl. Männel (1988), S. 51.

<sup>6</sup> Entsprechend dem Faktorensystem von Gutenberg (1983), S. 5 ff.

<sup>7</sup> Zu Personallebenszyklusmodellen vgl. Fröhling (1990a), S. 117 -122.

<sup>8</sup> Ausgehend von den Arbeiten bei Greiner (1972), S. 37 - 46.

<sup>9</sup> Zur Unterscheidung der Perspektiven vgl. Shields, Young (1991), S. 40; vgl. Zehbold (1996), S. 19;

- **F&E-Perspektive**

Der Entstehungszyklus der F&E beschreibt die Phasen von der Grundsatzforschung über die Entwicklung des Produktes und dessen Auskonstruktion bis zur Produktion. Bei Serienprodukten deckt sich die F&E-Perspektive ab Produktionsbeginn mit der Produktionsperspektive, um laufende Verbesserungen und Änderungen am Produkt vornehmen zu können.

- **Produktionsperspektive**

Aus Produktionsperspektive beziehen sich die Lebenszyklusphasen auf die Effektivität und Effizienz der objektbezogenen Einsatzfaktoren durch ein einzelnes Produkt. Die Summe der Lebenszyklen aller Produkte eines Unternehmens aus Produktionsperspektive stellt demnach den Input für die Anlagenlebenszyklen dar. Diese Perspektive wird wegen ihres ausschließlichen Unternehmensbezuges hier nicht isoliert weiterverfolgt, findet aber mittelbar Eingang in den verwendeten Systemlebenszyklus<sup>1</sup>.

- **Marketingperspektive**

Das Marktlebenszyklusmodell beschreibt die „erwartete oder in der Vergangenheit empirisch festgestellte Entwicklung des Absatzes eines Produktes, erfaßt in geeigneter Dimensionierung, während des Zeitabschnittes innerhalb dessen sich das Produkt am Markt befindet“<sup>2</sup>. Zentrale Aussage dieser aus dem Absatzbereich stammenden Perspektive ist die Abhängigkeit des Cash-Flows von den Lebensphasen eines Produktes<sup>3</sup>. Diese Perspektive bezieht den Kunden als Käuferkollektiv mit ein, blendet die Phase der Produktentstehung aber vollkommen aus.

---

vgl. Dögl u.a. (1992), S. 143.

<sup>1</sup> Unter System kann im Sinne dieser Arbeit ein Produkt verstanden werden, welches aus einer Innovationsidee hervorgeht. Die Trennung von Produkt und System ergibt sich aus der Tatsache, daß nicht jedes Produkt direkt vom Kunden zur Befriedigung des Leistungsbedarfs verwendet werden kann, sondern daß manchmal erst mehrere Produkte ein einsatzfähiges System ergeben.

<sup>2</sup> Brockhoff (1974), Sp. 1763 f.

<sup>3</sup> Vgl. Wübbenhorst (1984), S. 57.

- **Kundenperspektive**

Die Kundenperspektive läßt den Konsumentenzyklus in den Vordergrund treten<sup>1</sup>. Mit der Investition aus Sicht des Kunden besteht bei auftragsbezogener Fertigung eine Überlappung mit der Produktionsperspektive des Herstellers. Entscheidend ist jedoch der Fokus dieser Perspektive auf die Nutzung eines einzelnen Produktes durch den Kunden. Das anbietende Unternehmen sieht sich aus dieser Perspektive einer Vielzahl zeitgleicher, einander sequentiell folgender oder sich überlappender Konsumentenzyklen gegenüber<sup>2</sup>. In dieser Perspektive werden die Bedürfnisse des Kunden deutlich, an der sich auch eine Bewertung von Innovationsideen zu orientieren hat. Deshalb ist diese Perspektive für die weiteren Ausführungen von Bedeutung.

- **Gesellschaftsperspektive**

Die Gesellschaftsperspektive stellt die kumulative Wirkung des Produktes auf die Gesellschaft dar, wie sie sich z. B. durch Schadstoffbelastungen bei der Produktion, des Betriebes und der Entsorgung der Produkte über ihren Mengeneffekt ergeben<sup>3</sup>. Diese globale Perspektive bezieht sich auf die Gesamtzahl der Produkte über den gesamten Markt- und Konsumentenzyklus. Einzelne Aspekte dieser Perspektive werden in der Bewertung von Innovationen berücksichtigt, wenn für sie bereits ein Marktpreis existiert (z. B. Schadstoffausstoß von Industrieanlagen usw.).

In der Gliederungsdarstellung von Abbildung 3 sind vereinfachend die Lebenszyklen für ein kundenspezifisch angefertigtes Produkt dargestellt, welches im Entstehungszyklus vor allem durch die Unternehmensperspektiven der F&E und der Produktion geprägt ist. Die Marketingperspektive ist bei der Auftragsfertigung mit Beginn der Entwicklungstätigkeiten bereits weitgehend abgeschlossen. Mit der Zahlung des Kaufpreises wechselt das Produkt in die Kundenperspektive, die hier mit dem Marktzyklus zusammenfällt. Mit den vorgestellten Perspektiven können die einzelnen Lebenszyklusansätze zu einem Modell über den gesamten Lebenszyklus zusammengestellt werden (vgl. Abschnitt 4.2).

---

<sup>1</sup> Vgl. Shields, Young (1991), S. 40.

<sup>2</sup> Vgl. Zehbold (1996), S. 24.

<sup>3</sup> Vgl. Ewert, Wagenhofer (1993), S. 293; vgl. Shields, Young (1991), S. 40; vgl. Corsten, Götzelmann (1989), S. 352.

Die Betrachtung der Phasen eines Systems über den Lebenszyklus ermöglicht die Darstellung der Beziehungen zwischen den Perspektiven:<sup>1</sup>

- **Ganzheitliche, dynamische Sichtweise**

In der ganzheitlichen Sichtweise werden die einzelnen Systembestandteile<sup>2</sup> nicht isoliert betrachtet und möglicherweise suboptimiert, sondern der Lebenszyklus bildet mit Leistung, Zeit und Kosten eine Klammer um die wechselseitigen Beziehungen. Mit der dynamischen Sichtweise kann das System im Zeitverlauf untersucht werden.

- **Entscheidungsinterdependenz**

In Lebenszyklusmodellen wird der unterschiedlichen Bedeutung von Entscheidungen in Abhängigkeit des Zeitpunktes der Entscheidung entsprochen. Damit kann den abnehmenden Freiheitsgraden der Aufwandsbeeinflussung über den Lebenszyklus entsprochen werden (siehe Abschnitt 1.1 und Abbildung 1).

- **Systematische Problemspezifikation**

Jede Lebenszyklusphase stellt unterschiedliche Anforderungen an ihre optimale Gestaltung und erfordert spezifische Lösungsansätze, die sich zum Gesamtoptimum zusammenfügen. Die einzelnen Instrumente können phasenspezifisch angewendet werden, ohne dabei der Gefahr zu erliegen, einzelne Phasen suboptimal zu gestalten.

- **Risikominderung und Erhöhung der Flexibilität**

Obwohl in den einzelnen Phasen unterschiedliche Sachverhalte im Vordergrund stehen, kann jeweils bei Abschluß einer Phase die Auswirkung der Ergebnisse dieser Phase auf den gesamten Lebenszyklus mit allen Systemparametern dargestellt werden. Damit können Abbruchentscheidungen frühzeitig mit erhöhter Sicherheit getroffen werden, wodurch das Gesamtprojektrisiko gesenkt wird.

---

<sup>1</sup> Vgl. Wübbenhorst (1984), S. 50 ff.

<sup>2</sup> Zu Inhalt und Bedeutung des Systemansatzes vgl. Dreger (1980), S. 43 ff; vgl. Pfohl, Wübbenhorst (1983), S. 146.

Mit der hiermit erfolgten Abgrenzung zu grundsätzlich anderen Lebenszyklusansätzen kann im folgenden<sup>1</sup> die Erstellung einer für die Bewertung von Innovationen geeigneten Phasenaufteilung vorgenommen werden. Die vorgestellten Perspektiven, die zur Beschreibung des Produktlebenszyklus eingenommen werden können, sind bei der Aufstellung eines Bewertungsverfahrens für Innovationsideen mit Hilfe des Lebenszyklusansatzes von Bedeutung.

In Ergänzung der in dieser Arbeit zugrundegelegten Bewertungsdimensionen (siehe Abschnitt 2.1.2) ist vorher noch der Lebenszyklusaufwand als Zentralbegriff abzugrenzen.

#### **2.1.4 Lebenszyklusaufwand (LZA)**

Das Konzept des Lebenszyklusaufwandes, welches sich aus dem amerikanischen Life-cycle-costing-Concept<sup>2</sup> ableitet, ist ein Verfahren zur Beurteilung von Investitionsalternativen<sup>3</sup>.

Den Ausgangspunkt des Konzeptes bildet die Überlegung, daß bei Investitionsentscheidungen zwar die Betriebs- und Außerbetriebstellungskosten im Vergleich zu den Anschaffungskosten ein Vielfaches betragen können, bei klassischen Verfahren der Investitionsrechnung<sup>4</sup> aber nicht oder nur teilweise berücksichtigt werden. „Ziel des Lebenszykluskostenkonzeptes ist es, die Gesamtkosten eines Systems unter Einbeziehung der Folgekosten aktiv zu gestalten“<sup>5</sup>. Grundsätzlich kann der Verkaufspreis bei Inkaufnahme von höheren Folgekosten bis zu einem gewissen Maß reduziert werden<sup>6</sup>. Der aufgeklärte und zunehmend rational handelnde Kunde wird das Verhältnis von Anschaffungs- und Folgekosten in das Kalkül seiner Kaufentscheidung mit einbeziehen und versuchen, den trade-off zwischen diesen Größen in seinem Sinne zu optimieren<sup>7</sup>.

---

<sup>1</sup> Siehe vor allem Abschnitt 3.1.

<sup>2</sup> Vgl. dazu Blanchard (1978), S. 5 ff; vgl. Harvey (1976); vgl. Brinkmann u.a. (1994), S. 4/3.1.

<sup>3</sup> Vgl. Back-Hock, u.a. (1988), S. 6 f.

<sup>4</sup> Zu gebräuchlichen Investitionsrechenverfahren vgl. Blohm, Lüders (1995).

<sup>5</sup> Back-Hock u.a. (1988), S. 6.

<sup>6</sup> Vgl. Wübbenhorst (1984), S. 94.

<sup>7</sup> Vgl. Bieda (1992), S. 424; vgl. Fischer (1993a), S. 69.

In Anlehnung an die allgemeine Kostendefinition definiert WILDEMANN Lebenszykluskosten als „den bewerteten Güterverbrauch zur Initiierung, Planung, Realisierung, zum Betrieb und zur Stilllegung eines Systems“<sup>1</sup>. Vor dem Hintergrund der Abgrenzungen des Kostenbegriffs aus Abschnitt 2.1.2 gilt diese Definition auch für den in dieser Arbeit gebrauchten Begriff ‘Lebenszyklusaufwand’ (LZA), womit neben den rein quantitativen Ausgaben jedoch auch qualitative Dimensionen des Aufwandswertes, wie der Einsatz von Energie und Zeit, über den Lebenszyklus in ‘trade-off’-Beziehungen betrachtet werden können.

Im Unterschied zur Beschränkung der Lebenszykluskosten auf negative Zahlungsströme<sup>2</sup> werden in der Ergänzung der LZA um Nutzen auch positive quantitative und qualitative Dimensionen wie Einnahmen und Nutzwerte erfaßt und optimiert. LZA stellt in diesem Sinne eine Summengröße aus positiven und negativen Dimensionen dar und kann selbst negativ oder positiv werden – je nachdem welcher Einfluß überwiegt<sup>3</sup>.

Die LZA-Analyse setzt sich aus einer Vielzahl bekannter Methoden der Systembewertung (z. B. Nutzwertanalysen), der Aufwandsprognose (Kostenschätzbeziehungen, Parametrische Kostenschätzung), der Risikoberücksichtigung (Sensitivitätsanalysen, Risikoanalysen), sowie der dynamischen Investitionsrechnung zusammen<sup>4</sup>. Diese Methoden werden unter der spezifischen Betrachtungsweise der zeitlichen Klammer des Lebenszyklus zusammengefaßt.

In den nächsten Kapiteln werden die Methoden der LZA-Analyse mit Hilfe von Instrumenten in Modellen so zusammengestellt und verfeinert, daß sich damit Innovationsideen bewerten lassen. Um die Anforderungen zu kennen, denen die Methoden der LZA-Analyse im Bezug auf Innovationsideen zu genügen haben, wird im nächsten Abschnitt das Wesen des Innovationsprozesses dargestellt.

---

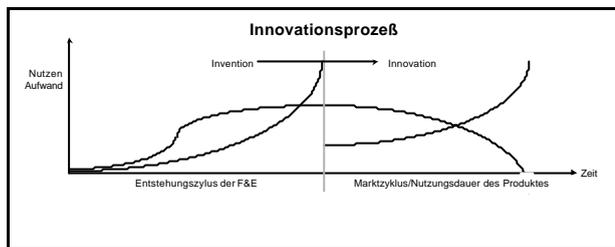
<sup>1</sup> Wildemann (1982), S. 5.

<sup>2</sup> Vgl. Kritik an diesem Umstand von Harvey (1976), S. 344.

<sup>3</sup> Wobei positiver Aufwand definitorisch korrekt als Nutzen zu bezeichnen ist, wobei es für die inhaltliche Aussage keinen Unterschied macht ob die Differenzierung positiver und negativer Einflüsse über das Vorzeichen oder den Begriff gemacht wird.

<sup>4</sup> Vgl. Taylor (1981), S. 34; vgl. Wübbenhorst (1984), S. 94 ff.

## 2.2 Wesen des Innovationsprozesses



Innovationen entstehen in einem umfangreichen Prozeß, der von der Ideenfindung bis zur praktischen Anwendung einer neuartigen Problemlösung reicht.

Das Ergebnis des Innovationsprozesses ist die Innovation im oben definierten Sinn<sup>1</sup>. Nach Untersuchungen von BOOZ-ALLEN & HAMILTON zeichnen sich erfolgreich innovierende Unternehmen vor allem dadurch aus, daß sie den Innovationsprozeß klar strukturieren und für jede Prozeßstufe spezifische Vorgehensweisen festlegen<sup>2</sup>.

In der Literatur finden sich unterschiedliche Konzepte der Untergliederung des Innovationsprozesses in einzelne Schritte, Phasen oder Stufen<sup>3</sup>. Abbildung 8 zeigt (in Erweiterung der Abbildung 5) die idealisierte Struktur des Innovationsprozesses, wie sie von PLESCHAK aus einer Literaturanalyse abgeleitet wurde<sup>4</sup>. Ausgangspunkt des Prozesses ist in Stufe 0 - die im engeren Sinne gar nicht zum Innovationsprozeß gehört - ein zu lösendes Problem, welches aus aktuellen Kundenkontakten abgeleitet oder als zukünftiges Kundenproblem mit Hilfe der Szenariotechnik ermittelt werden kann. Über das Problem hinaus ist entscheidend, daß die Problemlösung mit der Innovationsstrategie des Unternehmens kompatibel ist<sup>5</sup>. Dazu gehört die Beantwortung der Fragen, welche strategische Rolle die möglicherweise neuen Produkte erfüllen sollen, in welche Marktsegmente die Innovation zielen soll, welche technologische Richtung verfolgt werden soll und wie die Suchfelder gegeneinander abzugrenzen sind<sup>6</sup>.

<sup>1</sup> Vgl. Geschka, Corsten (1989), S. 57.

<sup>2</sup> Vgl. Booz-Allen & Hamilton (1982).

<sup>3</sup> Vgl. Brockhoff (1999), S. 29; vgl. Geschka, Corsten (1989), S. 58; vgl. Hauschildt (1993), S. 16 ff; vgl. Pleschak, Sabisch (1996), S. 24; vgl. Thom (1980), S. 53.

<sup>4</sup> Die Darstellung der Produktentwicklungsprozesse als Phasenmodell hat ihren Ursprung in der US-amerikanischen Literatur. Vgl. Schubert (1991), S. 76 f.

<sup>5</sup> Vgl. Booz-Allen & Hamilton (1982).

<sup>6</sup> Vgl. Geschka, Corsten (1989), S. 59.

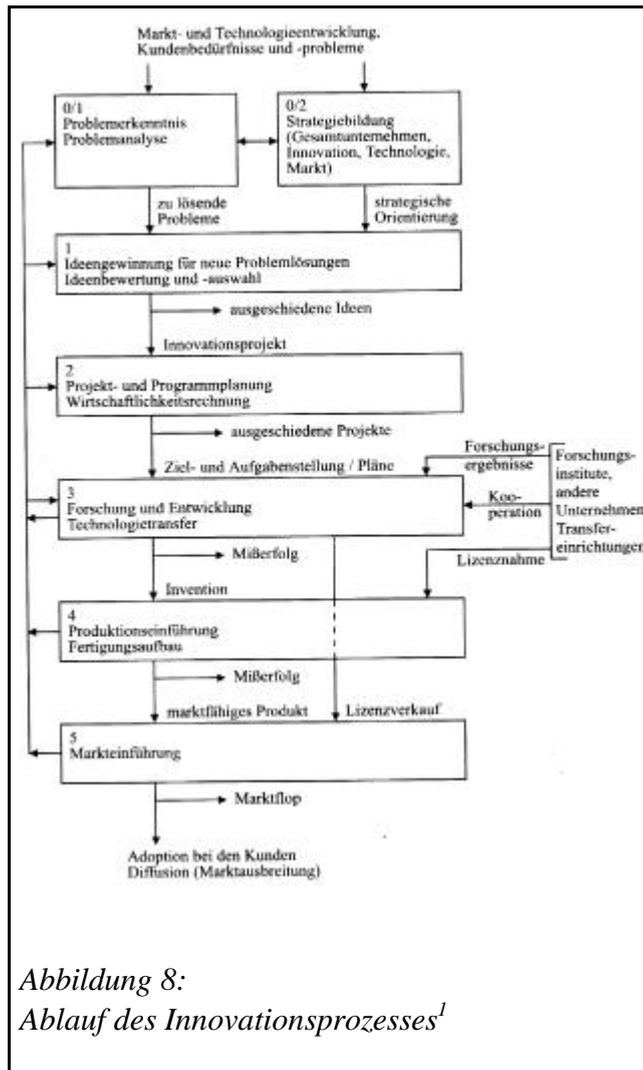


Abbildung 8:  
Ablauf des Innovationsprozesses<sup>1</sup>

Der eigentliche Innovationsprozess beginnt in Stufe 1 mit der Gewinnung von Ideen zur Lösung der Probleme. Aus empirischen Untersuchungen geht hervor, daß erfolgreiche Innovationsideen überwiegend vom Markt bzw. vom Kunden angeregt werden (60% - 80%)<sup>2</sup> - nur ein kleiner Teil der Ideen geht demnach auf Anregungen aus neuen Technologien oder naturwissenschaftlichen Erkenntnissen zurück. Häufig werden Kreativitätstechniken zur Ideenfindung herangezogen<sup>3</sup>. Zusätzlich wird in dieser Stufe die Ideenbewertung und Auswahl durchgeführt, bei der untersucht wird, wie die Ideen die unternehmensspezifischen Anforderungen erfüllen. Dazu werden Kriterien gebildet, auf deren Erfüllung die Ideen überprüft werden<sup>4</sup>.

Nach COOPER und KLEINSCHMIDT hat die Bewertung einen zentralen Einfluß auf die spätere Erfolgswahrscheinlichkeit der Innovationsidee am Markt<sup>5</sup>. An diesem Punkt des Innovationsprozesses setzt die vorliegende Arbeit an und wird versuchen, über die Bewertung mit Hilfe von Lebenszyklusaufwand die Schwächen bestehender Bewertungsverfahren auszugleichen. Deswegen wird auf die Bewertung an dieser Stelle nicht näher eingegangen. Die Bewertung kann mit Hilfe einer Wirtschaftlichkeitsrechnung erfolgen, mit welcher die Brücke zur Phase 2 des Innovationsprozesses geschlagen wird<sup>6</sup>.

<sup>1</sup> Nach Pleschak, Sabisch (1996), S. 24; vgl. Knoblich, Schubert (1992), S. 63; vgl. Lange (1994), S. 20.

<sup>2</sup> Vgl. Holt, u.a. (1984), S. 1 ff.

<sup>3</sup> Zu Kreativitätstechniken im Innovationsprozeß vgl. Pleschak, Sabisch (1996), S. 30 ff.

<sup>4</sup> Vgl. Kotler (1999), S. 320 f.

<sup>5</sup> Cooper, Kleinschmidt (1986), S. 78 f haben festgestellt, daß bei fehlgeschlagenen Innovationsprojekten vor allem die Bewertung der Innovationsideen sehr unprofessionell durchgeführt worden ist.

<sup>6</sup> In der vorliegenden Arbeit wird versucht, die Bewertung mit der Wirtschaftlichkeitsrechnung durchzuführen und damit die Phasen der Bewertung und der Programmplanung über die Wirtschaftlichkeitsrechnung zu integrieren.

In dieser Phase werden die Ziele und Aufgaben der zur Projektbearbeitung notwendigen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten geplant. Aus den Innovationsideen werden in diesem Schritt mit der Erstellung des Pflichtenheftes Innovationsprojekte. Um die vorhandenen Ressourcen ideal auszunutzen und später am Markt ein geschlossenes Produktprogramm anbieten zu können, werden die einzelnen Innovationsprojekte zudem in einem Innovationsprogramm des Unternehmens unter Portfoliogesichtspunkten<sup>1</sup> zusammengefaßt. In der Wirtschaftlichkeitsrechnung werden die Marktdaten des Produktkonzeptes abgeschätzt und mittels verschiedener Bewertungsverfahren daraufhin beurteilt, inwieweit damit die ökonomischen Zielvorstellungen des Unternehmens realisiert werden können<sup>2</sup>.

Durch Eigenleistung, durch Kooperationen oder durch den Einkauf von Arbeitsergebnissen externer Quellen wird in Stufe 3 die eigentliche Forschung und Entwicklung der Innovationsprojekte durchgeführt. Sofern sich die Ergebnisse wie bei Phase 2 geplant im Rahmen von Kosten-, Zeit- und Leistungsgrößen entwickeln, wird aus der technischen Idee eine Invention. In der vierten Stufe sind die Fertigungsanlagen zu planen, zu beschaffen und zu installieren, um eine reibungslose Produktion der Innovation in den benötigten Stückzahlen zu garantieren, wobei im Normalfall keine innovationsspezifischen Probleme mehr auftreten sollten<sup>3</sup>.

Mit der Markteinführung in der fünften Stufe wird schließlich aus der Invention eine Innovation. An der Hürde des wirtschaftlichen Erfolgs auf dem Markt scheitern etwa ein Drittel aller neu eingeführten innovativen Produkte, wofür folgende Gründe genannt werden<sup>4</sup>:

- Zu geringer Mitteleinsatz für Informationsbeschaffung und Marketing.
- Methodisch unprofessionelles Vorgehen.
- Ungeeignete organisatorische Eingliederung.

In realen Innovationsprozessen ist es üblich, daß manche Phasen parallel bearbeitet werden, vor allem kommt es zu zahlreichen Iterationen, weil zwischen den Phasen vielfältige Rückkopplungen

---

<sup>1</sup> D. h. unter Berücksichtigung eines ausgeglichenen Risiko- und Chancenmixes.

<sup>2</sup> Zu einzelnen Verfahren der Wirtschaftlichkeitsanalyse vgl. Schmitt-Grohé (1972), S. 101 ff; vgl. Kotler (1999), S. 330 ff.

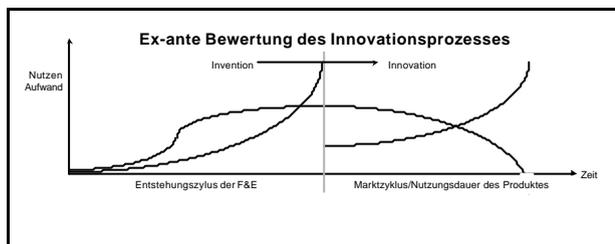
<sup>3</sup> Vgl. Geschka, Corsten (1989), S. 63.

<sup>4</sup> Vgl. Cooper, Kleinschmidt (1986), S. 71 ff.

bestehen und die Einzelschritte teilweise von ganz unterschiedlichen Organisationseinheiten durchgeführt werden<sup>1</sup>.

Entscheidend für den weiteren Verlauf der Arbeit ist, daß es zahlreiche Schnittstellen gibt, die eine Innovationsidee erfolgreich überwinden muß, bevor sie sich am Markt durchgesetzt hat<sup>2</sup>. Die in diesem Abschnitt aufgrund ihrer zeitlichen Abfolge im Innovationsprozeß vorgestellten Erfolgshürden werden im nächsten Abschnitt als Anforderungen des Innovationsprozesses an Bewertungsverfahren umformuliert. Erst dann ist es möglich, die zeitlich auseinanderfallenden Erfolgshürden bereits zum Zeitpunkt der Ideenbewertung ‚ex ante‘ zu berücksichtigen.

### 2.3 Anforderungen des Innovationsprozesses an Bewertungsverfahren



Mit Hilfe von Bewertungsverfahren sind die Risikofaktoren und die Erfolgsfaktoren bereits zum Entscheidungszeitpunkt transparent zu machen. Abschnitt 2.3.1 geht auf die Anforderungen ein, die sich aus den Risikofaktoren von Innovationen ergeben. Daraufhin werden in

Abschnitt 2.3.2 die Erfolgsfaktoren und ihre Wechselwirkungen mit den Risikofaktoren dargestellt.

#### 2.3.1 Anforderungen aus Risikofaktoren

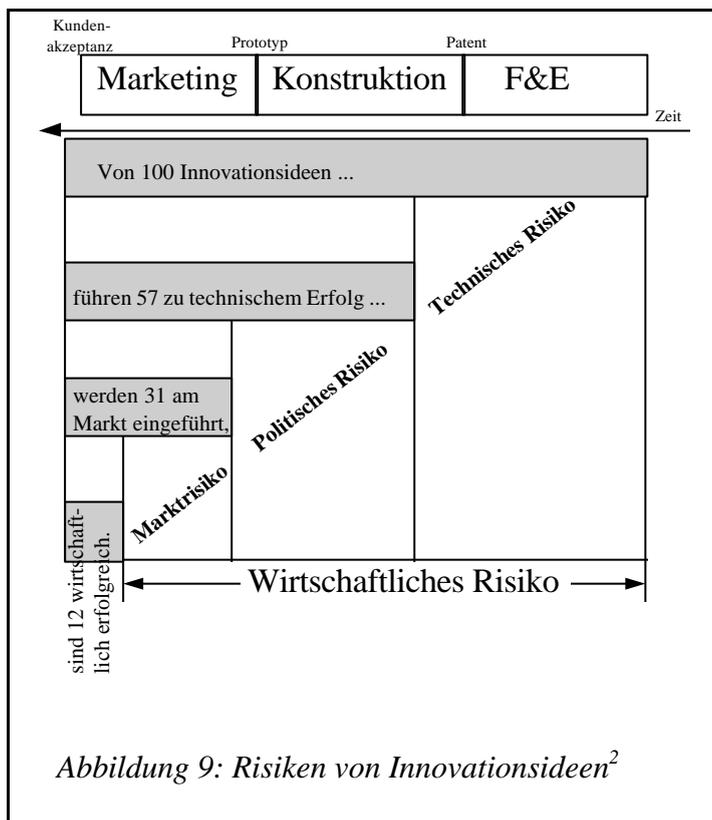
Bei der Untersuchung des Innovationsprozesses wurde deutlich, daß zu unterschiedlichen Zeiten im Innovationsprozeß jeweils andere Bereiche des Unternehmens an der Umsetzung von Innovationsideen zum markteingeführten Produkt maßgeblich beteiligt sind<sup>3</sup>. Einen hinsichtlich der beteiligten Bereiche zusammengefaßten Innovationsprozeß stellt Abbildung 9 dar, bei dem die Forschung und Entwicklung (F&E) die Innovationsideen generiert, welche von Konstruktionsabteilungen detailliert und in Produkte umgesetzt und schließlich vom Vertrieb am Markt positioniert werden. Jedem der beteiligten Bereiche kann eine unterschiedliche Risikodimension zugeordnet werden, die den Erfolg der Innovation gefährden.

<sup>1</sup> Vgl. Pleschak, Sabisch (1996), S. 26.

<sup>2</sup> Vgl. Hauschildt (1991), S. 466 f.

<sup>3</sup> Vgl. Bitzer, Poppe (1993), S. 321 f.

Das erste Risiko nach der Generierung der Grundidee stellt die technische Realisierungsfähigkeit der Innovationsidee dar. In der F&E und in ersten konstruktiven Stufen wird durch Funktionsmuster geprüft, ob die Idee sich technisch so weiterentwickeln läßt, daß daraus ein Marktprodukt werden könnte. Nur etwas mehr als die Hälfte der Innovationsideen können diese Hürde der technischen Machbarkeit überwinden<sup>1</sup>.



Von den technisch realisierbaren Ideen werden von der Unternehmensleitung einige strategisch interessante und finanziell lohnende ausgesucht. Immerhin ein Viertel der gesamten Innovationsideen bzw. die Hälfte der technisch realisierbaren Ideen werden wegen zu hohem unternehmenspolitischen Finanzierungsrisiko zurückgestellt. Nur ein Drittel der Ideen wird am Markt eingeführt. Hier entscheidet der Kunde darüber, ob die Innovationsidee auch ein Markterfolg wird (Marktrisiko)<sup>3</sup>.

Bei der Auswahl von Innovationsideen, die am Markt erfolgreich sein sollen, sind sinnvollerweise diese drei Risikodimensionen - das technische, das unternehmenspolitische und das marktliche Risiko – zu berücksichtigen<sup>4</sup>. Die Summe der drei Risiken stellt das jeder Investition innewohnende 'wirtschaftliche Risiko'<sup>5</sup> dar, wodurch die Bewertung von Innovationen zu einem betriebswirtschaftlichen Problem wird. Damit ähnelt die Entscheidung zur Umsetzung einer Innovationsidee mit einem definierten Ressourceneinsatz unter bestimmten

<sup>1</sup> Siehe Abbildung 9 und die dazugehörige Quelle. Vgl. Bitzer, Poppe (1993), S. 317 f.

<sup>2</sup> In Anlehnung an Commes, Lienert (1993), S. 349.

Vgl. Mattern (1991), S. 101; vgl. Brockhoff (1993a), S. 648 ff; vgl. Eckert (1985), S. 227; vgl. Franze (1995a), S. 1; vgl. Lange (1994), S. 74 f; vgl. Niemann, Schwalbe (1989), S. 25.

<sup>3</sup> Vgl. Geschka, Corsten (1989), S. 63.

<sup>4</sup> Vgl. Luehrmann (1997), S. 133.

<sup>5</sup> Zum Investitions- und Risikocharakter von Innovationen vgl. Brose (1982), S. 53, 70, 79.

Realisierungschancen- und Risiken einer Investition<sup>1</sup>. Die Auswahl von Innovationsideen kann demnach als Investitionsproblem formuliert werden, weswegen auch Methoden der Investitionsrechnung in ein praxisorientiertes Verfahren der Innovationsbewertung einfließen.

Die Bedeutung der Risikodimensionen für den Erfolg von Innovationsprojekten kann aus zahlreichen ex-post Studien<sup>2</sup> zu Faktoren des Innovationserfolges bestätigt werden<sup>3</sup>.

### 2.3.2 Anforderungen aus Erfolgsfaktoren

So führte COOPER in Kanada eine Studie über Erfolgs- und Mißerfolgskriterien von Produktinnovationen durch<sup>4</sup>, bei der er 177 Firmen per Zufall aus der Liste produzierender Unternehmen auswählte und strukturiert telefonisch zum Erfolg und Mißerfolg ihrer Innovationen befragte. Die befragten Manager brachten dabei eine Gesamtheit von 102 am Markt eingeführter Innovationsprojekte in die Untersuchung ein, von denen 93 sich nicht durchsetzen konnten und damit als Mißerfolg betrachtet wurden.

COOPER konnte 3 Erfolgsfaktoren identifizieren. Als wichtigster Erfolgsfaktor stellte sich die Produktüberlegenheit und -einmaligkeit heraus, wobei dieses Kriterium als Mehrwert für den Kunden beschrieben wurde. Dazu gehören beispielsweise Produkte, die dem Kunden einmalige Merkmale bieten, eine erhöhte Qualität haben oder die es dem Kunden ermöglichen, Kosten zu sparen.

Gefolgt und bestätigt wird dieses Kriterium durch die Marktkenntnis und die Marketingprofessionalität. Mit diesen Erfolgsfaktoren werden vor allem die Kenntnis des Kunden und seiner Wünsche, seiner Preis-Sensitivitäten, seiner Verhaltensweisen sowie die professionelle Kommunikation zum Kunden abgefragt.

---

<sup>1</sup> Vgl. Blohm, Lüder (1995), S. 2.

<sup>2</sup> Die Problematik von ex-post-Studien besteht grundsätzlich darin, daß nur die ca. 30% der Innovationsideen berücksichtigt werden können, die auch am Markt eingeführt wurden. Die technischen und politischen Fehlschläge anderer Ansätze werden dagegen gar nicht erst publik und entziehen sich damit der Bewertung. Weiß, u.a. (1990), S. 102 ff geht auf diese Problematik näher ein.

<sup>3</sup> Auf die Ergebnisse ausgewählter Studien wird im folgenden eingegangen. Darüber hinaus bietet Wicher (1991) einen guten Überblick über weitere verfügbare Studien zum Innovationserfolg. Eine Synopse ausgewählter empirischer Analysen zu Erfolgsfaktoren technischer Innovationen findet sich auch bei Weiß, u.a. (1990), S. 57 ff, wo die einzelnen Studien zugrundeliegenden Methoden kritisch untersucht werden.

<sup>4</sup> Vgl. Cooper (1979), S. 93 ff.

Den drittichtigsten Faktor für den Innovationserfolg stellt die Erfahrung mit der Technik dar, die sich vor allem in der Produktion des Produktes ausdrückt. Dazu wird auch die Erfahrung der Ingenieure im Unternehmen, die Effektivität des Entwicklungsprozesses, die Qualität des Produktionsanlaufes usw. berücksichtigt.

In einer Folgestudie von COOPER stand nicht die zeitlich rückwärts gewandte Frage nach den Erfolgsfaktoren von Innovationen im Mittelpunkt, sondern die Erkenntnis, welche Überlegungen den Neuproduktstrategien der Zukunft zugrundeliegen<sup>1</sup>. Im Gegensatz zum Erfolgsfaktorenanspruch wird bei der Strategie die technische Perfektion des Produktes als wichtigstes Merkmal genannt, gefolgt von der Produzierbarkeit der Neuprodukte. Erst an vierter Stelle werden auch marktorientierte Faktoren genannt.

Dies läßt die begründete Vermutung zu, daß die ex-post-Analyse von Erfolgsfaktoren andere Schwerpunkte aufweist, als die strategischen Planungsinstrumente für Innovationen ex-ante berücksichtigen. Während ex-post die drei Faktoren Technik, Markt und Ökonomie/Strategie als entscheidende Erfolgsfaktoren erkannt werden, erfolgt die tatsächliche Auswahl hauptsächlich aufgrund technischer Dimensionen<sup>2</sup>.

Die Bedeutung einer integrierten<sup>3</sup> Betrachtung der Faktoren wurde auch durch eine Studie in der U.S.-amerikanischen Elektronikindustrie deutlich<sup>4</sup>. In der Befragung von etwa 250 Firmen über die Erfolgsfaktoren von Innovationen wurden mit weitem Abstand vor anderen Kriterien ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis und eine gute Kommunikation der Produktmerkmale als wichtigste Voraussetzungen erfolgreicher Innovationsprojekte genannt. Der in einer Studie von MAIDIQUE herausgestellte Erfolgsfaktor des Kosten-Nutzen-Verhältnisses kann als Beispiel für einen integrierten Faktor angesehen werden, in dem Markt, Ökonomie und Technik gegeneinander abgewägt werden müssen<sup>5</sup>. Die Technik muß stimmen, damit der Nutzen gewährleistet wird. Aber nur Nutzen, der auch vom Markt anerkannt wird, geht in die Kosten-Nutzen-Rechnung ein. Und

---

<sup>1</sup> Vgl. Cooper (1984), S. 5 ff.

<sup>2</sup> Vgl. Cooper, Kleinschmidt (1988), S. 252.

<sup>3</sup> Integriert im Sinne von ausgleichend.

<sup>4</sup> Vgl. Maidique, Zirger (1984), S. 192 ff.

<sup>5</sup> Die Bedeutung und mangelnde Umsetzung dieses Zusammenhangs in der Unternehmenspraxis wird von Graßhoff, Gräfe (1997), S. 22 bestätigt.

schließlich muß das nach technischen Faktoren machbare und vom Kunden gewünschte Nutzenbündel mit einer vernünftigen Kosten- und Ertragsposition der ökonomischen Prüfung standhalten.

Nachdem die Bedeutung von Markt, Kundenorientierung und Technik einen Konsens der vorliegenden Studien bildet, rückt ein dritter Faktorenbereich in den Fokus, nämlich die Ökonomie und die Unternehmenspolitik<sup>1</sup>. Dazu kann eine Studie von BOOZ-ALLEN & HAMILTON herangezogen werden, in der die wichtigsten Hemmnisse bei der Umsetzung von Innovationen untersucht wurden. Demnach verhinderte vor allem die niedrige Priorisierung der neuen Produkte bei den Führungskräften eine Durchsetzung der Innovationsideen<sup>2</sup>. Aber auch die Konzentration auf den kurzfristigen Geschäftserfolg, eine ungeeignete Marktforschung, die Verschleppung von Entscheidungen, sowie eine fehlende strategische Langzeitperspektive machen nach dieser Studie eine Umsetzung der Ideen schwierig.

Vier dieser fünf Argumente sind Ausdruck eines zu geringen Engagements des Top-Managements für Innovationen. Auf der unternehmenspolitischen Seite ist die Einstellung und das Verhalten des Managements gegenüber Innovationen demnach eine wichtige unternehmensinterne Einflußgröße. Dem ist bei der Bewertung und Auswahl von Innovationsideen durch eine verstärkte Einbindung der Führungskräfte in den Entscheidungsprozeß Rechnung zu tragen<sup>3</sup>.

Diese Aussage wird auch durch Untersuchungen von ECKERT bestätigt, wonach etwa 70 % der Ausgaben für Innovationen für ökonomisch gescheiterte Projekte verwendet wurden, jedoch nur etwa 16 % dieser Projekte aus technischen Gründen gescheitert sind<sup>4</sup>. Dieser Zusammenhang legt die Vermutung nahe, daß die technischen Risiken bei Innovationsprojekten relativ gut beherrscht werden, daß aber die durch das Management zu übernehmenden ökonomischen Risiken noch Handlungsbedarf aufzeigen. Dies ist Ziel eines effizienten Auswahlverfahrens, welches möglichst früh Entscheidungen ermöglicht, um nicht unnötig personelle und finanzielle Ressourcen zu binden.

---

<sup>1</sup> Vgl. Höft (1992), S. 145, der die Abhängigkeit des Erfolges der Innovationsprojekte von Management-Aktivitäten untersucht.

<sup>2</sup> Vgl. Booz-Allen & Hamilton (1982).

<sup>3</sup> Vgl. Biethahn (1992), S. 27.

<sup>4</sup> Vgl. Eckert (1985).

Vor dem Hintergrund der Erkenntnis, daß nur ein Teil der Innovationsprojekte erfolgreich abgeschlossen werden kann, versuchen die Unternehmen ihre Produktionsfaktoren nicht unnötig lange in unsicheren Projekten zu binden.

Innovierende Unternehmen versuchen vielmehr, ihr wirtschaftliches Risiko bei der Umsetzung von Innovationsideen zu minimieren. Dazu sind die einzelnen Risikogrößen schon in der Konzeptionsphase der Innovation - nämlich bei der Realisierungsentscheidung einer Idee - abzuschätzen. Die einzelnen Risikogrößen sollten damit sinnvollerweise nicht stufenweise immer erst dann betrachtet werden, wenn das zufällig zeitlich vorgelagerte Risiko überwunden ist. Vielmehr muß es Ziel sein, die Entwicklung der Risikogrößen gleichzeitig und ganzheitlich für eine Auswahlentscheidung zu prognostizieren<sup>1</sup>. Diese Aufgabe stellt die betriebliche Praxis, aber auch die betriebswirtschaftliche Theorie, vor erhebliche Probleme. Zur Verdeutlichung diskutiert der nächste Abschnitt die Erfüllung der Anforderungen des Innovationsprozesses durch bestehende Bewertungsverfahren.

#### **2.4 Erfüllung der Anforderungen durch bestehende Bewertungsverfahren**

Nachdem im vorangegangenen Abschnitt die Anforderungen an ein Bewertungsverfahren für Innovationsprojekte herausgearbeitet wurden, sind diese Anforderungen in einem Überblick mit den Realisierungsvorschlägen in Praxis und Theorie zu vergleichen. Dabei scheint es dem Verfasser ausreichend, die Darstellung der einzelnen Verfahren auf eine knappe Charakterisierung der Grundgedanken und deren Bewertungskriterien zu beschränken und für ausführliche methodische Beschreibungen auf die Literatur zu verweisen. Aus den zahlreichen vorhandenen und beschriebenen Bewertungsansätzen werden, soweit möglich, Ähnlichkeiten herausgearbeitet, um eine Gruppierung von Verfahrensansätzen vornehmen zu können, die auf ähnlichen Prämissen aufbauen.

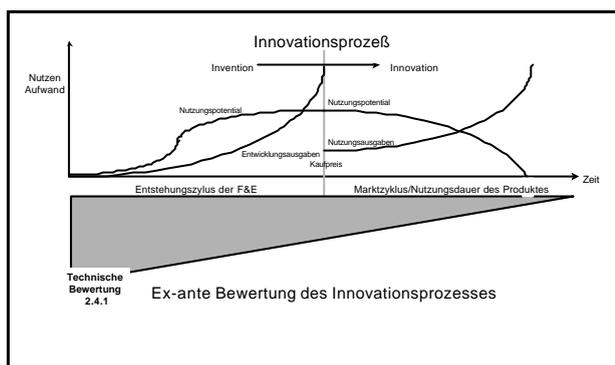
Entsprechend den in Abschnitt 2.3 herausgearbeiteten drei Arten von Realisierungsrisiken, die durch am Innovationsprozeß beteiligte Interessengruppen zu berücksichtigen sind, werden in Abschnitt 2.4.1 zunächst die Bewertungsansätze und deren Kriterien mit technischem Fokus beschrieben, um dann in Abschnitt 2.4.2 detaillierter auf die betriebswirtschaftlichen Bewertungsverfahren eingehen zu können.

---

<sup>1</sup> Vgl. Franze, u.a. (1995a), S. 1.

Die Käufer/Kundenaspekte können durch psychologische Bewertungsansätze in Abschnitt 2.4.3 berücksichtigt werden (siehe Perspektiven des Gliederungsbildes aus Abbildung 3). Eine strikte Trennung der Bewertungsansätze unterschiedlicher Wissenschaftsdisziplinen ist nicht immer möglich. Besonders die praxisorientierten Bewertungsverfahren sind teilweise bereits auf interdisziplinäre Bewertungsansätze zurückzuführen, wie Abschnitt 2.4.4 zeigen wird.

### 2.4.1 Technische Bewertungsverfahren für Innovationsideen



Die Bewertung der Technologien, die hinter den Innovationsideen stehen, wird als rein technische Aufgabe angesehen<sup>1</sup>. Dabei kann sich Technologiebewertung wie in Abschnitt 2.4.1.1 dargelegt in einem unternehmens- und branchenunabhängigen Kontext bewegen oder

wie in Abschnitt 2.4.1.2 beschrieben auf die speziellen Möglichkeiten eines bestimmten Unternehmens beziehen.

#### 2.4.1.1 Externe Technologiebewertung (unternehmensunabhängig)

Hinter dem Begriff der 'externen' Technologiebewertung steht die Bewertung unterschiedlicher firmen- und branchenübergreifender Potentiale wie in Abbildung 10 dargestellt<sup>2</sup>.

##### a) Technologiefolgenpotential

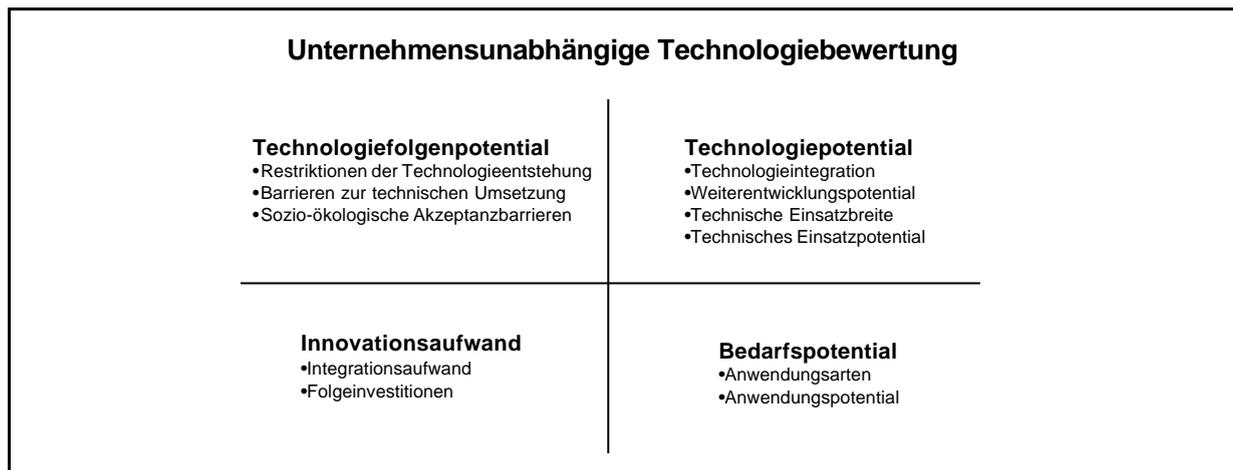
Das Technologiefolgenpotential beschäftigt sich mit der „Beurteilung, Planung, Steuerung und Kontrolle hochkomplexer Strukturen und Prozesse gesellschaftlicher Wechselbeziehungen, soweit sie Bedingungen und Folgen der Technisierung sind“<sup>3</sup>. Im Fokus stehen dabei die unbeabsichtigten, oft mit erheblicher Verspätung eintretenden Sekundär- und Tertiäreffekte von Technologien<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Vgl. Bürgel, u.a. (1996a), S. 47.

<sup>2</sup> Die hier verwendete Definition von Technologiebewertung wird dem Ansatz von Servatius, Pfeiffer (1992), S. 80 ff entnommen, wobei dieser bereits interdisziplinäre Ansätze mit der Berücksichtigung von Bedarfspotential und Innovationsaufwand vorsieht. Klassische Technologiebewertungsansätze begnügen sich mit dem Technologiepotential und dem Technologiefolgenpotential als rein technischer Bewertungsgrößen.

<sup>3</sup> Huisinga (1985), S. 13.

<sup>4</sup> Vgl. Wicher (1989), S. 42.



*Abbildung 10: Unternehmensunabhängige Technologiebewertung<sup>1</sup>*

Zur Bewertung werden ethisch-moralische Restriktionen der Technologieentstehung mit gesellschaftskritischen Diskursen untersucht. Barrieren der technischen Umsetzung, wie die Unbedenklichkeit der verwendeten Materialien sowie deren ökologisch-gesundheitlichen Folgenpotentiale, werden dargestellt<sup>2</sup>. Aber auch sozio-ökologische Akzeptanzbarrieren werden in gesellschaftskritischen Anwendungsdiskussionen über die sozialen Folgen der Technologie bewertet<sup>3</sup>.

## **b) Technologiepotential**

Einen Baustein des Technologiepotentials stellt der Querschnittscharakter der Technologie dar, bei dem in Expertengesprächen und in Publikationsanalysen die Wechselwirkungen mit anderen Technologien in ähnlichen Entwicklungsstadien bestimmt werden. Zu diesem auch mit dem Begriff der Technologieintegration versehenen Bewertungsbaustein gehört auch das Herausarbeiten inhaltlicher Verwandtschaften mit interdisziplinären Technologiebereichen. Im Weiterentwicklungspotential wird das Funktionsprinzip und der technische Leistungssprung der Technologie aufgrund von S-Kurven-Analysen sowie Expertengesprächen und Publikationsanalysen bewertet.

Die technische Einsatzbreite bewertet die potentiellen Verwendungsformen in Komponententechnologien und Systemtechniken. Zur Bewertung werden auch hier Expertengespräche,

<sup>1</sup> In Anlehnung an Servatius, Pfeiffer (1992), S. 83 ff.

<sup>2</sup> Vgl. Eckert (1985), S. 255 ff.

<sup>3</sup> Vgl. Wicher (1989), S. 42.

Publikationsanalysen sowie Patentanalysen herangezogen. Ein weiteres Bewertungskriterium des Technologiepotentials stellt das technische Einsatzpotential dar, bei dem die voraussichtliche Verwendungsintensität der Technologie im Vergleich zu Alternativen untersucht wird. Zur Bewertung werden Methoden der Technometrie, der S-Kurven- und Patentanalyse sowie Expertengespräche angewendet.

#### **c) Innovationsaufwand**

Mit dem Innovationsaufwand werden die bei Einführung der Technologie potentiell nötigen Umstellungen der bestehenden technischen Systeme bewertet sowie die induzierten Verfahrens- und Produktänderungen, sofern diese Umfänge unternehmensübergreifend auftreten<sup>1</sup>.

#### **d) Bedarfspotential**

Das Bedarfspotential der Technologie bietet schließlich die Möglichkeit, eine interdisziplinäre Brücke der Technologiebewertung zu den Marktbedürfnissen zu schlagen. Dazu wird durch Trendanalysen oder Marktstudien der langfristige Problemlösungsbedarf prognostiziert und mit den Anwendungspotentialen der Technologie verglichen. Mit Nutzwertrecherchen und Kostenvergleichen kann der Verbesserungsgrad der Marktleistungsmerkmale durch die neue Technologie bewertet werden. Dieser Ansatz wird für die LZA-Analyse von Bedeutung sein.

Über das Anwendungspotential hinaus kann bei der Bedarfspotentialbewertung auch untersucht werden, inwieweit neue Verwendungsarten von Produkten durch die zu bewertende Technologie möglich sind. Dabei finden Methoden der Szenariotechnik, der Kreativitätstechnik und der Verflechtungsanalyse Anwendung.

#### **2.4.1.2 Interne Technologiebewertung (unternehmensabhängig)**

Neben der Bewertung des von den besonderen Umständen eines bestimmten Unternehmens unabhängigen Potentials der Technologie ist auf Unternehmensebene zu berücksichtigen, inwieweit die neue Technologie im jeweiligen Unternehmen sinnvoll angewendet werden kann.

---

<sup>1</sup> Vgl. Servatius, Pfeiffer (1992), S. 85 ff.

Dabei sind die in Abbildung 11 aufgeführten Bewertungsbausteine zu beachten<sup>1</sup>:

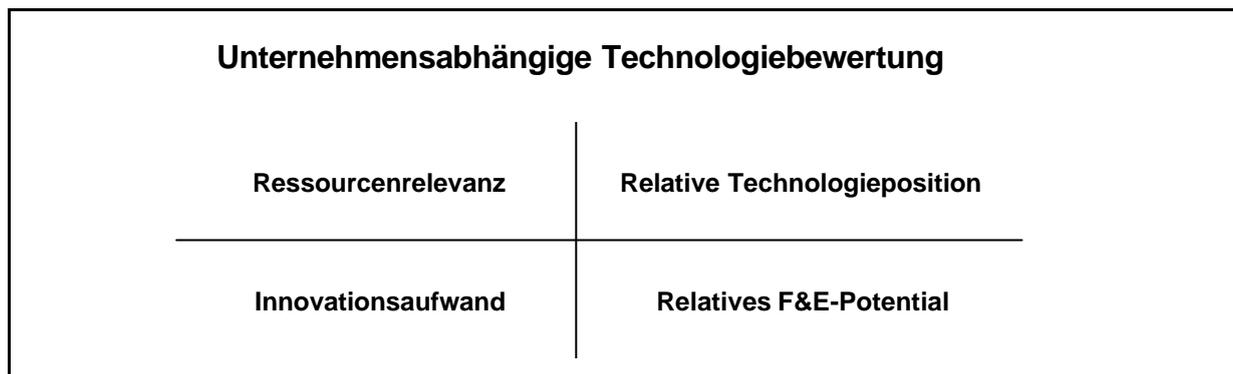


Abbildung 11: Unternehmensabhängige Technologiebewertung<sup>2</sup>

#### a) Innovationsaufwand

Der schon beschriebene Innovationsaufwand hat auf Unternehmensebene eine wesentliche Bedeutung, weil er über die Kompatibilität der neuen Technologie mit den bereits verwendeten Produkten und Verfahren den produktionsseitigen Aufwand determiniert, welcher durch Umstellungen entlang der Wertschöpfungskette entsteht<sup>3</sup>.

#### b) Ressourcenrelevanz

Der Innovationsaufwand kann durch die Ressourcenrelevanz positiv relativiert werden, wenn die Synergiepotentiale bewertet werden, die durch die neue Technologie in Kombination mit den bereits eingesetzten Technologien geweckt werden können. Mit der Ressourcenrelevanz werden auch die Einsatzgebiete und die Anwendungsbreite der neuen Technologie im Gefüge der bisher verwendeten Technologien untersucht.

#### c) Relative Technologieposition

Die relative Technologieposition stellt den Vergleich des Unternehmens mit Konkurrenten im gleichen Marktsegment her und liefert eine Aussage darüber, inwieweit technologische Führerschaft geschützt werden kann, um damit eine zeitstrategische Wettbewerbsposition im Entwicklungsprozeß zu erhalten. Die relative Technologieposition bewertet darüber hinaus die Zugänglichkeit der Wissensbasis für das eigene Unternehmen.

<sup>1</sup> Vgl. Servatius, Pfeiffer (1992), S. 85 ff.

<sup>2</sup> In Anlehnung an Servatius, Pfeiffer (1992), S. 85 ff.

<sup>3</sup> Vgl. Pleschak, Sabisch (1996), S. 191 ff.

#### d) Relatives F&E-Potential

Das relative F&E-Potential berücksichtigt die Beherrschbarkeit der Technologie durch die personellen Ressourcen des Unternehmens.

Zur Darstellung der Technologiebewertungsergebnisse können zweidimensionale Portfolio-Matrizen verwendet werden, wie sie von PFEIFFER zur Technologieplanung etabliert wurden<sup>1</sup>. In Portfolio-Matrizen werden unternehmensabhängige und unternehmensunabhängige Dimensionen miteinander verbunden, indem auf einer Achse des Portfolios eine unbeeinflussbare Umweltsituation im Technologiebereich dargestellt wird, während auf die zweite Achse unternehmenseigene Stärken zur Technologiehandhabung abgetragen werden.

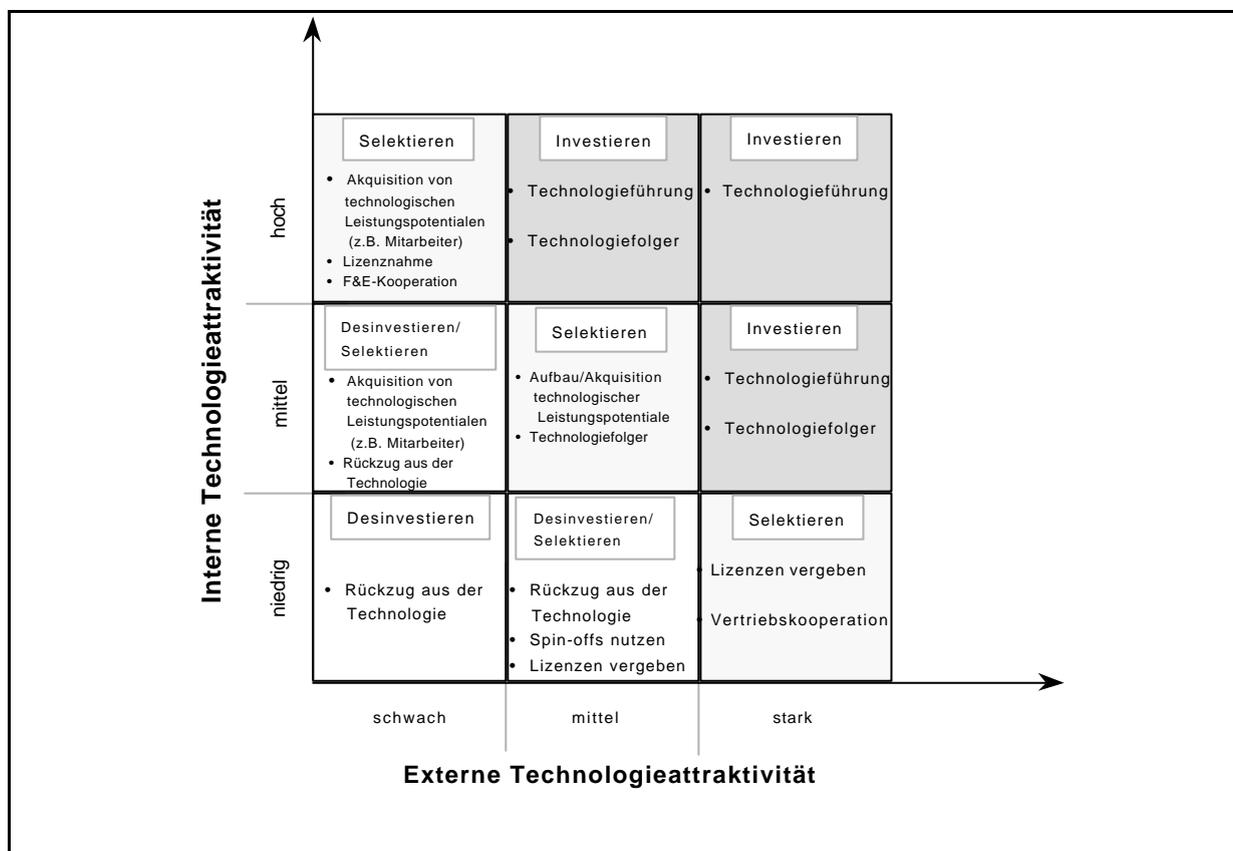


Abbildung 12: Technologieportfolien und Verhaltensempfehlungen<sup>2</sup>

Im Bewertungsansatz von PFEIFFER setzt sich die unternehmensunabhängige Größe beispielsweise aus der Technologiepotential-Relevanz und dem Technologiebedarfspotential zur Technologieattraktivität zusammen<sup>3</sup>. Die interne Technologieattraktivität bildet sich dann als vom

<sup>1</sup> Vgl. Pfeiffer, u.a. (1987), S. 79 ff.

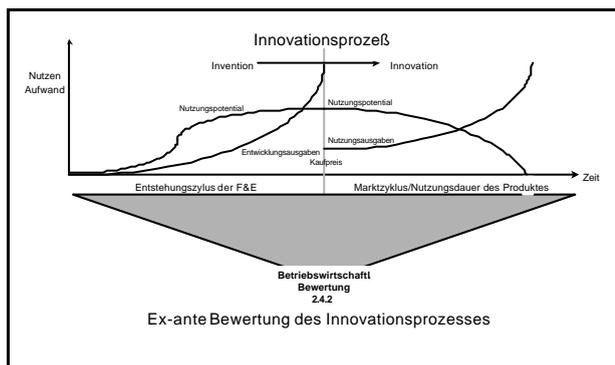
<sup>2</sup> In Anlehnung an Pfeiffer, u.a. (1987), S. 99.

<sup>3</sup> Vgl. Pfeiffer, u.a. (1987), S. 88.

Unternehmen beeinflussbare Dimension aus der Know-how-Stärke des eigenen F&E-Potentials in Verbindung mit der Ressourcenrelevanz und der Möglichkeit, durch Finanzstärke den Innovationsaufwand zu tragen<sup>1</sup>. Zusammen ergibt sich daraus das in Abbildung 12 dargestellte Portfolio, aus dem strategische Verhaltensempfehlungen abgeleitet werden können, ob aus Unternehmenssicht weiter in die bewerteten Technologien investiert werden sollte, ob eine Desinvestition oder eine selektive Investition sinnvoll ist.

Normstrategien sind Empfehlungen, die nicht dogmatisch angewendet werden können, die jedoch durch einen übersichtlichen Vergleich der bewerteten Technologien nach den gleichen Kriterien die Entscheidungssituation transparenter gestalten. Der Portfolioansatz wird im folgenden zur Darstellung der Bewertungsergebnisse Anwendung finden.

#### 2.4.2 Betriebswirtschaftliche (ökonomische) Bewertungsverfahren für Innovationsideen



Die praktische betriebswirtschaftliche Auswahl von Innovationsvorhaben hat sich in drei von ROUSSEL, SAAD und ERICKSON<sup>2</sup> beschriebenen Phasen über die Zeit verändert. In der ersten Generation des F&E-Managements (ca. 1950 - 1970) wurde davon aus-

gegangen, daß F&E-Ergebnisse nicht steuerbar sind. Die Auswahl von Projekten wurde daher aufgrund technisch-wissenschaftlicher Kriterien vorgenommen, welche die technische Realisierbarkeit der Ideen in den Vordergrund stellte. Verkäufermärkte führten dazu, daß technisch Machbares auch einen Käufer fand.

Erst mit der zweiten Generation des F&E-Management (ca. 1970 - 1990) wurde die Bewertung und Auswahl von Innovationsideen als betriebswirtschaftliches Problem thematisiert. Die Märkte wurden enger und preissensibler, gleichzeitig sind die F&E-Kosten durch erhöhte technologische Komplexität gestiegen. Da der Kunde nicht mehr alles kaufte was technisch möglich war, wurde die Auswahl von Innovationsideen bewußter betrieben. Dabei kamen Verfahren der linearen

<sup>1</sup> Vgl. Pfeiffer, u.a. (1987), S. 91.

<sup>2</sup> Vgl. Roussel, Saad (1991), S. 23 ff.

Programmierung und Punktbewertungsverfahren zur Anwendung, in denen wirtschaftliche und technische Leistungskriterien nach quantitativen Maßstäben vergleichbar gemacht wurden<sup>1</sup>.

Mit Beginn der dritten Generation des F&E-Management (seit ca. 1990<sup>2</sup>) wird zunehmend versucht, neben den quantitativen auch qualitative Meßgrößen zu berücksichtigen. Der Wunsch nach einer integrierten Unternehmens- und F&E-Führung erfordert solche Bewertungsverfahren, welche neben den technischen auch die Schnittstellen der F&E zum nachgelagerten Marketing und den Markteinflußgrößen berücksichtigt. Dieser ganzheitlichen Anforderung an Bewertungsverfahren sieht sich auch die vorliegende Arbeit verpflichtet. Auf Bewertungsverfahren dieser Ausprägung geht vor allem der Abschnitt 2.4.4 näher ein.

Durch eine Literaturanalyse - dem Spiegel der theoretischen Sichtweise - wird diese Entwicklung mit kleineren Zeitverzögerungen<sup>3</sup> bestätigt. Abbildung 13 stellt dies im Zusammenhang dar und nennt einige Ansätze zur Auswahl von Innovationsideen.

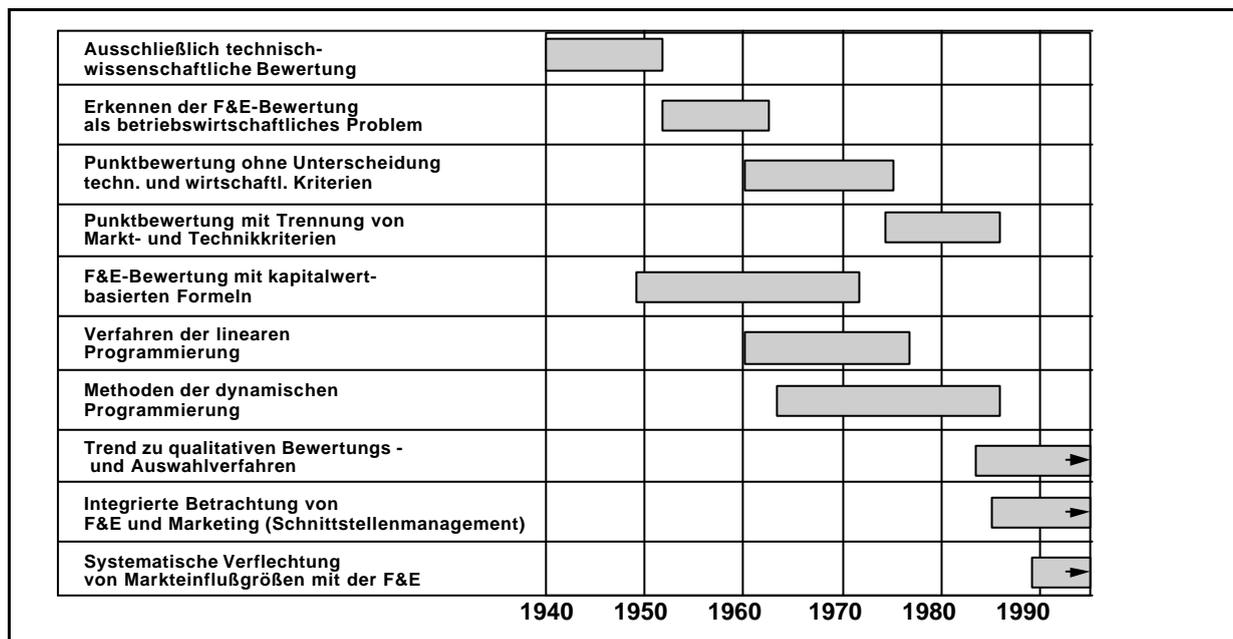


Abbildung 13: Betriebswirtschaftliche Ansätze der Innovationsbewertung<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Vgl. Metze (1980), S. 39 ff.

<sup>2</sup> Für diese Phase typische theoretische Verfahrensansätze erscheinen bereits ab 1975 in der Literatur. Vgl. Zeleny (1976).

<sup>3</sup> Je nachdem ob der Impuls zur wissenschaftlichen Arbeit von Praxisproblemen ausging oder ob die Forschung ihre Impulse an die Unternehmen gab.

<sup>4</sup> Vgl. Böhm (1994), S. 230.

Die Bewertungsansätze der dritten Generation, die auch praktisch umgesetzt wurden, lassen sich nach Abbildung 14 systematisieren<sup>1</sup>. Auf oberster Ebene werden dabei Evaluierungsmodelle für Innovationsprojekte und Innovationsprogramme unterschieden<sup>2</sup>.

Diese Unterscheidung bezieht sich auf die Zielsetzung des Bewertungsverfahrens. Ziel der Programmplanung ist die Optimierung der Interdependenzen und möglichen Synergien aller Innovationsprojekte eines Unternehmens. Bei der Evaluierung von Innovationsprojekten steht dagegen die einzelne Innovationsidee im Mittelpunkt. Der ablauforganisatorisch geprägte Projektbegriff wird dabei mit dem sachlichen Inhalt des Begriffs 'Innovationsidee' gleichgesetzt. Die Programmplanung wird in diesem Zusammenhang nicht weiter berücksichtigt.

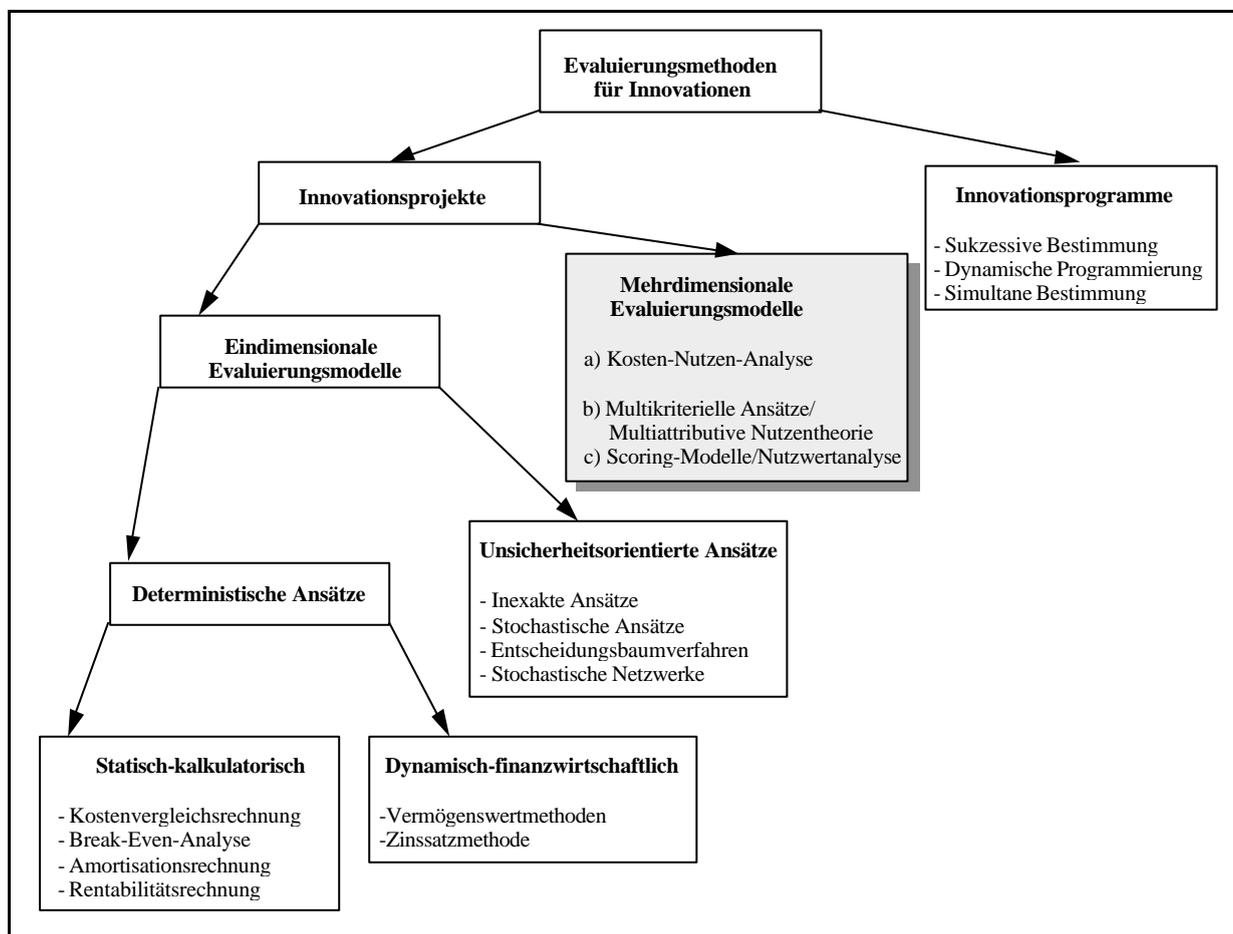


Abbildung 14: Systematik betriebswirtschaftlicher Bewertungsverfahren<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Diese Klassifizierung nach Brose (1982) hat sich in der Literatur durchgesetzt. Vgl. Thoma (1989), S. 29.

<sup>2</sup> Vgl. Brockhoff (1973), S. 201 ff.

<sup>3</sup> Vgl. Brose (1982), S. 218 ff und 304 ff; vgl. Brockhoff (1993b), S. 251.

In der vorliegenden Arbeit finden vor allem die Verfahren weitere Beachtung, welche Innovationsideen (=Innovationsprojekte) mit ein- bzw. mehrdimensionalen Modellen evaluieren (bezogen auf die herangezogenen Kriterien).

Die eindimensionalen Modelle lassen sich in deterministische und unsicherheitsorientierte Ansätze unterscheiden. Durch die Problemstellung wurde bereits deutlich, daß eindimensionale Bewertungsverfahren - auch mit Berücksichtigung von statistischen Unsicherheiten - den vielfältigen wirtschaftlichen Risikodimensionen nur schwer Rechnung tragen können<sup>1</sup>. Diese Verfahren werden im folgenden nur als partieller Bestandteil von mehrdimensionalen Evaluierungsmodellen berücksichtigt.

Die vorliegende Arbeit verwendet mehrdimensionale Evaluierungsmodelle, welche wie folgt charakterisiert werden können:

#### **a) Kosten-Nutzen-Analyse<sup>2</sup>**

Kosten-Nutzen-Analysen haben ihren konzeptionellen Ursprung in der Allokation von öffentlichen Forschungsmitteln und entstanden vor einem volkswirtschaftlichen Hintergrund. Mit ihrem Bestreben, auch nicht-monetäre Wirkungen mit Preisen zu belegen, markiert die Kosten-Nutzen-Analyse den Übergang von mono- zu multikriteriellen Evaluierungsmethoden und versucht somit alle mit einem Projekt verbundenen Wirkungen zu erfassen<sup>3</sup>. Der Aufbau der Kosten-Nutzen-Analyse entspricht dem von Investitionskalkülen, wobei der zeitlichen Verteilung der Zahlungsströme mit Diskontierung entsprochen wird.

Die Eignung der Kosten-Nutzen-Analyse als Maßstab für die Bewertung von Innovationsideen ist auf den Fall eingeschränkt, daß sich der Nutzen in monetären Erträgen fassen läßt, was im Zusammenhang mit einer brüchigen theoretischen Fundierung eine ex-ante Anwendung fraglich erscheinen läßt<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> Vgl. z. B. Thoma (1989), S. 28; vgl. Brose (1982), S. 409 ff und 421 ff; vgl. Hahn, Laßmann (1986), S. 374.

<sup>2</sup> Beschreibungen der Kosten-Nutzen-Analyse im hier verwendeten Zusammenhang finden sich in: Hanusch (1994); Rinza, Schmitz (1992); Fröhling (1994) sowie in der Literatur zur Conjoint-Analyse.

<sup>3</sup> Vgl. Brose, (1982), S. 314 f.

<sup>4</sup> Vgl. ebenda, S. 315 und S. 316.

Schwierigkeiten der Kosten-Nutzen-Analyse liegen darüberhinaus in der Erfassung und Zurechnung von Nutzen und Kosten, sowie in der Berücksichtigung der Unsicherheit des Innovationsprozesses. Die Kosten-Nutzen-Analyse stellt in ihrer Weiterentwicklung zur auch nicht-monetäre Einheiten berücksichtigenden Kostenwirksamkeitsanalyse eine methodische Basis für die LZA-Analyse dar. Die notwendige theoretische Fundierung der ex-ante Berücksichtigung von Nutzen und Aufwand wird in dieser Arbeit für den auf den Lebenszyklus erweiterten Betrachtungshorizont gelegt.

Bisher reicht der erfaßte Horizont der Ausgaben und Einnahmen von in der Literatur aufgeführten Verfahren nur bis zum Verkauf eines Produktes und vernachlässigt die kundenrelevanten Ausgaben der Nutzung und Außerbetriebstellung des Produktes. Lediglich WÜBBENHORST hat in seinem Grundlagenwerk zum Lebenszykluskostenansatz in der deutschsprachigen Literatur auf die wünschenswerte Unterstützung von Kaufentscheidungen mit Lebenszykluskosten hingewiesen, ohne diesen Ansatz jedoch weiterzuverfolgen oder näher auf die einzelnen Einflußgrößen einzugehen<sup>1</sup>.

#### **b) Multikriterielle Entscheidungsmodelle/ Multiattributive Nutzentheorie<sup>2</sup>**

Unter dem Überbegriff ‚multikriterielle Entscheidungsmodelle‘ werden multidimensionale und multiattributive Ansätze zusammengefaßt. Multidimensionale Ansätze zeichnen sich durch quantifizierbare Ziele unter den Beschränkungen von trade-offs aus, während multiattributive Ansätze von einer begrenzten Anzahl von Alternativen ausgehen. Alle methodischen Varianten der multidimensionalen und -attributiven Entscheidungsmodelle weisen gleiche Charakteristika auf:

1. Vielschichtige Ziele.
2. Diverse Handlungsalternativen.
3. Vergleichende Prozesse bezüglich der Alternativen zur Erreichung der Ziele.

Während die reine multiattributiv-Entscheidung ein Selektionsproblem darstellt, besteht das Designproblem der multidimensionalen Entscheidungsmodelle in der Auswahl der ‚besten‘ Alternative auf Basis quantifizierbarer Ziele in Form von Beschränkungen und Informationen. Die

---

<sup>1</sup> Vgl. Wübbenhorst (1984), S. 42.

<sup>2</sup> Beschreibungen multikriterieller Ansätze im hier verwendeten Zusammenhang finden sich in: Schneeweiß (1990) und Zeleny (1976).

daraus weiterentwickelten multiattributiven Nutzentheorien weisen wesentliche Übereinstimmungen mit der Nutzwertanalyse auf und teilen folgende Prämissen<sup>1</sup>:

- Ermittlung des Gesamtnutzens durch systematische Erfassung von zerlegten Entscheidungsproblemen.
- Bestimmung der Präferenzordnung und Gewichtung der Zielkriterien.
- Annahme der Optimalentscheidung bei konsequenter Verfolgung der Präferenzstruktur.

Die multiattributive Theorie arbeitet nicht mit Wahrscheinlichkeitsverteilungen für unsichere Erwartungsstrukturen sondern mit der Präferenzanalyse<sup>2</sup>.

### c) Scoring-Modelle/Nutzwertanalysen<sup>3</sup>

Ausgangspunkt der Überlegungen sind multivariable Zielstrukturen, mit denen sämtliche situationsrelevanten Bestandteile eines unternehmerischen Zielsystems berücksichtigt werden können. Die Vielzahl von Zielkriterien und die unterschiedlichen Zielgrößen können zu einem eindeutigen Ergebnis in Form eines Gesamtprojektwertes zusammengefaßt werden. Die einzelnen Zielkriterien bzw. -merkmale werden mit Wertgrößen beziffert, gewichtet und zu einem Gesamtwert zusammengefaßt.

Differenzierte Verfahrensvarianten für unterschiedliche Projekttypen sorgen für hohe Anwendungsflexibilität und Anpassungsmöglichkeiten an die Projekt- und Unternehmensgegebenheiten. Unter Einbeziehung des Wertesystems des Entscheidungsträgers kann die Entscheidung hinsichtlich situationsrelevanter Ziele und Präferenzen intersubjektiv nachvollzogen werden. Die Dimensionslosigkeit des Nutzwertes ermöglicht eine Zuordnung zum vieldimensionalen Wertesystem und der Präferenzstruktur des Entscheidungsträgers.

Die Nutzwertanalyse dient bei der LZA-Analyse zur Erfassung der nicht-monetären Nutz- und Aufwandswerte.

---

<sup>1</sup> Siehe Abschnitt 4.1.3.

<sup>2</sup> Vgl. Brose (1982), S. 324.

<sup>3</sup> Beschreibungen der Nutzwertanalyse im verwendeten Zusammenhang finden sich in: Bechmann (1978); Lillich (1992); Schneeweiß (1990); Zangemeister (1971).

Die Stärken- und Schwächen der drei gebräuchlichsten multikriteriellen Bewertungsverfahren für Innovationsprojekte stellt Abbildung 15 dar. Dabei sind die drei Verfahren in ihrer Ursprungsform berücksichtigt - Abwandlungen und Verfahrensmischungen sind durchaus möglich und in der Praxis üblich.

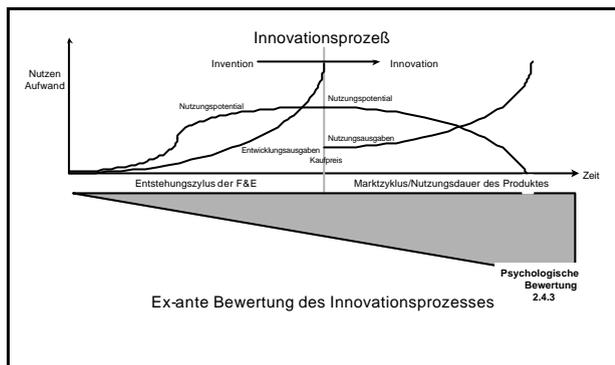
Modelle Kriterien	Kosten-Nutzen-Analysen	Multiattributive Nutzentheorie	Scoring-Modelle Nutzwertanalyse
Plurale Zielorientierung	teilweise	ja	ja
Erfassung nicht-monetärer Zielgrößen	ja, indirekt	ja, direkt	ja, direkt
Abstraktionsgrad	„mittel“	„gering“	„gering“ bis „sehr gering“
Berücksichtigung der Unsicherheit	Teilweise möglich	explizit	explizit
Berücksichtigung von Präferenzstrukturen	implizit oder explizit	explizit	explizit
Berücks. von Interdependenzen	Teilweise	ja	ja
Anschaulichkeit der Vorgehensweise	„mittel“	„eingeschränkt“	„gut“
Rechenaufwand	hoch	sehr hoch	hoch

Abbildung 15: Vergleich mehrdimensionaler Evaluierungsverfahren<sup>1</sup>

Über die Beschreibung der vorliegenden Verfahren hinausgehende Ansätze zur Weiterentwicklung der theoretischen Verfahrensansätze in praktisch anwendbare Bewertungsverfahren und Erfahrungsberichte sind in der Literatur vorhanden und werden in Abschnitt 2.4.4 vorgestellt.

<sup>1</sup> Vgl. Brose (1982), S. 381.

### 2.4.3 Psychologische (marktliche) Bewertungsverfahren für Innovationsideen



Psychologische Bewertungsverfahren setzen im Unterschied zu den technischen und betriebswirtschaftlichen Verfahren nicht die Innovationsidee in den Mittelpunkt der Bewertungsaktivitäten, sondern haben das Ziel, das Verhalten von potentiellen

Konsumenten vorherzusagen und zu erklären<sup>1</sup>. Die Psychologie des Käuferverhaltens<sup>2</sup> befaßt sich als Teilgebiet der Wirtschaftspsychologie speziell mit den Aspekten des Konsumgütermarktes und hat dabei vor allem die Beschreibung des Nachfrageverhaltens von Konsumenten in Käufermärkten zum Inhalt<sup>3</sup>. Mit diesen Kriterien werden durch die Kaufverhaltensforschung die potentiellen Abnehmer untersucht, welche aus einer Invention eine Innovation machen<sup>4</sup>.

Die komplexeren psychologischen Modelle zur Produktbeurteilung gehen vorwiegend davon aus, daß sich die reflektierte Meinungsbildung anhand von Teilurteilen hinsichtlich der Produktbestandteile und -attribute herausbildet<sup>5</sup>. Bei typischen Auswahlmodellen dieser Art werden Eigenschaftsausprägungen des Produktes<sup>6</sup> mit deren Wichtigkeit bewertet, wobei unterschiedliche heuristische Regeln angewendet werden können:

- Bei der *konjunktiven Regel* werden alle Innovationsideen eliminiert, die auf bestimmten Eigenschaftsdimensionen nicht einen Mindestwert erreichen.
- Die *disjunktive Regel* schließt Innovationsideen aus, die nicht mindestens auf einer Eigenschaftsdimension einen hohen Wert erreichen.
- Bei der *lexikographischen Regel* werden Innovationsideen eliminiert, die bei den im Vorfeld zu bestimmenden wichtigsten Eigenschaften schlecht abschneiden.

<sup>1</sup> Vgl. Zimbardo (1995), S. 4 f.

<sup>2</sup> Oft auch als Marktpsychologie beschrieben, etwa von Rosenstiel, Ewald (1979) oder Irlé (1983).

<sup>3</sup> Vgl. Wiswede (1991), S. 271.

<sup>4</sup> Vgl. Definition der Verwendung des Innovationsbegriffs in dieser Arbeit, Abschnitt 2.1.1.

<sup>5</sup> Vgl. Wiswede (1991), S. 278. Psychologische Basis für die Multiattributiv-Ansätze der Betriebswirtschaft.

<sup>6</sup> Z. B. innovative Bestandteile und Merkmale eines Produktes, die aus Innovationsideen hervorgehen.

Diese Entscheidungsregeln definieren bereits relativ einfache Auswahlverfahren. Komplexere Verfahren der Produktbeurteilung sind die sogenannten Multi-Attribut-Modelle, bei denen die Ausprägungen der einzelnen Kriterien miteinander verbunden sind - ein hohes Ergebnis bei einem Kriterium kann ein niedriges Ergebnis bei einem anderen Kriterium ausgleichen.

Vor allem drei Grundmodelle (Skalierungsverfahren) werden mit ihren Abwandlungen in der Marktpsychologie diskutiert:

- Im Rosenberg-Modell<sup>1</sup> werden die jeweiligen Ausprägungen der als wichtig erkannten Produkteigenschaften multiplikativ mit ihrer jeweiligen Wichtigkeit verknüpft. Mit der Festlegung der Gewichtungen einzelner Ausprägungen kann somit das Bewertungsergebnis beeinflusst werden. Dieser Modellansatz wird auch in dieser Arbeit weiterverfolgt.
- Das Fishbein-Modell<sup>2</sup> ermittelt die Gewichtung der Eigenschaften eines Produktes über die Wahrscheinlichkeit des Vorliegens dieser Eigenschaft bei dem betreffenden Objekt. Dieser Wahrscheinlichkeitswert wird dann mit der Bewertung der Eigenschaft multipliziert. Diese Modelle werden in der Produktpsychologie in unterschiedlichen Abwandlungen eingesetzt<sup>3</sup>. Wegen des Schwerpunktes dieses Modells im Bereich der Image-Ermittlung von Marken als Grundlage für Kaufentscheidungen von innovativen Produkten wird das Modell in dieser Arbeit nicht verwendet.
- Im Trommsdorff-Modell<sup>4</sup> wird von einer Gewichtung der einzelnen Ausprägungen abgesehen. Die Ausprägung einer Eigenschaft wird statt dessen mit dem Idealzustand verglichen, den sich die befragte Person vorstellen kann. Dadurch wird insgesamt ein Idealbild für das Produkt generiert, welches mit den realen Eigenschaften in Diskrepanz gesetzt wird. Die Ermittlung des Idealbildes stellt sich in der Bewertungspraxis als Problem heraus, weil gerade für innovative Produkte die Formulierung der idealen Produktmerkmale sehr schwierig ist. Das Trommsdorff-Modell findet daher in dieser Arbeit keine Anwendung.

---

<sup>1</sup> Vgl. Rosenberg (1960).

<sup>2</sup> Vgl. Fishbein, Ajzen (1975).

<sup>3</sup> Vgl. Wiswede (1991), S. 279.

<sup>4</sup> Trommsdorff (1975).

Die beschriebenen Modelle machen Aussagen darüber, wie die unterschiedlichen Fragestellungen bei der Bewertung von innovativen Produktmerkmalen miteinander in Beziehung gesetzt werden können. Um das Verhalten spezifischer Käuferschichten oder auch einzelner Käufer im Bezug auf Produkte mit umgesetzten Innovationsideen zu erklären und voraussagen, müssen zentrale Fragestellungen der Käuferverhaltensforschung beantwortet werden. MEFFERT hat diese zentralen Fragen zur Prognose des Kaufverhaltens von spezifischen Zielgruppen in einen Bezugsrahmen gebracht, der in Abbildung 16 dargestellt ist.

Bezüglich der Bewertung von Innovationen sind die nicht vom Unternehmen kontrollierten Faktoren ungeeignet, um ex-ante-Aussagen zum möglichen Erfolg von Innovationsideen zu machen, weil sie auf individueller Ebene unterschiedlich wirken. Die Gruppe der unmittelbar beobachtbaren Konsumentenreaktionen beziehen sich zwar auf eine ex-post-Sichtweise, dienen aber im Sinne der Marktforschung als Inputmaterial für die ex-ante-Planung. Besonders das in die Zukunft fortgeschriebene Verwendungsverhalten von Kunden ist jedoch als Entscheidungskriterium für Innovationen zu untersuchen.

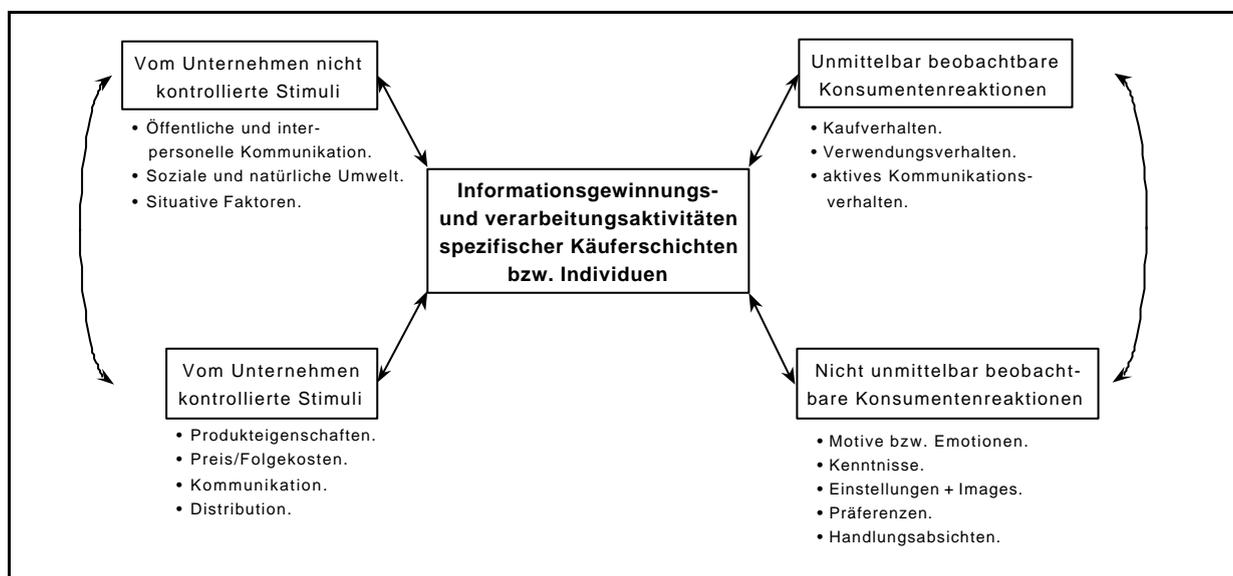


Abbildung 16: Bezugsrahmen für die zentralen Fragestellungen der Käuferverhaltensforschung<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nach Meffert (1992), S. 25.

Das größte Potential der Fragestellungen zur Käuferverhaltenssteuerung für die ex-ante Bewertung von Innovationsideen ist bei den vom Unternehmen kontrollierten Stimuli zu sehen. Dazu gehören vor allem die Produkteigenschaften als Leistungsprofil des innovativen Produktes. Um in den Genuß dieser Leistungen kommen zu können, müssen die Leistungen durch Kommunikationsmaßnahmen bekannt gemacht werden und die Produkte müssen über die Distributionskanäle für den Kunden verfügbar sein. Neben den Produktleistungen sind vor allem der Preis und die Folgekosten des Produktes entscheidende, direkt vom Unternehmen beeinflussbare Stimuli zur Steuerung des Kaufverhaltens.

Während Kommunikation und Distribution erst mit der Markteinführung des Produktes wirksam werden, sind die Produkteigenschaften sowie deren möglicher Marktpreis und die zu erwartenden Folgekosten bereits in der Konzeptionsphase abschätzbar und können damit für ex-ante Bewertungsverfahren von Innovationsideen verwendet werden.

Über diese Kriterien der Kaufverhaltensforschung hinaus beschäftigt sich die Psychologie der Innovation mit den psychischen Reaktionen von Konsumenten auf neue Produkte. Der Innovationsbegriff wird dabei so verwendet, daß nur Produkte berücksichtigt werden, die der Verbraucher als neuartig in ihrer Gesamtheit, bezüglich eines Produktattributes oder dem Verwendungszweck wahrnimmt<sup>1</sup>. Faktoren, die zur Akzeptanz einer Innovation führen, sind nach ROBERTSON<sup>2</sup> beispielsweise die Belohnungserwartung des Konsumenten, der geringe Strafreizcharakter, die gute Kommunizierbarkeit der Innovation sowie die Kompatibilität mit den bisherigen Normen und kulturellen Werten.

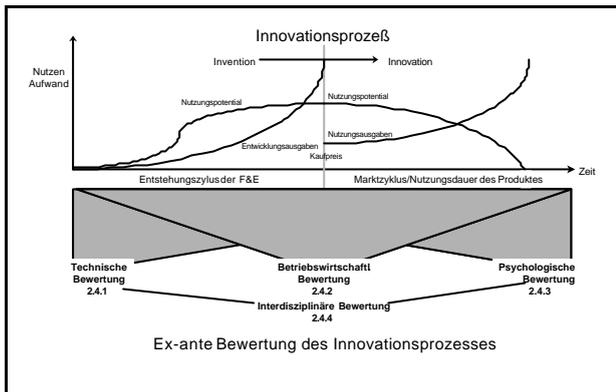
Neben den speziellen Bewertungsverfahren einzelner wissenschaftlicher Disziplinen gibt es mittlerweile auch Bestrebungen, welche die unterschiedlichen Aspekte der vorgestellten Verfahren in interdisziplinären Ansätzen miteinander verbinden.

---

<sup>1</sup> Vgl. Wiswede (1991), S. 281.

<sup>2</sup> Siehe Robertson (1971).

### 2.4.4 Interdisziplinäre Bewertungsverfahren für Innovationsideen



In den achtziger Jahre setzte sich der Trend zu einer ganzheitlichen und integrierten Betrachtungsweise durch, welcher die Zusammenhänge von F&E und Betriebswirtschaftslehre in Bewertungsverfahren berücksichtigt und ausgleicht<sup>1</sup>.

Da sich der interdisziplinäre Ansatz vor allem durch praktische Anforderungen weiterentwickelt hat, werden im folgenden beispielhaft konkrete Bewertungsverfahren vorgestellt.

SEIDEL und KOHN stellten 1985 ein Bewertungsverfahren für Innovationen auf, welches die Faktoren 'Projektkosten', 'Projektutzen', 'Projektrisiken' und 'Projektchancen' aus Unterkriterien (siehe Abbildung 17) zusammenfaßt und dann in einem Projektprofil darstellt.

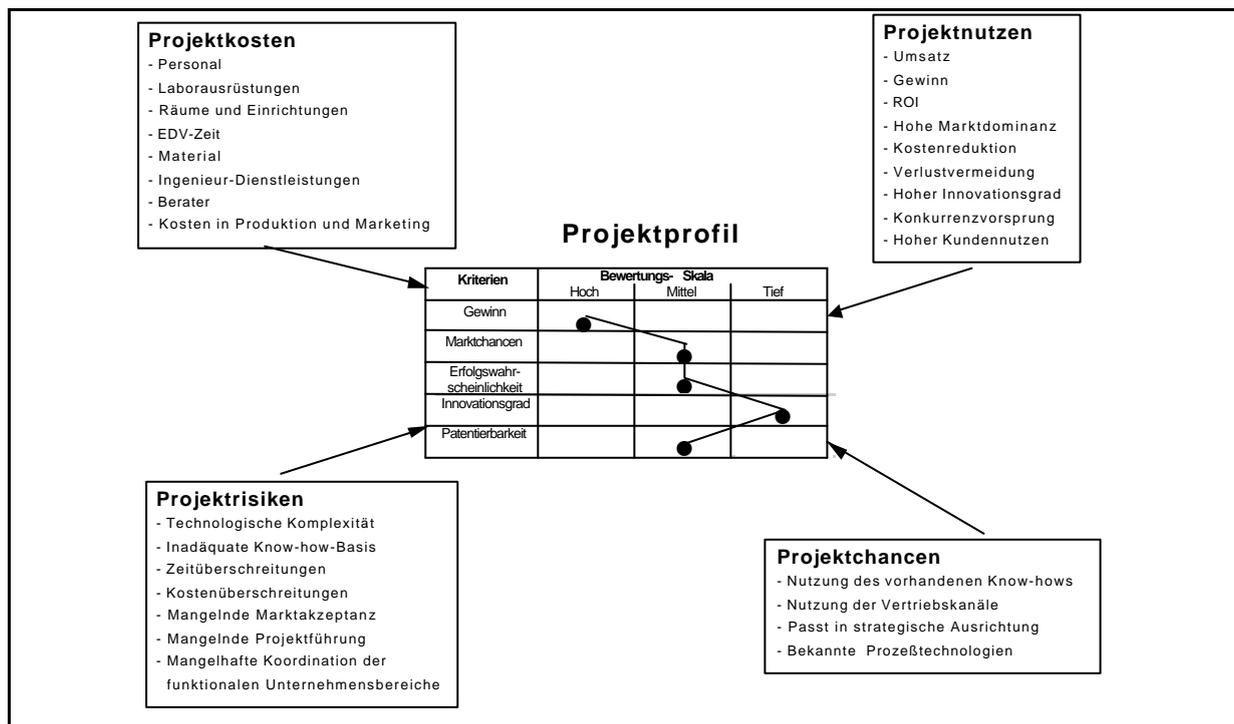


Abbildung 17: Bewertung neuer Projektvorhaben in Projektprofilen<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Vgl. Ludwig (1985), S. 54 ff, sowie Abschnitt 2.4.2.

<sup>2</sup> Nach Seidel, Kohn (1985), S. 29; vgl. Eckert (1985), S. 248 f.

Die Kostenseite und die strategischen Chancen der Innovationsidee werden in diesem Verfahren durch mehrere Kriterien abgefragt. Problematisch bleibt die Erfassung des Erfüllungsgrades der Kriterien durch die Ideen und die Berücksichtigung der Kundeninteressen. Kundeninteressen werden überhaupt nur mit einem Kriterium (hoher Kundennutzen als Unterkriterium von Projektnutzen) berücksichtigt, welches nicht weiter detailliert wird. Im Mittelpunkt stehen hauptsächlich unternehmensintern ausgerichtete Kosten-Nutzen-Analysen und Risiko-Chancen-Analysen. Trotz der internen Ausrichtung der Kriterien dürfte die Erfassung und Gewichtung der Bewertungsergebnisse in der betrieblichen Praxis aufgrund mangelnder Standardisierung auf Probleme stoßen.

HÜTTEL versucht in seinem Bewertungsansatz die Praktikabilität des Verfahrens durch eine Reduzierung der relevanten Kriterien zu erreichen. Aus zwanzig Kriterien errechnet er in einer Matrix für jede Innovationsidee einen Punktwert (siehe Abbildung 18). Dieses Vorgehen entspricht der Methodik von Scoring-Modellen unter Berücksichtigung interdisziplinärer Kriterien.

Einflußbereiche	A relatives Gewicht	B Ergebnisbeitrag des Einflußbereichs (Wirkungskoeffizient)											AxB Wert- zahlen
		0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
Ruf des Untern.	0,20							x					0,120
Marketing	0,20										x		0,180
F&E	0,20								x				0,140
Personal	0,15							x					0,090
Finanzen	0,10										x		0,090
Produktion	0,05									x			0,040
Standorte	0,05				x								0,015
Einkauf	0,05										x		0,045
<b>Summen:</b>	<b>1,0</b>	<b>schlecht</b>			<b>mittel</b>			<b>gut</b>			<b>0,720</b>		

Abbildung 18: Matrix zum Vergleich von Innovationsideen<sup>1</sup>

Problematisch bleibt bei diesem Verfahren vor allem die Ermittlung der Gewichtungsfaktoren, aber auch die fehlende Einbindung von Kunden bei der Nutzenermittlung.

<sup>1</sup> Nach Hüttel (1998), S. 122.

Durch die einseitige Befragung des Entwicklungsbereichs auch zu Finanz- und Kundennutzenkriterien der Innovationsideen besteht die Gefahr der Beeinflussung des Auswahlresultates.

THOMA vermeidet bei der Aufstellung eines Auswahlverfahrens für Innovationsideen bewußt die Überführung quantitativer Kriterien in Punktwerte<sup>1</sup>, wie es bei reinen Scoring-Modellen nötig ist. Das führt zu einer Trennung von qualitativen und quantitativen Kriterien, wobei diese Detaillierung erst nach einer Vorauswahl herbeigeführt wird. Zur Verbesserung der Informationsgrundlage für die ex-ante Beurteilung von Innovationsideen fordert THOMA den Einsatz bereichsübergreifender Expertengruppen.

Für die Vorauswahl bewährt sich in diesem Bewertungsverfahren der Einsatz von Rating-Scalen für Projektprofile, deren Datendetaillierung auch für mehrere Ideen noch handhabbar bleibt. Die qualitative Grobbeurteilung erfolgt dabei anhand der Dimensionen: 'Strategie-Vereinbarkeit', 'Technik-Attraktivität', 'Markt-Attraktivität' und 'Ressourcenstärke' (siehe Abbildung 19).

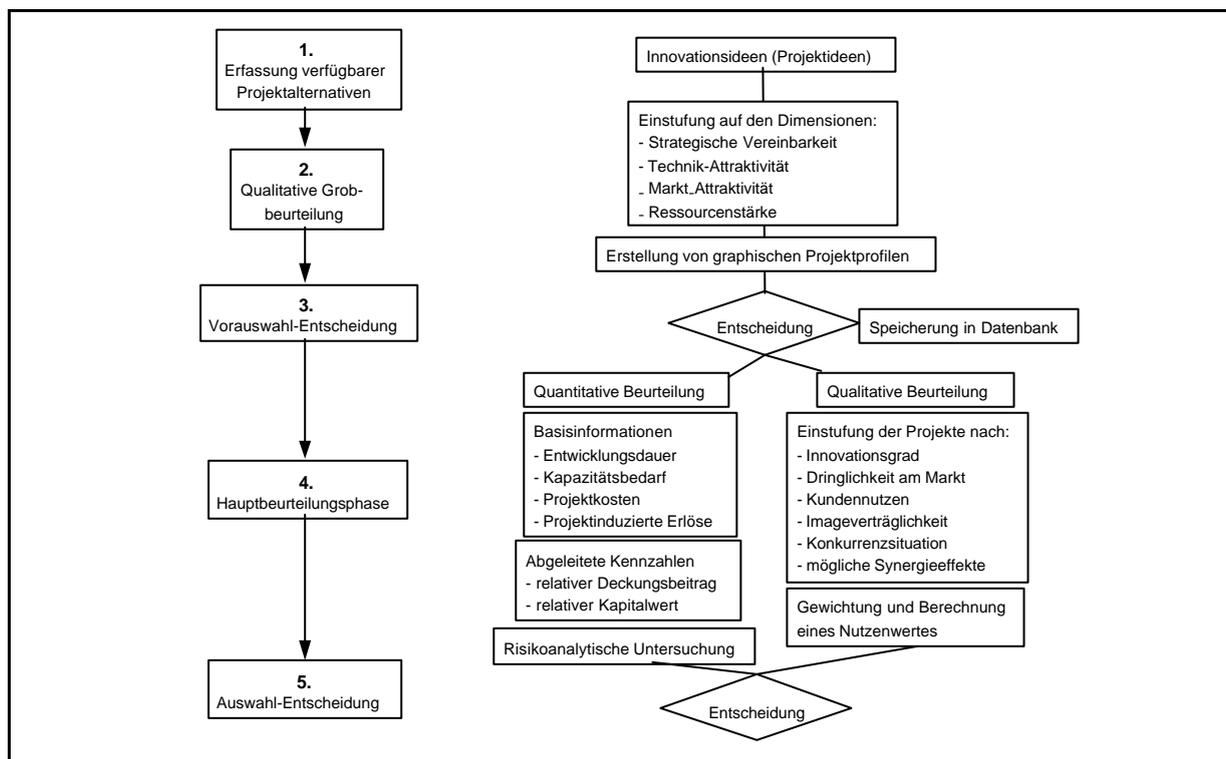


Abbildung 19: Verfahrensablauf zur ex-ante-Beurteilung von Entwicklungsprojekten<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Vgl. Thoma (1989), S. 68 ff.

<sup>2</sup> Nach Thoma (1989), S. 214.

Entwicklungsprojekte, die den Vorfilter erfolgreich durchlaufen, werden quantitativ auf ihre 'Entwicklungsdauer', auf den 'F&E-Kapazitätsbedarf', die 'Projektkosten' und die 'projektinduzierten Erlöse' hin untersucht, um daraus Kennzahlen wie Deckungsbeitrag, relativen Kapitalwert und Return-On-Investment (ROI) zu berechnen.

Gleichzeitig werden die Projektvorschläge qualitativ auf Innovationsgrad, Marktdringlichkeit, Kundennutzen, Imageverträglichkeit, Konkurrenzsituation und mögliche Synergieeffekte untersucht. Qualitative und quantitative Bewertungsergebnisse bleiben nebeneinander stehen und werden nicht miteinander verknüpft. Die Zusammenfassung der Ergebnisse geschieht in verbaler Form. Positive und negative Ergebnisse aus der quantitativen und der qualitativen Analyse werden als Aussagen formuliert, welche den Entscheidungsträgern zur Gewichtung vorgelegt werden.

Das Bewertungsverfahren von THOMA wurde aus der Unternehmenspraxis (Automobilindustrie) abgeleitet und wird dort auch angewendet. Die Unternehmens- und Technikinteressen werden sehr gut in qualitativen und quantitativen Kriterien durch interdisziplinäre Teams berücksichtigt. Die Beurteilung des Kundennutzens bleibt den Technikern in einem qualitativen Beurteilungskriterium überlassen. Der kundenseitige Lebenszyklus des Produktes vom Kauf bis zum Recycling findet jedoch keine Beachtung bei der Auswahl der Innovationsideen. Im Mittelpunkt der Auswahlentscheidung stehen auch in diesem Bewertungsverfahren die Interessen des Unternehmens und speziell die des Entwicklungsbereiches.

Einen anderen Ansatz wählt POPP mit dem Innovations-Management-System (IMS)<sup>1</sup>. Qualitative und quantitative Beurteilungskriterien werden bei diesem Verfahren zur Evaluation von Innovationsprojekten in einem Netzwerk so dargestellt, daß die Beeinflussung technischer und wirtschaftlicher Risiken und Chancen deutlich wird.

In Analogie zur Netzplantechnik werden alle auszuführenden Aktivitäten mit den ihnen zugrundeliegenden Entscheidungen in Äste überführt, die mit Knoten zur Kennzeichnung von Projekt ereignissen verbunden werden. Sowohl den Ästen wie auch den Ereignissen sind dann in einem zweiten Schritt die sie bestimmenden Parameter wie Ein- und Auszahlungen,

---

<sup>1</sup> Vgl. Popp (1988), S. 735 ff.

Durchführungszeiten, Kapazitäten, Erfolgs- und Mißerfolgswahrscheinlichkeiten usw. zuzuordnen. Daraus ergibt sich ein Netzplan wie in Abbildung 20 darstellt.

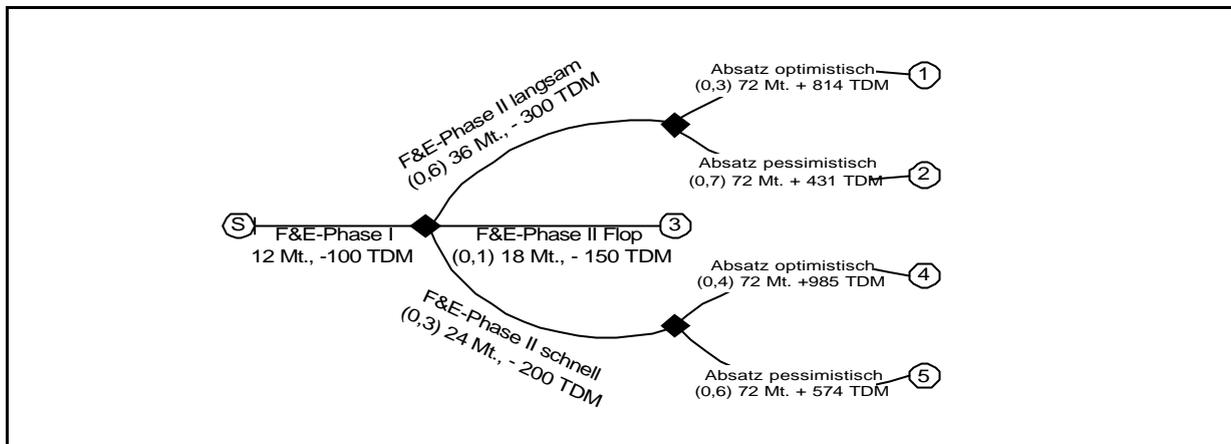


Abbildung 20: Entscheidungsnetz eines Innovationsvorhabens nach IMS<sup>1</sup>

Aus dem Netzplan, der durch Expertenbefragung ausgefüllt wird, kann nun abgelesen werden, mit welchen Wahrscheinlichkeiten welche Projektverläufe eintreten und welche finanziellen Auswirkungen der jeweilige Verlauf für das Unternehmen hat<sup>2</sup>. Im Beispiel wird die zweite F&E-Phase mit einer Wahrscheinlichkeit von 30% schnell in 24 Monaten abgeschlossen und benötigt dabei 200.000 DM an finanziellen Mitteln. Mit einer Wahrscheinlichkeit von  $0,3 \times 0,4 = 0,12$ , also 12% ergibt sich daraus ein optimistischer Absatz mit einem Return von 985.000 DM. Nach der gleichen Vorgehensweise kann dann aber auch ein pessimistischer Ansatz oder das wahrscheinlichste Szenario jeweils mit seinen Kapitalwerten errechnet werden.

Der Vorteil dieses Bewertungsverfahrens besteht in der flexiblen Ableitung von Chancen und Risikopotentialen für jeden Zeitpunkt des Projektablaufs, die sich in unterschiedlichen Darstellungen sehr aussagekräftig präsentieren lassen. Als problematisch hat sich in der Praxis jedoch die Ermittlung der Zahlungsströme, sowie die Festlegung der Eintrittswahrscheinlichkeiten erwiesen.

<sup>1</sup> Nach Popp (1988), S. 740.

<sup>2</sup> Vgl. Völker (1997), S. 255.

Allen beschriebenen Bewertungsverfahren ist gemeinsam, daß sie technischer orientiert sind, als es die Marktorientierung in der Definition von Innovation vermuten lassen würde. Diese Aussage wurde sowohl in der Literatur<sup>1</sup> als auch in der Praxis empirisch nachgewiesen<sup>2</sup>. Bei stark F&E-orientierten Innovationsprozessen kann beispielsweise nach diesen Studien mit einer Markterfolgsrate von etwa 40% gerechnet werden, während ein zwischen den Schnittstellen von F&E, Marketing und Produktion ausbalancierter Prozeß mit Erfolgsquoten von bis zu 90% aufwarten könnte (erfolgreich am Markt umgesetzte Innovationsideen). Der große Unterschied zwischen diesen beiden Erfolgsraten läßt sich auf eine zu technisch orientierte Auswahl von Innovationsideen zurückführen, was durch ein kundennutzenorientiertes Bewertungsverfahren zu vermeiden ist.

Zusammenfassend kann das Ergebnis des Entdeckungszusammenhangs als Forschungslücke formuliert werden<sup>3</sup>:

Bei der Entscheidung von Innovationsvorhaben sind die Interessen des Marktes mit seinen potentiellen Kundenforderungen, die Interessen des Unternehmens nach einem ökonomischen Vorteil für die Risikofinanzierung und die technischen Möglichkeiten des F&E-Bereichs miteinander in Ausgleich zu bringen. Obwohl diese Forderung in der Literatur theoretisch anerkannt ist, mangelt es an Bewertungsverfahren die diesen Anspruch praktisch umsetzen. Mit der Adaption des Lebenszyklusansatzes auf die Bewertung von Innovationsideen wird in der vorliegenden Arbeit ein Beitrag zur Schließung dieser Lücke geleistet.

---

<sup>1</sup> Vgl. Geschka, Corsten (1989), S. 57 ff.

<sup>2</sup> Vgl. Bierfelder (1985), S. 642 ff.

<sup>3</sup> Vgl. Hahner (1996), S. 13 ff.

### 3 LZA-Analyse als Bewertungsansatz

Die Darstellung des Entdeckungszusammenhangs im vorherigen Kapitel wird im vorliegenden Kapitel konzeptionell um einen Lösungsansatz ergänzt. In Abschnitt 3.1 werden dazu die verbindenden Eigenschaften des Lebenszyklusansatzes zwischen den Interessengruppen des Innovationsprozesses theoretisch untersucht. Dabei wird deutlich, daß jede Gruppe ihre Interessen in den Größen von Nutzen und Aufwand über den zeitlichen Lebenszyklus ausdrücken kann, womit die unterschiedlichen Sichtweisen vorurteilsfrei nebeneinandergestellt und ausgeglichen werden können (siehe Abbildung 21).

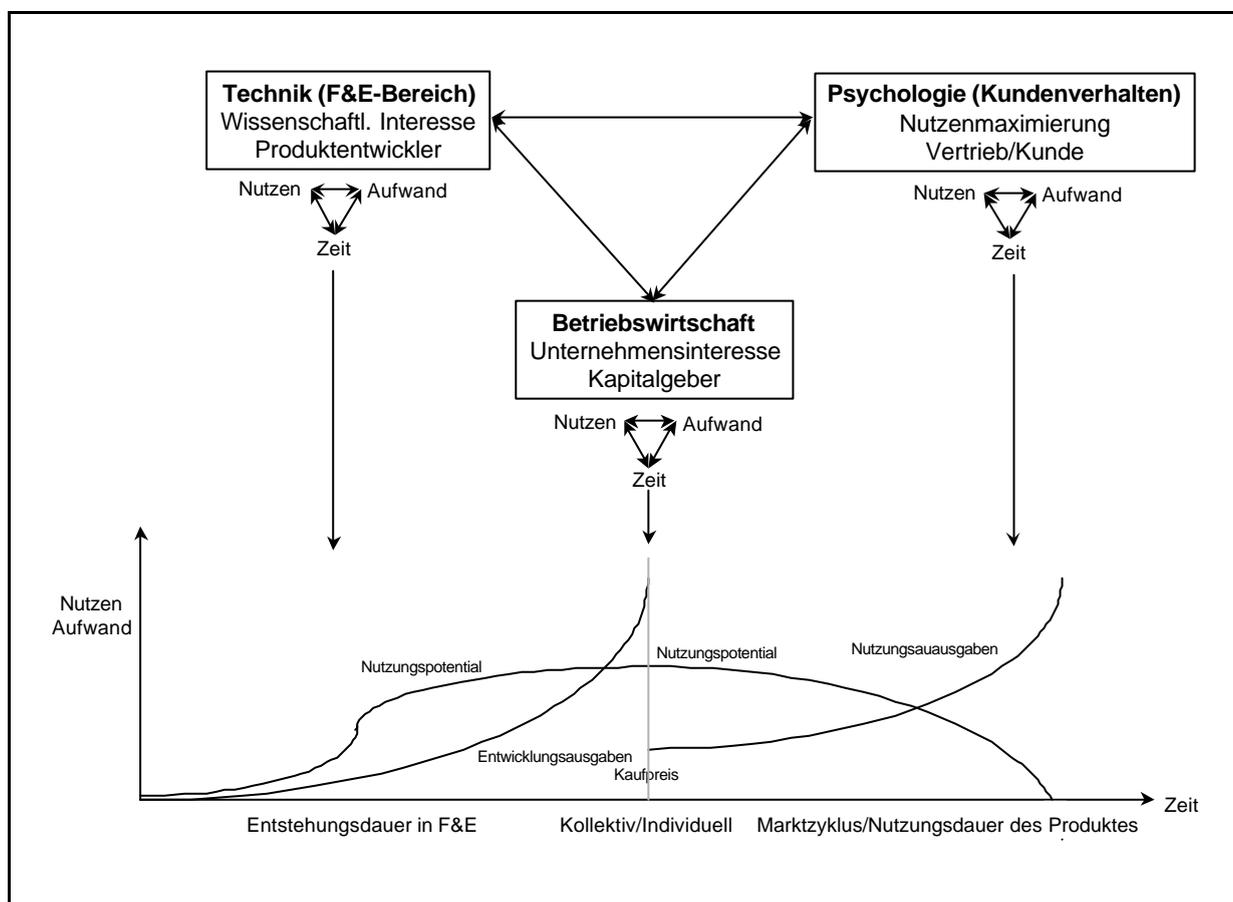


Abbildung 21: Gliederungsübersicht Kapitel 3

Die Herkunft und Entwicklung des Lebenszykluskonzeptes beschreibt der Abschnitt 3.2. Nachdem damit der aktuelle Stand der Lebenszyklusdiskussion dargelegt wurde, können anhand des magischen Dreiecks der Erfolgsdeterminanten aus Aufwand, Nutzen und Zeit in Abschnitt 3.3 die Verbindungen der Bausteine einer LZA-Analyse so dargestellt werden, daß eine Einordnung des Verfahrens in die vorhandenen Steuerungsmechanismen der Unternehmen deutlich wird.

Damit ist ein Lösungsansatz zwar logisch-deduktiv aus der Problemstellung des 2. Kapitels hergeleitet worden, es bleibt aber zu bewerten, inwieweit dieser Gedankenansatz theoretisch und praktisch das Potential zur Problemlösung hat.

In Abschnitt 3.4 wird der Bewertungsansatz für Innovationsideen auf sein Lösungspotential überprüft, indem die Kompatibilität der Bewertungsbausteine mit den im Abschnitt 2.3 festgelegten Anforderungen des Innovationsprozesses diskutiert wird. Wie in Abbildung 21 gezeigt, werden dazu die Größen des magischen Dreiecks der Interessengruppen im Innovationsprozeß integriert. Darüber hinaus werden die Erfolgsdeterminanten der LZA-Analyse in einer Befragung der deutschen Automobilindustrie auf ihre bisherige und zukünftige Relevanz in der Unternehmenspraxis überprüft.

Mit Abschluß dieses Kapitels ist die theoretische Struktur eines lebenszyklusorientierten Bewertungsverfahrens für Innovationsideen als Lösung für das Forschungsproblem des Entdeckungszusammenhanges begründet worden und kann im 4. Kapitel als praktisch anwendbares Bewertungsverfahren mit Methoden zu einem Modell vervollständigt werden.

### **3.1 Lebenszykluskonzept als integrativer Ansatz**

Durch die Anforderungen des Innovationsprozesses an Bewertungsverfahren konnte in Abschnitt 2.3 festgestellt werden, daß die Realisierung und der Erfolg einer Innovationsidee von drei Interessengruppen determiniert wird<sup>1</sup>: dem Kunden (Systembenutzer), der das System kauft und benutzt, dem Unternehmen (Systemhersteller), welches die Umsetzung der Innovationsidee fördert und finanziert und der F&E-Mannschaft (Systemplaner), welche bei der technischen Realisierung die Produktattribute festlegt. Ferner konnte festgestellt werden, daß diese Interessengruppen unterschiedliche Ziele verfolgen: Das Unternehmen möchte seinen Profit maximieren, der F&E-Bereich möchte sein Wissen und Können unter Beweis stellen und der Kunde möchte mit möglichst geringem Aufwand seinen Nutzen maximieren<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Vgl. Pfohl, Wübbenhorst (1983), S. 142 ff, der die Begriffe des Systemherstellers, -planers und -benutzers in ähnlicher Definition verwendet.

<sup>2</sup> Dabei kann Nutzenmaximierung auch in der effektiven und effizienten Lösung eines Anwendungsproblems bestehen.

Um diese unterschiedlichen Interessen gegeneinander abwägen und ausgleichen zu können, muß bei der Systementwicklung ein Abstimmungsprozeß zwischen den drei Gruppen stattfinden. MAIER hat diesen Abstimmungsprozeß bei der Realisierung von Innovationen untersucht und dabei die in Abbildung 22 dargestellten Kommunikationslücken identifiziert, die sich typischerweise zwischen den drei Interessengruppen auftun.

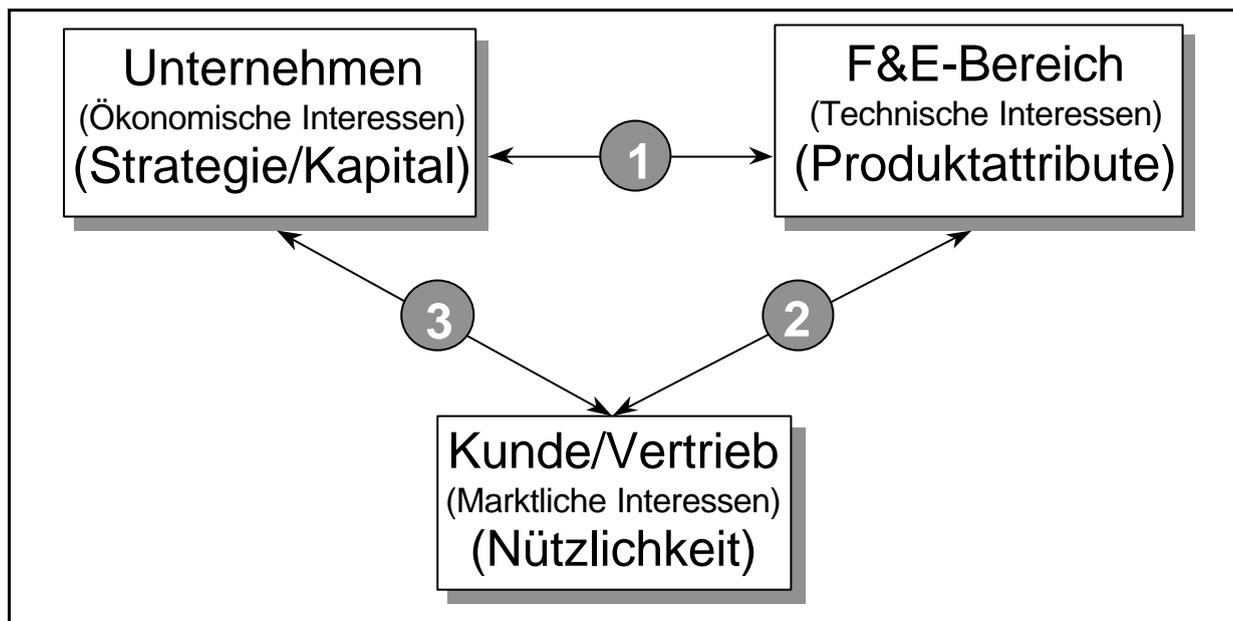


Abbildung 22: Kommunikationslücken im Produktinnovationsprozeß<sup>1</sup>

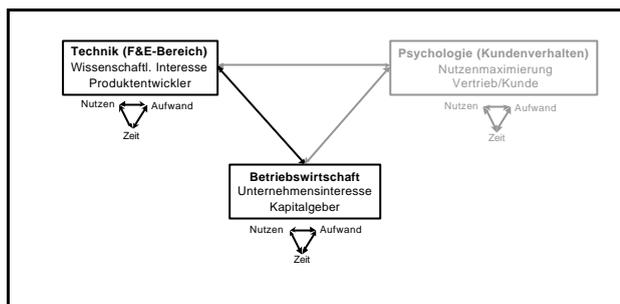
Die erste Kommunikationslücke tritt zwischen dem Unternehmen und dem F&E-Bereich auf, wo nicht eindeutig und klar die Strategie des Unternehmens für den F&E-Bereich formuliert wird - auf der anderen Seite kennen die Strategen nicht die Fähigkeiten und Möglichkeiten des Entwicklungsbereiches. Die zweite Kommunikationslücke besteht zwischen dem F&E-Bereich und dem Kunden. Die Kunden kennen nicht immer die Produktattribute, die technisch angeboten werden können. Andererseits können die F&E-Bereiche häufig nur schwer abschätzen, welche Produktattribute welchen Kundennutzen erzeugen. Die dritte Kommunikationslücke spielt sich zwischen den Kunden und dem Unternehmen ab, wo häufig für die Unternehmen nicht klar ist, nach welchen Märkten sie ihre Strategie ausrichten sollen. „Especially more and more conflicts of objectives occur between technical, economical, ecological and political requirements“<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Nach Anregungen bei Maier (1991), S. 14.

<sup>2</sup> Franze, Neumann (1995b), S. 1.

Innovationsideen müssen in diesem Spannungsfeld mit der zusätzlichen Schwierigkeit ausgewählt werden, daß zwischen einer Strategieformulierung und der Umsetzung dieser Strategie in kundennahe Produkte mitunter einige Jahre liegen können<sup>1</sup>. Im folgenden soll versucht werden, für jede Kommunikationslücke mit Hilfe des Lebenszyklusansatzes eine Überbrückung zu finden<sup>2</sup>.

### 3.1.1 Ausgleich von Unternehmens- und F&E-Interessen (Ökonomie-Technik)



Der Hersteller eines Produktes kann aus Kundensicht mit dem Unternehmen und dessen Marke gleichgesetzt werden. Betriebswirtschaftlicher Unternehmenszweck ist es, durch eine geschickte Kombination von

Produktionsfaktoren den Gewinn zu maximieren<sup>3</sup>. Da die Produktionsfaktoren als Einsatzgüter knapp sind, muß der Unternehmer 'wirtschaften', das heißt eine optimale Allokation der knappen Güter vornehmen<sup>4</sup>. Die Ergiebigkeit unternehmerischen Handelns drückt sich in der relativen Wirtschaftlichkeit aus, indem der Erfolg mit anderen Bezugsgrößen ins Verhältnis gesetzt wird<sup>5</sup>. Die relative Wirtschaftlichkeit kann auch als Rentabilität bezeichnet werden, deren wichtigste Arten die Kapitalrentabilität  $= \frac{\text{E r f o l g}}{\text{K a p i t a l}}$  und die Umsatzrentabilität  $= \frac{\text{E r f o l g}}{\text{U m s a t z}}$  sind. Der Unternehmer stellt dem F&E-Bereich Produktionsfaktoren in Form von Geld, Personal und Räumlichkeiten<sup>6</sup> für eine gewisse Zeit zur Verfügung, um dafür marktgerechte Produkte zu erhalten, die eine hohe Umsatzrentabilität und über eine gewisse Marktzykluslänge auch eine hohe Kapitalrentabilität garantieren.

Die Interessen des Herstellers und des F&E-Bereiches, der als Produktplaner mit den zur Verfügung gestellten Mitteln ein Produkt entwickelt, sind im integrierten Produktlebenszyklus der Abbildung 23 durch Entstehungs- und Marktzyklus miteinander verbunden.

<sup>1</sup> Vgl. Maier (1991), S. 17.

<sup>2</sup> Zum integrativen Charakter des Lebenszykluskonzeptes vgl. Bürgel, u.a. (1996a), S. 43.

<sup>3</sup> Zum Erkenntnisgegenstand der Betriebswirtschaftslehre vgl. Schweitzer, u.a. (1993), S. 36 ff.

<sup>4</sup> Vgl. Niemann, Schwalbe (1989), S. 3.

<sup>5</sup> Vgl. Schweitzer, u.a. (1993), S. 42.

<sup>6</sup> In Anlehnung an den Produktionsfaktor 'Boden'.

Im Entstehungszyklus erschafft der F&E-Bereich zusammen mit der Produktion ein neues Produkt, indem Marktprobleme analysiert und Lösungsansätze gesucht, bewertet und ausgewählt werden<sup>1</sup>. Aus einer Forschungs- & Entwicklungsphase mit Konstruktion gehen Prototypen hervor, die nach ihrer Optimierung in Serienproduktion reproduziert werden. Während die ersten Phasen im Entstehungszyklus noch relativ geringe Ausgaben erzeugen, steigt die Ausgabenkurve mit der Investition in Produktionsanlagen überproportional an. Die Ausgaben werden vom Unternehmer in Erwartung des zeitlich nachgelagerten Umsatzes am Markt vorfinanziert.

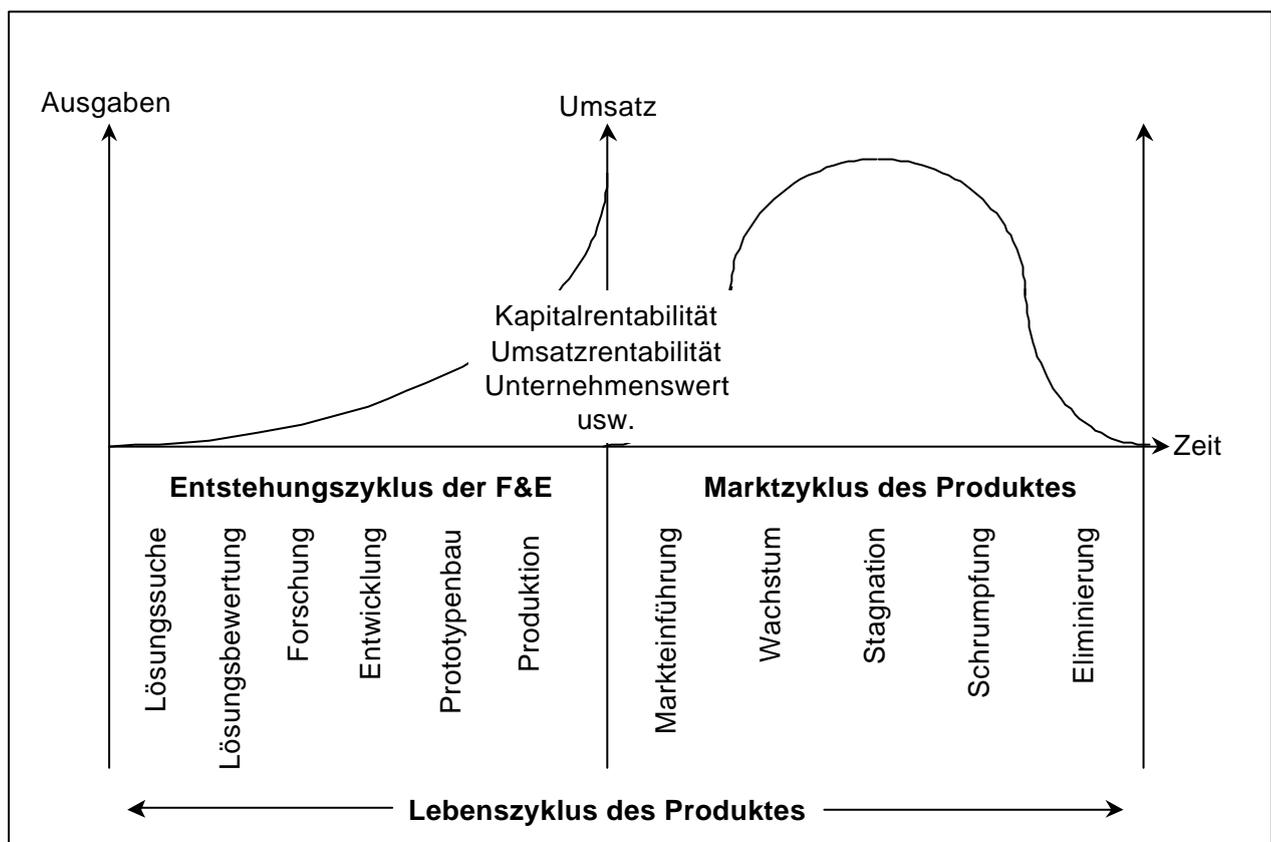


Abbildung 23: Verbindende Zyklen von Unternehmen und F&E<sup>2</sup>

Mit der Markteinführung beginnt der Marktzyklus des Produktes, in dem der erzielte Umsatz die vom Hersteller vorfinanzierten Entstehungsausgaben des Produktes refinanzieren muß.

<sup>1</sup> Der hier dargestellte Entstehungszyklus entspricht dem Vorschlag von Pfeiffer, Bischof (1981), S. 136.

<sup>2</sup> In Anlehnung an Pfeiffer, Bischof (1981), S. 136 mit eigenen Erweiterungen.

Der Verlauf der Umsätze über die Zeit läßt sich in die Phasen des Marktwachstums, der Stagnation mit nachfolgender Umsatzschrumpfung und schließlich der Eliminierung des Produktes einteilen<sup>1</sup>.

Neben der absoluten Höhe der Ausgaben- und Umsatzwerte ist vor allem der zeitliche Bezug dieser Größen von entscheidender Bedeutung. Dies läßt sich nicht nur mit der Verzinsung des eingesetzten Kapitals begründen, sondern auch mit der Marktakzeptanz zur richtigen Zeit vielleicht sogar konkurrenzlos eingeführter Produkte und der Dauer des Marktzyklus, dessen Verlängerung nach Rückzahlung des eingesetzten Kapitals direkt die Kapitalrendite erhöht<sup>2</sup>.

Die Verbindung von Entstehungs- und Marktzyklus mit den Interessensphären von Unternehmen und F&E-Bereich können durch die in Abbildung 23 dargestellten Größen von Umsatzrendite, Kapitalrendite, F&E-Ausgaben, Herstellausgaben und Umsatz als Markteinnahmen ausgedrückt werden<sup>3</sup>. Sinn machen diese Größen erst in einem zeitlichen Rahmengerüst, welches mit der Dauer des Entstehungs- und des Marktzyklus den Lebenszyklus des Produktes definiert. Diese Betrachtung bleibt jedoch relativ hochaggregiert auf Gesamtproduktebene und betrachtet nicht den einzelnen Kunden mit seinen Leistungsanforderungen an das Produkt. Die beim Interessenausgleich von F&E und Unternehmen im Umsatz als Markterfolg zusammengefaßte Leistungsdimension des Produktes wird in der Verbindung der Zyklen von F&E und Kunde im nächsten Abschnitt betrachtet.

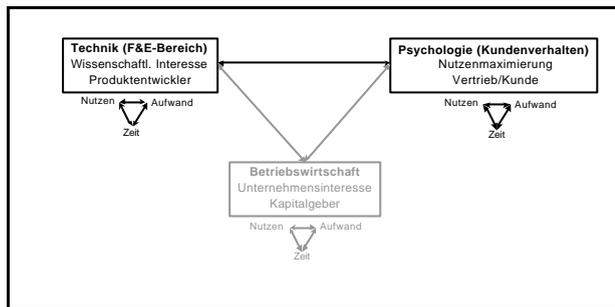
---

<sup>1</sup> Grafische Darstellungen empirisch und theoretisch ermittelter Umsatzverläufe finden sich in der Literatur: Vgl. Mertens, Rackelmann (1979), S. 73; vgl. Tellis, Crawford (1981), S. 126. Die Bezeichnung und Detaillierung der Phasen wird dabei unterschiedlich ausgeführt.

<sup>2</sup> In den letzten Jahren wurde ausgehend von Pfeiffer, Weiß (1990), S. 9 ff immer wieder die Zeitfallenproblematik diskutiert, bei der durch verlängerte Entstehungs- und verkürzte Vermarktungszyklen die Zeit nicht mehr ausreicht, um die gestiegenen Investitionen der Entstehungsphase zu amortisieren.

<sup>3</sup> Vgl. Brockhoff (1993a), S. 643 ff, der hier auch Aussagen zur Tragweite von Fehleinschätzungen zur wirtschaftlichen bzw. technischen Erfolgswahrscheinlichkeit von Innovationen macht.

### 3.1.2 Ausgleich von Kunden- und F&E-Interessen (Markt-Technik)



Die Forschung, Entwicklung und Produktion von neuen Produkten im Entstehungszyklus baut auf einen Marktbedarf auf, der als Problemstellung überhaupt erst die Neuproduktentwicklung in Gang setzt<sup>1</sup>.

Dem Kunden müssen die in das Produkt hineinkonstruierten Leistungsmerkmale den dafür geforderten Preis wert sein. Und wenn das Unternehmen dauerhaft am Markt bestehen möchte, muß dieser Preis zumindest die variablen und die auf die Stückzahl der über den Marktzyklus hergestellten Produkte umgelegten verzinster Fixausgaben decken<sup>2</sup>.

Der Preis stellt somit, wie in Abbildung 24 dargestellt, die Verbindung des Entstehungszyklus und des Marktzyklus her. Der Kunde kauft mit dem Preis das Leistungspotential, welches im Entstehungszyklus in das Produkt hineinkonstruiert wurde. Der Ausgabenanfall im Entstehungszyklus wird wiederum vom Umfang des Leistungspotentials bestimmt, der in dem Produkt berücksichtigt wurde. Zwischen der auf den Gesamtmarkt bezogenen Bereitschaft eines individuellen Kunden, seine Leistungsbedürfnisse im Nutzungszyklus zu einem bestimmten Preis zu decken und einem aus dem Entstehungsprozeß abgeleiteten Mindestpreis besteht der vordergründige Interessenausgleich von Kunde und F&E-Bereich.

Mit Kauf des Produktes hat der Kunde zwar das Leistungspotential des Produktes erworben, um es aber zu erhalten und auszuschöpfen muß er während des Nutzungszyklus weitere Ausgaben tätigen. So erfordern viele Produkte erhebliche Betriebsausgaben, um ihr Nutzungspotential zu erschließen. Beispiele für Betriebsausgaben sind Kraftstoffe, Schmierstoffe und andere Verbrauchsgüter. Mit den Wartungsausgaben werden Verschleißteile des Produktes ausgewechselt, wie z. B. Filter und Dichtungen. Der Austausch defekter Produktteile nach einem Ausfall wird durch die Reparaturausgaben sichergestellt. Nach Nutzung des Leistungspotentials des Produktes sind schließlich noch die Ausgaben zur Stilllegung und Beseitigung des Produktes zu berücksichtigen.

<sup>1</sup> Vgl. Lauglaug (1993), S. 78.

<sup>2</sup> Die Kalkulation des Produktpreises kann als Divisionskalkulation der entstandenen Ausgaben zuzüglich des Profits erfolgen oder vom Markt abgeleitet als Target-Costs schon vor dem Entstehungszyklus als Ergebnis von Benchmarkstudien feststehen.

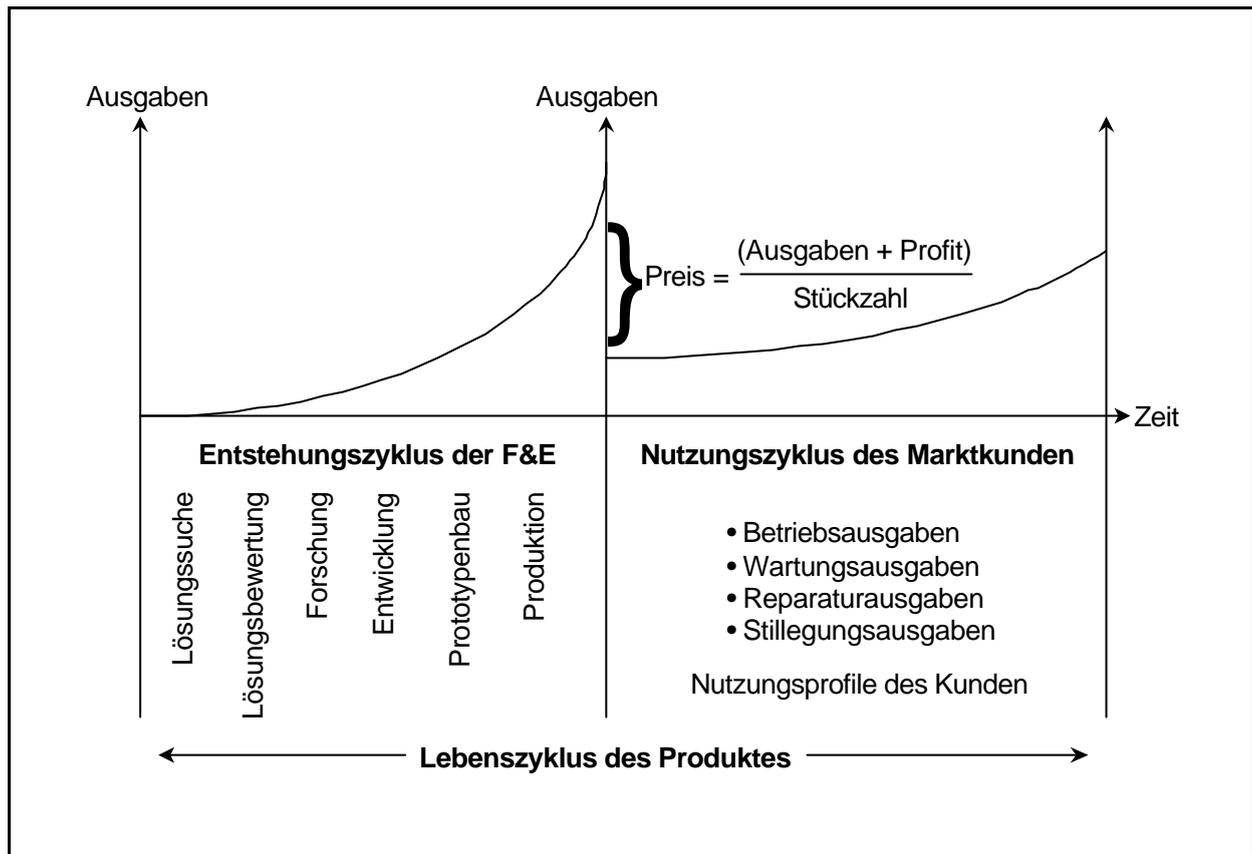


Abbildung 24: Verbindende Zyklen von Kunden und F&E

Zumindest die Ausgaben als quantitativer Teil des Aufwandes nehmen zum Ende des Nutzungszyklus erfahrungsgemäß zu, weil die Verschleißausfälle in der Alterungsperiode zunehmende Reparaturen nach sich ziehen<sup>1</sup>.

Die Höhe der Betriebs-, Wartungs-, Reparatur- und Stilllegungsausgaben wird maßgeblich durch die Produktgestaltung während des Entstehungszyklus in den F&E-Bereichen beeinflusst. „Bei der Berücksichtigung von Entscheidungsinterdependenzen stehen im Hinblick auf die ganzheitliche Sichtweise Trade-Off-Beziehungen zwischen Anfangs- und Folgekosten im Mittelpunkt“<sup>2</sup>. Die Anfangsausgaben bestimmen letztlich den Preis, zu dem der Kunde ein Produkt am Markt erwerben kann, aber erst die Berücksichtigung aller Ausgaben bis zur Außerbetriebstellung ermöglicht dem Kunden eine Aussage darüber, mit welchem Mitteleinsatz er seinen Leistungsanforderungen tatsächlich gerecht wird. Die Verbindung von Kunde und F&E stellt damit die Frage nach der

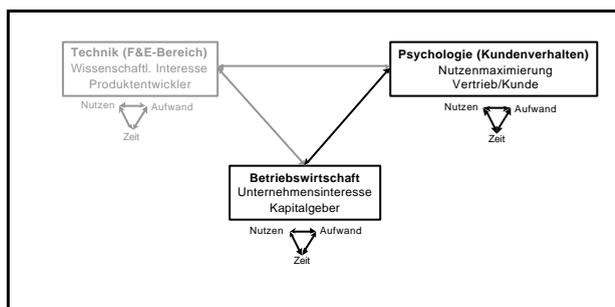
<sup>1</sup> Vgl. Wübbenhorst (1984), S. 149 und Arbeiten im Gebiet der Verschleißforschung siehe Abschnitt 4.1.1.4.

<sup>2</sup> Back-Hock, u.a. (1988), S. 7.

optimalen Produktgestaltung. Die Antwort kann darin bestehen, nur den Verkaufspreis des Produktes oder die Lebenszyklusaufgaben insgesamt aus Kundensicht zu minimieren<sup>1</sup>.

Diese Frage läßt sich jedoch nur beantworten, wenn die individuelle Sichtweise eines einzelnen Kunden mit den Produktmerkmalen übereinstimmt, welche ein Unternehmen durch seinen F&E-Bereich für einen bestimmten Markt bereitstellt. Beim Ausgleich der F&E- und Kundeninteressen konnte der Preis als eine Übergangsschnittstelle von kollektivem Markt und individueller Nutzung gefunden werden. Da die F&E-Bereiche jedoch nur über das Unternehmen mit den Kunden in Kontakt treten, besteht für diesen Übergang eine Interessenverbindung von Unternehmen und individuellem Kunden, die im nächsten Abschnitt behandelt wird.

### 3.1.3 Ausgleich von Unternehmens- und Kundeninteressen (Ökonomie-Markt)



Da Innovationen definitionsgemäß die Bewährung am Markt einschließen, müssen sie konsequent auf die Bedürfnisse des Kunden und die Bedingungen des Marktes ausgerichtet sein, damit sie zur Stärkung der

Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens am Markt beitragen können<sup>2</sup>. „Die Marktorientierung aller Innovationen ist deshalb eine der grundsätzlichen strategischen Forderungen an das Innovationsmanagement“<sup>3</sup>.

Die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens am Markt drückt sich letztendlich im Umsatzverlauf seiner Produkte im Marktzyklus - von der Markteinführung bis zur Eliminierung - aus. Wie lange der Marktzyklus dauert und auf welchem Niveau sich die Umsatzkurve befindet, entscheidet die Gesamtheit der Kunden, die jeweils am Markt das Produkt zum geforderten Preis beziehen.

Während das Unternehmen also versuchen wird, seinen Preis zu maximieren, um damit den Umsatz zu erhöhen und letztendlich seine Umsatz- und Kapitalrendite zu maximieren, hat der Kunde das

<sup>1</sup> Vgl. Madauss (1994), S. 265; vgl. Back-Hock, u.a. (1988), S. 6 ff; vgl. Wübbenhorst (1984), S. 85 ff.

<sup>2</sup> Vgl. Bauer, Herrmann (1993), S. 236 ff.

<sup>3</sup> Pleschak, Sabisch (1996), S. 68 f; vgl. Knoblich, Schubert (1992), S. 59.

gegenteilige Interesse<sup>1</sup>. Er ist bestrebt, den Kaufpreis für das Produkt zu minimieren und damit seine Ausgaben für die benötigte Leistung zu senken (Abbildung 25).

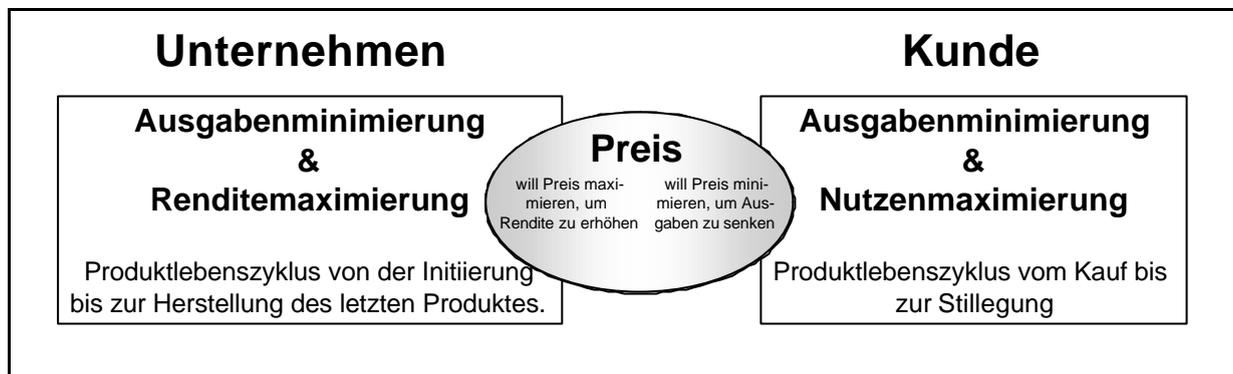


Abbildung 25: Verbindung der Unternehmens- und Kundensicht<sup>2</sup>

Bei der Betrachtung des Nutzungszyklus des Marktkunden wird deutlich, daß der Preis sich über die Ausgaben nach dem Kauf für Betrieb, Wartung, Reparatur und Stilllegung relativieren kann<sup>3</sup>. Der Preis ist demnach aus Sicht des Kunden nur ein Baustein aus seiner Forderung, die Ausgaben für die Nutzung eines Leistungspotentials zu minimieren und den daraus gezogenen Nutzen zu maximieren. Sowohl die Sichtweise des Kunden wie die des Unternehmens läßt sich demnach nicht auf einen isolierten Zeitpunkt beschränken, sondern nur über den Zeitraum eines Markt- bzw. Nutzungszyklus darstellen<sup>4</sup> (siehe Abbildung 26).

Über den Marktzyklus des Unternehmens verteilt, beginnen entsprechend der produzierten und verkauften Stückzahl individuelle Nutzungszyklen. Die direkte Verbindung von Kunde und Unternehmen geschieht über den Kaufpreis und über das Serviceangebot<sup>5</sup>, welches das Unternehmen während der Nutzungszyklen und damit meist über den Marktzyklus hinaus ihren Kunden anbietet<sup>6</sup>.

<sup>1</sup> Vgl. Lange (1994), S. 51.

<sup>2</sup> Vgl. Ehrlenspiel (1995), S. 553; vgl. Simon (1997), S. 80.

<sup>3</sup> Vgl. Bieda (1992), S. 424.

<sup>4</sup> Vgl. Balderjahn (1994), S. 12 ff.

<sup>5</sup> Das Serviceangebot zieht Serviceausgaben für das Unternehmen nach sich.

<sup>6</sup> Vgl. Potts (1988), S. 32 f.

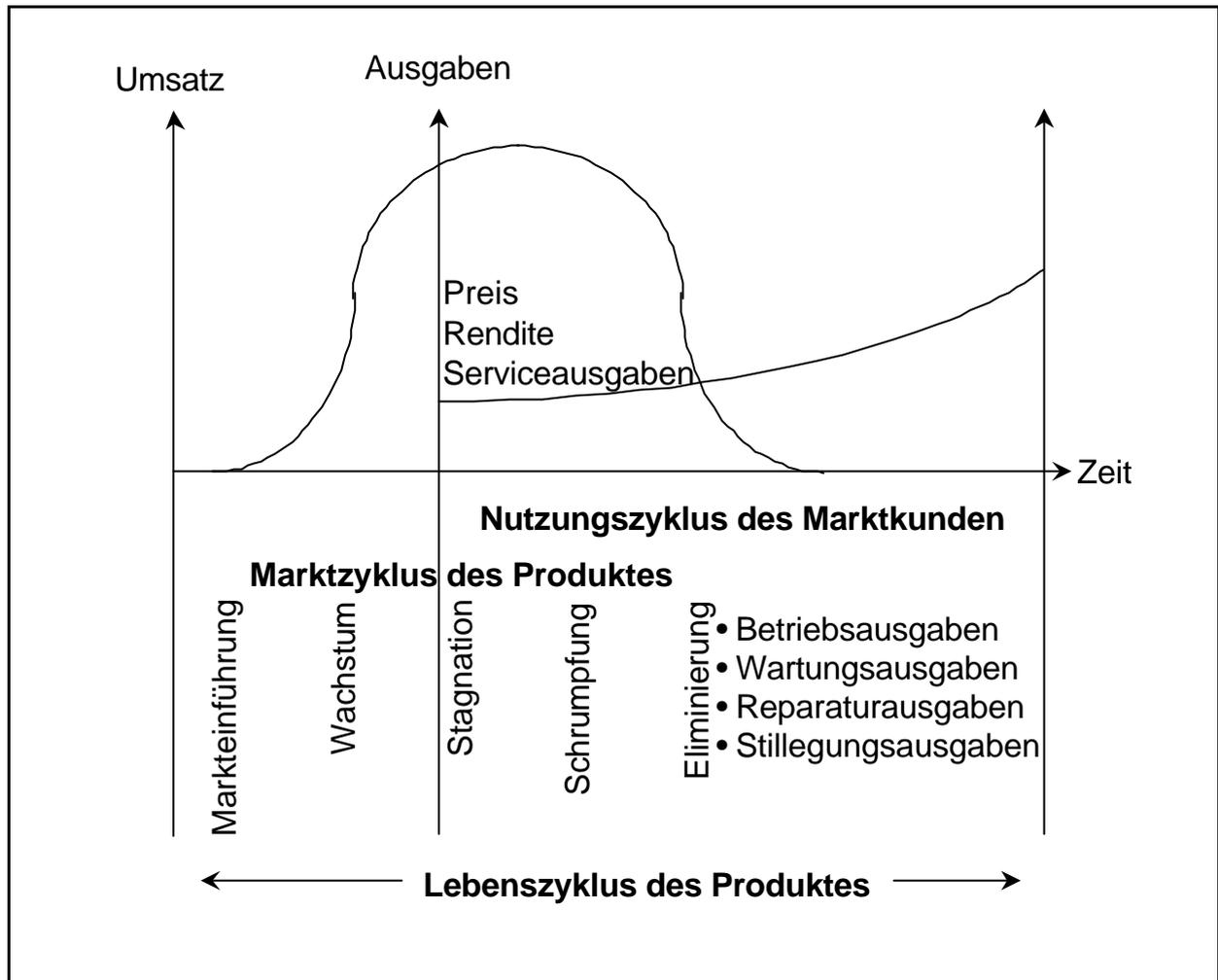
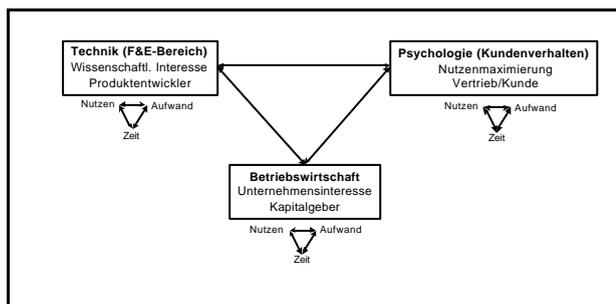


Abbildung 26: Verbindende Zyklen von Unternehmen und Kunden

Die bisher jeweils mit ihren einfachen Wechselbeziehungen betrachteten Interessengruppen im Innovationsprozeß, der Kunde als Systembenutzer, das Unternehmen als Systemhersteller und der F&E-Bereich als Systemplaner, werden im nächsten Abschnitt in einer ganzheitlichen Sichtweise zusammengefaßt.

### 3.1.4 Ausgleich von Kunden-, Unternehmens- und F&E-Interessen



Werden die in den letzten Abschnitten erarbeiteten Verbindungen von Kunde, Unternehmen und F&E-Bereich bei der Planung, Herstellung und Nutzung von Produktinnovationen mit ihren jeweiligen

inhaltlichen Überschneidungen in den Lebenszyklen von Entstehung, Vermarktung und Nutzung der Innovationen zusammengefaßt, ergibt sich daraus ein Geflecht von Zusammenhängen wie in Abbildung 30 dargestellt.

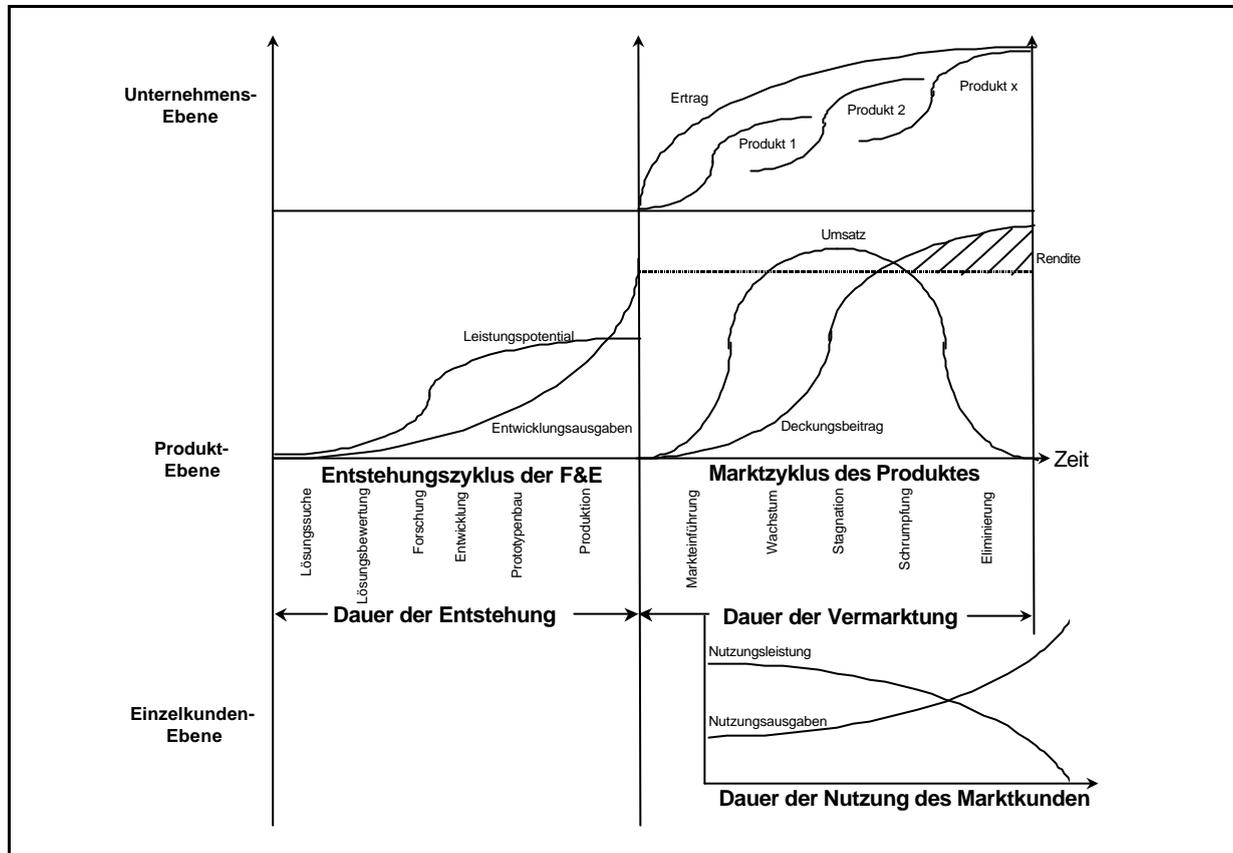


Abbildung 27: Lebenszyklen auf Kunden-, Produkt- und Unternehmensebene<sup>1</sup>

Auf Unternehmensebene steht dabei der Gesamtertrag über die Zeit als wesentliche Größe im Vordergrund. Der Gesamtertrag setzt sich aus den Erträgen der einzelnen Produkte zusammen, wobei die unternehmerische Verantwortung darin besteht, bereits eingeführte und neue Produkte in einen Mix zu bringen, der einen kontinuierlichen Ertragsverlauf sicherstellt<sup>2</sup>.

Für jedes einzelne Produkt muß der Unternehmer die Entwicklungsausgaben vorfinanzieren, um im Entstehungszyklus der F&E ein Leistungspotential zu generieren, welches sich am Markt durchsetzt und Umsatz sowie Deckungsbeitrag generiert.

<sup>1</sup> Eigene Darstellung, aufgrund von Anregungen bei Pfeiffer, Bischof (1981), S. 136; vgl. Bürgel, u.a. (1996a), S. 334; vgl. Back-Hock, u.a. (1988), S. 22.

<sup>2</sup> Vgl. Bürgel, u.a. (1996a), S. 44.

Übersteigt der kumulierte Deckungsbeitrag des Produktes das verzinste Kapital zur Produkterstellung, dann trägt es zum Unternehmensergebnis positiv bei.

Hinter dem Umsatz des Unternehmens steht das Kollektiv der Kunden und Anwender des Produktes, die für den Kaufpreis das Nutzungspotential des Produktes erwerben. Der Kunde nutzt das Produkt dabei so lange, bis die Nutzungsausgaben für Reparatur, Betrieb und Instandhaltung gegenüber den Nutzungsleistungen des Produktes wirtschaftlich eine Neuanschaffung nötig machen. Dabei kann das Produkt aus Unternehmenssicht bereits seinen Marktlebenszyklus beendet haben<sup>1</sup>.

Da sich die Zyklen der Unternehmensebene auf mehrere Zyklen der Produktebene beziehen, und diese sich wiederum aus einer beliebigen Zahl von Kundenzyklen auf Einzelkundenebene zusammensetzen, sind die Interessen der am Innovationsprozeß beteiligten Gruppen auf das Engste miteinander verwoben. Eine ganzheitliche Optimierung muß demnach über die in der Abbildung 27 dargestellten Zyklen erfolgen.

Um die Komplexität der sich überlagernden Zyklen von Unternehmen, F&E und Kunde für die Bewertung von Innovationsideen handhabbar zu halten, wird im folgenden kurzzeitig davon ausgegangen, daß das Unternehmen nur ein einzelnes Produkt für einen einzelnen Kunden herstellt. Mit dieser vereinfachenden Modellannahme überlagern sich die dargestellten Lebenszyklen zu einem einzigen, idealtypischen, nachfrageorientierten Systemlebenszyklus<sup>2</sup>. Durch Überlagerung mehrerer dieser idealtypischen Lebenszyklen kann dann jederzeit wieder die Komplexität der überlappenden Zyklen eines Mehrprodukt-Massenherstellers erreicht werden.

Der idealtypische Lebenszyklus eines Systems wird in Anlehnung an WILDEMANN in fünf Teilphasen aufgegliedert, denen sich jeweils die beschreibenden Elemente der Einzelzyklen zuordnen lassen<sup>3</sup> (siehe Abbildung 28).

---

<sup>1</sup> Vgl. Potts (1988), S. 32 ff.

<sup>2</sup> Wübbenhorst hat unterschiedliche Phasenaufteilungen von Systemlebenszyklen gegenübergestellt und daraus einen idealtypischen Verlauf abgeleitet - vgl. Wübbenhorst (1984), S. 54 f.

<sup>3</sup> Vgl. Wildemann (1982), S. 40; vgl. Blanchard (1978), S. 20; vgl. Seldon (1979), S. 9 ff.

Phasen	Teilphasen	Kurze Charakterisierung der Teilphasen
1. Initiierung Bewertung		Problemerkennung, Abgrenzung der Systemaufgabe, Generieren und Bewertung von Innovationsideen.
2. Planung	Konzeption	Detaillierung der grob umrissenen Aufgabenstellung des Systems, Präzisierung in Lastenheft, Machbarkeitsstudien.
	Design	Ingenieurmäßige Realisierung: Detaillierung der Konzeption, Dimensionierung, Auswahl und Kombination von Subsystemen, Erstellung von Fertigungsunterlagen, Vergabe von Teilaufgaben.
	Konstruktion	Entwicklung von Details des Konzeptes, Erstellung von Konstruktionszeichnungen und Montageplänen.
3. Realisierung	Herstellung Test/Übergabe	Fertigung und Montage des Systems und Sicherstellung der Betriebsbereitschaft durch Test sowie Übergabe an den Kunden.
4. Betrieb	Nutzung und Instandhaltung	Zeitraum der wirtschaftlichen Nutzung mit Maßnahmen des Unterhalts und der Instandhaltung des Systems.
5. Stilllegung		Beseitigung der Folgewirkungen <sup>1</sup> .

*Abbildung 28: Idealtypischer Lebenszyklus eines Systems<sup>2</sup>*

Der in Abbildung 28 dargestellte Lebenszyklus wird zwar als Grundlage für die weiteren Ausführungen angesehen, kann aber je nach Anwendungsfall erweitert oder verkürzt werden<sup>3</sup>.

Die idealisierte Darstellung darf nicht darüber hinwegtäuschen, daß durch die zeitliche Dimensionierung des Systemlebenszyklus die einzelnen Interessengruppen in den jeweiligen Phasen sehr unterschiedlichen Einfluß auf die Gestaltung des weiteren Verlaufs des Systemlebenszyklus haben. In Abbildung 29 ist die Verbindung der Interessengruppen über den Lebenszyklus mit ihrem phasenspezifischen Einfluß grafisch dargestellt. Dabei wird deutlich, daß die Systemplaner in den frühen Lebenszyklusphasen die Nutzen- und Aufwandsgrößen weitgehend festlegen, welche die Interessen von Systemhersteller und Systembenutzer über die nachfolgenden Phasen verbinden, weil die Beeinflußbarkeit der Größen im Zeitverlauf immer mehr abnimmt<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Bereits in der Entwicklungsphase sind die Voraussetzungen für ordnungsgemäße Entsorgung zu schaffen. Vgl. Bürgel, u.a. (1996a), S. 44.

<sup>2</sup> Nach Wildemann (1982), S. 41.

<sup>3</sup> Dementsprechend wird auch für die Fallstudie in Kapitel 5 zwar dieser Lebenszyklus als Grundschema verwendet, allerdings mit Anpassungen an das Anwendungsproblem.

<sup>4</sup> Vgl. Blanchard (1978), S. 15; vgl. Pleschak, Sabisch (1996), S. 11.

Über die Lebenszyklusphasen ändert sich die Beteiligung der Interessengruppen an der Systemerstellung und -nutzung.

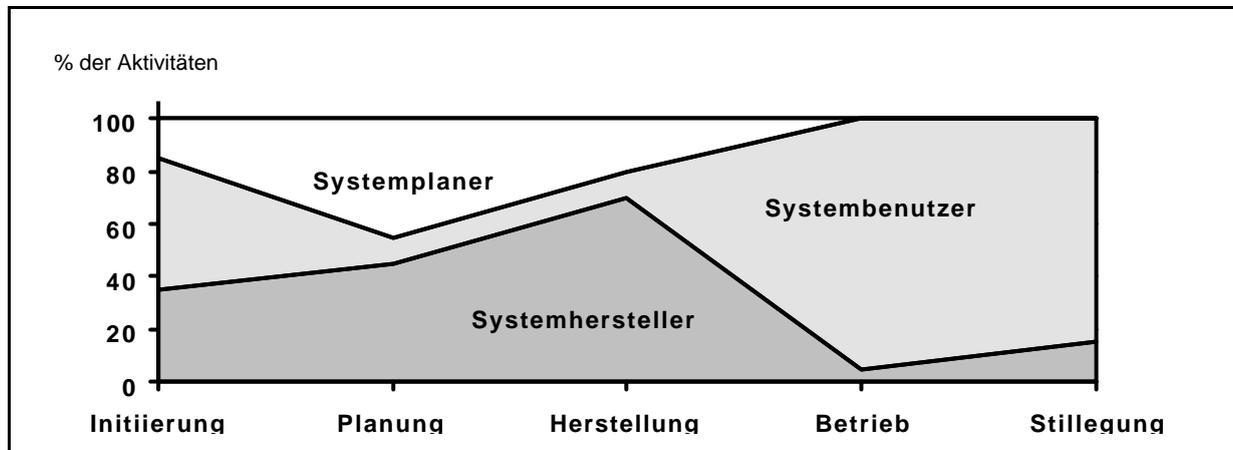


Abbildung 29: Interdependenzen der Interessengruppen über den Lebenszyklus<sup>1</sup>

Die Bewertung der Innovation erfolgt typischerweise in der Initiierungsphase. In dieser Phase stehen unterschiedliche Innovationsideen miteinander im Wettstreit um die Ressourcen des Unternehmens. Um zu diesem frühen Zeitpunkt die vielfältigen Zyklen der Interessengruppen bereits ganzheitlich berücksichtigen zu können, müßten alle Aufwands- und Nutzengrößen über die Zeit integriert und mit ihrer jeweiligen Phasenbedeutung aus Abbildung 29 gewichtet werden. Mit dem daraus entstandenen, auf den Zeitpunkt der Bewertung diskontierten Projektwert der Innovationsidee kann eine klare Entscheidung für oder gegen die Weiterverfolgung der Innovationsidee getroffen werden.

Es ist ein Grunddilemma der Projektbewertung, daß die Informationen zum Entscheidungszeitpunkt immer geringer sind, als es für wünschenswert oder notwendig erachtet wird<sup>2</sup>. Daher ist der diskontierte Projektwert ex-ante zwar nicht zweifelsfrei zu bestimmen, aber plausibel zu prognostizieren. In der LZA-Analyse sind somit Methoden der Aufwands-, Zeit- und Nutzenprognose so zu einem Instrumentarium der Bewertung zu verbinden, daß damit zum Zeitpunkt der Initiierung und Bewertung von Innovationsideen ein diskontierter Projektwert zur Verfügung steht, der zur Entscheidungsunterstützung herangezogen werden kann.

<sup>1</sup> Zur Darstellung wurden Daten von Wildemann (1982), S. 89 und von Pfohl, Wübbenhorst (1983), S. 146 verwendet.

<sup>2</sup> Vgl. Wübbenhorst (1984), S. 123.

Ein solches Instrumentarium ist bisher jedoch nicht vorhanden: „Beside some academical approaches there is no practical [life-cycle-cost-analysis] instrument available up to now“<sup>1</sup>.

Das verwundert, weil in der Literatur seit den 80'er Jahren Forderungen nach einer Lebenszykluskostenrechnung erhoben werden<sup>2</sup>, denen kaum konkrete Realisierungsvorschläge gegenüberstehen. Die Entwicklung und den Stand der Diskussion des Lebenszykluskostenkonzeptes<sup>3</sup> beschreibt der nächste Abschnitt.

### **3.2 Herkunft und Entwicklung des Lebenszykluskostenkonzeptes**

Die Lebenszyklusorientierung von Nutzen- und Aufwandsströmen, wie sie für die Bewertung von Innovationen als sinnvoller Ansatz herausgearbeitet werden konnte, leitet sich aus dem Konzept der Lebenszykluskosten ab<sup>4</sup>. Die Detaillierung der LZA-Analyse in den nächsten Abschnitten baut auf die Ursprünge und den Stand des Lebenszykluskostenkonzeptes auf.

Um die Intention der Lebenszykluskosten zu verstehen wird daher in Abschnitt 3.2.1 auf die Herkunft des Konzeptes eingegangen, um dann in Abschnitt 3.2.2 den heutigen Stand als Basis für weitere Betrachtungen festlegen zu können.

#### **3.2.1 Ursprung des Konzeptes**

In Anlehnung an WILDEMANN läßt sich der Ursprung des Konzeptes der Lebenszykluskosten in vier Entwicklungsstadien unterscheiden<sup>5</sup>:

- 1) Phase der Nichtbeachtung von Lebenszykluskosten.
- 2) Phase der unmethodischen Beachtung einzelner Teilgrößen von Lebenszykluskosten.
- 3) Phase der Einführung und Konzeptionalisierung des Begriffes.
- 4) Phase der Anwendungssuche und Klärung von Teilfragen (siehe Abschnitt 3.2.2).

---

<sup>1</sup> Franze, Neumann (1995b), S. 1; vgl. Zehbold (1995), S. 77.

<sup>2</sup> Vgl. Müller (1996), S. 586 ff; vgl. Vikas (1996) S. 17 f.

<sup>3</sup> Als Übersetzung von ‚life cycle costing‘.

<sup>4</sup> Vgl. dazu Abschnitt 2.1.4.

<sup>5</sup> Vgl. Wildemann (1984), S. 5 ff; vgl. Sherif, Kolarik (1981), S. 287 - 296.

Die 'Vorzeit' der Beachtung von Lebenszykluskosten umfaßt den Zeitraum von den ersten Projekten großer Bauvorhaben bis Anfang der 30'er Jahre des 20. Jahrhunderts. Bereits beim Bau der Cheops-Pyramide sind wahrscheinlich Kostenprognosen durchgeführt worden. Erste Aufzeichnungen über Kostenanalysen finden sich über den Bau des Erechtheion im 5. Jh. vor Christus<sup>1</sup>. Die Prognose und Analyse von Kosten in diesem Zeitraum erhebt jedoch nicht den Anspruch, die Anschaffungs- und Folgekosten miteinander in Beziehung zu setzen und kann daher als Phase der Nichtbeachtung von Lebenszykluskosten betrachtet werden.

Den ersten Ansatz eines Lebenszykluskostendenkens macht das U.S.-amerikanische General Accounting Office im Jahre 1933 mit der Forderung, bei der Beschaffung von Zugmaschinen die Lebensdauer und die Wartungskosten mit in die Vertragsgestaltung einzubeziehen<sup>2</sup>. Angetrieben durch die Ressourcenknappheit im Rahmen des 2. Weltkrieges wurden in den Jahren 1940 - 1950 weitere punktuelle Anforderungen zur Betrachtung der Folgewirkungen von Beschaffungsentscheidungen in staatliche Verträge aufgenommen. Die unsystematische Berücksichtigung von Lebenszykluskostenaspekten führte in den Jahren 1950 - 1960 zu einem Stillstand der Weiterentwicklung des Konzeptes<sup>3</sup>.

In der dritten Phase wird Anfang der 60'er Jahre erstmals vom Logistics Management Institute (LMI) der Ausdruck 'Lebenszykluskosten' verwendet<sup>4</sup>. Unter dem Stichwort 'life cycle costing' erfolgte eine Weiterentwicklung des Grundkonzeptes im Militärbereich und bei öffentlichen Bauten<sup>5</sup>.

Das amerikanische Verteidigungsministerium setzte sich in den 60'er Jahren intensiv mit dem Thema Lebenszykluskosten auseinander und schreibt seit den 70'er Jahren die Erstellung von Lebenszyklusberechnungen für Investitionen im militärischen Bereich vor<sup>6</sup>.

---

<sup>1</sup> Vgl. Large (1981), S. 2; vgl. Williams (1980), S. 228.

<sup>2</sup> Vgl. Williams (1980), S. 228.

<sup>3</sup> Vgl. Neubauer (1988), Kap. 4.1.

<sup>4</sup> Vgl. Williams (1980), S. 229. Bis dahin wurden alternative Ausdrücke wie 'Cradle-to-grave-Management', 'Engineering Economic Analysis', 'Total Owning and Operating Cost Summaries', sowie 'Whole Life Costs' verwendet. Andere Quellen schreiben die erste Verwendung des 'life-cycle-costing'-Begriffes dem amerikanischen Verteidigungsministerium zu. Vgl. Shields (1991), S. 39.

<sup>5</sup> Vgl. Brown (1979), S. 109.

<sup>6</sup> Vgl. Lange (1970), S. 12; vgl. Wübbenhorst (1984), S. 13 ff; vgl. McCarthy, No vak (1975), S. 38.

Der Einsatz im Militärbereich erfolgt vor dem Hintergrund, daß militärische Objekte wie Kriegsschiffe, Flugzeuge und Panzer hohe Betriebs- und Unterstützungskosten unter Beteiligung des Systemherstellers nach sich ziehen. Bei militärischen Objekten ist darüberhinaus die Möglichkeit gegeben, durch Modifikation der Systementwicklung eine Kostensubstitution zu den Nutzungskosten herzustellen<sup>1</sup>. Gerade vor dem politischen Hintergrund einer Kostentransparenz der Folgekosten militärischer Beschaffungen hat die Weiterentwicklung des Lebenszykluskostengedankens im Militärbereich einen wesentlichen Schwerpunkt<sup>2</sup>.

Ein weiteres Feld, auf dem Lebenszykluskostenrechnungen bereits in den 60'er und 70'er Jahren gut dokumentiert und teilweise gesetzlich geregelt wurden, ist der Bau öffentlicher Gebäude<sup>3</sup>. Das Verhältnis von Anschaffungs- zu Folgekosten ist hier zwar nicht so deutlich wie bei Waffensystemen, aber durch die lange Lebensdauer von Gebäuden machen die Folgekosten trotzdem meist mehr als 50% der Gesamtkosten aus und bilden damit die Basis für ein hohes Kosteneinsparpotential<sup>4</sup>.

Der Lebenszyklusansatz hat bei der Investitionstätigkeit der öffentlichen Hand frühzeitig eine solche Bedeutung erlangt, weil die durch Investitionen verursachten Betriebs- und Unterhaltskosten in einer Gesamtbudgetbetrachtung einschränkend auf neue Investitionen wirken<sup>5</sup>. Für die Optimierung von Bauprojekten wurden spezielle bautechnisch ausgerichtete Instrumente entwickelt<sup>6</sup>. Die Lebenszykluskostenansätze der dritten Phase beschränken sich jedoch auf Einzelprobleme. Ein allgemeingültiger Anwendungsbezug des Lebenszykluskostenkonzeptes wird erst Ende der 70'er und in den 80'er Jahren vorgenommen, woraus sich der im nächsten Abschnitt dargestellte heutige Stand des Konzeptes ableiten läßt.

---

<sup>1</sup> Vgl. Sherif (1981), S. 292; vgl. Wübbenhorst (1984), S. 117 f.

<sup>2</sup> Auf die Funktionen, Instrumentarien und organisatorischen Aspekte der Lebenszykluskostenrechnung im Militärwesen geht Zehbold (1995), S. 85 ff ein.

<sup>3</sup> Vgl. Sherif (1981), S. 291; vgl. Wübbenhorst (1984), S. 15.

<sup>4</sup> Vgl. Flanagan (1989), S. 9 ff.

<sup>5</sup> Vgl. Wübbenhorst (1984), S. 9 f; vgl. Kaufmann (1970), S. 21 f.

<sup>6</sup> Auf die Funktionen, Instrumentarien und organisatorischen Aspekte der Lebenszykluskostenrechnung bei Bauprojekten geht Zehbold (1995), S. 98 f ein.

### 3.2.2 Stand des Konzeptes

Mit Erscheinen von Monographien zum Lebenszykluskostenkonzept im anglo-amerikanischen Raum wird Ende der 70'er Jahre der spezifische Objektbezug des Konzeptes aufgelöst und der Anwendungsschwerpunkt zunehmend auf den erwerbswirtschaftlichen Bereich verschoben<sup>1</sup>.

Der grundsätzliche Beweggrund für diese Arbeiten ist vor allem die Vermeidung von Ressourcenverschwendung jeglicher Art durch die Betrachtung der Kosten des gesamten Lebenszyklus<sup>2</sup>. Die Arbeiten konzentrieren sich dabei auf die schrittweise Verbesserung des Instrumentariums und versuchen eine verstärkte Anwendungsorientierung herzustellen, sowie die Denkhaltung des Lebenszykluskonzeptes zu etablieren<sup>3</sup>.

Ein umfassendes Standardwerk stammt von BLANCHARD, der von der Art des technischen Objektes abstrahierend eine generelle Vorgehensweise zur Gesamtkostenplanung und -ermittlung sowie zur Alternativenbewertung beschreibt<sup>4</sup>. Dabei untergliedert er den Lebenszyklus in vier Hauptkostenblöcke: Forschungs- und Entwicklungskosten, Produktionskosten, Betriebs- und Unterstützungskosten sowie Ausmusterungs- und Verschrottungskosten<sup>5</sup>. Durch eine tiefere Strukturierung der Hauptkostenblöcke besteht die Möglichkeit, die jeweils kostenbestimmenden Faktoren zu bestimmen und mit ihren Abhängigkeiten einer Optimierung zuzuführen. Der Schwerpunkt von BLANCHARDs Arbeit liegt in der Kostenplanung, aber auch Verfahren der Inflationierung, der Diskontierung und Risikobeschreibung finden bereits ihren Niederschlag. Außerdem stellt er klar heraus, daß für die Systemauswahl nicht nur die Lebenszykluskosten, sondern auch die Leistungsgrößen relevant sind und daß es auf eine Optimierung der Kosten-Leistungs-Relation ankommt<sup>6</sup>. Die LZAAAnalyse kann damit als Weiterentwicklung der Ansätze von BLANCHARD für die Bewertung von Innovationen angesehen werden.

---

<sup>1</sup> Vgl. Blanchard (1978); vgl. Seldon (1979); vgl. Brown (1980); vgl. Dell'Isola, Kirk (1981).

<sup>2</sup> Vgl. Zehbold (1995), S. 101 f.

<sup>3</sup> Vgl. Wübbenhorst (1984), S. 10.

<sup>4</sup> Vgl. Blanchard (1978).

<sup>5</sup> Vgl. ebenda S. 32.

<sup>6</sup> Vgl. ebenda S. 12 f.

Die erste umfassende Arbeit im deutschen Sprachraum, welche das Konzept der Lebenszykluskosten mit seiner Denkhaltung und unter Berücksichtigung von Anwendungsaspekten bei Großprojekten komplexer und hochwertiger Systeme beschreibt, stammt von WÜBBENHORST<sup>1</sup>. Neben der Prognose von Kostengrößen wird in dieser Arbeit vor allem die ganzheitliche Optimierung der variablen Kosten, Zeit und Leistung in den Mittelpunkt gestellt<sup>2</sup>. Aus der Sicht des Systemnutzers arbeitet WÜBBENHORST die wesentlichen Aspekte des Lebenszykluskostenkonzeptes heraus, die auch in der LZA-Analyse Anwendung finden<sup>3</sup>:

- Ganzheitliche und dynamische Sichtweise.
- Berücksichtigung von Entscheidungsinterdependenzen.
- Systematische Problemspezifikation.
- Berücksichtigung von Risiken und Flexibilitätserhöhung.
- Berücksichtigung von Lernprozessen.
- Interorganisatorische und intraorganisatorische Systemteilung.

Obwohl die Arbeit die Erlösseite nicht berücksichtigt und damit kein kostenrechnerisch geschlossenes Konzept darstellt<sup>4</sup>, dient sie für den deutschsprachigen Raum als zusammenfassende Grundlage weiterer Betrachtungen - so auch für die LZA-Analyse.

Dem Anliegen, mit betrieblichen Informationssystemen zur Lebenszyklusrechnung die Ressourcenallokation im Unternehmen zu verbessern, hat sich in vielbeachteten internationalen Konferenzen in den Jahren 1986 und 1987 die amerikanische CAM-I-Studie angenommen<sup>5</sup>. Bei der Aufstellung von Prinzipien zur Unterstützung des Managements von Investitionen und Leistungen wird das Life-cycle-costing als Möglichkeit zur Berücksichtigung der Perspektive des Potentialnutzers erkannt<sup>6</sup>.

---

<sup>1</sup> Vgl. Wübbenhorst (1984); vgl. Pfohl, Wübbenhorst (1983).

<sup>2</sup> Vgl. Wübbenhorst (1984), S. 246.

<sup>3</sup> Vgl. ebenda S. 7.

<sup>4</sup> Vgl. Back-Hock, u.a. (1988), S. 11.

<sup>5</sup> Die Studie wurde 1996 beginnend in drei Phasen von der Computer Aided Manufacturing-International Inc. in Zusammenarbeit mit Vertretern namhafter Unternehmen durchgeführt. Die Ergebnisse sind wiedergegeben in Howell, u.a. (1987) und Berliner, Brimson (1988).

<sup>6</sup> Vgl. Berliner, Brimson (1988), S. 15 ff.

Auf den Lebenszykluskostenansatz aufbauend stellt BACK-HOCK die Methoden eines lebenszyklusorientierten Produktcontrolling in einem EDV-Ansatz zusammen. Diese Methoden sind auf eine integrierte Betrachtung aller im Lebenszyklus eines Serienproduktes anfallenden Kosten und Erlöse ausgerichtet und beruhen auf einer Strukturierung der Kosten und Erlöse nach den Lebenszyklusphasen von Vorlauf-, Markt- und Nachlaufphase - entsprechend dem Modell des integrierten Produktlebenszyklus<sup>1</sup>.

Der Ansatz von BACK-HOCK ist nicht als geschlossenes lebenszyklusorientiertes Controllingkonzept für Serienprodukte zu verstehen, sondern zeigt vor allem die Bedeutung von periodenübergreifenden Betrachtungen und deren instrumenteller Unterstützung mit Datenverarbeitungssystemen sowie damit möglicher entscheidungsorientierter Auswertungen und graphischer Präsentationen der gesammelten Daten<sup>2</sup>.

Ausgehend von diesem Ansatz fordert FRÖHLING die Berücksichtigung von Lebenszykluskosten als Teil einer Investitionsentscheidung, mit der allgegenwärtige Kostenüberschreitungen in den Griff zu bekommen sind<sup>3</sup>. Die Umsetzungsmöglichkeiten werden in beiden Ansätzen vor allem an den Einsatz der modernen Datenverarbeitung gekoppelt, was bisher die Abbildung der Komplexität von Zusammenhängen im Lebenszyklus verhindert hat<sup>4</sup>.

Einen Schritt weiter geht FISCHER mit seiner Forderung, den Grundgedanken des Life-cycle-costing vom Anwendungsfeld der Beschaffung von Investitionsgütern auf das Konsumgütergeschäft zu übertragen und damit den einzelnen Kunden im Rahmen eines 'Consumption Life Cycle' zu betrachten<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Vgl. Back-Hock, u.a. (1988), S. 25 f.

<sup>2</sup> Vgl. ebenda (1988), S. 59.

<sup>3</sup> Vgl. Fröhling, Spilker (1990b), S. 74 ff.

<sup>4</sup> Vgl. Fröhling, Spilker (1990b), S. 77 f; vgl. Back-Hock, u.a. (1988), S. 59.

<sup>5</sup> Vgl. Fischer (1993b), S. 277.

In Weiterentwicklung dieser Arbeiten beschäftigen sich die neueren Ansätze des Lebenszykluskonzeptes im deutschsprachigen Raum überwiegend mit den kostenrechnerischen Aspekten. Ausgehend von der Forderung MÄNNELS, die periodenbezogene Kosten-, Erlös- und Ergebnisrechnung durch eine lebenszyklusbezogene Sichtweise zu ergänzen<sup>1</sup>, beschreibt ZEBOLD in einer Monographie die verschiedenen Arten der Lebenszyklusrechnung und formuliert daraus ein geschlossenes Aussagensystem zur Lebenszykluskostenrechnung<sup>2</sup>. Fokus bleibt jedoch die Betrachtung von Produktlebenszyklen aus Sicht des Unternehmens, wobei der Kunde nur eine untergeordnete Rolle einnimmt.

In die gleiche Richtung zielt die Arbeit von RIEZLER zur Lebenszyklusrechnung als Controllinginstrument strategischer Projekte<sup>3</sup>. Dabei untersucht der Verfasser, inwieweit durch die vorhandenen Instrumente des internen Rechnungswesens über den Lebenszyklus von Projekten die betriebswirtschaftliche Transparenz zur Planung, Steuerung und Kontrolle sichergestellt werden kann. Beide Arbeiten konzentrieren sich vor allem auf die Begründung der Notwendigkeit, das Rechnungswesen mit den gedanklichen Ansätzen des Lebenszykluskonzeptes zu erweitern, um damit Produktzyklen ideal managen zu können. Direkt in der Unternehmenspraxis umsetzbare instrumentelle Ansätze werden dabei als Handlungsbedarfe ausgewiesen<sup>4</sup>.

„Die Lebenszykluskostenrechnung wurde bislang erst ansatzweise übertragen und angepaßt an die Erfordernis erwerbswirtschaftlicher Unternehmen, die Produkte in Massen- und Serienfertigung herstellen ...“<sup>5</sup>. An dieser Stelle setzen die folgenden Abschnitte an, in denen auf Basis des Gedankengutes der Lebenszykluskostenrechnung eine Bewertungsmethodik für Innovationsideen im Großserienbereich entwickelt wird - die LZA-Analyse.

---

<sup>1</sup> Vgl. Männel (1994), S. 110.

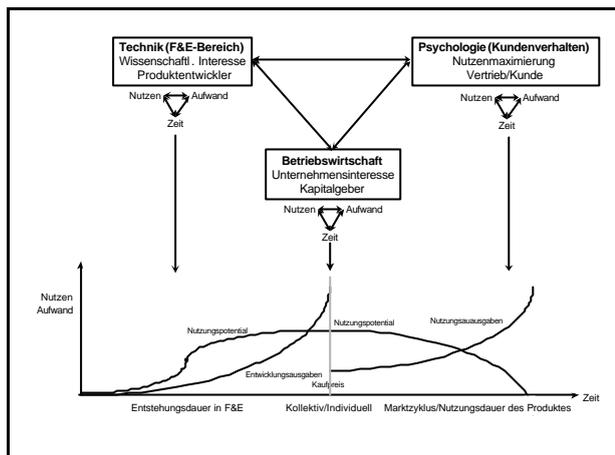
<sup>2</sup> Vgl. Zehbold (1995).

<sup>3</sup> Vgl. Riezler (1996).

<sup>4</sup> Vgl. Franze, u.a. (1995a), S. 1.

<sup>5</sup> Zehbold (1995), S. 151.

### 3.3 Erfolgsdeterminanten im Lebenszykluskonzept



In Abschnitt 3.1 wurde der integrative Charakter des Lebenszykluskonzeptes bezüglich der am Innovationsprozeß beteiligten Interessengruppen deutlich. Ziel dieses Abschnittes ist es, die Erfolgsdeterminanten zu beschreiben, die mit dem Lebenszykluskonzept bei der Innovationsbewertung zu optimieren sind.

Unter Erfolgsdeterminanten sind dabei die Größen zu verstehen, welche für die Zielerreichung maßgeblich sind<sup>1</sup>, indem sie den Erfolg des Innovationsprozesses im vorher beschriebenen Zusammenhang determinieren und die als Ansatzpunkte für ein steuerndes Eingreifen genutzt werden können<sup>2</sup>.

In Abbildung 30 sind die Zielgrößen der Interessengruppen aus Abschnitt 3.1 zusammengefaßt, welche bei der Integration von Kunden-, Unternehmens- und F&E-Interessen herausgearbeitet werden konnten. Um die Zahl dieser Zielgrößen auf ein in Bewertungsverfahren handhabbares Maß reduzieren zu können, ist eine Bündelung in Erfolgsdeterminanten sinnvoll, die für den Erfolg von Innovationen über die Partikulärziele der Interessengruppen hinaus bestimmend sind. Eine solche zweifels- und restgrößenfreie Zuordnung der Zielgrößen ist für die Erfolgsdeterminanten 'Zeit', 'Aufwand' und 'Nutzen bzw. Leistung' möglich.

Aufwand, Zeit und Leistung sind als entscheidende Determinanten betriebswirtschaftlicher Effektivität und Effizienz<sup>3</sup> für den Einsatz in einem Bewertungsverfahrens hervorragend geeignet, da sie ex-ante zur Effektivitätssicherung bei der Auswahl von Innovationsideen einsetzbar sind und dann im Rahmen der Realisierung als Steuerungsgrößen für einen effizienten Innovationsprozeß herangezogen werden können.

<sup>1</sup> Vgl. Poensgen (1983), S. 73 ff, der diesen Begriff in die betriebswirtschaftliche Diskussion eingeführt hat.

<sup>2</sup> Vgl. Bürgel, u.a. (1996a), S. 37.

<sup>3</sup> Vgl. Bürgel, u.a. (1996a), S. 38; vgl. Schmelzer (1992), S. 45.

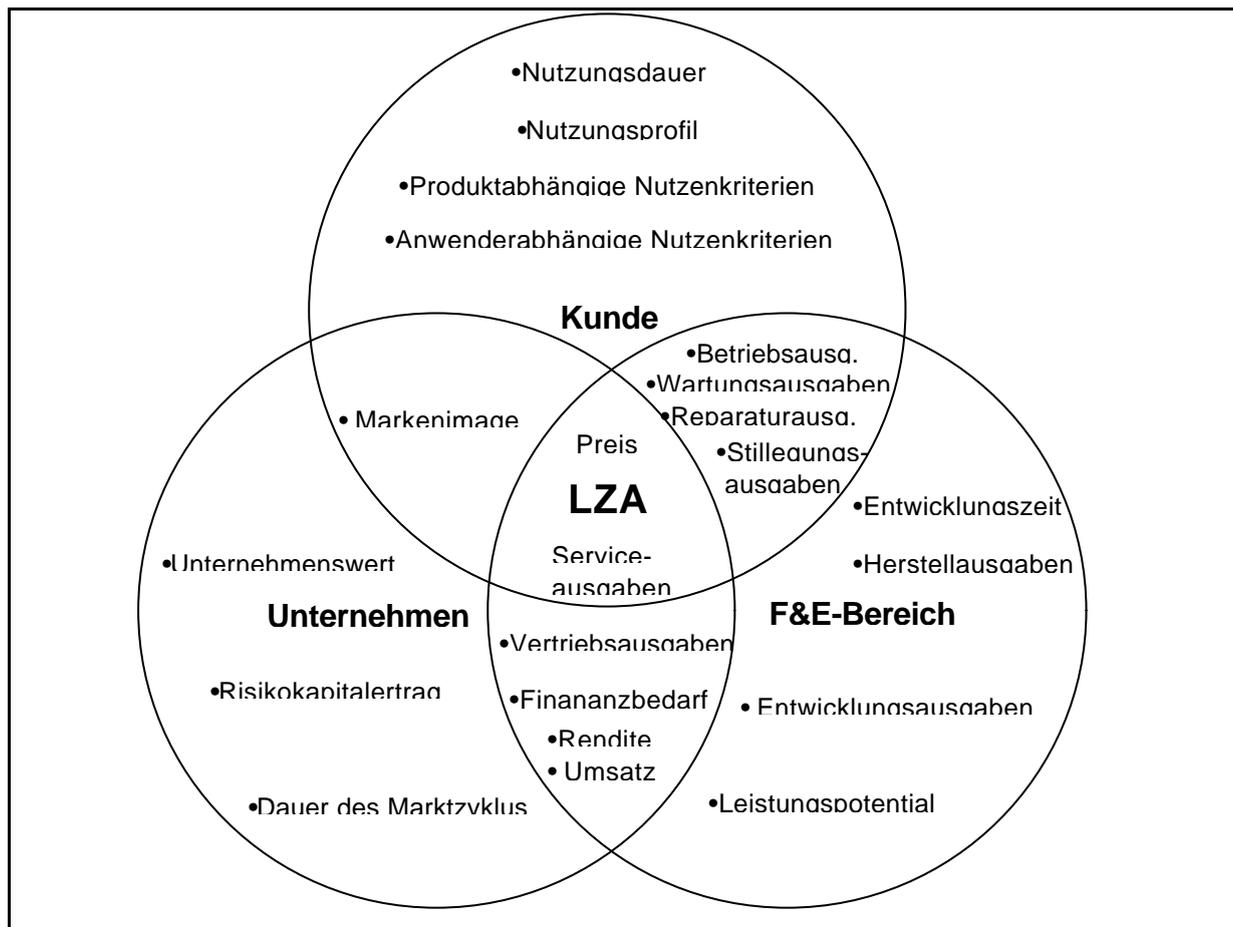
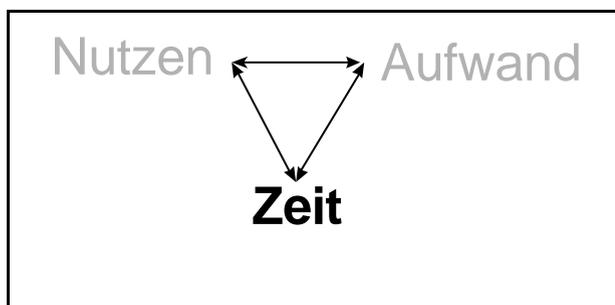


Abbildung 30: Verbindung von Kunde, Unternehmen und F&E-Bereich<sup>1</sup>

In den folgenden Abschnitten werden die Erfolgsdeterminante Zeit (Abschnitt 3.3.1), die Erfolgsdeterminante Aufwand (Abschnitt 3.3.2) und die Erfolgsdeterminante Nutzen/Leistung (Abschnitt 3.3.3) zunächst getrennt behandelt, um sie dann in Abschnitt 3.3.4 im 'magischen Dreieck' integrativ gegenüberzustellen.

### 3.3.1 Erfolgsdeterminante Zeit



Die Zeit wird heute vielfach als die dominierende Erfolgsdeterminante im globalen Wettbewerb angesehen. Gerade im Bereich der Technologieplanung konnte diese Aussage durch eine Forschungsgruppe um

PFEIFFER mit dem 'Zeitfallen-Theorem' verdeutlicht werden<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Vgl. Ehrlenspiel (1995), S. 559.

<sup>2</sup> Vgl. Pfeiffer, u.a. (1989), S. 99 ff; vgl. Pfeiffer, Weiß (1990), S. 3 ff.

Im Szenario der Zeitfalle führt steigende technologische Dynamik zu einer Marktzykluskonzentration bei gleichzeitiger Entstehungszyklusexpansion aufgrund komplexerer Produkte und Herstellungsverfahren, die wiederum die F&E- und Vorbereitungskosten der Produktion erhöhen. Aus diesem Gespann von Entwicklungstendenzen ergibt sich die Zeitfalle. Immer schneller müssen neue Produkte vom Unternehmen auf den Markt gebracht werden, die dann in immer kürzerer Zeit ihre steigenden Entstehungskosten zu amortisieren haben.

Vor diesem Hintergrund wundert es nicht, daß SCHMELZER die Bedeutung der Zeit im Innovationsprozeß an einem Beispiel der SIEMENS AG verdeutlicht, bei dem eine Überschreitung des Entwicklungskostenbudgets um 50% zwar zu einer Verringerung der Produktrendite um 5% führt, daß aber eine Überschreitung des Zeitbudgets um 6 Monate (im Beispiel sind das 10% der Gesamtproduktlaufzeit) eine Reduzierung der Produktrendite von bis zu 30% nach sich zieht<sup>1</sup>. Der Zeitaspekt wird daher sowohl in der betriebswirtschaftlichen Theorie als auch in der betrieblichen Praxis eingehend erörtert<sup>2</sup>. PFEIFFER faßt die Bedeutung von Zeit als Erfolgsdeterminante wie folgt zusammen<sup>3</sup>:

- Zeit ist eine strategische Ressource sui generis.
- Zeit ist eine zentrale Rentabilitätsdeterminante.
- Zeit ist eine zentrale Risikodeterminante.

Für die Bewertung von Innovationsideen mit der LZA-Analyse ist die Entwicklungsdauer eine erfolgsbestimmende Größe, die vom Unternehmen an den F&E-Bereich vorgegeben wird. Um die ex-ante Bewertung von Innovationsideen mit der LZA-Analyse durch eine Dynamisierung des Innovationsprozesses auf einen Zeitpunkt vornehmen zu können, sind von den Interessengruppen eine Reihe von Informationen nötig:

---

<sup>1</sup> Vgl. Schmelzer (1990), S. 28; vgl. Schmelzer (1992), S. 50; vgl. Reinertsen (1983); vgl. Tiby (1987); vgl. Curran (1987) bei zeitsensiblen Produkten.

<sup>2</sup> Vgl. Pfeiffer, Weiß (1990), S. 3 ff; vgl. Schmelzer (1992), S. 47 ff; vgl. Bürgel, u.a. (1996a), S. 39.

<sup>3</sup> Pfeiffer, u.a. (1989), S. 104.

**F&E-Bereich:** Die Entwicklungszeit der Innovationsidee bis zum serienreifen Produkt muß prognostiziert werden. Außerdem ist der zeitliche Verlauf von Entwicklungsleistungen und -aufwand für die Dynamisierung entscheidend.

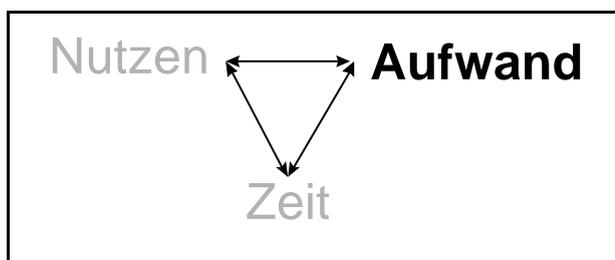
**Unternehmen:** Für das Unternehmen als Kapitalgeber ist die Dauer des Marktzyklus die entscheidende Zeitdeterminante für den Innovationserfolg. Aussagekräftig wird jedoch auch diese Zeitgröße erst mit der zeitlichen Zuordnung der entsprechenden Einnahmen aus dem Verkauf sowie bei den Ausgaben durch Marktkommunikation und Produktattraktivierung.

**Kunde:** Aus Kundensicht ist neben der Verfügbarkeit des Produktes am Markt vor allem die Nutzungsdauer des Produktes von Bedeutung. Der Verlauf von Nutzungsleistungen des Produktes auf der einen und von Instandhaltungsmaßnahmen auf der anderen Seite vervollständigen die kundenrelevanten Zeitgrößen.

Bei der Betrachtung von F&E-, Unternehmens- und Kundenperspektive fällt auf, daß im Umfeld der Erfolgsdeterminante Zeit jeweils zwei Aspekte für die Bewertung benötigt werden: die Zeit als Dauer mit Fokus auf den Anfangs- und Endzeitpunkt und die Zeit als Geschwindigkeit mit einer Betonung der Beschleunigung von Veränderungen anderer Erfolgsdeterminanten<sup>1</sup>.

Obwohl teilweise der Aufwand als eine von der Zeit abhängige Größe angesehen wird<sup>2</sup>, geht der nächste Abschnitt ausschließlich auf den Aufwand als Erfolgsdeterminante ein.

### 3.3.2 Erfolgsdeterminante Aufwand



Der Ressourcenverbrauch im Innovationsprozeß wird in finanziellem Aufwand (=Ausgaben) ausgedrückt und hat damit traditionell in Theorie und Praxis einen sehr

<sup>1</sup> Vgl. Gemünden (1992).

<sup>2</sup> Vgl. Bürgel, u.a. (1996a), S. 40.

hohen Stellenwert als Erfolgsdeterminante<sup>1</sup>. Vor dem Hintergrund der Quantifizierbarkeit der Ausgaben in monetären Dimensionen und der Verfügbarkeit von Methoden zur Ausgabensteuerung und -auswertung (z. B. Ausgabenschätzverfahren oder Projektausgabenrechnung) verwundert diese Bedeutung nicht<sup>2</sup>.

Für die Bewertung von Innovationen mit der LZA-Analyse sind je nach Interessengruppe unterschiedliche Ausgaben erfolgsgestimmend:

**F&E-Bereich:** Der F&E-Bereich hat direkten Einfluß auf die Ausgaben während der Forschung und Entwicklung und bestimmt damit den zur Realisierung des Produktes vom Unternehmen aufzubringenden Finanzbedarf. In der Konstruktion des Produktes werden die zur Herstellung notwendigen Fertigungsprozesse sowie deren Ausgaben festgelegt. Demnach hat der F&E-Bereich einen wesentlichen Einfluß auf den Preis des Produktes (=Einnahmen<sup>3</sup>), zu dem es am Markt angeboten werden kann. Mit der Wahl der Produktmaterialien und deren Verschleißigenschaften bestimmt der Entwicklungsbereich aber auch die Standzeit der Produkte und deren Wartungs- und Reparaturausgaben, die je nach Aufteilung zwischen Kunde und Unternehmen in der Form von Garantiausgaben wirksam werden können. Die Beeinflussungsmöglichkeiten der Entwicklung auf die Folgeausgaben eines Produktes zieht sich durch bis zu den Ausgaben für die Außerbetriebstellung<sup>4</sup>. Auch die Vertriebsausgaben können vom F&E-Bereich über die Einmaligkeit des Produktes beeinflusst werden.

**Unternehmen:** Das Unternehmen finanziert die Ausgaben des F&E-Bereichs vor und betrachtet demnach den Finanzbedarf als erfolgsgestimmende Ausgabengröße<sup>5</sup>. Außerdem hat das Unternehmen die Ausgaben für die Vermarktung und Vertrieb zu tragen. Vom durch den Produktpreis am Markt generierten Umsatz müssen aus Unternehmenssicht die Garantie- und Kulanzausgaben abgezogen werden, weswegen auch diese Ausgaben für das Unternehmen erfolgsgestimmend sein können<sup>6</sup>.

---

<sup>1</sup> Vgl. Bürgel (1989), S. 5 ff; vgl. Madauss (1994), S. 204; vgl. Rinza, Schmitz (1992), S. 33.

<sup>2</sup> Vgl. Gentner (1994), S. 118.

<sup>3</sup> Zur Einbindung der Einnahmen als negative Ausgaben siehe Abschnitt 3.1.3., speziell Abbildung 25.

<sup>4</sup> Vgl. Bürgel (1996a), S. 44.

<sup>5</sup> Vgl. Gentner (1994), S. 138 f.

<sup>6</sup> Besonders bei großen Rückrufaktionen, wie sie beispielsweise in der Automobilindustrie vorkommen.

**Kunde:** Aus Kundensicht sind vor allem der Kaufpreis und die Ausgaben für den Betrieb des Produktes erfolgsgestimmte monetäre Aufwandsgrößen. Aber auch die Ausgaben für Wartung und Reparatur sowie die Stilllegung des Produktes nach Nutzungsende sind für den Kunden relevante Kriterien<sup>1</sup>, die bereits zum Kaufzeitpunkt festliegen.

Die Erfolgsgestimmte 'Aufwand' besitzt aufgrund der Definition in Abschnitt 2.1.2 neben der quantitativ monetär bewertbaren Ausgabengrößen eine in Punkten bewertete Aufwandsdimension, den Aufwandswert. Der Aufwandswert ist wie ein negativer Nutzen definiert, der nicht weiter in monetär bewertbare Aufwände aufgegliedert wird<sup>2</sup>. Wie der positive Nutzen im nächsten Abschnitt sind Aufwandswerte abhängig vom Nutzungszusammenhang<sup>3</sup>.

### 3.3.3 Erfolgsgestimmte Nutzen



Die Erfolgsgestimmte Nutzen hat aufgrund ihrer schwierigen Meßbarkeit, damit verbundener Erhebungsprobleme und nicht eindeutiger Definition bisher in Theorie und Praxis wenig Beachtung gefunden<sup>4</sup>.

Wie der Aufwand teilt sich auch der Nutzen in der vorliegenden Arbeit in einen monetär bewertbaren Anteil, die Einnahmen und in einen qualitativen Teil, den Nutzwert<sup>5</sup>. Die Erfolgsgestimmte Nutzen unterscheidet sich damit von der Leistung im Sinne des wirtschaftlichen Leistungsbegriffs von Effizienz als bewertetem Output<sup>6</sup>. Nutzen wird hier sowohl in seiner qualitativen als auch in seiner quantitativen Form als Ursprungsgröße verwendet, die erst im Analyse-Schritt mit anderen Erfolgsgrößen in Beziehung gesetzt wird.

Von den monetär bewertbaren Einnahmen sind im Rahmen der LZA-Analyse folgende Zielgrößen als Erfolgsgestimmte für die weitere Bearbeitung von Relevanz:

<sup>1</sup> Vgl. Bauer, Herrmann (1993), S. 237 f.

<sup>2</sup> Vgl. Rinza, Schmitz (1992), S. 142.

<sup>3</sup> Z. B. Häufigkeit der Wartung, Ausfall des Produktes mit entsprechenden Unannehmlichkeiten.

<sup>4</sup> Vgl. Gentner (1994), S. 129, der in seiner Leistungsdimension inhaltlich ähnliche Prämissen setzt.

<sup>5</sup> Vgl. dazu Definition der Aufwand-Nutzen-Zusammenhänge in Abschnitt 2.1.2.

<sup>6</sup> Vgl. Bürgel, u.a. (1996a), S. 32, S. 35 und S. 39.

**F&E-Bereich:** Der Kundennutzen des Produktes im Wettbewerbsvergleich ermöglicht die Positionierung zu einem bestimmten Preis, der für einen Marktumsatz sorgt. Aus dem Umsatz als Einnahme-Erfolgsgröße kann dann im Zusammenspiel mit dem Aufwand die Rendite bestimmt werden.

**Unternehmen:** Für das Unternehmen wird aus dem Marktpreis ein Umsatz erzielt, aus dem die Rendite des Finanzierungsprojektes der Produktinnovation abgeleitet werden kann und woraus sich eine positive Entwicklung des Unternehmenswertes als Erfolgsgröße ableiten läßt<sup>1</sup>.

**Kunde:** Der Kunde als Konsument des Leistungspotentials des Produktes hat durch den Kauf des Produktes den monetären Gegenwert des Wiederverkaufspreises erstanden, der für ihn eine Erfolgsgröße darstellt.

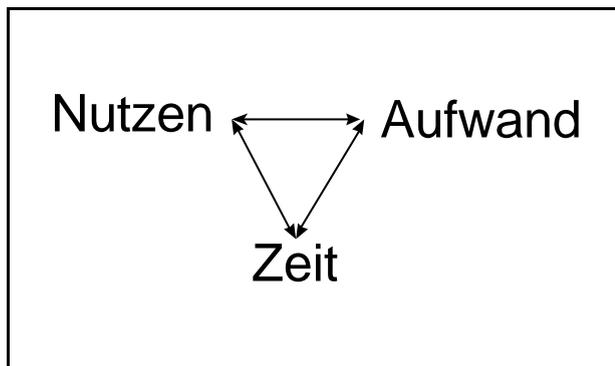
Für die nichtmonetäre Nutzengröße ist der Erfolgsfaktor pauschal kaum zu bestimmen, weil es dabei um funktionale Nutzungsbedürfnisse eines Produktes geht, die vom F&E-Bereich in das Produkt hineinkonstruiert und vom Kunden als Konsumenten gewünscht sein müssen. Da jedes Produkt ein anderes funktionales Leistungsspektrum erfüllt, ist die pauschale Bestimmung nicht möglich. Im konkreten Anwendungsfall ist das Nutzungsprofil eines Kunden mit produkt- und anwenderabhängigen Nutzenkriterien jedoch klar zu bestimmen, wie in Kapitel 4 gezeigt wird. Sorgt der F&E-Bereich für eine gezielte Befriedigung der Kundenbedürfnisse, dann kann davon ausgegangen werden, daß sich auf Unternehmensebene das Markenimage als Erfolgsdeterminante verbessert.

Die isolierte Beschreibung der Erfolgsdeterminanten Nutzen, Aufwand und Zeit für die einzelnen Interessengruppen war nur teilweise möglich, ohne auch angrenzende Erfolgsdeterminanten anzusprechen. Im nächsten Abschnitt werden daher die beschriebenen Erfolgsdeterminanten in einem magischen Dreieck zusammengebracht.

---

<sup>1</sup> Vgl. Niemann, Schwalbe (1989), S. 19 f.

### 3.3.4 Integration der Erfolgsdeterminanten im magischen Dreieck



Zwischen den Erfolgsdeterminanten von Nutzen, Aufwand und Zeit besteht ein besonderes Abhängigkeitsverhältnis insofern, als daß sie sich nur unter Schwierigkeiten gleichzeitig optimieren lassen, wofür sich der Begriff ‚magisches Dreieck‘ eingebürgert hat<sup>1</sup>.

Das magische Dreieck bezieht seinen Namen aus der Vorstellung der konventionellen Projektsteuerung, daß im Regelfall nur zwei der Dimensionen des Dreiecks unter Inkaufnahme eines Trade-Offs mit der dritten Dimension gleichzeitig verfolgt werden können, wobei es den Kenntnissen und Fähigkeiten eines Magiers bedarf, alle drei Erfolgsdeterminanten gleichzeitig zu optimieren<sup>2</sup>. Die Übertragung der Philosophie des magischen Dreiecks auf die LZA-Analyse stellt Abbildung 31 dar.

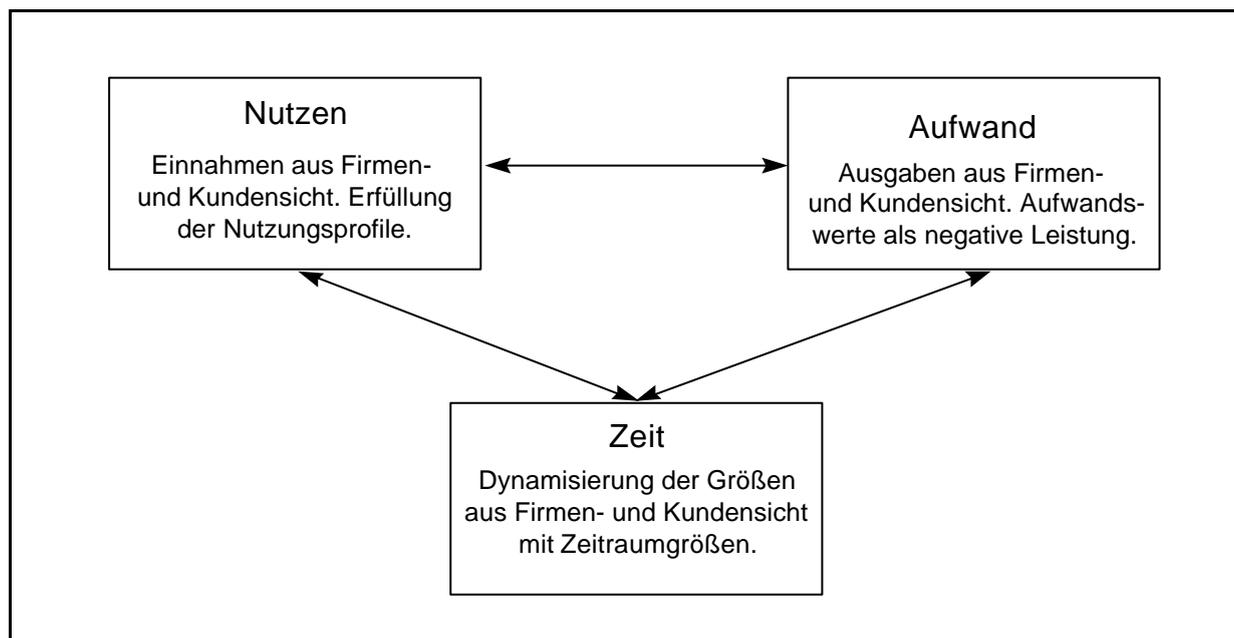


Abbildung 31: Das magische Dreieck im Lebenszyklus

Jede Interessengruppe hat ihre spezifischen Bedürfnisse über den Lebenszyklus des Produktes, wobei die Aufwandsgrößen das verbindende Element darstellen, welche durch die LZA-Analyse zu einem Optimum geführt werden können. Ziel der LZA-Analyse ist es demnach, bei der Bewertung

<sup>1</sup> Vgl. Bürgel, u.a. (1996a), S. 38; vgl. Werner (1997), S. 150.

<sup>2</sup> Vgl. Platz, Schmelzer (1986), S. 135; vgl. Madauss (1994), S. 223; vgl. Gentner (1994), S. 117.

von Innovationsideen ex-ante einen Gleichgewichtspunkt zwischen den Erfolgsdeterminanten des magischen Dreiecks zu finden. Da sich das traditionelle Projektcontrolling auf Kosten und Zeit als Subziele des Projekterfolgs<sup>1</sup> beschränkt, fehlt ein Hilfsmittel zur integrierten gesamtprojekt-erfolgsorientierten Gestaltung gegenläufiger Aufwands-, Zeit- und Nutzen-Ziele - den Größen des magischen Dreiecks<sup>2</sup>.

„In der Regel werden für Lebenszyklus-Betrachtungen unterstützende Simulationsrechnungen durchgeführt, wobei die Aktionsparameter - Kosten, Erlöse, Mengen und Zeitraum - variiert werden können“<sup>3</sup>. Dieser Forderung folgt auch die LZA-Analyse. Um die Verbindungen zwischen den Erfolgsdeterminanten der Interessengruppen in der LZA-Analyse darstellen und optimieren zu können, ist eine möglichst weitgehende Reduzierung der Maßeinheiten anzustreben, in denen die Erfolgsdeterminanten ausgedrückt werden. Dies gelingt, wenn die mit Mischdimensionen versehenen Erfolgsdeterminanten nach qualitativen und quantitativen Größen getrennt gemäß der Definition Abschnitt 2.1.2 als Ertrag und Nützlichkeit dargestellt werden (siehe Abbildung 32).

	<b>Unternehmen</b>	<b>F&amp;E-Bereich</b>	<b>Kunde</b>
<b>Zeit</b> [Monate]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dauer des Marktzyklus.</li> <li>• Zeitlicher Verlauf der monetären und qualitativen Kriterien.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklungszeit.</li> <li>• Zeitlicher Verlauf der monetären und qualitativen Kriterien.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzungsdauer.</li> <li>• Zeitlicher Verlauf der monetären und qualitativen Kriterien.</li> </ul>
<b>Ertrag</b> <b>Monetäre Größen</b> [DM] = Ausgaben/Einnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preis.</li> <li>• Garantieausgaben.</li> <li>• Vertriebsausgaben.</li> <li>• Finanzbedarf.</li> <li>• Rendite.</li> <li>• Unternehmenswert.</li> <li>• Risikokapitalertrag.</li> <li>• Umsatz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklungsausgaben.</li> <li>• Herstellerausgaben.</li> <li>• Preis.</li> <li>• Garantieausgaben.</li> <li>• Vertriebsausgaben.</li> <li>• Finanzbedarf.</li> <li>• Rendite.</li> <li>• Betriebsausgaben.</li> <li>• Wartungsausgaben.</li> <li>• Reparaturausgaben.</li> <li>• Stilllegungsausgaben.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Betriebsausgaben.</li> <li>• Wartungsausgaben.</li> <li>• Reparaturausgaben.</li> <li>• Stilllegungsausgaben.</li> <li>• Preis.</li> <li>• Garantieausgaben.</li> <li>• Wiederverkaufswert.</li> </ul>
<b>Nützlichkeit</b> <b>Qualitative Größen</b> [Punktwerte] = Aufwandswerte/ Nutzenwerte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Markenimage.</li> <li>• Strategie.</li> <li>• Beschäftigung.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leistungspotential.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktabhängige Nutzenkriterien.</li> <li>• Anwenderabhängige Nutzenkriterien.</li> <li>• Nutzungsprofil.</li> </ul>

Abbildung 32: Qualitative und quantitative Maßeinheiten im Lebenszyklus

<sup>1</sup> Vgl. Michel (1989), S. 15; vgl. Wheelwright, Clark (1989), S. 26 ff und die Ergebnisse einer Befragung von Gentner (1994), S. 73 f in der Automobilindustrie Europas, Nordamerikas und Japans.

<sup>2</sup> Vgl. Gaiser (1993), S. 93; vgl. Gentner (1994), S. 114 f.

<sup>3</sup> Müller (1996), S. 591.

Die Erfolgsdeterminanten haben bei den Kunden, beim Unternehmen und im F&E-Bereich die gleichen Maßeinheiten. Bei einer Anordnung der verbindenden und individuellen Kriterien wie in Abbildung 32 vorgenommen, wird deutlich, daß es in jeder Interessengruppe zeitbezogene Größen, monetäre Größen und qualitative Größen gibt, aus denen sich die Erfolgsfaktoren 'Zeit', 'Aufwand' und 'Nutzen' zusammensetzen. Damit können, wie in der Gliederungsübersicht von Kapitel 3 dargestellt (siehe Abbildung 21), die Erfolgsdeterminanten der einzelnen Interessengruppen überschneidungsfrei im Lebenszyklus der Produktinnovation zusammengefaßt werden. Die Nutzen- und Aufwandsgrößen, die über die Zeit den Lebenszyklus beschreiben, sind demnach die Summe der Erfolgsdeterminanten der Interessengruppen. „Bislang zur Verfügung stehende Methoden, wie z. B. die Netzplantechnik, Target-Costing oder Quality Function Deployment (QFD) betrachten und optimieren schwerpunktmäßig einzelne Variablen aus den Bereichen Zeit, Kosten oder Qualität“<sup>1</sup>.

Da jedoch die Bewertung von Innovationsideen wie 'ausnahmslos jede strategische Entscheidung eine Kosten- und eine Nutzenkomponente enthält, deren Quantifizierung die wichtigste Aufgabe im Prozeß der strategischen Entscheidung ist'<sup>2</sup>, verbindet die LZA-Analyse alle drei Erfolgsfaktoren über die zeitliche Klammer des Lebenszyklus miteinander. Damit wird es möglich, bei der Auswahlentscheidung von Produktinnovationen die positiven und negativen Veränderungshebel transparent zu machen (siehe Abbildung 33).

Der Analyse-Aspekt der LZA-Analyse ergibt sich aus der Abgleich- und Kompensationsmöglichkeit der monetären und qualitativen Inhalte von Lebenszyklusaufwand aus Kunden-, oder Unternehmenssicht. Wie Abbildung 33 darstellt, ermöglichen die über den Lebenszyklus in einem entsprechenden Modell aufbereiteten Erfolgsdeterminanten ein 'Kneten', das heißt ein gegenseitiges Ausgleichen monetärer und qualitativer Erfolgsgrößen bis die Interessen aller Gruppen ausreichend berücksichtigt sind<sup>3</sup>. Die Analyseschritte beinhalten dabei auch Möglichkeiten, die Maxima einzelner Größen unter der Reduzierung anderer Größen zu finden und die Abhängigkeiten der Erfolgsgrößen zueinander in Sensitivitäten abzubilden<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> Dittmar, u.a. (1997), S. 117.

<sup>2</sup> Holzwarth (1993), S. 2.

<sup>3</sup> Im Rahmen der Projektmöglichkeiten. Im Sinne einer Entscheidungsunterstützung ist die Innovationsidee nicht zu realisieren, wenn auch die Analyse der Erfolgsdeterminanten keine befriedigenden Ergebnisse zeigt.

<sup>4</sup> Siehe Kapitel 4.

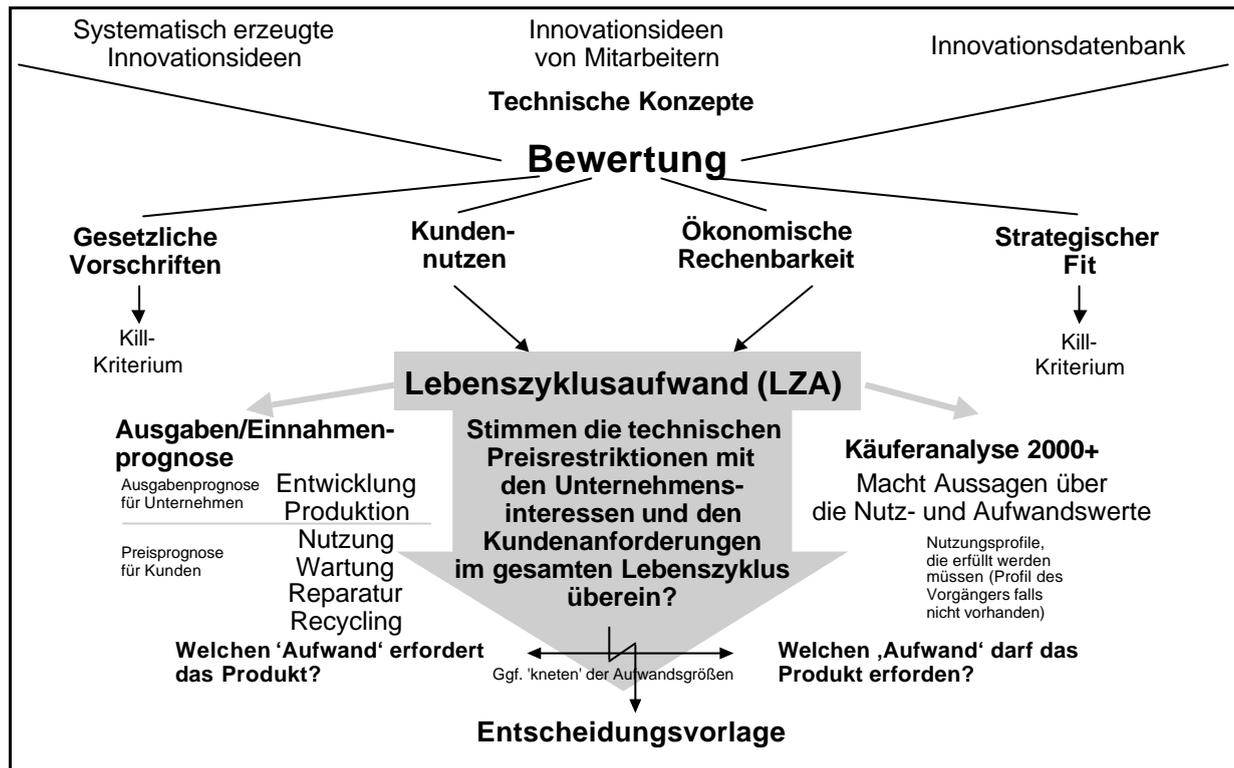


Abbildung 33: Theoretischer Aufbau der LZA-Analyse

Mit der Dynamisierung der Größen des magischen Dreiecks auf den Zeitpunkt der Entscheidung ähnelt die LZA-Analyse den Verfahren der Investitionsrechnung<sup>1</sup>. „Wenn in zunehmendem Maße umfangreiche Sachinvestitionen, Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen, Marketingaufwendungen etc. nur für ein bestimmtes Produkt oder eine Produktgruppe getätigt werden und dieses Produkt darüber hinaus einen absehbar kurzen Lebenszyklus hat, genügen die bewährten Instrumente des operativen Controlling nicht, um den Produkterfolg insgesamt zu beurteilen“<sup>2</sup>. Bei Investitionsentscheidungen sollten nicht nur die „Anschaffungs- bzw. Herstellungskosten berücksichtigt werden, die zu einem bestimmten Zeitpunkt anfallen, sondern auch möglichst alle Folgekosten, die vor, während und nach der Nutzung entstehen“<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Nach Riezler (1996), S. 135 weisen potentialaufbauende strategische Projekte den grundsätzlichen Charakter von Investitionen im Sinne des finanzwirtschaftlichen Investitionsbegriffs auf.

Vgl. Hölscher, Rücker (1996), S. 369.

<sup>2</sup> Vikas (1996), S. 17 ähnlich bei Müller (1996), S. 586 wobei ‚absehbar kurz‘ sich darauf bezieht, daß der Lebenszyklus mit akzeptablen Abweichungen noch prognostiziert werden kann.

<sup>3</sup> Vgl. Fischer (1993a), S. 69.

Die Investitionsrechnung umfaßt ermittelnde und optimierende Rechenverfahren, die im Rahmen des Entscheidungsprozesses anhand quantitativer Maßstäbe die wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit von Investitionsvorhaben – und das sind im vorliegenden Fall die Innovationsprojekte – bewerten<sup>1</sup>. Nach den verwendeten Rechengrößen unterteilt man Investitionsrechenverfahren in dynamische (finanzwissenschaftliche) Verfahren auf Basis von Zahlungen und statische Verfahren auf Basis von periodisierten Größen (Kosten, Erlöse)<sup>2</sup>. „Während sich in der Wissenschaft dynamische Verfahren eindeutig durchgesetzt haben, verwendet die Unternehmenspraxis zumeist Kombinationen verschiedener statischer und dynamischer Methoden“<sup>3</sup>, wie z. B. die interne Zinsfußmethode, die Kapitalwertmethode oder die Kostenvergleichsrechnung.

Die Lebenszyklusrechnung betrachtet investitionsrechnerische Problemstellungen und verwendet die Rechengrößen und Methoden der dynamischen Investitionsrechnung<sup>4</sup>. „Innovationen sind aus betriebswirtschaftlicher Sicht folglich echte Investitionsentscheidungen“<sup>5</sup>. Den Unterschied des Lebenszykluskosten-Konzeptes zu den Verfahren der Investitionsrechnung sieht WÜBBENHORST vor allem in der Ausrichtung der Systeme: Während bei den Investitionsrechnungen die formale rechnerische Handhabung von Daten zur Lösung inhaltlicher Probleme im Vordergrund steht, bedient sich die LZA-Analyse der Investitionsrechnung, um inhaltlich Probleme der Festlegung von Folgeentscheidungen zu verdeutlichen<sup>6</sup>.

Entscheidend für die Akzeptanz und Anwendungsfähigkeit der LZA-Analyse ist eine Verknüpfung der benötigten Daten mit den übrigen betriebswirtschaftlichen Informationssystemen des Unternehmens, wie beispielsweise der Kostenrechnung<sup>7</sup>. Erst mit der Überbrückung dieser fehlenden Integration von Investitionsrechnungen mit dem periodenbezogenen Rechnungswesen können die Aussagegrenzen traditioneller Investitionsrechnungen überschritten werden<sup>8</sup>.

---

<sup>1</sup> Vgl. Hölscher, Rücker (1996), S. 369.

<sup>2</sup> Vgl. zu den unterschiedlichen Verfahren: Busse von Colbe, Laßmann (1988), Blohm, Lüder (1995); Seicht (1997).

<sup>3</sup> Riezler (1996), S. 59.

<sup>4</sup> Vgl. Riezler (1996), S. 163.

<sup>5</sup> Kesten, (1996) S. 653.

<sup>6</sup> Vgl. Wübbenhorst (1984), S. 96 f.

<sup>7</sup> Vgl. Riezler (1996), S. 162.

<sup>8</sup> Vgl. Hahn, Laßmann (1993), S. 194 f und S. 207 f.

Die Verbindung von zahlungsbasierter Investitionsrechnung und periodenbezogener Kostenrechnung ist aufgrund des Lücke-Theorems möglich, nach dem Investitionsrechnungen mit periodisierten Rechengrößen zum gleichen Ergebnis führen wie auf Basis von Zahlungen, wenn kalkulatorische Zinsen auf das in jeder Periode gebundene Kapital berechnet werden und wenn die periodisierten Größen nur zeitlich, nicht aber in ihrer Gesamtsumme von den Zahlungen abweichen<sup>1</sup>. Die zahlungsbasierte Investitionsrechnung bietet damit die Basis für die Ableitung periodenbezogener Rechnungen, die als vereinfachte Investitionsrechnungen angesehen werden<sup>2</sup>.

Damit ist die theoretische Herleitung der LZA-Analyse als Bewertungsansatz für Innovationsideen abgeschlossen, die in Kapitel 4 mit den notwendigen Methoden, Instrumenten und Modellen so auszufüllen sind, daß daraus ein praktisch anwendbares Bewertungsverfahren entsteht. Der nächste Abschnitt überprüft den theoretischen Ansatz jedoch vorher auf die Übereinstimmung mit den Anforderungen des Innovationsprozesses in Theorie und Praxis.

### **3.4 Erfüllung der Anforderungen des Innovationsprozesses durch die LZA-Analyse**

Der Begründungszusammenhang des Forschungsproblems wurde bisher logisch-deduktiv mit Hilfe der Literatur hergeleitet. Da mit dem Bewertungsverfahren jedoch der Anspruch gestellt wird, neben der Weiterentwicklung der betriebswirtschaftlichen Theorie vor allem Probleme der betrieblichen Praxis zu lösen, müssen die Probleme aus der täglichen Bewertungspraxis der Unternehmen bekannt sein. In diesem Abschnitt soll daher geprüft werden, inwieweit sich die Zusammenhänge der LZA-Analyse in die Bewertungspraxis integrieren lassen.

Abschnitt 3.4.1 erweitert die Literaturrecherche der Bewertungsansätze aus Abschnitt 2.4 um in der Praxis angewendete Verfahren und versucht darin die Prinzipien der LZA-Analyse wiederzufinden. Die Literaturlauswertung wird in Abschnitt 3.4.2 um die Erfahrungen einer eigenen Umfrage in der deutschen Automobilindustrie erweitert.

---

<sup>1</sup> Vgl. Lücke (1955); vgl. Kloock (1981), S. 873 ff; vgl. Schneider (1994), S. 62 ff.

<sup>2</sup> Vgl. Riezler (1996), S. 166 und dort angeführte Hintergrundquellen.

### 3.4.1 Anwendungsstand von Bewertungsverfahren

Zum Anwendungsstand von Bewertungsverfahren für Innovationsprojekte im F&E-Bereich wurden international zahlreiche empirische Studien durchgeführt. Auf einige der Ergebnisse der Studien aus den letzten zehn Jahren wird im folgenden detailliert eingegangen, während auf ältere Arbeiten von ALLEN (1970), PEARSON (1972), NÄSLUND und SELLSTADT (1973) sowie BECKER (1980) nur verwiesen wird.

Dem Anwendungsgrad und der Zufriedenheit der Industrie mit den zahlreichen in der Literatur vorgeschlagenen Bewertungsverfahren gingen die Briten HIGGINS und WATTS<sup>1</sup> in einer Studie nach. Dabei stand die Vermutung im Vordergrund, daß nur wenige der theoretischen Lösungsansätze für Bewertungsprobleme in der betrieblichen Praxis auch bekannt sind und angewendet werden<sup>2</sup>.

Die Befragung umfaßte 127 große und kleine, private und staatliche Unternehmen und beruht auf 50 verwertbaren Rückläufen. Dabei stellte sich heraus, daß bei der Auswahl von F&E-Projekten in 97% der Fälle der F&E-Bereich, aber nur in 56% der Marketing-Bereich und in 50% das Management beteiligt waren. Der Finanzbereich war nur an 26% der Auswahlprozesse beteiligt. Dieser Aussage entsprechen auch die Methoden, die zur Bewertung verwendet wurden: der Schwerpunkt lag mit jeweils etwa 44% auf qualitativen Verfahren wie Checklisten und Projektprofilen. Quantitative Verfahren wurden nur in Ausnahmefällen angewandt.

Die Autoren kommen zusammenfassend zu dem Ergebnis, daß tatsächlich zwischen den Verfahrensempfehlungen in der Literatur und den angewendeten Verfahren zur Auswahl von F&E-Projekten ein Mißverhältnis herrscht, welches durch ein Angebot praxisorientierter Bewertungsverfahren verbessert werden sollte. Von den befragten Firmen wurden keine integrierten Bewertungsverfahren genannt, welche die Belange von F&E-, Marketing- und Finanzbereich gegenüberstellen.

---

<sup>1</sup> Vgl. Higgins, Watts (1986), S. 289 ff.

<sup>2</sup> Vgl. ebenda, S. 291.

Etwa zur gleichen Zeit befragten LIBERATORE und TITUS<sup>1</sup> die F&E-Führungskräfte in 29 amerikanischen Unternehmen und stellten dabei fest, daß hier die Verfahren eher quantitativ orientiert sind (etwa in 80% der Auswahlprozesse) und daß damit die Finanzabteilungen eine größere Bedeutung im Auswahlprozeß von F&E-Projekten haben (vor allem mit finanzwirtschaftlich orientierten Größen wie ROI, Break-Even usw.). Hier herrschte ein Methoden- und Kenntnismangel an qualitativen Verfahren. Integrierte Verfahren zur gleichzeitigen Berücksichtigung von technischen, marktlichen und finanzwirtschaftlichen Belangen wurden auch hier keine genannt oder angewendet.

Eine Untersuchung, die THOMA in der deutschen Automobilindustrie durchführte, stellte die Frage nach der Art und dem Anwendungsgrad von ex-ante Beurteilungen für F&E-Projekte<sup>2</sup>. Von den sieben befragten deutschen Automobilherstellern<sup>3</sup> erklärten sich alle zur Auskunft bereit.

Die wichtigsten Kriterien zur Auswahl von F&E-Projekten für die deutschen Automobilhersteller war der Ertrag bzw. die Renditeerwartungen für das Projekt und der mit dem Projekt erreichbare technische Fortschritt. Gefolgt wurden diese Kriterien von den Anforderungen des Marktes und den Kundenwünschen. Den Bewertungsschwerpunkt mit betriebswirtschaftlich-quantitativen Kriterien bestätigte auch die Frage nach den zur Datenermittlung verwendeten Verfahren und Instrumenten. Kosten-Vergleichsrechnung, Break-Even-Analyse, Amortisationsrechnung, ROI-Betrachtungen, Umsatzrentabilitäten und Deckungsbeitragsrechnung gehören zu den allgemein bekannten und am meisten angewendeten Verfahren. Verfahren zur Berücksichtigung von Kundenwünschen wie die Nutzwertanalyse und Kosten-Nutzen-Analyse sind jedoch nur teilweise bekannt und werden kaum eingesetzt. Insgesamt stellte sich in begleitenden Gesprächen heraus, daß „die Verfahren in der Praxis der F&E-Projektbeurteilung lediglich fallweise und in sehr einfacher Form eingesetzt werden. Während in einigen Unternehmen entsprechende Betrachtungen für gesamte Modellreihen (‘Modell-Renditerechnungen’) angestellt werden, fehlen solche Berechnungen für einzelne Projekte (Neuentwicklungen, Modellpflege)“<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> Vgl. Liberatore, Titus (1986).

<sup>2</sup> Vgl. Thoma (1989), S. 52 ff.

<sup>3</sup> Audi AG, BMW AG, Daimler-Benz AG (heute DaimlerChrysler AG), Ford AG, Opel AG, Porsche AG, Volkswagen AG.

<sup>4</sup> Thoma (1989), S. 59.

Für die vorliegende Arbeit besonders wichtig und interessant ist die Tatsache, daß keine integrierten Verfahren eingesetzt werden, welche gleichzeitig die drei herausgearbeiteten Kriterien berücksichtigen. Es bleibt damit die Frage offen, ob es solche Verfahren gibt, und ob die Bausteine eines lebenszyklusorientierten Bewertungsmodells den Anforderungen aus Sicht der Unternehmen entsprechen.

In einer empirischen Studie ging SHIELDS Anfang der neunziger Jahre direkt auf Firmen zu, die ein Produktlebenszyklusmanagement (PLM) implementiert hatten und befragte sie nach ihren Erfahrungen mit den eingeführten Systemen und nach ihren Wünschen für Verbesserungen<sup>1</sup>. In Interviews wurden die Methoden zur Kostenschätzung, das Design des PLM-Systems, die Implementierung des PLM-Systems sowie die praktischen Erfahrungen mit dem System erfragt. Aber auch Fragen nach aufgetretenen Widerständen gegen das System, den Leistungen des PLM-Systems und nach den bisher eingebrachten Systemänderungen wurden gestellt. Die meisten der befragten europäischen und U.S.-amerikanischen Firmen, die wegen ihrer Erfahrungen mit PLM-Systemen befragt wurden, sind in der Luft- und Raumfahrt tätig, einige auch im Elektronik- und Telekommunikationsbereich.

Aus der Befragung ließen sich folgende Trends und Verallgemeinerungen ableiten<sup>2</sup>:

1. Produktlebenszyklusmanagement (PLM)-Systeme werden immer wichtiger als Erfolgsfaktor im Wettbewerb.
2. Die eingeführten PLM-Systeme sind noch sehr neu, bisher schlecht in die Unternehmensprozesse eingebunden und nicht durchgängig analysiert.
3. Es fehlt fast grundsätzlich an einer Unterstützung des Managements als Promotor bei der Gestaltung und Einführung der PLM-Systeme.
4. In den meisten Firmen sind Widerstände gegen die PLM-Systeme aufgetreten.

---

<sup>1</sup> Vgl. Shields, Young (1991), S. 43 ff.

<sup>2</sup> Vgl. ebenda, S. 44. Dort sind auch die anonymisierten Einzelantworten nachzuschlagen.

5. Es wurden bei der Einführung der PLM-Systeme kaum Änderungen an den organisatorischen Strukturen vorgenommen.
6. Die PLM-Systeme sind bei keinem Unternehmen in die Incentive- und Vergütungssysteme einbezogen.
7. Die meisten Unternehmen vernachlässigten bei der Einführung der PLM-Systeme die Schulung der betroffenen Mitarbeiter.

Eine neuere Studie zum Einsatz formaler Bewertungsverfahren bei der Auswahl von F&E-Projekten liegt von CABROL-CARDOSO und PAYNE vor<sup>1</sup>. In einer Einzelinterview-befragung von 169 F&E-Managern aus der britischen Industrie gingen sie der Frage nach, welche Bewertungsverfahren in den Unternehmen bekannt sind und welche Verfahren wirklich von wem und vor allem wozu genutzt werden. Abbildung 34 gibt einen Überblick über den Bekanntheits- und Verwendungsgrad der unterschiedlichen Verfahren.

Schlußfolgerung der Studie ist die Erkenntnis, daß die Entscheidungsträger in F&E sehr wohl eine Reihe von Bewertungsverfahren kennen, daß sie diese aber zu unterschiedlichen Zwecken einsetzen: Zur Entscheidungsfindung oder zur Rechtfertigung einer bereits getroffenen Entscheidung<sup>2</sup>. Damit heben CABROL-CARDOSO und PAYNE die Auswahl von Innovationsprojekten aus einem rationalen Umfeld in ein politisch geprägtes Umfeld und formulieren die These, daß der Anwendungsgrad von Bewertungsverfahren nur gesteigert werden kann, wenn die Ergebnisse der Bewertung nicht statisch eine Auswahl vorgeben, sondern wenn sie zur politischen Argumentation im Sozialgefüge des Unternehmens taugen.

Die LZA-Analyse folgt dieser Argumentation, indem sie nicht als ‚Bewertungsmaschine‘ konzipiert ist, die aufgrund des Dateninputs eine Entscheidung vorgibt, welche von den Verantwortlichen unkommentiert zu übernehmen ist. Ziel und Zweck der LZA-Analyse ist es vielmehr, die Prämissen, welche den unterschiedlichen Innovationsideen zugrundeliegen, mit ihren Auswirkungen über den

---

<sup>1</sup> Vgl. Cabral-Cardoso, Payne (1996), S. 402 – 410.

<sup>2</sup> Vgl. ebenda S. 409.

gesamten Lebenszyklus und unter Berücksichtigung der Interessen aller betroffenen Gruppen transparent zu machen.

<b>Bewertungsverfahren</b>	<b>Unbekannt</b>	<b>Bekannt</b>	<b>Verwendet</b>
<i>Betriebswirtschaftliche Verfahren</i>			
Kosten-Nutzen-Analyse	4%	33%	63%
Break-Even-Analyse	10%	22%	68%
Verhältniszahlen	51%	27%	22%
Portfolioanalysen	70%	21%	9%
Risikoanalysen/Entscheidungsbäume	27%	50%	23%
<i>Mathematische Optimierungsmodelle</i>			
Lineare Programmierung	44%	46%	10%
Nichtlineare Programmierung	64%	33%	3%
Dynamische Programmierung	72%	25%	3%
<i>Multifaktoren-Modelle</i>			
Projekt-Profile	54%	20%	26%
Checklisten	40%	22%	38%
Scoring-Modelle	48%	26%	26%
Multikriterielle Entscheidungsmodelle	69%	20%	11%
<i>Experten-Systeme</i>	45%	49%	6%

Abbildung 34: Anwendungsgrad von Bewertungsverfahren<sup>1</sup>

Insgesamt konnte durch die vorhandenen Studien der Begründungszusammenhang bestätigt werden, nach dem zwischen den in Auswahlverfahren für Innovationen berücksichtigten Kriterien und den für eine erfolgreiche Innovationsstrategie notwendigen Kriterien ein Widerspruch besteht. Innovative Firmen müssten demnach einer ausbalancierten Bewertungs- und Auswahlstrategie nachgehen, in der sie das Kräftefeld zwischen Markt, Technik und Unternehmen möglichst geschickt schon in der Auswahlphase gegeneinander abwägen und damit marktorientiert die technisch besten Ideen realisieren, ohne dadurch eine inkonsistente Produktstrategie zu verfolgen<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> In Anlehnung an Cabral-Cardoso, Payne (1996), S. 404.

<sup>2</sup> Vgl. Cooper (1984), S. 38; vgl. Werner (1997), S. 150.

### 3.4.2 Empirischer Handlungsbedarf zum Begründungszusammenhang

Die Bestätigung des Begründungszusammenhanges aufgrund vorhandener Studien aus ganz unterschiedlichen Branchen und Kulturkreisen soll unter Beachtung einiger Detailspekte in einer eigenen Untersuchung aktuell und zielgerichtet überprüft werden.

Bei der Auswertung vorhandener Studien konnte das Fragebogendesign und die befragten Personen bzw. Firmen nicht beeinflusst werden. In einer eigenen Umfrage ergibt sich jedoch die Möglichkeit, gezielt nicht nur Probleme abzufragen, sondern bereits denkbare Lösungsansätze auf ihre Akzeptanz zu prüfen.

Daher soll bei einer überschaubaren Zielgruppe, für die Innovationen einen wesentlichen Bestandteil ihrer Unternehmensstrategie ausmacht, überprüft werden, wie bei der täglichen Bewertung von Innovationsideen vorgegangen wird. Von besonderem Interesse ist dabei der Einsatz integrierter Bewertungsverfahren, die gemäß der ex-post Erfolgsfaktoren von Innovationen den Zusammenhang von Markt, Technik und ökonomischer Rechenbarkeit schon in der frühen Ideenphase ex-ante berücksichtigen.

Die Zielgruppe dieser Umfrage sind innovationsintensive Unternehmen in Deutschland, wobei sich innovationsintensiv auf den Prozentsatz der F&E-Ausgaben am Umsatz bezieht. Bei einer Betrachtung von Unternehmen, die mehr als 5% ihres Umsatzes für F&E ausgeben ergibt sich eine Auswahl von Unternehmensgrößen und Branchen.

Kleine, aber technologieintensive Firmen haben häufig<sup>1</sup> einen großen F&E-Anteil im Bezug auf den Umsatz. Für eine Untersuchung eignen sich diese Unternehmen nur bedingt, weil hier meist eine Konzentration auf ein ganz bestimmtes Produkt oder eine Technologie vorliegt. Diese Fokussierung auf eine Nische ist wegen des eingeschränkten Blickwinkels nicht zielführend für die Ermittlung eines breit angelegten Bewertungsverfahrens.

---

<sup>1</sup> Soweit überhaupt F&E-Kennzahlen kleiner und mittlerer Betriebe veröffentlicht werden.

Bei Betrachtung der Branchen F&E-intensiver Großunternehmen läßt sich eine Konzentration in vier Bereichen feststellen<sup>1</sup>:

- Maschinenbau (incl. Luft- und Raumfahrttechnik)
- Pharma- und Chemie
- Elektrotechnik
- Automobilbau

Bei der Luft- und Raumfahrttechnik hat die F&E einen besonders hohen Anteil am Umsatz, was in diesem Fall ein Ausdruck von kleinen, aber hochtechnisierten Serien ist. Life-cycle-costing hat hier seinen Ursprung und eine weitreichende Bedeutung, weil in dieser Branche die Unternehmen auch nach dem Verkauf noch sehr intensiv mit der Systembetreuung beim Kunden zu tun haben. Die Systemleistung steht dabei weniger im Vordergrund, weil der Kunde häufig selbst die Spezifikationen in Abstimmung mit dem Lieferanten definiert. Der Schwerpunkt liegt auf der Verteilung des Aufwands zwischen Systemerstellung und Systemnutzung. Diese Branche bietet sich demnach nicht als Anschauungsobjekt für die LZA-Analyse an, bei der vor allem der Kundennutzen in seiner Bedeutung herausgestellt werden soll.

Die Pharma-Industrie steht wie die gesamte chemische Industrie in einem ganz anderen F&E-Umfeld. In der Pharma-Industrie steht der Kundenwunsch sehr detailliert fest, nämlich die Heilung oder Prävention von mit Symptomen benennbaren Krankheiten. Entsprechend weniger bedeutend sind bei einer Produktentwicklung bisher auch die Faktoren Zeit und Geld. Der Engpaß liegt hier nicht in der Gewinnung von Kunden (die Kunden sind durch ihre Krankheit latent vorhanden und abzählbar), sondern in der Entdeckung neuer Wirkungskombinationen zu deren Bekämpfung<sup>2</sup>. Es ist schwierig, hier ein Innovationsmanagement einzusetzen und Projekte nach Kundennutzengesichtspunkten auszuwählen. Auch der Lebenszyklusgedanke steht in der Chemieindustrie in einem anderen Zusammenhang. Die Nutzungsphase ist häufig sehr kurz und der Kundennutzen meist sehr definiert. Das Lebenszyklusproblem der chemischen Industrie liegt eher in der Stilllegung des Produktes, also den Folgewirkungen, die ein chemisches Produkt erzeugt und

---

<sup>1</sup> Vgl. Bundesministerium für Forschung und Technologie (1996), Tabelle VII/17; vgl. Albach, u.a. (1991), S. 313.

<sup>2</sup> Vor dem Wettbewerbshintergrund spielt natürlich auch Zeit eine wesentliche Rolle.

deren Neutralisierungsaufwand. Auch die chemische Industrie ist daher im vorliegenden Umfeld keine ideal geeignete Untersuchungsbranche für die LZA-Analyse.

Die F&E in der Elektrotechnik ist sowohl im Konsum- als auch im Investitionsgüterbereich tätig. Es herrscht intensive globale Konkurrenz und der Kundennutzen ist eines der zentralen Verkaufsargumente. Sowohl elektrotechnische Konsum- als auch Investitionsgüter haben in den meisten Fällen einen typischen Lebenszyklus mit ausgedehnter Nutzungsphase. Die elektrotechnische Industrie eignet sich damit als Anwendungsgebiet für die LZA-Analyse.

Ein weiteres gutes Anschauungsbeispiel stellt die Automobilindustrie dar, weil die Vergleichbarkeit des Kundennutzens sehr gut mit Nutzungsszenarien erreicht werden kann und weil die Automobilindustrie viele der Entwicklungsergebnisse aus anderen Branchen wie der Elektrotechnik oder der Chemie übernimmt und auf den Einsatz im Automobil anpaßt. Es bietet sich daher an, die Untersuchung im automobilen Umfeld durchzuführen und später auch die Fallstudie zur Anwendung der LZA-Analyse anhand eines Problems der Automobilindustrie darzustellen.

Um die befragte Zielgruppe möglichst homogen zu gestalten und eine Vollerhebung zu ermöglichen, wird der Kreis der befragten Firmen auf die in Deutschland mit Entwicklungsabteilungen vertretenen Automobilhersteller begrenzt.

Als Ansprechpartner dienen in den Unternehmen jeweils die für das Management von Innovationen verantwortlichen Führungskräfte. Sofern kein spezielles Innovationsmanagement existiert, werden die Verantwortlichen befragt, die sich mit der Weiterentwicklung von produktorientierten Verbesserungsvorschlägen beschäftigen.

Die in Form eines halbstandardisierten Interviews gestellten Fragen können in drei Hauptbereiche eingeteilt werden, die den Innovationsprozeß mit dem Herzstück der Bewertung umgeben. Der erste Fragenblock geht unter dem Stichwort 'Ideenfindung' vor allem auf die Umgebungsfaktoren ein, unter denen Innovationsideen entstehen. Dabei wird geprüft, ob möglicherweise schon in der Ideenfindungsphase durch das Ausblenden bestimmter Aspekte (z. B. des Kunden, bestimmter Mitarbeitergruppen, o. Ä.) eine Vorauswahl stattfindet.

Der zweite Fragenblock beschäftigt sich mit der 'Ideenbewertung', wobei herausgefunden werden soll, wer am Bewertungsprozeß beteiligt ist, welche Verfahren zur Bewertung angewendet werden, welche Kriterien in den Verfahren eine wichtige Rolle spielen und wie die Bedeutung des Kundennutzens bei der Auswahl von Innovationsideen berücksichtigt werden kann. Dabei wird auch geprüft, inwieweit Lebenszyklusaspekte schon berücksichtigt wurden und wie die dazu nötigen Daten ermittelt werden.

Mit Fragen zur 'Ideenumsetzung' werden im dritten Fragenblock die Entscheidungsprozesse und deren Umsetzungskonsequenz erfragt. Die einzelnen Fragen mit jeweils vorstrukturierten Antwortmöglichkeiten sind im Anhang beigefügt.

Nachdem die Erhebungsgruppe exemplarisch auf die Automobilhersteller, die in Deutschland eine eigene F&E unterhalten, festgelegt wurde, konnten durch Recherche bei den Unternehmen die Ansprechpartner bestimmt werden. Im nächsten Schritt wurde ein etwa zweistündiger Interviewtermin mit den Ansprechpartnern vereinbart.

Das halbstandardisierte Einzelinterview wurde zum Interviewtermin jeweils mit der folgenden Einleitung begonnen:

*„Der Innovationsbegriff ist heute - nicht zuletzt als Standortfaktor - in aller Munde. Dem Anspruch eines innovativen Unternehmens gerecht zu werden ist jedoch nicht banal. In meiner Arbeit beschäftige ich mich mit der Frage, wie aktives Innovationsmanagement im betrieblichen Alltag durchgeführt werden kann. Dabei stehen Auswahlverfahren für Produktinnovationen im Mittelpunkt, mit denen schon in frühen Phasen die Innovationsideen durch einen Lebenszyklusansatz auf ihren voraussichtlichen Markterfolg geprüft werden können.*

*In diesem Gespräch würde ich nun gerne mit Ihnen über die Erfahrungen sprechen, die Sie in Ihrem Unternehmen mit Innovationsmanagement - oder allgemeiner bei der Umsetzung von neuen Ideen - gemacht haben. Falls Sie es wünschen, bleibt dabei ihr Name und die Zuordnung der Gesprächsinhalte zu Ihrer Firma vertraulich.*

*Können Sie mir erläutern, wie bei Ihnen Innovationsmanagement heute betrieben wird, vielleicht am besten anhand des Beispiels eines Mitarbeiters, der eine gute Innovationsidee hat ...“*

Aus dieser Einleitung heraus leitete sich jeweils ein halbstandardisiertes Interview ab, bei dem sich die Beantwortung der in der Anlage aufgeführten Fragen entweder von selbst ergab oder durch gezielte Nachfragen an passender Stelle eingeleitet wurde. Die Fragen und die als Gedankenstütze hinterlegten Antwortmöglichkeiten lagen den Interviewpartnern nicht vor.

Auf die Ergebnisse der Umfrage in der Automobilindustrie mit F&E in Deutschland geht der nächste Abschnitt ein.

### 3.4.3 Umfrage in der Automobilindustrie

Für die Umfrage zum Stand der Bewertungsverfahren und -kriterien im Innovationsmanagement der Automobilindustrie in Deutschland wurden alle Firmen angesprochen, die in Deutschland Automobile unter eigenem Namen entwickeln und herstellen. Daraus ergab sich eine Grundgesamtheit von acht Unternehmen<sup>1</sup>:

- Audi AG
- BMW AG
- Ford AG
- Mercedes-Benz AG (heute DaimlerChrysler AG)
- MCC GmbH (als zur Befragung eigenständiger Tochter der DaimlerChrysler AG)
- Opel AG
- Porsche AG
- Volkswagen AG

Bei allen acht Unternehmen konnte ein umfassendes, halbstandardisiertes Interview vor Ort geführt werden, um den Fragenkatalog aus der Anlage im Zusammenhang abzuarbeiten. Die einzelnen Interviews dauerten zwischen einer und vier Stunden. Das läßt sich darauf zurückführen, daß die Fragen nicht in einer festen Reihenfolge gestellt wurden, sondern sich soweit wie möglich aus dem Zusammenhang der Situationsbeschreibung nur durch Detaillierungsfragen ergaben. Insofern stellen auch die hier beschriebenen Ergebnisse nur einen Bruchteil der Gesamtinformationen dar. Die vorliegenden Ergebnisse sind ein standardisierter Extrakt, der auf die Bewertung von Innovationsideen bezogenen Antworten.

Die Ansprechpartner waren insgesamt sehr auskunftsbereit und setzten sich aktiv mit der Materie auseinander. Gelegentliche Bedenken, zuviel Einblick in Interna des eigenen Unternehmens zu geben, konnten durch die Zusage der Anonymisierung der Aussagen zerstreut werden.

---

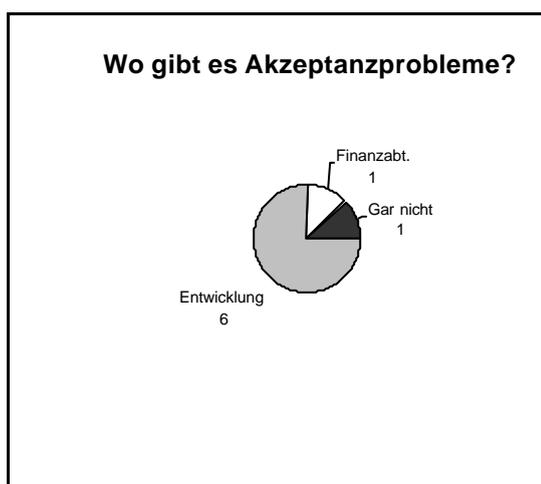
<sup>1</sup> Zwei der Automobilunternehmen gehören zu den europäischen Technologie- und Innovationsführern: Audi auf Platz 15 und DaimlerChrysler auf Platz 23, vgl. Arthur D. Little (1995), S. 7.

Zur Ermittlung der Ansprechpartner in den Firmen wurde nach den Verantwortlichen für die Annahme und Weiterentwicklung von produktbezogenen Innovationsideen recherchiert. Jedes angesprochene Unternehmen nannte dabei Ansprechpartner, die für den Prozeß der 'Förderung und Auswahl von produktbezogenen Innovationsideen' zuständig sind. Damit waren alle Unternehmen für das Interview geeignet.



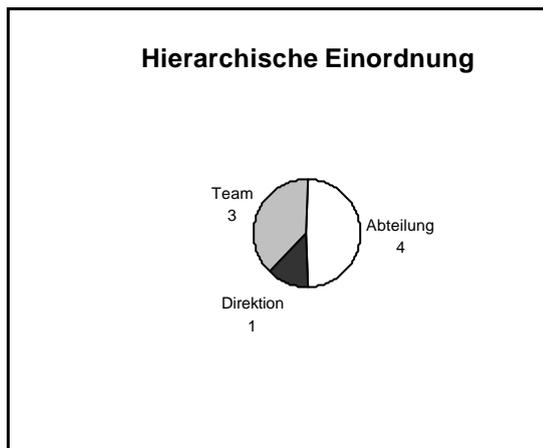
Die organisatorische Einordnung der Ansprechpartner ist recht unterschiedlich. Während in drei Firmen die Förderung von Innovationen im Entwicklungsbereich erfolgt, sitzen drei Ansprechpartner im Personalbereich. Die Einordnung in den Personalbereich läßt sich vor allem mit der Angliederung der produktorientierten Innovations-

förderung an das prozeßorientierte betriebliche Vorschlagswesen (BVW) erklären. Bei den anderen beiden Automobilherstellern ist das Innovationsmanagement im Design angesiedelt bzw. wird aus einer Gruppe von Mitarbeitern unterschiedlicher Bereiche gebildet. Dabei räumte mehr als die Hälfte der befragten Automobilhersteller ein, daß sie mit dem Förderungsprozeß von Produktinnovationen in der momentanen Form nicht zufrieden sind, weil er den Anforderungen von Ideen und Ideenträgern nicht gerecht wird.



In dem Zusammenhang verwundert es nicht, wenn sechs von acht Unternehmen betonen, daß die größten Akzeptanzprobleme bei der Umsetzung von produktbezogenen Ideen in der Entwicklung entstehen. Interessant ist dabei, daß auch die drei Unternehmen, bei denen das Innovationsmanagement bereits in der Entwicklung angesiedelt ist, weiterhin über Akzeptanzprobleme ihrer Arbeit

im eigenen Entwicklungsbereich klagen. Ein Erklärungsansatz könnte darin liegen, daß alle Unternehmen aussagten, bei ihrer Arbeit mit Akzeptanzproblemen in den Fachabteilungen zu kämpfen (not-invented-here-Effekt). Die Bereichsgrenzen stellen demnach für ein interdisziplinäres Innovationsmanagement noch immer wesentliche Arbeitsbarrieren dar.



Die Bedeutung der Bereichsgrenzen wird noch dadurch verstärkt, daß bei nur einem Unternehmen das Innovationsmanagement direkt auf Direktionsebene angesiedelt ist, während in vier Firmen die hierarchische Einordnung auf Abteilungsebene vorgenommen wurde. Bei drei Unternehmen ist die Innovationsförderung lediglich auf Teamebene angesiedelt.

Damit fehlt dem Innovationsprozeß in vielen Firmen die Möglichkeit eines hierarchischen Durchgriffs in die Linienbereiche, in denen produktbezogene Innovationsideen umgesetzt werden. Obwohl alle mit dem Innovationsmanagement betrauten Organisationseinheiten über ein eigenes Budget verfügen, haben sie keine weiteren Kompetenzen als die Koordination der Ideenverfolgung. Das Innovationsmanagement ist darauf angewiesen, mit informellen Mitteln Verständnis für den erforderlichen Mehraufwand zu erzeugen. Für die Fachabteilungen heißt das nicht selten, neben dem alltäglichen Liniengeschäft noch Innovationsvorschläge bearbeiten zu müssen, die häufig die bewährte Lösungsmuster in Frage stellen. Insofern ist in allen befragten Unternehmen das Kongruenzprinzip der Organisation verletzt, nach dem für eine organisatorische Einheit jeweils ein ausgewogenes Verhältnis von Kompetenzen und Verantwortung bestehen soll<sup>1</sup>.

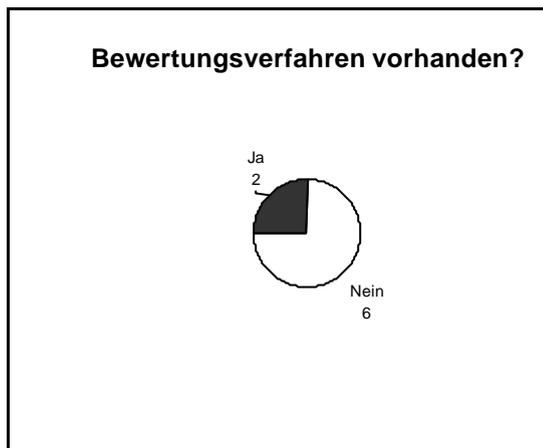
Interessant ist insofern auch die Antwort auf die Frage, woran die meisten Innovationsideen im Unternehmen scheitern. Nur ein Unternehmen nannte hier Kostenargumente an erster Stelle. Alle anderen Unternehmen sehen die Hauptbarriere für Innovationsideen im zwischenmenschlichen Bereich. Besonders die Angst vor Neuem, die Interpretation von Innovationsideen als Kritik an der Fachabteilung und ein damit einhergehender ausgeprägter not-invented-here Effekt auf persönlicher Ebene wurden dabei genannt<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Vgl. Bühner (1991), S. 65.

<sup>2</sup> Vgl. Matheson, u.a. (1994), S. 23.

### 1. Gibt es ein standardisiertes Verfahren nach dem Innovationsideen ausgewählt werden?



Mehr als zwei Drittel der befragten Unternehmen, nämlich insgesamt sechs Automobilhersteller verneinten diese Frage und gaben an, ihre Ideen statt dessen folgendermaßen auszuwählen:

- „Die jeweiligen Fachabteilungen bewerten die Ideen und entscheiden über die weitere Vorgehensweise.“

- „Die Ideen werden fachlich bewertet, allerdings ganz unstrukturiert, zufällig und individuell. Man könnte den Prozeß fast als ‘darwinistisch’ bezeichnen.“<sup>1</sup>
- “Der Vorgesetzte entscheidet über eine direkte Prämierung der Idee, danach geht sie in die Fachbereiche und wird dort fachspezifisch begutachtet.“

Bei den Firmen, die mit standardisierten Verfahren auswählen, ist dieses Verfahren einheitlich eher quantitativ orientiert. Keine der Firmen gab an, ein festes Verfahren von unterschiedlichen Bewertern durchführen zu lassen. Die Teilnehmer des Bewertungsgremiums sind in jedem Fall die Fachabteilungen der Entwicklung, aber nur in einem Fall wurde angegeben, daß teilweise auch der Ideenträger die Möglichkeit hat, an der Bewertung seiner Idee teilzunehmen. Neben den Fachabteilungen in der Entwicklung wurde von zwei Unternehmen die Teilnahme des Vertriebs an den Bewertungen bestätigt. In keinem Fall ist die Projektleitung, der Einkauf oder die Finanzabteilung an der Bewertung beteiligt und nur in einem Fall die Fertigung.

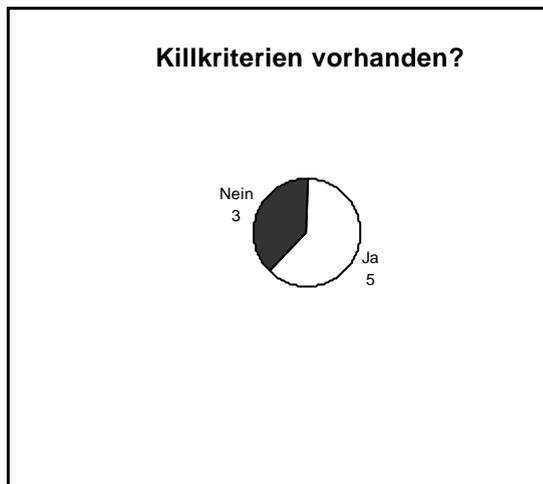
#### ERGEBNIS DER 1. FRAGE FÜR DIE AUFSTELLUNG DER LZA-ANALYSE:

Der Verbreitungsgrad von standardisierten Bewertungsverfahren ist bisher sehr gering - viele Unternehmen überlassen die Bewertung eher dem Zufall und vertrauen darauf, daß sich die wirklich guten Vorschläge durchsetzen werden. Aber selbst wenn standardisierte Bewertungsverfahren angewendet werden, geschieht das mit Fokus auf eine quantitative Perspektive.

<sup>1</sup> Ähnlich dargestellt bei Biethahn (1992), S. 27.

Wenn man davon ausgeht, daß nicht die Umstände unter denen eine Bewertung vorgenommen wird über die Zukunft einer Innovationsidee entscheiden sollte, besteht hier großer Handlungsbedarf zur Einführung standardisierter Bewertungsverfahren, die qualitative und quantitative Aspekte abfragen.

## 2. Gibt es Kriterien, nach denen die Idee abgelehnt wird?



Nur bei drei Unternehmen gibt es keine Kriterien, nach denen eine Idee von vornherein abgelehnt wird. Alle anderen fünf Automobilhersteller arbeiten bei der Ideenauswahl mit strategischen Killkriterien. Bei zwei Unternehmen, die beide ihr Innovationsmanagement im Rahmen des betrieblichen Vorschlagswesens durchführen, stellt der Konflikt der Idee mit Inhalten der Betriebsverein-

barung ein Abbruchkriterium dar. Festgelegt werden die Killkriterien fast durchgehend durch Gesetzgeber und Unternehmensleitung.

Als strategische Killkriterien wurden von den Unternehmen angegeben:

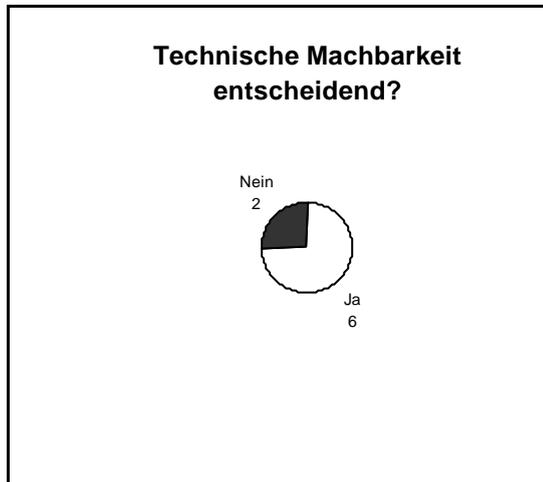
- Ideen, welche die Strukturierung/Organisation betreffen.
- Reine Mängelmeldungen/Kritik ohne Lösungsansatz.
- Designideen.
- Das Marketing betreffende Ideen.
- Ideen, welche die Preisgestaltung betreffen.
- Ideen zur Namensänderung.
- Ideen zur strategischen Ausrichtung der Produkte.

ERGEBNIS DER 2. FRAGE FÜR DIE AUFSTELLUNG DER LZA-ANALYSE:

Um nicht Bewertungskapazität in Ideen zu stecken, welche aus gesetzlichen bzw. strategischen Gründen nicht weiterverfolgt werden können, sollte ein Bewertungsverfahren in einem Vorfilter diese Killkriterien abprüfen. Die Killkriterien sollten dabei jedoch nicht allzu eng ausgelegt werden, um nicht Vorentscheidungen zu begünstigen. In diesem Zusammenhang fällt bei der Nennung der Killkriterien auf, daß hier versucht wird, alle nicht-technischen Innovationsvorschläge von vornherein abzulehnen. Damit fallen fast alle kundennahen Interessensbereiche einem Killkriterium zum Opfer

(Preis, Marketing, Name, Design, Mängel an bestehenden Produkten usw.). Der Kundennutzen sollte nicht als Vorfilter sondern als Hauptkriterium in das Bewertungsverfahren eingearbeitet werden.

*3. Ist die technische Machbarkeit der vorliegenden Innovation ein entscheidendes Kriterium?*



Diese Frage bestätigt die Vermutung sehr technisch orientierter Auswahlprozesse aus der 2. Frage, denn bis auf zwei Ausnahmen beantworteten alle befragten Unternehmen diese Frage positiv. Zwei Unternehmen schränkten ihre Antwort insoweit ein, als daß technisch heute nicht realisierbare Ideen auf Wiedervorlage gelegt werden, aber insgesamt stellt die technische Machbarkeit eines der maßgeblichen

Auswahlkriterien dar. Die Beurteilung der technischen Machbarkeit erfolgt bei allen Unternehmen durch die entsprechende Fachabteilung<sup>1</sup>.

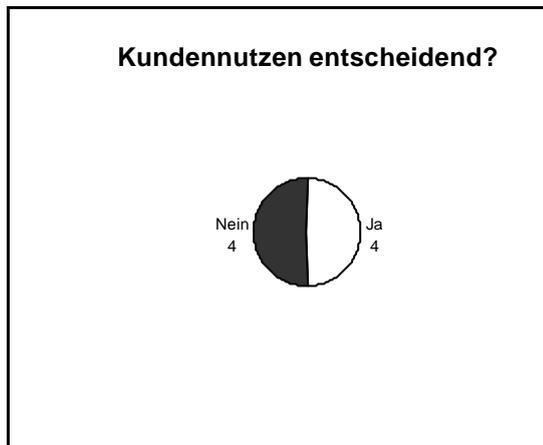
**ERGEBNIS DER 3. FRAGE FÜR DIE AUFSTELLUNG DER LZA-ANALYSE:**

Es entspricht den Ergebnissen der Vorstudien, daß die technische Machbarkeit ein entscheidendes Kriterium für Innovationsideen darstellt. Daher wird auch die LZA-Analyse dieses Kriterium berücksichtigen. Eine Gefahr für die Beeinflussung des Bewertungsergebnisses besteht jedoch in der Abhängigkeit von der Fachabteilung als der einzigen Instanz, welche die technische Machbarkeit beurteilt. Hier sollte die LZA-Analyse versuchen, auch andere Informationsquellen zu nutzen und damit die Expertenmacht der Fachabteilung relativieren.

---

<sup>1</sup> Vgl. Brockhoff (1993a), S. 652.

#### 4. Ist der Kundennutzen der vorliegenden Innovationsidee ein entscheidendes Kriterium?



Immerhin vier der befragten Automobilhersteller verneinten, daß der Kundennutzen ein entscheidendes Kriterium zur Auswahl von Innovationsideen darstellt<sup>1</sup>. Das sind vor allem die Unternehmen, bei denen das Innovationsmanagement im Rahmen des betrieblichen Vorschlagswesens betrieben wird. Einige der Unternehmen verweisen hier auf die Ziele des

Vorschlagswesens, die nicht den Kunden, sondern die Produktivität der Fertigung im Blickfeld haben, ohne spezielle Kriterien für produktbezogene Ideen zu berücksichtigen.

Für die anderen vier deutschen Automobilhersteller stellt der Kundennutzen ein entscheidendes Kriterium dar, welches jedoch mit unterschiedlichen Verfahren beurteilt wird. Zwei Unternehmen verweisen auf Kundenbefragungen im Rahmen von Car-Clinics, das dritte Unternehmen berücksichtigt Kundennutzen über die Häufigkeit der Nennung des Wunsches von Kunden und Mitarbeitern. Die Ermittlung von Nutzwerten bzw. der Kostenersparnis für den Kunden wird von keinem Unternehmen zur Beurteilung von Kundennutzen eingesetzt<sup>2</sup>.

#### ERGEBNIS DER 4. FRAGE FÜR DIE AUFSTELLUNG DER LZA-ANALYSE:

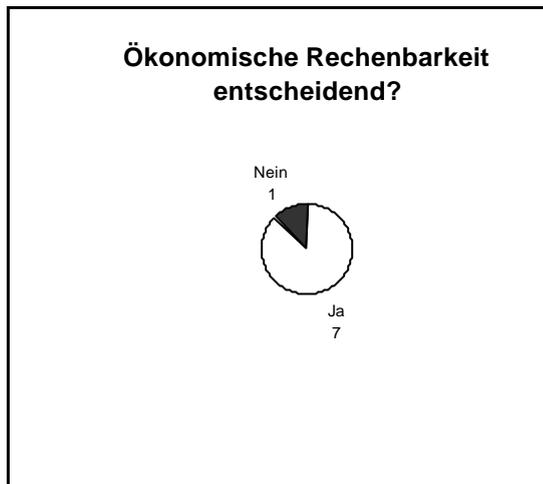
Wie schon aus den Fragen 2 und 3, sowie den Analysen der Vorstudien, geht aus den Antworten zur Bedeutung des Kundennutzens hervor, daß Kundennutzen bisher aus verschiedenen Gründen nicht systematisch berücksichtigt wird. Nicht ein Unternehmen nennt systematische Verfahren zur vergleichenden Bewertung von Kundennutzen, obwohl immerhin vier Automobilhersteller den Kundennutzen als entscheidendes Kriterium zur Bewertung von Innovationsideen ansahen. Hier sollte die LZA-Analyse die Möglichkeit bieten, Kundennutzen systematisch und vergleichbar nach offenengelegten Kriterien zu ermitteln<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Vgl. Brockhoff (1993a), S. 651.

<sup>2</sup> Im Rahmen der Wertanalyse und FMEA werden kundenrelevante Kostenpotentiale zu späteren Zeitpunkten im Entwicklungsprozeß erschlossen.

<sup>3</sup> Vgl. Matheson, u.a. (1994), S. 23.

5. Ist die ökonomische Rechenbarkeit der Innovationsidee ein entscheidendes Kriterium?

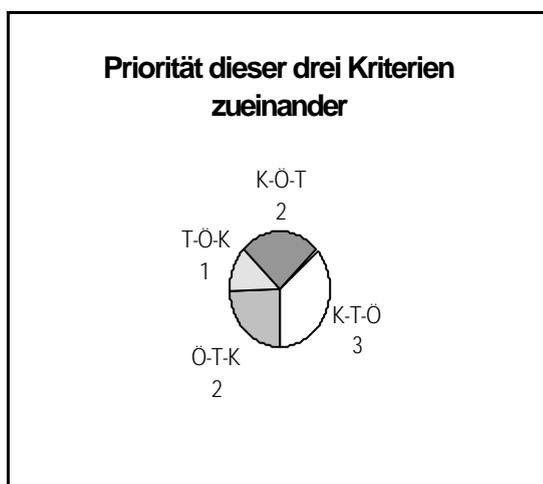


Bis auf einen Automobilhersteller gaben alle befragten Unternehmen an, daß die ökonomische Rechenbarkeit, das heißt eine entsprechende Verzinsung des einzusetzenden Risikokapitals, ein entscheidendes Kriterium für die Auswahl von Innovationsideen darstellt.

ERGEBNIS DER FRAGE 5 FÜR DIE AUFSTELLUNG DER LZA-ANALYSE:

Der Bedeutung der ökonomischen Rechenbarkeit muß in der LZA-Analyse entsprochen werden.

6. In welcher Reihenfolge ist die Wichtigkeit dieser drei Kriterien zu sehen?



Die Reihenfolge der Wichtigkeit von ökonomischer Rechenbarkeit (Ö), Kundennutzen (K) und technischer Machbarkeit (T) sehen die einzelnen Unternehmen sehr unterschiedlich. Drei Unternehmen sehen den Kundennutzen an erster, die Technik an zweiter und die ökonomische Rechenbarkeit an dritter Stelle. Für zwei Unternehmen ist die ökonomische Rechenbarkeit am wichtigsten, gefolgt von der Technik und dem

Kundennutzen. Für ein Unternehmen ergibt sich die Reihenfolge: Technik, Ökonomie, Kunde und für die beiden übrigen: Kunde, Ökonomie, Technik.

ERGEBNIS DER 6. FRAGE FÜR DIE AUFSTELLUNG DER LZA-ANALYSE:

Nur zwei der befragten Automobilhersteller gaben an, alle drei der in der analytischen Herleitung der LZA-Analyse als wichtig erachteten Kriterien zur Innovationsauswahl gleichzeitig bei der Bewertung zu verwenden. Das bestätigt die These, daß bisher bei der Auswahl von Innovationsideen nicht alle drei Kriterienbereiche berücksichtigt werden, die gemäß der Studien zum Innovationserfolg

vielversprechende Innovationsvorschläge ausmachen. Aus der uneinheitlichen Einschätzung der Priorisierung der drei Kriterienfelder kann jedoch interpretiert werden, daß viele Unternehmen sich in der Bedeutung der Kriterien noch nicht ganz sicher sind und für zukünftige Auswahlentscheidungen durchaus den Kriteriensatz und dessen Priorisierung verändern wollen. Das trifft vor allem auf das Kriterium Kundennutzen zu, welches fünfmal in erster und dreimal in letzter Priorisierung, aber niemals mit mittlerer Priorität angegeben wird. Bemerkenswert ist darüberhinaus, daß die beiden Unternehmen, welche alle drei Kriterien bei der Auswahl schon heute berücksichtigen, beide bei der Priorisierung den Kundennutzen an erster Stelle nannten.

### 7. Wie werden die Ergebnisse der unterschiedlichen Bereiche miteinander verglichen?



Zwei der Unternehmen machen die einzelnen bewerteten Kriterien mit Punktwerten gleichnamig, ein anderes durch Vereinheitlichung mit der Dimension Geld. Alle anderen Unternehmen gaben an, daß für sie keine Vergleichbarkeit gegeben ist<sup>1</sup>. Sie vergleichen die unterschiedlichen Kriterien:

- Im Einzelfall unterschiedlich.
- Durch gemeinsame Gespräche der Beteiligten.
- Durch Hierarchieentscheidung.

### ERGEBNIS DER 7. FRAGE FÜR DIE AUFSTELLUNG DER LZA-ANALYSE:

Jedes der Unternehmen berücksichtigt mindestens zwei der abgefragten Kriterien. Bei der Vergleichbarkeit dieser Kriterien scheinen jedoch noch methodische Mängel zu bestehen, die durch die LZA-Analyse aufgenommen und behoben werden sollten.

<sup>1</sup> Vgl. Franze, u.a. (1995a), S. 1.

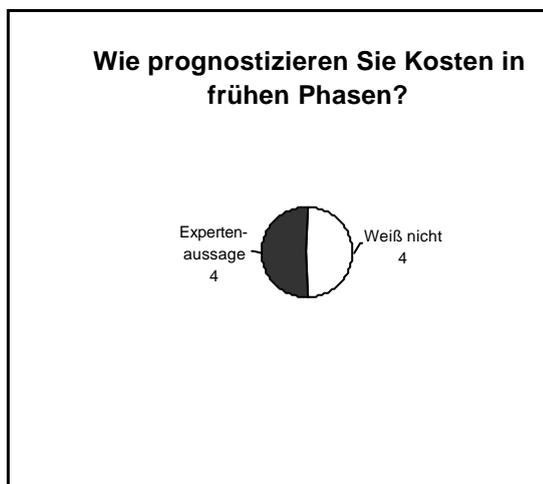
*8. Inwieweit werden die Folgekosten von Innovationsideen bei der Auswahl berücksichtigt?*

Keiner der befragten Automobilhersteller hat bisher die Folgekosten von Innovationsideen bei der Auswahl berücksichtigt. Entsprechend sind auch keine Erfahrungen bezüglich der Kommunizierbarkeit oder der Wichtigkeit einzelner Kostengrößen vorhanden. Zwei Unternehmen sprachen jedoch ungefragt an, daß Folgekosten Eingang in die Auswahl von Innovationsideen finden sollten.

ERGEBNIS DER 8. FRAGE FÜR DIE AUFSTELLUNG DER LZA-ANALYSE:

Das Ergebnis der Umfrage bestätigt die Vermutung, daß in der Bewertungspraxis die Folgekosten als quantitativer Kundennutzen der Nutzungsphase bei der Auswahl von Innovationsideen bisher keine Verwendung finden. Die LZA-Analyse wird die Folgekosten des Kunden in das Bewertungsverfahren aufnehmen.

*9. Wie prognostizieren Sie die erwarteten Kosten einer Innovation?*



Auf diese Frage (die wegen mangelnder Lebenszyklusorientierung in der Vorfrage auf die Ermittlung von Entwicklungs- und Herstellkosten beschränkt blieb) konnten vier Unternehmen keine Antwort geben, gingen aber davon aus, daß die Fachabteilungen hier entsprechende Verfahren anwenden. Vier Automobilhersteller gaben an, die Expertenschätzung für Kostenaussagen einzusetzen.

ERGEBNIS DER 9. FRAGE FÜR DIE AUFSTELLUNG DER LZA-ANALYSE:

Die Antworten auf diese Frage unterstützen wiederum den Glauben daran, daß die Experten in den Fachabteilungen schon wissen müßten, wie sie zu Kostenansätzen kommen. Es wurde deutlich, daß sich die Frage nach den Prognosemethoden für Innovationsvorhaben einigen Innovationsmanagern noch gar nicht gestellt hat. Das ist insbesondere vor dem Hintergrund der Aussagen zur Wichtigkeit des Kriteriums der ökonomischen Rechenbarkeit verwunderlich. Immerhin hatten sieben der befragten Unternehmen angegeben, die ökonomische Rechenbarkeit sei entscheidendes Kriterium für die Auswahl von Innovationsideen. Bei den Prognosen der Inputfaktoren für die ökonomische

Rechenbarkeit verläßt man sich aber auf nicht standardisierte Aussagen der Fachabteilungen. Gleichzeitig wurde in der Frage zum not-invented-here Effekt angegeben, daß alle Unternehmen mit Problemen der Akzeptanz ihrer Ideen in den Fachabteilungen zu kämpfen hätten. Allen Unternehmen ist demnach gemeinsam, daß sie sich bei der Auswahl von produktbezogenen Innovationsideen auf die Auskünfte genau der Fachabteilungen verlassen, bei denen sie nach eigenen Angaben oft Akzeptanzprobleme haben. Insofern muß die provokante Frage gestellt werden, inwieweit in der deutschen Automobilindustrie überhaupt Innovationsideen nach nachvollziehbaren und vergleichbaren Kriterien bewertet werden.

An diesem Punkt wird die LZA-Analyse ansetzen, indem sie die für Innovationsideen entscheidenden Erfolgsdeterminanten, welche über den Lebenszyklus die Interessen von Systemhersteller (Unternehmen), Systementwickler (F&E-Bereich) und Systembetreiber (Kunde) in Übereinstimmung bringen, berücksichtigt. Die Ermittlung der notwendigen Eingangsinformationen wird dabei soweit wie möglich von den mit der Realisierung der Innovationsidee betroffenen Bereichen entkoppelt.

INNOVATIONEN SIND KEIN GLÜCKSSPIEL, SONDERN INVESTITIONEN.

JÜRGEN HAUSCHILDT<sup>1</sup>

#### 4 Bewertung von Innovationen mit der LZA-Analyse

Als Übergang vom Begründungs- zum Verwertungszusammenhang stellt das 4. Kapitel aus dem logisch hergeleiteten Bewertungsansatz der LZA-Analyse ein praktisch anwendbares Bewertungsverfahren auf (siehe Abbildung 35).

Die Bewertung mit der LZA-Analyse basiert auf einzelnen Methoden, die in einem Modell miteinander in Beziehung gestellt werden. Die Methoden (Abschnitt 4.1) stellen dabei geordnete Vorgehensweisen zur Problemlösung spezifischer Aufgabenstellungen dar, welche in einem Modell (Abschnitt 4.2) mit ihren relevanten Zusammenhängen vereinfacht abgebildet werden, um daran die Auswirkungen von Handlungsalternativen testen zu können<sup>2</sup>.

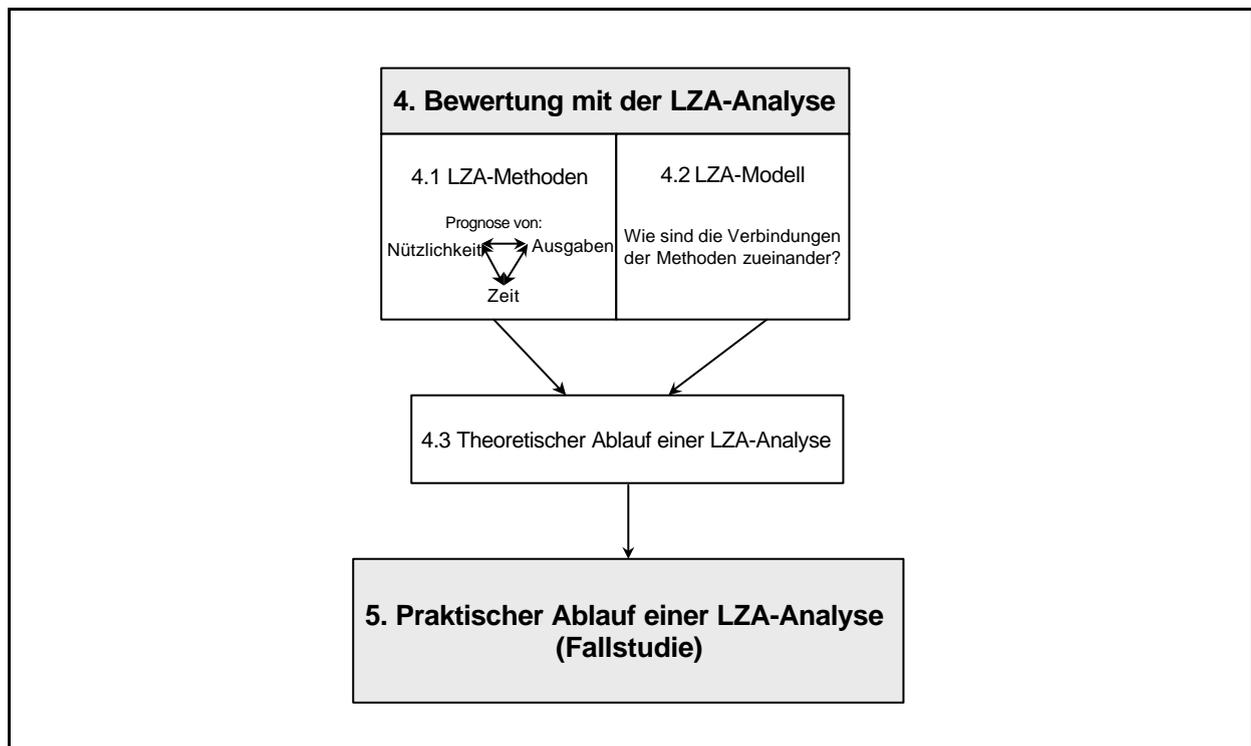


Abbildung 35: Gliederung Kapitel 4

Aus den Methoden und dem Modell der LZA-Analyse formuliert Abschnitt 4.3 den theoretischen Ablauf der LZA-Analyse als Bewertungsverfahren im Unternehmensumfeld, der in Kapitel 5 in einer Fallstudie praktisch angewendet werden kann.

<sup>1</sup> Hauschildt (1991), S. 452.

<sup>2</sup> Vgl. Wübbenhorst (1984), S. 103 ff; vgl. Taylor (1981), S. 34.

#### 4.1 Methoden der LZA-Analyse

Wenn die Probleme der LZA-Analyse in der ex-ante Berücksichtigung von Ertrag und Nützlichkeit über die Zeit bestehen, so sind in diesem Abschnitt die Methoden zu ihrer Prognose darzustellen.

Die LZA-Analyse ist keine eigenständige, neuartige Methode, sondern stellt eine Vielzahl von bekannten Methoden unter einer spezifischen Betrachtungsweise zusammen<sup>1</sup>. Solche sind insbesondere Methoden der Systembewertung (z. B. Nutzwertanalyse und Vergleichsrechnungen/Trade-Off-Studien), Verfahren zur Kostenprognose (z. B. Kostenstrukturprognose, Kostenschätzbeziehungen, Identifikation von Kostentreibern), Methoden zur Berücksichtigung des Risikos (z. B. Amortisationsrechnung oder Sensitivitätsanalyse) und das Rechnen mit diskontierten Werten und Inflationsraten zur Berücksichtigung der Zeitstruktur<sup>2</sup>. Als Nutzen-Aufwand-Analyse über den Lebenszyklus müssen die Methoden der LZA-Analyse gezielte Antworten auf die Zusammenhänge von Zeit, Ertrag und Nützlichkeit im Entstehungs-, Markt- und Nutzungszyklus von Innovationsideen geben (siehe Abbildung 36). Jeder Teilbereich beinhaltet eine oder mehrere in Abschnitt 4.1 beschriebene Methoden, wie die Meßgrößen der jeweiligen Fragestellung ex-ante bestimmt werden können.

	<b>Zeit</b> <b>Abschnitt 4.1.1</b>	<b>Ertrag</b> <b>Abschnitt 4.1.2</b>	<b>Nützlichkeit</b> <b>Abschnitt 4.1.3</b>
<b>Entstehungszyklus</b> (F&E-Interessen)	Wie lange dauert es bis zur Verfügbarkeit des Produktes?	Welche Ausgaben sind zur Entwicklung und Produktion nötig?	Welches Leistungspotential besitzt das Produkt?
<b>Marktzyklus</b> (Unternehmensinteressen)	Wie lange kann das Produkt verkauft werden?	Welcher Umsatz kann zu welchem Preis gemacht werden?	Welche Rendite ist auf das eingesetzte Kapital zu erwarten?
<b>Nutzungszyklus</b> (Kundeninteressen)	Wie lange kann das Produkt vom Kunden genutzt werden?	Welche Ausgaben fallen während der Nutzung an?	Welche Leistungsmerkmale benötigt der Kunde?

Abbildung 36: Methodische Fragestellungen des Abschnitts 4.1<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Vgl. Taylor (1981), S. 33.

<sup>2</sup> Vgl. Back-Hock, Männel (1992), S. 8 f; vgl. McCarthy, Novak (1975), S. 37.

<sup>3</sup> Vgl. Coenenberg, u.a. (1994), S. 30.

Abschnitt 4.1.1 beschreibt Methoden zur Prognose zeitlichen Ausdehnung der Lebenszyklusphasen. Aus Entwicklungssicht steht dabei die Frage nach der für die F&E benötigten Zeit im Mittelpunkt, die für einige Anwendungsbereiche um die Dauer zur Erstellung des Produktes ergänzt werden muß. Aus Unternehmenssicht ist die Dauer des Marktzyklus die entscheidende Zeitdimension und aus der Perspektive des Kunden ist die wirtschaftlich sinnvolle Nutzungsdauer des Produktes zu bestimmen<sup>1</sup>.

Die monetären Ertragsgrößen (Ausgaben und Einnahmen) gehen mit den Methoden aus Abschnitt 4.1.2 auf die Fragen bezüglich der Entwicklungs- und Produktionsausgaben ein und stellen dem Unternehmen ein Szenario bereit, unter welchen Preisprämissen welche Stückzahlen voraussichtlich über den Marktzyklus abgesetzt werden können und welche Kapitalrentabilität damit erreichbar ist. Aus Kundensicht sind darüber hinaus die laufenden Betriebsausgaben zu bestimmen, die zum Abruf des Leistungspotentials des Produktes aufgebracht werden müssen.

Die Nützlichkeitsprognose in Abschnitt 4.1.3 wird mit einer Nutzwertanalyse vorgenommen, die aus Entwicklungssicht alle technischen Leistungspotentiale des innovativen Produktes beschreiben muß. Aus Kundensicht relativiert sich das vorhandene Leistungspotential durch eine Gewichtung nach Nutzungsanforderungen auf die Leistungsmerkmale, die tatsächlich vom Kunden benötigt und abgerufen werden. Aus Unternehmenssicht ist die Nützlichkeit durch den strategischen Fit der Innovationsidee zu beschreiben.

Aufgrund des sehr langen Planungszeitraums sind bereits zu Zeitpunkten weitreichende Entscheidungen zu fällen, in denen die genaue Produkt- und Projektkonzeption noch gar nicht feststeht<sup>2</sup>. „Eine Methode, die die Komplexität und Dynamik der Entwicklungsprozesse sowie die Interdependenzen der darin wirkenden Faktoren von vornherein berücksichtigt, ist die Szenario-Methode“<sup>3</sup>. Die LZA-Analyse bedient sich bei der Aufbereitung der Planungsdaten der Szenario-Methode.

---

<sup>1</sup> Vgl. Blanchard (1978), S. 89, der in der Generierung des richtigen Dateninputs den Erfolgsschlüssel für die Anwendung der Lebenszyklus-Philosophie sieht.

<sup>2</sup> Vgl. Hahn, Laßmann (1993), S. 196; vgl. Bieda (1992), S. 422.

<sup>3</sup> Becker, u.a. (1996), S. 1; vgl. Meyer-Schönherr (1991), S. 12.

Die methodischen Fragestellungen dieses Abschnittes können wegen der hohen Planungsunsicherheit zu Projektbeginn<sup>1</sup> meist nicht exakt berechnet werden. Die Methoden zur prospektiven Ermittlung von Zeit, Ertrag und Nützlichkeit müssen daher als Prognosewerte<sup>2</sup> ermittelt werden, wobei die Prognose als „eine Vorhersage wahrscheinlicher oder möglicher Ereignisse bzw. Ereignisabläufe zu verstehen“<sup>3</sup> ist. Die Prognose stützt sich dabei auf Beobachtung und Analyse der Wirkungszusammenhänge in der Vergangenheit und einer daraus abgeleiteten - wenn auch teilweise rudimentären Theorie<sup>4</sup>. Demnach geht jede Prognose aus der Vergangenheit und deren Analyse hervor und erfordert eine Begründung für die Zukunft unter Angabe von Prämissen. Unterschiedliche Prämissen aus den eingebundenen Fachbereichen können zu zwar begründeten, aber unterschiedlichen Zukunftspfaden führen, deren extreme Ausprägungen in der Szenariotechnik als Extremszenarien bezeichnet werden<sup>5</sup>. Zur Verdeutlichung des Denkmodells unterschiedlicher Prognoseansätze in der Szenariotechnik lässt sich ein Trichter wie in Abbildung 37 ableiten<sup>6</sup>.

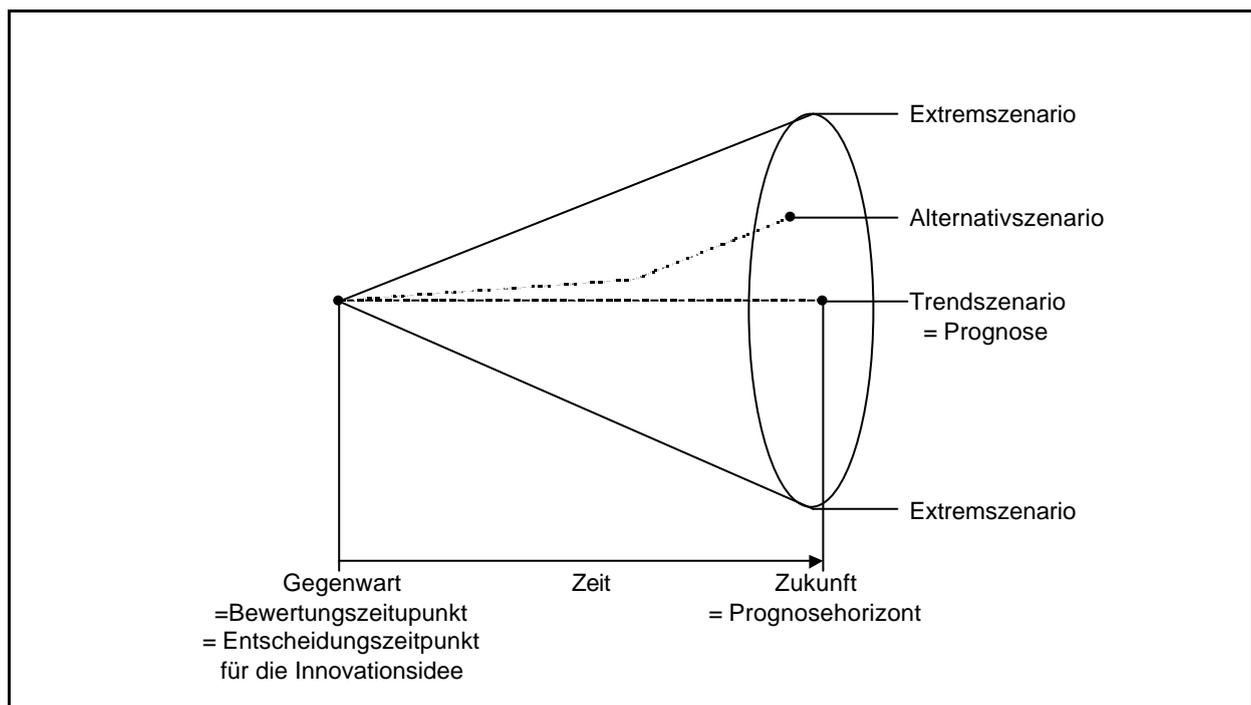


Abbildung 37: Szenariotrichter als Denkmodell der Prognose<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Vgl. Riezler (1996), S. 75.

<sup>2</sup> Synonyme Begriffe sind Vorhersage, Vorausschätzung und Voraussage, vgl. Brunner-Schwer (1986), S. 13.

<sup>3</sup> Meffert (1977), S. 34.

<sup>4</sup> Vgl. Brunner-Schwer (1986), S. 13.

<sup>5</sup> Vgl. Meyer-Schönherr (1991), S. 14 f.

<sup>6</sup> Vgl. Becker, u.a. (1996), S. 4.

<sup>7</sup> In Anlehnung an Brunner-Schwer (1986), S. 28; vgl. Meyer-Schönherr (1991), S. 18.

Die Prognose im hier verwendeten Sinn versucht dabei möglichst genau das Trendszenario zu beschreiben und die best- und worst-case Extremszenarien zu quantifizieren und mit einem Eintrittsrisiko zu belegen<sup>1</sup>. Entscheidend ist bei der Ermittlung der Szenarien, daß die Meinungen aller am Innovationsprozeß betroffenen Bereiche berücksichtigt werden, weil „die Erfassung und Verdichtung dieser interdisziplinären, abteilungsübergreifenden Ansichten und Ideen die Erweiterung des betrachteten Ausschnitts in der Zukunft vergrößert“<sup>2</sup>.

Ungewiß bleibt, ob sich die Prognosewerte des zur weiteren Betrachtung verwendeten Trendszenarios tatsächlich durchsetzen oder ob Störeinflüsse zu alternativen Szenarien führen. Diese Ungewißheit läßt sich weder aus der Welt rechnen, noch systematisch beseitigen - aber sie ist mit den Methoden der nächsten Abschnitte transparenter zu machen<sup>3</sup>.

#### **4.1.1 Prognose der zeitlichen Zusammenhänge im Lebenszyklus**

Im Produktlebenszyklus von Innovationen ist die zeitliche Ausdehnung der einzelnen Lebenszyklusphasen für die Bewertung von Nützlichkeit und Ertrag bedeutend. Die Entwicklungsdauer (Abschnitt 4.1.1.1) bestimmt den Zeitpunkt, von dem an ein Produkt marktfertig hergestellt und verkauft werden kann. Bei Großserienprodukten ist meist die Produktionsdauer (Abschnitt 4.1.1.2) im Vergleich zur Entwicklungsdauer gering und kann vernachlässigt werden. Bei Einzel- und Kleinserienfertigung (z. B. von Immobilien oder Fertigungsanlagen) kann die Produktionsdauer jedoch die Auslieferung an den Kunden als Nutzer maßgeblich verzögern. Aus Unternehmenssicht ist darüber hinaus eine Prognose der Verweildauer des Produktes auf dem Markt wichtig, worauf Abschnitt 4.1.1.3 eingeht. Wie lange der Kunde das Produkt in Abhängigkeit von Wartungs- und Reparaturausgaben im Vergleich zum Restwert sinnvoll nutzen kann, beschreibt die Nutzungsdauer (Abschnitt 4.1.1.4).

Die Teilung der Innovationsentscheidung in Interessenbereiche von F&E, Unternehmen und Kunde läßt sich damit in den zeitlichen Zusammenhängen der nächsten Abschnitte abbilden.

---

<sup>1</sup> Die Varianzen durch Extremszenarien stellen letztlich den Input für die Sensitivitätsbetrachtung im Analyseschritt der LZA-Analyse, siehe Abschnitt 4.2.3.

<sup>2</sup> Becker, u.a. (1996), S. 3.

<sup>3</sup> Vgl. Wübbenhorst (1984), S. 50.

#### 4.1.1.1 Entwicklungsdauer (F&E-Bereich)

Kernpunkt der Ermittlung realistischer Zeitziele für die Umsetzung von Entwicklungsvorhaben ist eine fundierte Ablaufplanung der einzelnen Arbeitspakete und Vorgänge unter Berücksichtigung der Verfügbarkeit benötigter Ressourcen in Form von Personal- und Sachmittelkapazitäten<sup>1</sup>. Die Ablauf- und die Kapazitätsplanung dient der Ermittlung folgender Informationen<sup>2</sup>:

- Gesamtdauer des Entwicklungsvorhabens.
- Anfangs- und Endtermine von Teilaufgaben und wichtigen Meilensteinen.
- Dem Aufzeigen von Verkürzungsmöglichkeiten der Gesamtdauer des Vorhabens.
- Dem Aufzeigen von Abhängigkeiten zwischen Zeit und eingesetzten Kapazitäten.

Für die Ablauf- und Kapazitätsplanung von Entwicklungsvorhaben zur Ermittlung der Mindestprozeßzeit stehen aus dem Umfeld des Projektmanagements eine Reihe von Methoden zur Verfügung, wie beispielsweise Balkenpläne (Gantt Charts)<sup>3</sup> und Balken-Netzpläne<sup>4</sup>, die mit Hilfe der Netzplantechnik<sup>5</sup> aufgebaut werden.

Bei allen Methoden wird dazu ein Ablauf zur Zeitermittlung ähnlich Abbildung 38 durchgeführt. Die Aufgabe wird dabei so weit in Arbeitspakete zerlegt, bis die einzelnen Arbeitspakete einem Verantwortungsbereich so zugeordnet werden können, daß sie während ihrer Ausführung nicht von anderen Arbeitspaketen abhängig sind<sup>6</sup>.

Von den Arbeitspaketverantwortlichen sind dazu die für die Bearbeitung der einzelnen Arbeitspakete nötigen personellen und sachlichen Kapazitäten mit der jeweils erforderlichen Bindungsdauer abzufragen. Die zeitliche Ausdehnung kann sinnvoll nur unter Kapazitätsprämissen gemacht werden, die im Rahmen eines Multiprojektmanagements die Knappheit einzelner personeller und sachlicher Kapazitäten für das Unternehmen berücksichtigt.

---

<sup>1</sup> Vgl. Schmelzer (1992), S. 176.

<sup>2</sup> Vgl. Pleschak, Sabisch (1996), S. 150.

<sup>3</sup> Vgl. Madauss (1994), S. 191 ff.

<sup>4</sup> Vgl. ebenda, S. 194.

<sup>5</sup> Vgl. Schwarze (1990); vgl. Madauss (1994), S. 189 ff.

<sup>6</sup> Vgl. Siegwart, Senti (1995), S. 164.

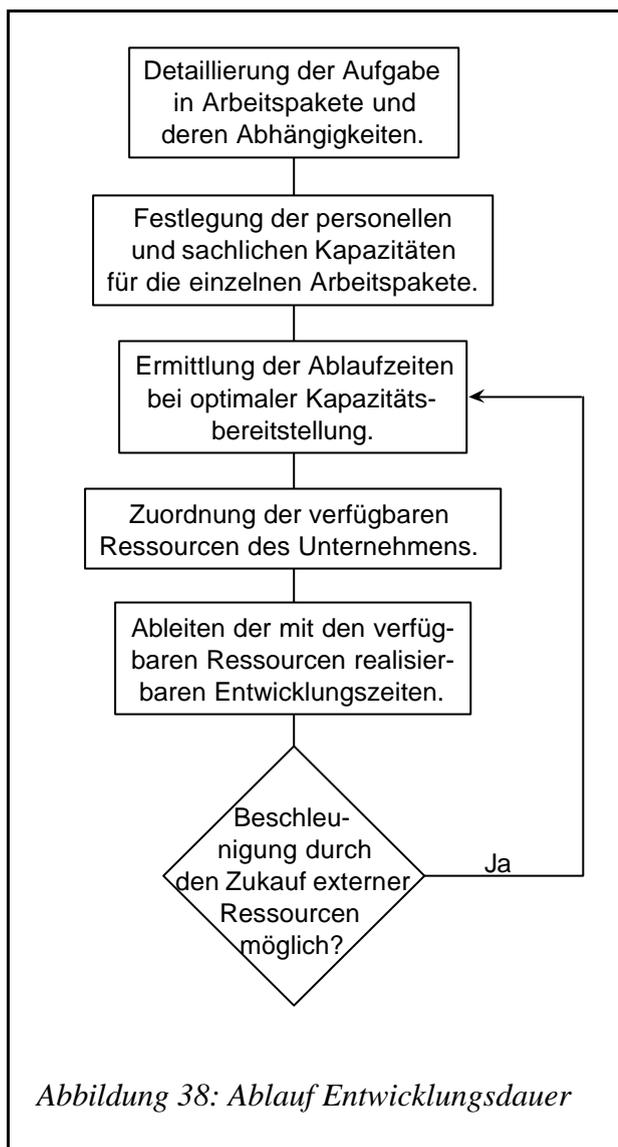


Abbildung 38: Ablauf Entwicklungsdauer

Bei Aufgaben, die direkt kapazitätsabhängig sind, ergeben sich die Zeitdauern der Arbeitspakete dann als:

$$T_{\text{Entwicklung, AP}} = \frac{\text{Zeitbedarf}_{\text{AP}}}{\text{Kapazität}} \quad \text{Formel 1}$$

T = Dauer des Arbeitspaketes

Zeitbedarf = Erforderliche Kapazität [Mannjahre]

Kapazität = Verfügbare Kapazitäten [Personen]

Werden in einem Arbeitspaket unterschiedliche Spezialisten benötigt, ist diese Betrachtung vor dem Hintergrund knapper Spezialressourcen mehrfach durchzuführen.

Bei Aufgaben, deren erforderliche Dauer nicht direkt proportional zur eingesetzten Kapazität ist, muß eine Detaillierung unter gezielter Prüfung jedes Arbeitspaketes vorgenommen werden. Zwischen den einzelnen Arbeitspaketen werden die Abhängigkeiten festgelegt. Grundsätzlich ist dabei zwischen einer parallelen oder seriellen

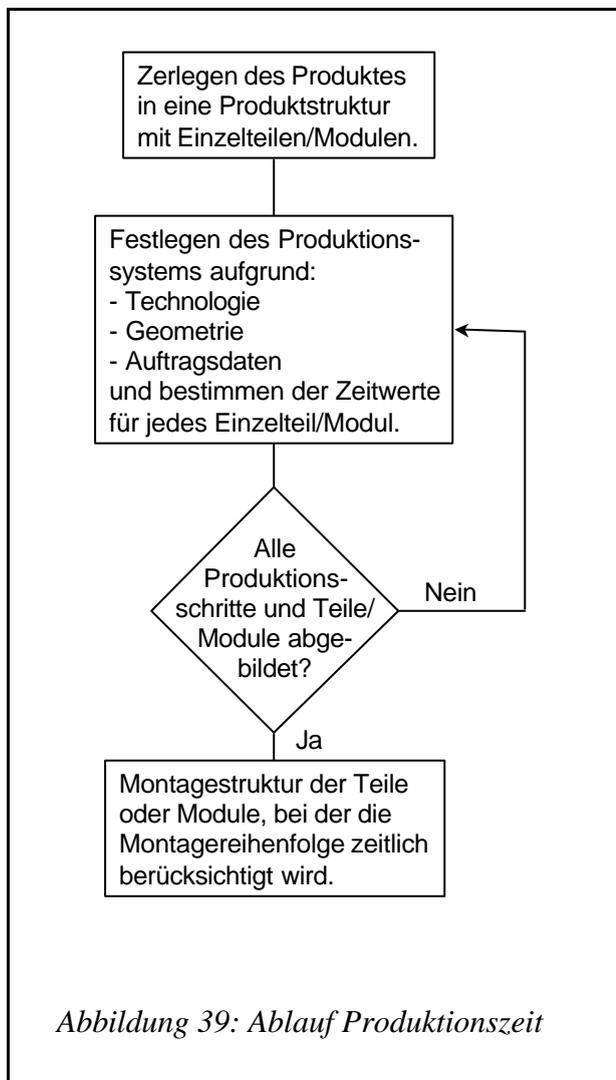
Abfolge von Arbeitspaketen zu unterscheiden. Kann ein Arbeitspaket erst begonnen werden, wenn ein anderes beendet wurde, dann liegt eine serielle Abhängigkeit vor. Ist es dagegen möglich, zwei Arbeitspakete gleichzeitig zu bearbeiten, ohne daß diese sich in ihrer Bearbeitung gegenseitig beeinflussen, dann liegt eine parallele Abfolge vor<sup>1</sup>. Die Art der Abfolge kann durch Fristen zwischen Anfang und Ende beliebiger Arbeitspakete erweitert werden. Aus den bilateralen Arbeitspaketabhängigkeiten entsteht ein Netzplan, der einen Starttermin hat und in einem Zieltermin endet. Zwischen Start- und Endtermin müssen alle Aktivitäten so durch Abhängigkeiten eingebunden sein, daß jedes Arbeitspaket bearbeitet ist, bevor der Zieltermin erreicht werden kann. Die logische Abfolge des Netzplans darf sich dabei nicht in Schleifen verfangen und unterliegt den Regeln der Netzplantechnik<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Vgl. Schwarze (1990), S. 56 f.

<sup>2</sup> Vgl. ebenda, S. 145 ff.

Mit Hilfe von Modellen der mathematischen Optimierung wird der Netzplan terminiert und unter Berücksichtigung aller Abhängigkeiten auf die kürzest mögliche Bearbeitungszeit  $T_{Entwicklung}$  entweder manuell oder zunehmend mit Hilfe der EDV berechnet<sup>1</sup>. Dabei kann jede Planänderung der sachlichen Inhalte oder der verfügbaren Ressourcen in einem Teilschritt auf ihre zeitlichen Auswirkungen für das Gesamtvorhaben untersucht werden, um daraus Trend- und Extremszenarien mit dem jeweiligen Zeitbedarf abzuleiten. Die Zeitplanung mit Hilfe der Netzplantechnik ist aufgrund der Beschreibbarkeit von Teilschritten für die Phasen der F&E und teilweise der Stilllegung am besten geeignet. Für die Prognose der Produktions- und der Nutzungsdauer werden andere Ansätze verwendet, die allerdings methodisch ähnlich sind.

#### 4.1.1.2 Produktionsdauer (Unternehmen)



Die Produktionsdauer  $T_{Produktion}$  ist häufig im Vergleich zur Entwicklungsdauer und zur Nutzungsdauer relativ kurz und kann in vielen Fällen für die LZA-Analyse vernachlässigt werden. Bei Immobilien und bei der Erstellung von kundenspezifischen Großsystemen (z. B. im Anlagenbau) kann die Produktionsdauer bis zu mehreren Jahren dauern, während bei Großserienprodukten teilweise nur einige Minuten zur Produktion benötigt werden. Der grundsätzliche Ablauf zur planerischen Abschätzung der Produktionsdauer ist in Abbildung 39 dargestellt. Für die Prognose der Produktionsdauer ist das Produkt nach fertigungstechnischen Gesichtspunkten in seine Einzelteile bzw. Module zu zerlegen. Der Auflösungsgrad dieser Strukturierung richtet sich nach den zur Zeit der Bewertung

<sup>1</sup> Vgl. Hütte, u.a. (1996a) S. 6-45 f.

vorhandenen Informationen und kann im Extremfall bis auf Teileebene heruntergehen. Für die so ermittelten Module bzw. Teile ist aufgrund der Teilebeschaffenheit, der Technologie und der Auftragsdaten ein Fertigungsverfahren festzulegen (siehe Abbildung 40). Mit zunehmendem Projektfortschritt ist eine Detaillierung der Zeitprognose mit dem gleichen Verfahren möglich. Je detaillierter sich Aussagen zu den Abmessungen, dem Werkstoff, den Toleranzen, den Jahresstückzahlen und der Produktionslaufzeit machen lassen, desto besser kann das Fertigungsverfahren unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten bestimmt werden. Die Wahl des Fertigungsverfahrens bestimmt schließlich die Fertigungszeiten der einzelnen Teile bzw. Module des Produktes.

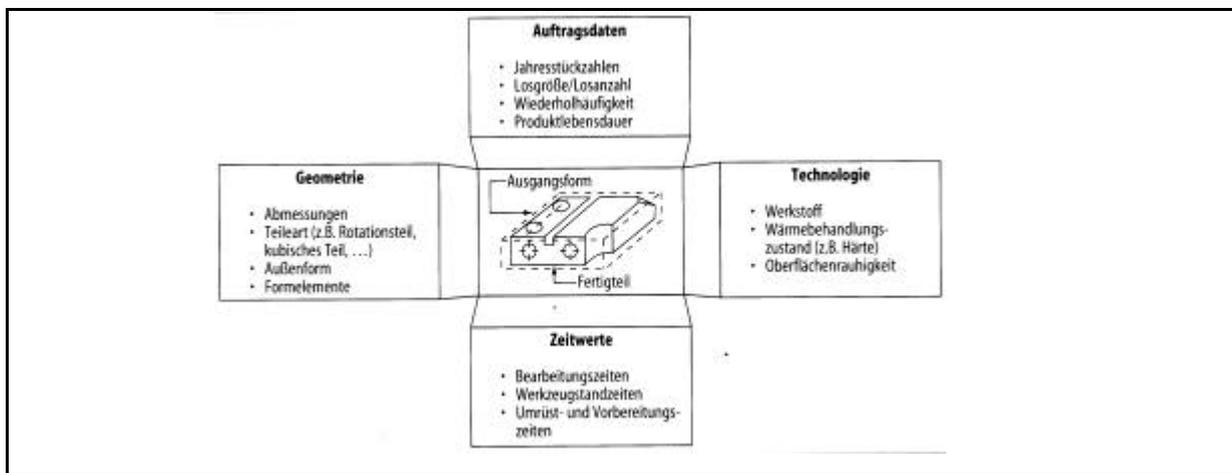
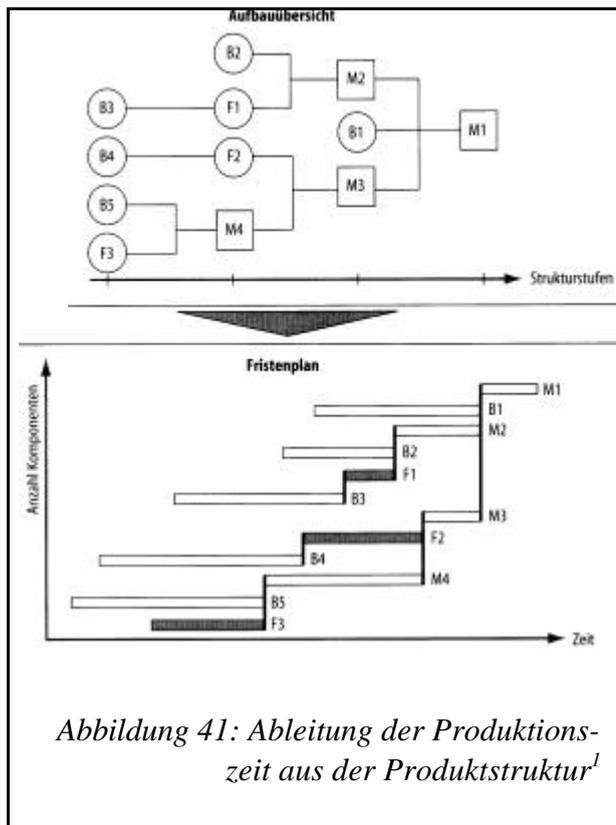


Abbildung 40: Einflußparameter der Produktion<sup>1</sup>

Sind die verfahrensbedingten Fertigungszeiten der Einzelteile bzw. Module festgelegt, kann mit dem Montageprozeß die Gesamtproduktionszeit ermittelt werden.

Dazu wird die vorher zerlegte Produktstruktur wie in Abbildung 41 dargestellt durch den Montageprozeß wieder zu einem Gesamtprodukt zusammengefügt. Im Beispiel wird das Teil B5 mit dem Teil F3 zum Modul M4 zusammenmontiert, welches dann zusammen mit B4 und F2 das Modul M3 ergibt.

<sup>1</sup> Hütte, u.a. (1996b), S. 10-36.



Parallel dazu wird das Modul M2 aus B3, F1 und B2 gefertigt und ergibt dann zusammen mit B1 das Gesamtprodukt M1.

Wird diese logische Montageabfolge mit den einzelnen Fertigungszeiten der Teile/Module in einen Ablaufplan übertragen, kann die Gesamtproduktionszeit wie in einem Netzplan abgelesen werden<sup>2</sup>. Auf die teilweise im Detail komplexe Ermittlung der für die LZA-Analyse meist optionalen Produktionszeit wird hier wegen mangelnder Relevanz nicht weiter eingegangen.

Nach der Produktionsdauer geht der nächste Abschnitt auf die in den meisten Fällen erheblich längere Vermarktungsdauer ein.

#### 4.1.1.3 Vermarktungsdauer (Unternehmen)

Zur Ermittlung der Zeitdauer, über die ein Unternehmen sein Produkt wirtschaftlich am Markt halten kann, werden im Marketing Prognosemodelle aufgebaut, die in Abhängigkeit von marketingpolitischen Parametern detaillierte Zeitreihen prognostizieren<sup>3</sup>. Typische Prognosevariablen, also Größen auf die sich die Vorhersagen beziehen, sind dabei der Absatz und der Umsatz in Abhängigkeit eines bestimmten Aktivitätsniveaus von Marketinginstrumenten (siehe Abbildung 42). Die analytischen Marketingprognosemodelle gehen allerdings davon aus, daß sich die Dauer des Marktzyklus  $T_{\text{Marktzyklus}}$  nur unwesentlich vom Aktivitätsniveau der Marketinginstrumente beeinflussen läßt, sondern vielmehr maßgeblich von den Produktneuheiten des eigenen Hauses und des Wettbewerbs beeinflußt wird<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Hütte, u.a. (1996b), S. 18-41.

<sup>2</sup> Vgl. Domschke, u.a. (1993), S. 171 ff.

<sup>3</sup> Vgl. Meffert (1977), S. 35 ff.

<sup>4</sup> Vgl. ebenda, S. 36.

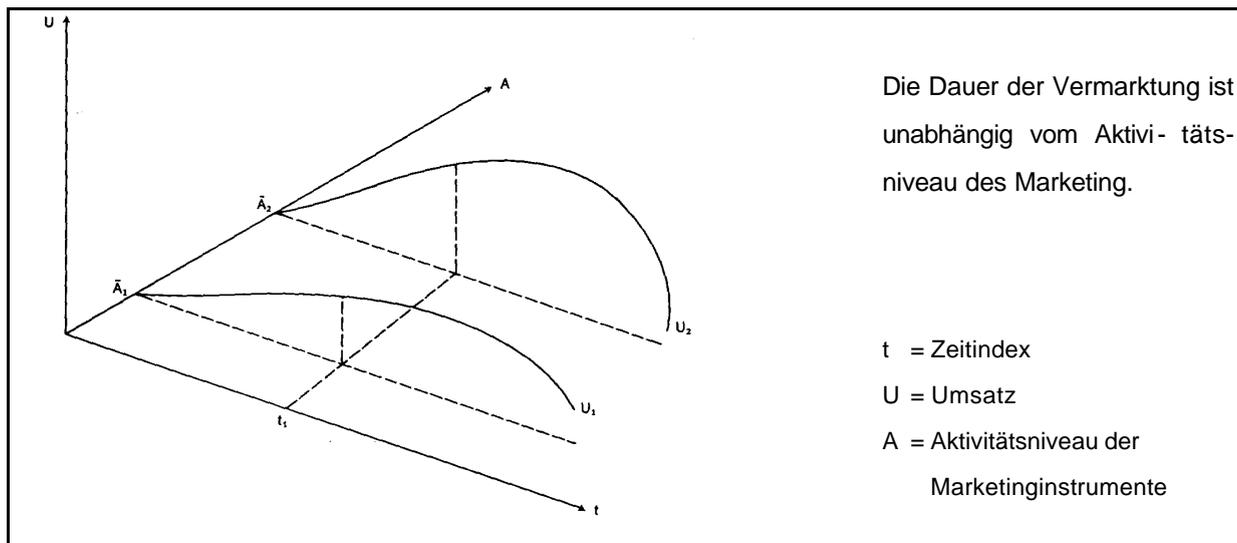


Abbildung 42: Analytisches Marketing-Lebenszyklusmodell<sup>1</sup>

Die Prognose des produktspezifischen Absatzvolumens wird mit Trend- und Indikatormodellen vorgenommen, welche aufgrund zeitreihenanalytischer Betrachtungen historischer Marktdaten mögliche Gesetzmäßigkeiten für die Zukunft ableiten<sup>2</sup>. Im Abgleich der prognostizierten Absatzzahlen mit den vorzuhaltenden Kapazitäten für Herstellung und Vertrieb des Produktes kann eine sinnvolle Absatzdauer im Rahmen des Gesamtproduktprogrammes des Herstellers ermittelt werden<sup>3</sup>.

Die Zeitdauer zur Entwicklung einer neuen Produktgeneration, welche den Vermarktungslebenszyklus des Vorgängers ablöst, ist je nach Branche sehr unterschiedlich und kann üblicherweise von wenigen Monaten, wie in der Halbleiterbranche, bis zu mehreren Jahren, wie in der Automobilindustrie, dauern. Aber mit dem Verkauf des letzten Produktes einer Generation ist der Lebenszyklus aus Sicht des Unternehmens nicht abgeschlossen, weil der Kunde während der gesamten Nutzungsdauer eine Service- und Ersatzteilversorgung verlangt<sup>4</sup>. Auf die Länge der Nutzungsdauer aus Kundensicht geht der nächste Abschnitt ein.

<sup>1</sup> Meffert (1977), S. 36.

<sup>2</sup> Vgl. Meffert (1977), S. 61 ff.

<sup>3</sup> Vgl. Pfeiffer, Bischof (1975), S. 347.

<sup>4</sup> Vgl. Höft (1992), S. 126 f.

#### 4.1.1.4 Nutzungsdauer (Marktkunde)

In der Betriebsphase wiederholt ein System den Vorgang, für den es konstruiert wurde, so lange, wie es vom Nutzer gewünscht wird bzw. bis das System ausfällt<sup>1</sup>. Obwohl das Verhalten des Nutzers nicht individuell sichergestellt werden kann, wird die durchschnittliche Zeit bis zum nächsten Systemausfall mit Hilfe der Verschleißforschung (Tribologie) vorausgesagt. Dabei geht die Tribologie von der Grundprämisse aus, daß es durch den Gebrauch eines Systems keine Entwertung gibt, die sich nicht durch Reparatur und Instandhaltung wieder rückgängig machen ließe<sup>2</sup>. Entsprechend werden in den westlichen Industrienationen jährlich bis zu 1% - 4% des Bruttosozialproduktes für die Beseitigung von Verschleißerscheinungen aufgewendet<sup>3</sup>.

Unter der Prämisse, daß der Benutzer das System unbeschränkt lange einsetzen möchte, ergibt sich das Problem der Bestimmung der optimalen Nutzungsdauer als trade-off zwischen der Häufigkeit von Ausfällen und den Ausgaben, die für Reparatur bzw. Instandsetzung des Systems entstehen.

Die Zeit zwischen zwei Systemausfällen wird als 'Mean Time Between Failures' (MTBF) bezeichnet und ist der Kehrwert der Ausfallrate des Systems (siehe Abbildung 43)<sup>4</sup>. Fällt ein System bei durchschnittlicher Nutzung zweimal pro Jahr aus, so ist die MTBF mit einem halben Jahr anzugeben. Die Ausfallwahrscheinlichkeit berücksichtigt nicht den Grund des Systemausfalls<sup>5</sup>. Um auszudrücken, welche Reparaturausgaben der Ausfall des Systems nach sich zieht, ist eine zweite Erfahrungskurve heranzuziehen, welche die durchschnittlichen Ausgaben zum Beheben eines Systemausfalls über die Zeit darstellt<sup>6</sup>.

---

<sup>1</sup> Vgl. Dreger (1981), S. 1092.

<sup>2</sup> Vgl. Wübbenhorst (1992).

<sup>3</sup> Vgl. Fischer (1991), S. 9. Dabei sind allerdings nur die direkten (Neuteile, Regeneration alter Teile) und indirekten (Produktionsunterbrechung, Werkstattkosten, Lagerhaltung) Aufwendungen, nicht aber der Folgeaufwand enthalten.

<sup>4</sup> Vgl. Blache, Shrivastava (1993), S. 19.

<sup>5</sup> Vgl. Derr, Louch (1991), S. 3.

<sup>6</sup> Vgl. McCarthy, Novak (1975), S. 42 f.

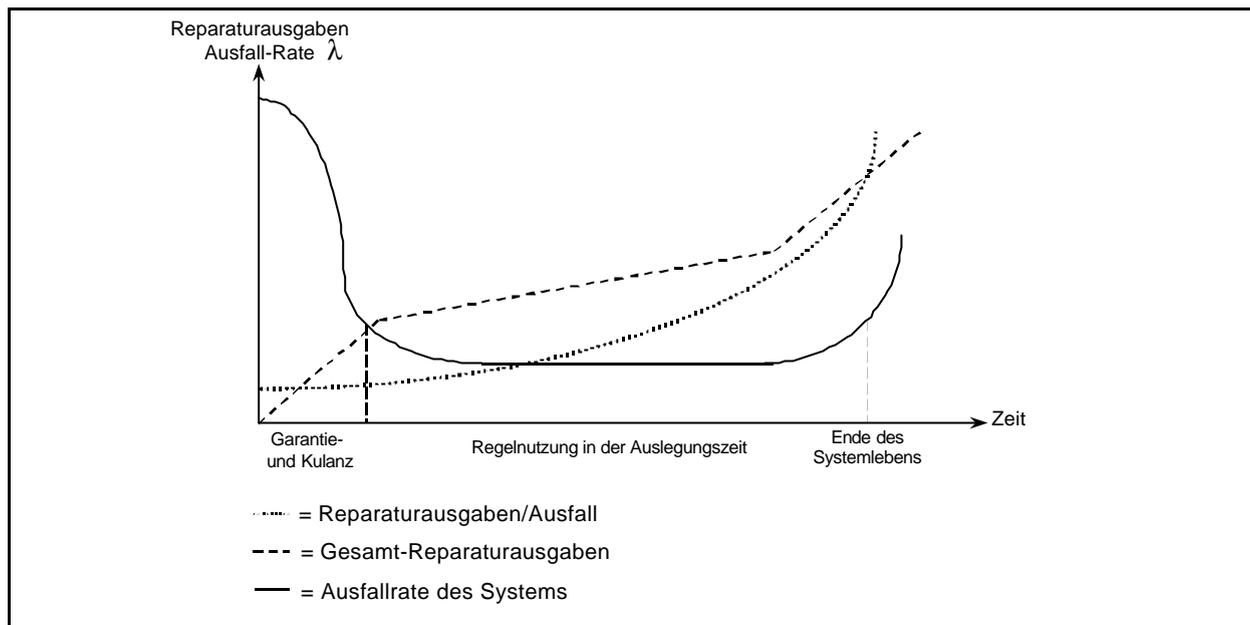


Abbildung 43: Verlauf von Reparaturausgaben über die Zeit<sup>1</sup>

Während die Systemausfallrate vielfach am Anfang des Lebenszyklus relativ hoch ist, sich dann über längere Zeit auf einem konstanten Niveau bewegt und mit Erreichen einer bestimmten Altersgrenze stark ansteigt, erhöhen sich die Reparaturausgaben pro Systemausfall über die Zeit<sup>2</sup>. Das lässt sich damit erklären, daß die Systemausfälle in frühen Phasen durch Anlaufschwierigkeiten geprägt sind, die oft kleine Ursachen haben, welche unter Anspruch von Garantie- oder Kulanzleistungen behoben werden können<sup>3</sup>. Hat sich das System einmal eingespielt, bleibt es so lange auf konstantem Ausfallniveau bis die Verschleißgrenzen einzelner Bauteile erreicht werden. Da solche Ausfallursachen zunehmend nur noch mit dem Austausch ganzer Komponenten wirtschaftlich sinnvoll behoben werden können, steigen die Reparaturausgaben pro Ausfall über die Zeit stark an<sup>4</sup>.

Aus der Überlagerung von Ausfallrate und Reparaturausgaben pro Ausfall über die Zeit ergeben sich die Gesamtausgaben, die für die Gewährleistung eines betriebsbereiten Systemzustandes erbracht werden müssen<sup>5</sup>. Diese Kurve ist ein wichtiger Input für die Aufwand-Nutzen-Betrachtung der LZA-Analyse, weil sie maßgeblich die Ausgabenstruktur der Nutzungsphase bestimmt, aus der dann zusammen mit den anderen Ausgabengrößen die für den Betrieb des Systems anfallenden Ausgaben

<sup>1</sup> Erweitert aus Seldon (1979), S. 79. Vgl. Blanchard, (1978), S. 238.

<sup>2</sup> Vgl. Höft (1992), S. 126 f.

<sup>3</sup> Vgl. Eubanks, Ishii (1993), S. 129 f.

<sup>4</sup> Vgl. Derr, Louch (1991). S. 3 f.; vgl. Blanchard (1978), S. 238.

<sup>5</sup> Vgl. McCarthy, Novak (1975), S. 50.

bestimmt werden können<sup>1</sup>. Daraus kann ein Gesamtoptimum von Nutz- und Aufwandswert sowie Ausgaben und Einnahmen über die Nutzungsdauer bestimmt werden.

Die Entscheidung über die optimale Nutzungsdauer ist demnach keine technische, sondern eine ökonomische Entscheidung<sup>2</sup>. Dabei geht der Grundgedanke des optimalen Ersatzzeitpunktes davon aus, daß der Kapitalwert stets maximiert werden soll<sup>3</sup>. Bei jeder Verlängerung der Nutzungsdauer entstehen zusätzliche Wartungs- und Reparaturausgaben, denen eine Nutzungsleistung oder Einzahlung gegenüberstehen muß<sup>4</sup>. Eine Verlängerung der Nutzungsdauer ist dann so lange lohnenswert, wie die zusätzlichen Nettoleistungseinzahlungen größer sind als die Nettoeinzahlungen bei Ersatz. Der für die Einsatzdauer T bestimmende Kapitalwert läßt sich demnach wie folgt ausdrücken<sup>5</sup>:

$$T_{\text{Nutzung}} = f(\text{Kapitalwert}) = f \left[ \sum_{t=1}^n \left( \frac{\text{Nutzungsleistung}_t}{(1+i)^t} + \frac{\text{Restwert}_t}{(1+i)^t} - \text{Neuwert} \right) \right]$$

i = Finanzierungzinssatz

*Formel 2*

t = Zeit in Jahren

Sowohl die MTBF wie auch die durchschnittlichen Reparaturausgaben pro Ausfall können aus Erfahrungskurven abgelesen oder relativ aufwendig aus den einzelnen Materialermüdungskurven der im System enthaltenen Komponenten abgeleitet bzw. aus Experimenten bestimmt und hochgerechnet werden<sup>6</sup>. Einige Verfahren der parametrischen Kostenschätzung, die im nächsten Abschnitt beschrieben werden, berechnen als Nebenprodukt auch die MTBF aufgrund der technischen Parameter des Systems<sup>7</sup>. Da bei der Prognose der Ausgaben auch die Reparaturausgaben ermittelt werden, bietet sich eine gleichzeitige Ermittlung von MTBF und Betriebsausgaben aus Vereinfachungsgründen an und sorgt gleichzeitig für eine konsistente Datenbasis.

<sup>1</sup> Vgl. Bieda (1992), S. 423.

<sup>2</sup> Vgl. Schmidt (1997), S. 94.; vgl. Knauer (1981), S. 27.

<sup>3</sup> Vgl. Blache, Shrivastava (1993), S. 21.

<sup>4</sup> Vgl. Groß (1991), S. 143 f.

<sup>5</sup> Vgl. Knauer (1981), S. 27. Grafisch aufbereitet in Taylor (1981), S. 38.

<sup>6</sup> Vgl. Scherenberg (1987), S. 14.; vgl. Kaufmann (1970), S. 28; vgl. Oppermann, u.a. (1993), S. 193 ff.

<sup>7</sup> Vgl. Derr, Louch (1991), S. 10.

Die Bestimmung der Nutzungsdauer kann demnach durch die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zwischen Ausgaben und Einnahmen über die Zeit mitbetrachtet werden und benötigt neben der Bestimmung der MTBF keine gesonderten Nebenrechnungen. Auf die Prognose der Ausgaben und Einnahmen über die Zeit des Lebenszyklus geht der nächste Abschnitt ein.

#### **4.1.2 Prognose der Ausgaben und Einnahmen über den Lebenszyklus**

Um die Lebenszyklusausgaben und -einnahmen von Innovationsideen zu optimieren und als Auswahlkriterium heranziehen zu können, sind in der frühen Initiierungsphase der Idee die einzelnen Ausgaben- und Einnahmengruppen über den Lebenszyklus abzuschätzen<sup>1</sup>. Für die Prognose der Lebenszyklusausgaben je Lebenszyklusphase sind die entscheidungsrelevanten Ausgaben- und Einnahmengruppen festzulegen. Dadurch entsteht eine Struktur, welche die gesamten Lebenszyklusausgaben und -einnahmen<sup>2</sup> eines Systems soweit zerlegt, daß die Ursachen ihrer Entstehung untersucht werden können. Die Ausgabenstruktur ist nach den folgenden Kriterien zu erstellen<sup>3</sup>:

- Es sind alle Ausgaben zu berücksichtigen, die über den Lebenszyklus erzeugt werden. Entsprechend sind die Phasen der Initiierung, der Planung, der Realisierung, der Nutzung und der Stilllegung zu berücksichtigen<sup>4</sup>.
- Die Ausgabengruppen sind so zu definieren, daß Manager, Kostenrechner, Ingenieure und teilweise sogar die Kunden das gleiche Verständnis über ihren Inhalt haben. Doppelte Berücksichtigung oder Auslassung von Ausgabengruppen ist zu vermeiden.
- Die Ausgaben sind soweit zu detaillieren, wie es notwendig ist, um die entscheidenden Zusammenhänge zwischen ihnen und den Lebenszyklusphasen darstellen und beeinflussen zu können (Identifizieren von Ausgabentreibern).
- Die Ausgabengruppen sind so abzugrenzen, daß sie sich eindeutig den drei Interessengruppen des Systemplaners, des Systemherstellers und des Systembetreibers zuordnen lassen<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Vgl. Barth (1984), S. 3 ff.; vgl. Fischer, u.a. (1994), S. 566.

<sup>2</sup> Abkürzend werden im folgenden nur noch Ausgaben genannt, wobei Einnahmen eingeschlossen sind.

<sup>3</sup> Vgl. Blanchard (1978), S. 31 ff. und S. 35, der hier den Begriff der ‚cost-breakdown-structure‘ verwendet.

<sup>4</sup> Vgl. Hatfield, Crawford (1990), S. 21.2.

<sup>5</sup> Vgl. Siegart, Senti (1995), S. 77.

- Die Abgrenzung hat so zu erfolgen, daß die einzelnen Ausgabengruppen mit den relevanten Planungs- und Budgetierungsverfahren des Unternehmens übereinstimmen, damit keine doppelte Erfassung nötig ist.
- Dabei ist zu beachten, daß ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Ermittlungsaufwand und Erkenntnisgewinn hinsichtlich der Zahl der Ausgabengruppen besteht. Werden zu viele Gruppen definiert, dann kann das zu einer frühzeitigen Ablehnung der LZA-Analyse führen, wenn der Datenermittlungsaufwand zu groß wird bzw. die Informationsbasis in der Initiierungsphase nicht ausreichend ist<sup>1</sup>.

Ausgabenphase	Ausgaben-/Einnahmengruppen	Ausgaben-/Einnahmenkategorien
I.) Entwicklung $A_{\text{Entwicklung}}$	Projektmanagement Produktplanung Forschung Konstruktion Dokumentation Versuch und Test	Personal Personal Personal Personal, Material Personal Anlagen, Material, Personal
II.) Produktion $A_{\text{Produktion}}$	Produktionsplanung Fertigung Montage Qualitätskontrolle Logistikunterstützung Verkaufspreis	Personal Material, Anlagen, Personal Material, Anlagen, Personal Personal, Anlagen Personal, Anlagen Anlage
III.) Bereitstellung $A_{\text{Bereitstellung}}$	Anschaffungspreis Betriebszeitunabh. Ausgaben/Einnahmen Betriebszeitabh. Ausgaben/Einnahmen	Anlage Material Personal, Material
IV.) Wartung $A_{\text{Wartung}}$	Instandhaltung	Material, Personal
V.) Reparatur $A_{\text{Reparatur}}$	Instandsetzung	Material, Personal
VI.) Außerbetriebst. $A_{\text{Außerbetriebst.}}$	Logistik Desintegration Entsorgung	Personal, Anlagen Personal, Anlagen Personal, Anlagen

Abbildung 44: Beispielhafte Ausgaben-/Einnahmenstruktur im Lebenszyklus<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Gefahr der Erzeugung von Scheingenauigkeit, vgl. Harvey (1976), S. 344 und S. 346; vgl. Jehle, u.a. (1984), S. 265; vgl. Pfohl, Wübbenhorst (1983), S. 154.

<sup>2</sup> In Anlehnung an Blanchard (1978), S. 31 f; vgl. Anderson, Chen (1988), S. 621 f; vgl. Bieda (1992), S. 424; vgl. de Neumann, Skwirzynski (1983), S. 518 ff; vgl. Fröhling, Spilker (1990b), S. 76; vgl. McCarthy, Novak (1975), S. 41; vgl. Siegart, Senti (1995), S. 80 (Kundensicht) und S. 83 (Herstellersicht).

Die Ausgabenstruktur setzt den Rahmen, in dem sich die LZA-Analyse bewegt. Ein Beispiel für einen solchen Rahmen im Zusammenhang mit der Entwicklung, Produktion und Nutzung von Produkten stellt Abbildung 44 dar. Um den genannten Anforderungen an eine handhabbare Komplexität der Ausgaben- und Einnahmenstrukturen gerecht zu werden, sind die Ausgaben- und Einnahmen auf drei Kategorien reduziert: Personal, Material und Anlagen<sup>1</sup>. Personal setzt sich als zeitabhängige Einnahmen- bzw. Ausgabenkategorie für die weitere Berechnung aus dem von der Qualifikation des Personals abhängigen Stundensatz und der benötigten Zeit zusammen, welche als variabel angesehen wird<sup>2</sup>.

$$\text{Personal}_t = \text{Stdsatz} * t$$

*Formel 3*

Personal<sub>t</sub> = Personalausgaben bzw. Einnahmen [DM] für die Zeit t [Stunden oder Jahre]

Stdsatz = Stundensatz [DM/Stunde]

t = Zeit [Stunden oder Jahre]

Das Material dagegen ist eine verbrauchsabhängige Einnahmen- und Ausgabenkategorie. Da von einem direkten Verbrauch des Materials ausgegangen wird<sup>3</sup>, kann sich die Beschreibung dieser Größe auf die benötigte Menge des Materials und dessen Marktpreis beschränken. Material schließt im weiteren Sinne die Ausgaben für Steuern und Versicherungen mit ein, die im Zusammenhang der Nutzung und Bereitstellung des Produktes von Relevanz sind.

$$\text{Material}_m = \text{Matpreis} * m$$

*Formel 4*

Material<sub>m</sub> = Materialausgaben bzw. Einnahmen [DM]

Matpreis = Marktpreis pro Einheit [DM/1]

m = Menge [z. B.: Stück, kg, l, %]

---

<sup>1</sup> In Anlehnung an die Einsatzfaktoren. Der Einsatzfaktor ‚Kapital‘ ist durch den Faktor ‚Anlage‘ ersetzt worden, welcher sich vom ‚Material‘ durch die Aktivierungsfähigkeit unterscheidet.  
Vgl. Kaufmann (1970), S. 27.

<sup>2</sup> Aus der Perspektive eines Innovationsvorhabens, welches mit anderen Innovationsvorhaben in einem Zuteilungswettstreit um die Ressourcen des Unternehmens steht. Aus Sicht des Unternehmens sind Personalkosten als fixe Kosten anzusehen.

<sup>3</sup> Aus der Perspektive des einzelnen Produktes geschieht die Anlieferung idealerweise ohne Zeitverzug ‚just-in-time‘. In der Realität kann dieser Anspruch nicht gehalten werden, ist aber mit einer geringfügigen Modellerweiterung abzubilden.

Die Einnahmen- und Ausgabenkategorie für Anlagen ist wegen ihrer ausgedehnten Nutzungsdauer zeitabhängig aber in ihrer Struktur weitgehend fix. Nach der Anschaffung der Anlage kommt es zu einem zeitabhängigen Wertverlust, außerdem muß die Anschaffung über die Nutzungszeit refinanziert werden. Dem stehen Veräußerungseinnahmen bei der Veräußerung der Anlage gegenüber. Für die jährlichen Ausgaben ergibt sich bei gleichbleibendem Wertverlust ohne Restwert folgender Zusammenhang:

$$\text{Anlage}_t = (\text{Anlpreis} * i) + \left(\frac{\text{Anlpreis}}{t}\right) \quad \text{Formel 5}$$

Anlage <sub>t</sub>	=Anlagenausgaben pro Jahr [DM] <sup>1</sup>
Anlpreis	=Anlagenpreis [DM]
i	=Finanzierungszinssatz [%]
t	=Mögliche Nutzungsdauer der Anlage [Jahre]

Die Gesamtausgaben und -einnahmen von Anlagen ergeben sich bei Berücksichtigung des Restwertes für die Zeitdauer T zu:

$$\text{Anlage}_t = \sum_{t=1}^T (\text{Anlpreis} + (\text{Anlpreis} * i_t) - \text{Anlwert}_t) \quad \text{Formel 6}$$

Anlpreis	=Anlagenpreis, der alle Ausgaben zur Beschaffung der Anlage umfaßt [DM]
t	=Zeitdauer der Nutzung als Teil der Gesamtnutzungsdauer T [Jahre]
Anlwert	=Alle Einnahmen und Ausgaben der Anlage bei Außerbetriebstellung [DM]

Mit diesen drei Ausgaben- und Einnahmekategorien können die monetären Ströme im Lebenszyklus abgebildet werden. Für die Bewertung von Innovationen im Ideenstatus sind jedoch keine Ist-Werte zu den einzelnen Größen vorhanden, weswegen eine Prognose über den Lebenszyklus notwendig ist.

---

<sup>1</sup> Die Zeitbasis t wird bei der Verwendung im Zusammenhang mit Anlagen wegen der meist längeren Laufzeit auf Jahresebene verwendet. Eine Umrechnung auf Stundenebene ist mit dem Multiplikator bzw. Divisor 8760 h/Jahr möglich (bei maximaler Auslastung im 3-Schicht-Betrieb ohne Wartungsausfälle). Die Umrechnung von Mannstunde auf Mannjahr geschieht näherungsweise mit einem jährlichen produktiven Stundenpotential eines angestellten Mitarbeiters von 1.350 h/Jahr.

Zur Prognose der einzelnen Ausgaben- und Einnahmengrößen stehen unterschiedliche Verfahren zur Verfügung, bei denen darauf hinzuweisen ist, daß „es keine in absolutem Sinn zufriedenstellenden Methoden gibt. Alle Methoden haben den Nachteil, daß sie entweder zu teuer und/oder zu zeitintensiv und/oder zu ungenau sind“<sup>1</sup>. Bei Anwendung von Prognoseverfahren im deutschsprachigen Raum kommt hinzu, daß viele der Verfahren nicht bekannt sind bzw. trotz Kenntnis nicht angewendet werden. Diese Aussage wurde von GAISER in einer 1991 durchgeführten empirischen Untersuchung bei deutschen Unternehmen zur Art der Softwareunterstützung bei der Steuerung von Innovationsprojekten bestätigt<sup>2</sup>.

„Das allgemeine Dilemma besteht nun darin, daß zu Anfang des Lebenszyklus die wichtigsten Entscheidungen getroffen werden müssen, der Informationsstand aber am geringsten ist.“<sup>3</sup>. In frühen Projektphasen muß deshalb ein Kompromiß zwischen dem notwendigen Prognoseaufwand und der Prognosegenauigkeit der angewendeten Verfahren gefunden werden. Darüber hinaus entscheidet ganz wesentlich das verfügbare Datenmaterial in der aktuellen Projektphase darüber, welches Schätzverfahren im konkreten Fall zur Anwendung gelangen kann<sup>4</sup>.

Nicht alle Komponenten eines innovativen Produktes sind für das Unternehmen neu, vielmehr bestehen die meisten innovativen Produkte aus einer Reihe schon in anderen Produkten eingesetzter Bauteile, die um neue Komponenten erweitert werden, woraus ein innovatives Produkt entsteht<sup>5</sup>. Diese Unterscheidung in ähnliche und neue Produktkomponenten ist auch bei der Prognose von Entwicklungs- und Produktionsaufwendungen für Innovationsideen zu beachten (siehe Abbildung 45).

---

<sup>1</sup> Wübbenhorst (1992), S. 264.

<sup>2</sup> Vgl. Gaiser (1993), S. 69.

<sup>3</sup> Pfohl, Wübbenhorst (1983), S. 150. Vgl. Wübbenhorst (1984), S. 251.

<sup>4</sup> Vgl. Barth (1984), S. 7 ff, der hier Prämissen für Prognoseverfahren diskutiert.

<sup>5</sup> Z. B. werden im Automobilbau bei einer neuen Fahrzeuggeneration zwar im Normalfall die meisten Komponenten neu entwickelt aber nur einzelne Serien- und Sonderausstattungsanfänge sind Innovationen im hier verwendeten Sprachgebrauch.

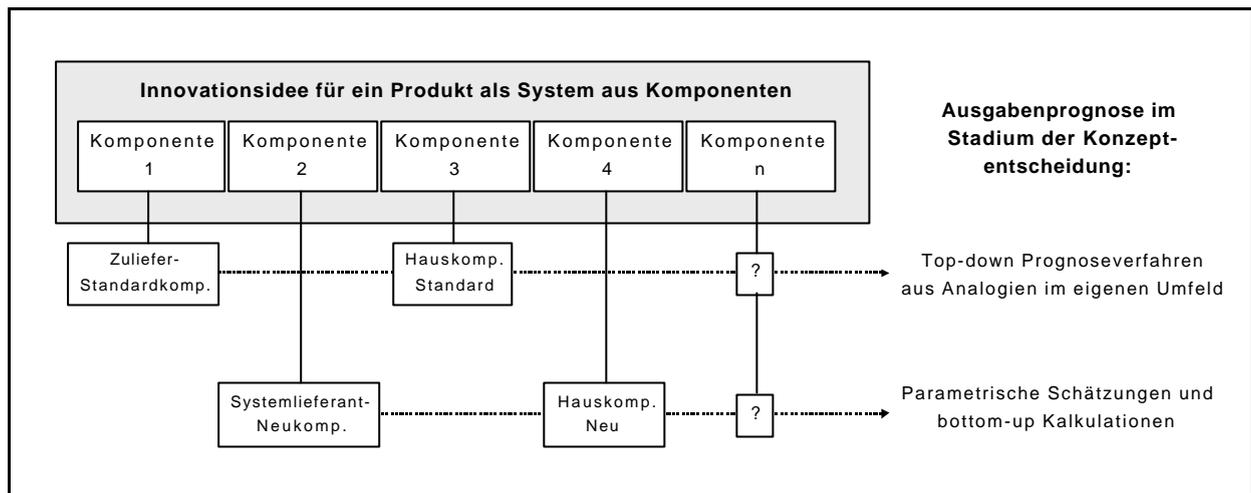


Abbildung 45: Struktur innovativer Systeme<sup>1</sup>

Die in den Abschnitten 4.1.2.1 und 4.1.2.2 beschriebenen Prognoseverfahren basieren auf einer top-down Vorgehensweise und eignen sich daher besonders für die Abschätzung von Komponenten, bei denen Ähnlichkeiten mit schon verwendeten Baugruppen bestehen<sup>2</sup>. Das in Abschnitt 4.1.2.4 dargestellte Verfahren geht dagegen von einer bottom-up-Vorgehensweise aus, die zwar grundsätzlich für Komponenten ohne Erfahrungshintergrund geeignet sind, dessen Anwendung allerdings in frühen Konzeptphasen Schwierigkeiten bereitet.

Für die Ausgabenprognose von neuen Komponenten in frühen Phasen wird in Abschnitt 4.1.2.3 ein top-down-Ansatz vorgestellt, der eine Brücke zwischen den beiden Verfahrensweisen aufbaut.

#### 4.1.2.1 Empirische Ausgabenrelationsfunktionen (Expertenschätzung)

Bei der Expertenschätzung werden die neuen Systemkomponenten durch eine Analogie zu bereits hergestellten Komponenten abgeleitet<sup>3</sup>. Der Ausgabenplanungsexperte zerlegt dabei die zu prognostizierende Systemkomponente in sinnvolle Bauteile, für die Analogiedaten aus bereits nachkalkulierten Projekten vorliegen. Aufgrund der kapazitiven Differenzen zwischen den alten und den neuen Systemteilen und einer Dynamisierung dieser Größen über die Zeit wird eine Prognose für

<sup>1</sup> In Anlehnung an Kesten (1996), S. 654.

<sup>2</sup> Vgl. Gräfe (1998), S. 35 ff.

<sup>3</sup> Vgl. Dreger (1981), S. 1094.

die Entwicklung und Produktion der überarbeiteten Systemkomponente erstellt. „Historical costs are probably the best way to determine what future costs will be.“<sup>1</sup>.

Die Ausgabenrelationsfunktion wird idealerweise anhand von ausgabekritischen Leistungsmerkmalen des Systems (wie z. B. Drehmoment, PS, m<sup>3</sup> umbauter Raum, Durchsatz/h usw.) aufgestellt. Liegen mehrerer solcher Referenzpunkte mit unterschiedlicher Leistung vor, kann daraus mit Hilfe von Regressionsanalysen ein funktionaler Zusammenhang von kritischer Leistung und Ausgaben hergestellt werden<sup>2</sup>. Daraus ergibt sich zur Ausgabenprognose ähnlicher Systemteile mit unterschiedlichen Kapazitäten eine Ausgaben-Kapazitäts-Funktion wie in Formel 7 zugrundegelegt<sup>3</sup>:

$$\frac{\text{Anlpreis}_1}{\text{Anlpreis}_0} = \left( \frac{\text{Anlleistung}_1}{\text{Anlleistung}_0} \right)^x \quad \text{Formel 7}$$

Anlpreis<sub>1</sub> = Systemausgaben des zu prognostizierenden Systemteils

Anlpreis<sub>0</sub> = Systemausgaben des Vergleichssystemteils

Anlleistung<sub>1</sub> = Kapazität des zu prognostizierenden Systemteils

Anlleistung<sub>0</sub> = Kapazität des Vergleichssystemteils

x = Ausgaben-Kapazitäts-Exponent (empirisch aus Regression ermittelt)

Die leistungsunabhängige, zeitliche Veränderung der Ausgabenbestandteile wird dabei über Indices korrigiert, wie es die Formel 8 darstellt:

$$\frac{\text{Anlpreis}_1}{\text{Anlpreis}_0} = \frac{\text{Teuerung}_{t1}}{\text{Teuerung}_{t0}} \quad \text{Formel 8}$$

Teuerung<sub>t0</sub> = Ausgabenindex zum Zeitpunkt t<sub>0</sub> - der Realisierung des Vergleichssystemteils

Teuerung<sub>t1</sub> = Ausgabenindex zum Zeitpunkt t<sub>1</sub> - Realisierung des zu prognostizierenden Systemteils

Die Überlagerung zeitlicher und leistungsmäßiger Veränderungen zwischen Referenzsystemteilen und zu prognostizierenden Systemteilen werden mit einer Ausgabenrelationsfunktion wie in Formel 9 berechnet:

---

<sup>1</sup> Harvey (1976), S. 344.

<sup>2</sup> Vgl. Ehrlenspiel (1998), S. 277 ff.

<sup>3</sup> Vgl. Wildemann (1982), S. 132.

$$Anlpreis_1 = Anlpreis_0 * \left( \frac{Anlleistung_1}{Anlleistung_0} \right)^x * \left( \frac{Teuerung_{t1}}{Teuerung_{t0}} \right) + Anlpreis_{sonst} \quad \text{Formel 9}$$

Dabei stellt  $Anlpreis_{sonst}$  einen Platzhalter für sonstige Ausgabenveränderungen dar, die aus konzeptionellen Überlegungen des neuen Systemteils zu erwarten sind. Die prognostizierten Ausgaben des Gesamtsystems ergibt sich als Summe beliebig vieler Systemkomponenten.

Die Anwendung der Expertenschätzung ist begrenzt auf Systemkomponenten, bei denen bekannte Technologien zum Einsatz kommen, zu denen Analogien hergestellt werden können. Entsprechend ist die Prognosegenauigkeit abhängig von der Ähnlichkeit der verglichenen Systeme und der Genauigkeit der in der Vergangenheit ermittelten Ursprungsdaten. Der Steckbrief in Abbildung 46 faßt die Charakteristika des Prognoseverfahrens hinsichtlich des Zweckes, des Einsatzzeitpunktes, des nötigen Informationsinputs sowie der zu erwarteten Ergebnisgenauigkeit zusammen und geht auch auf die Handhabbarkeit, die Erstellungsgeschwindigkeit und die Ergebnisbeeinflussbarkeit des Verfahrens ein.

<b>Steckbrief Expertenschätzung</b>	
Bezeichnung Prognoseverfahren:	Expertenschätzung – Empirische Ausgabenrelationsfunktion.
Zweck des Verfahrens:	Erste Abschätzung und Alternativenbestimmung.
Zeitpunkt der Prognose im LZ:	Zu Planungsbeginn, wo keine quantitativen Informationen über das neue System vorliegen.
Benötigte Information:	Erfahrung mit ähnlichen Systemen oder Systemkomponenten, die zur Analogiebildung taugen.
Erwartete Genauigkeit:	Ca. +/- 20%.
Erstellungsgeschwindigkeit:	Bei guter Aufbereitung von historischen Daten sehr schnell.
Handhabbarkeit des Verfahrens:	Für erfahrenen Experten einfache Handhabung.
Beeinflussbarkeit des Ergebnisses:	Durch die Interpretationsspielräume der Experten eher hoch.

Abbildung 46: Anwendungsdaten des Prognoseverfahrens 'Expertenschätzung'<sup>1</sup>

Wird nicht nur ein technischer Systemparameter zur Systemkomponentenabschätzung herangezogen, sondern gleichzeitig mehrere relevante Größen, wird aus der Expertenschätzung eine empirisch-parametrische Ausgabenrelationsfunktion wie im nächsten Abschnitt beschrieben.

<sup>1</sup> Vgl. Ehrlenspiel (1998), S. 282 f; vgl. Wübbenhorst (1984), S. 265.

#### 4.1.2.2 Empirisch-parametrische Ausgabenrelationsfunktionen

Bei der Aufstellung von **Cost-Estimation-Relationships (CER)** werden Funktionen definiert, die eine Beziehung zwischen technischen Systemparametern (häufig Gewicht, Material, Leistung usw.) und den Systemausgaben herstellen<sup>1</sup>. Wie bei der Expertenschätzung basieren diese Beziehungen auf überprüfbareren Ausgabenbeziehungen historischer Systeme. Allerdings werden bei diesem Verfahren mehrere Parameter von einer Reihe von Experten aus teilweise unterschiedlichen Firmen und Fachbereichen in Formeln abgelegt. Allgemein lassen sich empirisch-parametrische Ausgabenrelationsfunktionen wie folgt darstellen<sup>2</sup>:

$$\text{Anpreis} = \left( \prod_{a=1}^n \text{Gewicht}_i \right) * \text{CER} * \text{Parameter}_i \quad \text{Formel 10}$$

Gewicht<sub>i</sub> = Gewichtungsfaktoren

a = Anzahl der Faktoren

CER = Spezifische Ausgabenrelationen für den Systemparameter

Parameter<sub>i</sub> = Charakteristischer technischer Systemparameter

Für die Ableitung von CERs aus historischen Daten müssen sich aus den Systemparametern und den Ausgaben quantitative Beziehungen formulieren lassen, die auf das zu prognostizierende System anwendbar sind. Methodisch werden CERs aus den Daten historischer Projekte mittels Regressionsanalyse ermittelt, welche anhand der als Ausgabentreiber erkannten Parameter formuliert werden<sup>3</sup>.

Durch die Konzentration auf eine begrenzte Zahl von Parametern besteht die Gefahr, daß wichtige Ausgabentreiber übersehen werden. Darüberhinaus können nur bekannte Systemparameter zur Ausgabenprognose herangezogen werden. Gegenüber der reinen Expertenschätzung ergibt sich hier jedoch der Vorteil, daß historische Projekterfahrungen personenunabhängig in Ausgabenrelationsfunktionen aufbereitet werden und dann ohne großen Aufwand für schnelle Abschätzungen der Ausgaben neuer Systeme herangezogen werden können<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> Vgl. Dreger (1981), S. 1093.

<sup>2</sup> Vgl. Wildemann (1982), S. 137; vgl. Madauss (1994), S. 243.

<sup>3</sup> Vgl. Hatfield, Crawfoot (1990), S. 21.3.

<sup>4</sup> Vgl. Fischer, u.a. (1994), S. 568.

Besonders aus der EDV-gerechten Aufbereitungsmöglichkeit von CERs ergibt sich die Möglichkeit, bedarfsgerechte Konzeptalternativen bei der Systemerstellung auf ihre Ausgabenwirkungen überprüfen zu können. Erweitert um eine Kalibrierungsmöglichkeit an unterschiedliche Umgebungen und Branchen ergeben sich daraus parametrische Ausgabenschätzprogramme, die kommerziell weltweit standardisiert angeboten werden.

<b>Steckbrief ‚Cost-Estimation-Relationship‘</b>	
Bezeichnung Prognoseverfahren:	CER-Methode.
Zweck des Verfahrens:	Schnelle Abschätzung von Systemausgaben aufgrund komplexer Leistungsdaten.
Zeitpunkt der Prognose im LZ:	Frühe Konzeptphase.
Benötigte Information:	Technische Parameter, auf welche die CER aufbauen.
Erwartete Genauigkeit:	+/- 20 %.
Erstellungsgeschwindigkeit:	Wenn die CER bekannt sind, sehr schnell.
Handhabbarkeit des Verfahrens:	Erstellung der CER kompliziert, Anwendung einfach.
Beeinflußbarkeit des Ergebnisses:	Gering (nur über die Auswahl der historischen Projekte und deren Parameter).

*Abbildung 47: Anwendungsdaten des Prognoseverfahrens ‚CER‘<sup>1</sup>*

Werden CER's auch branchenübergreifend in einem Beziehungsgeflecht von beliebig vielen Parametern zusammengefaßt, ergibt sich daraus die Überleitung zu den parametrischen Ausgabenrelationsfunktionen des nächsten Abschnitts<sup>2</sup>.

#### **4.1.2.3 Parametrische Ausgabenrelationsfunktionen**

Auch die parametrische Ausgabenschätzung arbeitet mit CER's (Cost Estimation Relationships)<sup>3</sup>. Diese Regressionskurven werden aufgrund von fundierten Basisdaten und Statistiken weltweit durchgeführter Projekte erstellt. Daraus ergeben sich meist nicht-lineare Funktionen, die mathematisch formulierbar sind (parametrische Schätzgleichungen)<sup>4</sup>.

$$\text{Anlpreis} = f(\text{Parameter}_1; \text{Parameter}_2, \text{Parameter}_n)$$

*Formel 11*

<sup>1</sup> Vgl. Jehle, u.a. (1984), S. 269; vgl. Wübbenhorst (1984), S. 265.

<sup>2</sup> Vgl. Janßen (1991), S. 101.

<sup>3</sup> Vgl. Engelke, Weber (1990), S. 11.

<sup>4</sup> Vgl. Gräfe (1998), S. 36; vgl. Madauss, u.a. (1992), S. 579.

Die Parametrik ist in der Luft- und Raumfahrt- sowie der Wehrtechnik entstanden<sup>1</sup>. Die käuflichen Softwaremodelle stammen fast alle aus diesen Bereichen und werden dort eingesetzt<sup>2</sup>. Mit Hilfe von Kalibrierungsschritten können die CERs aus der Luft- und Raumfahrttechnik in andere Anwendungsbereiche übertragen werden. Dazu werden historische Projekte in die Software mit ihren historischen Ausgabewerten eingegeben, wonach die Gleichungssysteme für zukünftige Prognosen angepaßt werden - das heißt der Prognoseprozeß wird zur Kalibrierung rückwärts unter Einspeisung von Ist-Daten bearbeitet<sup>3</sup>.

Die Parametrik hat den großen Vorteil, daß nur aufgrund von relativ globalen Größen wie Gewicht, Einsatzort, Material, Fertigungstoleranzen usw., welche meist schon sehr früh bekannt sind, Ausgabenprognosen über den gesamten Lebenszyklus erstellt werden können. Bei entsprechender Einrichtung des Systems ist eine durchschnittliche Prognosegenauigkeit von +/- 15% realistisch<sup>4</sup>.

Am Markt werden unterschiedliche Programme kommerziell angeboten<sup>5</sup>, darunter beispielsweise der weltweite Marktführer Price Systems. Price ist ein parametrisches Ausgabenschätzmodell, welches in den 60'er Jahren im Zusammenhang mit den Raketenprogrammen der NASA entwickelt wurde und in dem eine Vielzahl von CER's zu einem Gesamt-Rechenmodell zusammengefaßt wurden<sup>6</sup>. Seit 1975 werden die Price-Modelle kommerziell vertrieben und ständig weiterentwickelt, so daß sie heute durchgehend als Microsoft-Windows-Applikationen realisiert sind. „Grundidee und Philosophie der Price-Modelle ist, daß sie universell einsetzbar und leicht zu bedienen sind und gleichzeitig den schnellen Zugriff garantieren“<sup>7</sup>.

---

<sup>1</sup> Vgl. Wildemann (1980), S. 342.

<sup>2</sup> In den USA ist beispielsweise für die Teilnahme an Ausschreibungen für öffentliche Projekte die Abgabe einer mit zugelassenen parametrischen Programmen erstellten Kalkulation erforderlich.  
Vgl. Engelke, Weber (1990), S. 11.

<sup>3</sup> Vgl. Madauss (1994), S. 243; vgl. Janßen (1991), S. 102.

<sup>4</sup> Vgl. Madauss (1994), S. 244.

<sup>5</sup> Handelsnamen sind: Aces, Match, Fast E, Profit, Price um nur die fünf umsatzstärksten Anbieter zu nennen.  
Vgl. Greene (1991), S. 1212; vgl. Madauss, u.a. (1992), S. 581.

<sup>6</sup> Vgl. Madauss (1994), S. 250 ff und S. 255 ff.

<sup>7</sup> Freiman (1993), S. I-5.

Für die Verwendung parametrischer Modelle wird ein Strukturplan der Komponenten mit Angabe der einzelnen Bestandteile, ihrer Materialien und Gewichte benötigt<sup>1</sup>. Weiterhin sind die durchschnittlichen Betriebs- und Standzeiten, die Einsatzumgebung sowie die Montage- bzw. Integrationsstundensätze zu erfassen<sup>2</sup>.

Dabei sind die parametrischen Softwareprogramme so modular aufgebaut, daß neben dem Entwicklungs- und Fertigungsausgaben auch die Ausgaben für den Betrieb, die Instandhaltung sowie die Außerbetriebstellung von Hard- und Software berechnet werden kann. Besonders die Berechnung der MTBF aus den technischen Belastungsparametern schlägt hier für die LZA-Analyse eine wertvolle Brücke vom Anlagenpreis zu den Betriebsausgaben.

Durch Variation einzelner Parameter wie der Stückzahl, dem erforderlichen Qualitätsstandard, der verwendeten Technologie etc. kann die Sensitivität der Ausgaben auf Parameteränderungen sehr schnell ermittelt werden<sup>3</sup>. Akzeptanzprobleme ergeben sich im praktischen Einsatz vor allem durch die schlechte Nachvollziehbarkeit der Rechenergebnisse. Der Anwender parametrischer Software kann nur seine Eingaben überprüfen - mit welchen Algorithmen daraus die Prognosewerte errechnet werden, bleibt dagegen weitgehend das Betriebsgeheimnis des Softwareanbieters.

<b>Steckbrief ‚Parametrik‘</b>	
Bezeichnung Prognoseverfahren:	Parametrische Standardsoftware.
Zweck des Verfahrens:	Abschätzung von Entwicklung, Fertigung, Betrieb, Instandhaltung und Außerbetriebstellung von Systemen.
Zeitpunkt der Prognose im LZ:	Konzeptphase mit technischer Detaillierung.
Benötigte Information:	Technische Parameter der Herstellung und des Betriebs.
Erwartete Genauigkeit:	+/- 15 %.
Erstellungsgeschwindigkeit:	Nach Kalibrierung sehr schnell.
Handhabbarkeit des Verfahrens:	Sehr einfach, da modularer und menügeführter Aufbau.
Beeinflußbarkeit des Ergebnisses:	Gering, da Zusammenhänge nicht offengelegt sind.

*Abbildung 48: Anwendungsdaten des Prognoseverfahrens ‚Parametrik‘<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Vgl. Engelke, Weber (1990), S. 11.

<sup>2</sup> Vgl. Janßen (1991), S. 98.

<sup>3</sup> Vgl. Engelke, Weber (1990), S. 15.

<sup>4</sup> Vgl. Janßen (1991), S. 105; vgl. Wildemann (1980), S. 342 f; vgl. Wübbenhorst (1984), S. 265.

Nachdem die bisher beschriebenen Prognoseverfahren alle auf einem top-down Ansatz beruhen, bei dem die Systemkomponenten aufgrund ihrer technischen Eigenschaften bewertet werden, stellt die Kalkulation im nächsten Abschnitt die einzelnen Ausgabenpositionen stückweise bottom-up zusammen, bis daraus der Gesamtwert für die Systemkomponente entsteht.

#### 4.1.2.4 Kalkulationen

Bottom-up-Kalkulationen, auch analytische Ansätze genannt, zerlegen ein System in seine Einzelteile und kalkulieren detailliert jeden einzelnen Einsatzfaktor, der zu seiner Erstellung nötig ist (vor allem aufgrund von Material, Kapazität und Anlagen)<sup>1</sup>. Dazu müssen alle Informationen für das aktuelle Projekt verfügbar sein. Damit ist die Bottom-up Kalkulation im eigentlichen Sinne kein Prognoseverfahren mehr, sondern dient vornehmlich zur ex-post-Berechnung von abgeschlossenen Projekten, die dann wiederum als Erfahrungsbasis für künftige, ähnliche Projekte verwendet werden können. Die Kalkulation ist auch bei innovativen Systemkomponenten anzuwenden, bei denen keine Analogien zu bestehenden Komponenten gezogen werden können.

Bottom-up-Kalkulationen verfahren meist nach dem Zuschlagsausgabenprinzip. Für jede Ausgabenkategorie wie Materialausgaben, Personalausgaben usw. werden firmenspezifische Zuschlagssätze ermittelt, um die Gemeinausgaben abzudecken<sup>2</sup>. Ähnlich werden Maschinenausgabensätze über die Zeit der Nutzung abgerechnet. In der Summe ergibt sich daraus eine Zuschlagsausgabenkalkulation, die von der Basis der Inputfaktoren über die Verarbeitungsstufe bis zum Vertrieb die einzelnen Ausgabenbestandteile aufsummiert und damit eine Projektkalkulation ermöglicht. Abbildung 49 stellt eine solche Kalkulation beispielhaft dar.

Die bottom-up-Kalkulation bezieht sich auf die Inputfaktoren für Einzelteile, Untergruppen und Baugruppen einer Stückliste. Sie paßt damit in den klassischen Konstruktionsablauf, nach dem ausgehend von einer top-down vorgegebenen funktionalen Beschreibung der Produktidee die Einzelkomponenten bottom-up erarbeitet werden, aus denen sich dann Stücklisten und Arbeitspläne entwickeln<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Vgl. Madauss (1994), S. 248 f.

<sup>2</sup> Vgl. Ehrlenspiel (1998), S. 275.

<sup>3</sup> Vgl. Becker (1990), S. 354 f.

Erst mit diesen Listen kann die bottom-up-Kalkulation das Ausgabengerüst des neuen Produktes mit Informationen zu Einzelteilen, zu Be- und Verarbeitungsprozessen sowie zu Logistik und Verwaltungsumfängen erstellen lassen. Die bottom-up Kalkulation eignet sich vor allem für die Ermittlung der Entwicklungs- und Herstellausgaben. Die Kalkulationsdaten werden idealerweise während des gesamten Konstruktionsprozesses mitgeführt und in Abhängigkeit der verfügbaren Daten weiter detailliert und abgesichert<sup>1</sup>.

	Materialeinzelausgaben	
+	Materialgemeinausgabenzuschlag	
=	<b>Materialausgaben</b>	
+	Personalausg. Montage + anteilige Anlagenausg.	
+	Fertigungsgemeinausgabenzuschlag	
=	<b>Herstellausgaben</b>	
+	Entwicklungsausgaben (Umlage)	
+	Verwaltungsgemeinausgaben	
+	Vertriebsgemeinausgaben	
=	<b>Selbstaussgaben</b>	
+	Gewinnaufschlag (% auf Selbstaussgaben)	
=	<b>Barverkaufspreis netto</b>	

$$\text{Gemeinausgabenzuschlag} = \frac{\text{Gemeinausgaben}}{\text{Einzelausgaben}} * 100$$

Abbildung 49: Struktur einer Bottom-up Kalkulation<sup>2</sup>

„Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß Kostenprognosemodelle zur Aufdeckung des systemspezifischen Ressourcenverzehr für alternative Entscheidungen dienen“<sup>3</sup>. Welches Verfahren für ein Projekt idealerweise angewendet wird, darüber entscheiden vor allem die vorhandene Datenbasis, die verlangte Prognosegenauigkeit, die verfügbaren Prognoseressourcen (Zeit, Personal, Kapital) und die Verwendung der Daten (Angebotsabgabe, Preiskalkulation, Lebenszyklusberechnung o. Ä.). Da über den Projektverlauf die Anforderungen an diese Kriterien ständig steigen, sind Verfahren zu verwenden, deren Ergebnisse und Datenaufbereitung in ähnlicher Form weiterverwendet werden können.

<sup>1</sup> Vgl. Becker, Männel (1992), S. 553 ff.

<sup>2</sup> Nach Olfert (1987), S. 182 ff; speziell Serienprodukte siehe auch Gräfe (1998), S. 26.; vgl. Ehrlenspiel (1995), S. 553.

<sup>3</sup> Wildemann (1982), S. 150.

„The estimation of future costs ist probably one of the most difficult tasks in the accomplishment of a life cycle cost analysis“<sup>1</sup>. Für eine situationsgerechte Auswahl von Ausgabenprognoseverfahren sind in Abbildung 50 die einzelnen Methoden mit ihren Anwendungsvoraussetzungen, Anwendungsgebieten und dem idealen Projektstatus zusammengefaßt.

Methoden	Kriterien	Anwendungs- voraussetzungen	Anwendungsgebiete	Projektstatus
<b>Expertenschätzung, Analogiemethode (incl. Befragung)</b>		Historische Daten bzw. Experten mit Erfahrung. Systemdefinition.	Konzeptvergleiche. Angebotsbewertung. Budgetplanung.	Funktionen stehen fest.
<b>CER, Parametrik</b>		Historische Daten. Logische Abhängigkeiten.	Konzeptvergleiche. Alternativenbewertung. Unabh. Crosschecks.	Die physikalischen und technologischen Kompo- nenten stehen fest.
<b>Analytisch (Kalkulation)</b>		Genauere Systemdefinition. Zeitplanung. Spezifikationen.	Fundierung und Vali- dierung der vorher- gehenden Prognosen.	Die einzelnen Arbeits- pakete mit Ressourcen- verbrauch stehen fest.

Abbildung 50: Vergleich der Ausgabenprognosemethoden<sup>2</sup>

Für die praktische Anwendung der Prognosemethoden ergibt sich daraus ein zeitlich gestuftes Vorgehen, wie in Abbildung 51 dargestellt - von den Expertenschätzungen in der Konzeptionsphase über die parametrischen Schätzungen in der Entwurfsphase bis zu den detaillierten Kalkulationsverfahren in der Ausarbeitungsphase<sup>3</sup>.

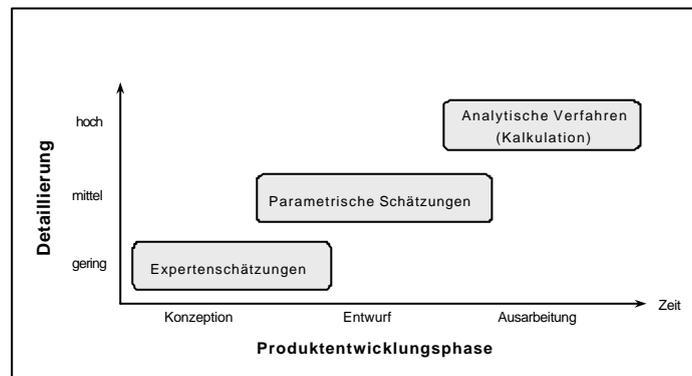


Abbildung 51: Anwendung der Ausgabenschätzverfahren im Zeitablauf<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Blanchard (1978), S. 35.

<sup>2</sup> In Anlehnung an Madauss, (1994) S. 248 und Brockhoff (1993b), S. 248 ff.

<sup>3</sup> Vgl. Greene (1991), S. 1210.

<sup>4</sup> Nach Gaiser (1993), S. 57; vgl. Madauss, u.a. (1992), S. 583.

Die Ausgaben sind als unternehmensseitiges Spiegelbild der zu erbringenden Leistung nur eine Größe zur Bestimmung des Umsatzes. Eine Umsatzprognose – und damit unter Abzug der Ausgaben auch eine Gewinnprognose – kann erst aufgrund einer Preis-Absatzbeziehung bestimmt werden<sup>1</sup>. Zur Ableitung der Absatzzahlen und des Umsatzes aus der Preisposition des eigenen Produktes im Vergleich zu Wettbewerbsprodukten am Markt dient die Preis-Absatzbeziehung (siehe Abbildung 52)<sup>2</sup>.

Da die Preispolitik ein eigenes, sehr von den jeweiligen Marktverhältnissen abhängiges Marketing-instrumentarium darstellt, greift die LZA-Analyse auf eine feste Beziehung von Ausgaben und Preis zurück, die vom Marketing für die Branche als realistische Position auf der Preisabsatzkurve angesehen wird. Für alternative Preisszenarien werden dann Mengenveränderungen angegeben, ohne mit zusätzlichen Methoden eine stetige Funktion aufstellen zu müssen<sup>3</sup>.

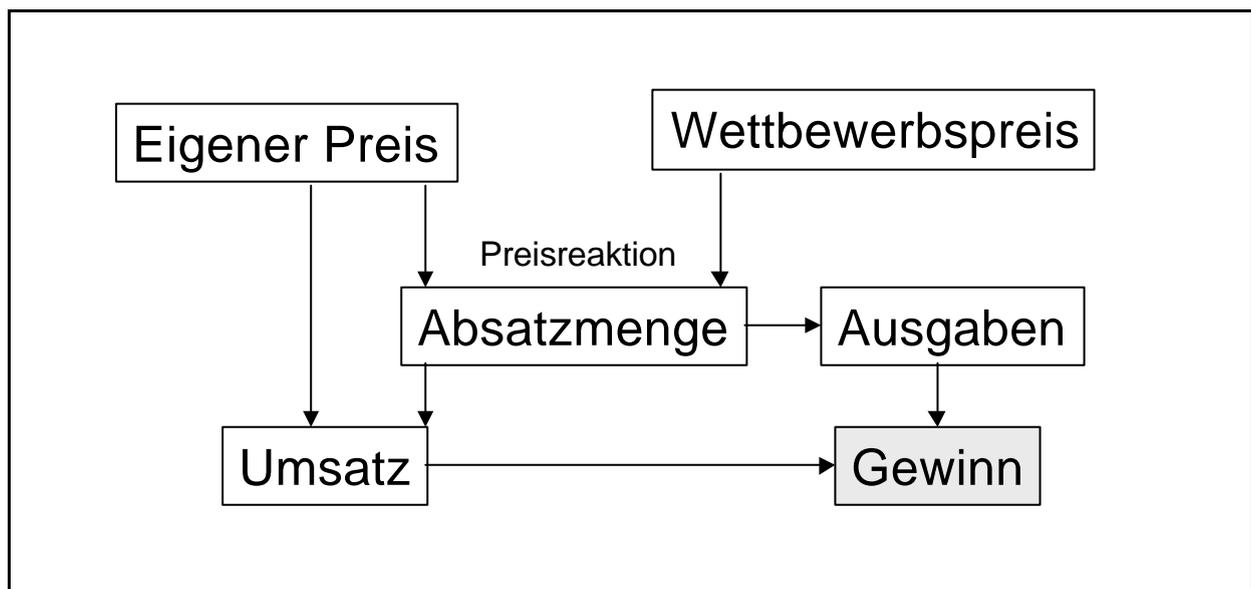


Abbildung 52: Systemzusammenhang zur Ermittlung der Preis-Absatzbeziehung<sup>4</sup>

Da die Ausgaben und Einnahmen als quantitativer Aufwandsanteil nur einen Aspekt des Lebenszyklusaufwandes darstellen, geht das nächste Kapitel auf die Ermittlung der qualitativen Dimensionen über den Lebenszyklus ein.

<sup>1</sup> Vgl. Simon (1997), S. 59.

<sup>2</sup> Vgl. Coenenberg, u.a. (1994), S. 12 f.; vgl. Haedrich, Jeschke (1993), S. 9.

<sup>3</sup> Vgl. Siegwart, Senti (1995), S. 96. Wobei auch die Methoden der Marktforschung häufig auf Expertenschätzungen zurückgreifen.

<sup>4</sup> Nach Simon (1997), S. 59.

### 4.1.3 Prognose von Nutzwert und Aufwandswert über den Lebenszyklus

„Während die Kosten einer bestimmten Produktausstattung oder Serviceleistung bekannt sind, läßt sich der Nutzen für den Kunden - und damit seine Preisbereitschaft - meist nur schwer abschätzen und messen“<sup>1</sup>. Bei den quantitativen Dimensionen ist eine Einheit gegeben, in der sie zu erfassen sind, bei den qualitativen Dimensionen ist keine solche einheitliche Maßeinheit vorgegeben. Unterschiedlichste Aspekte des Nutzens sind zur Bewertung vergleichbar zu machen, wobei sich eine Vereinheitlichung und damit auch Gewichtung der einzelnen Ausprägungen nur schwer vermeiden läßt.

Das ist wohl auch der Grund, warum die qualitativen Kriterien - und damit der Nutz- und Aufwandswert - bisher bei der Bewertung von Innovationen vernachlässigt wurden, obwohl sich strategische Wettbewerbsvorteile von Innovationen auf kundenseitig wahrgenommene Leistungsbündel beziehen<sup>2</sup>. Auch mittlerweile etablierte Ansätze zur Zielausgabenermittlung wie das Target-Costing vermeiden bei ihren Vergleichen eine Ermittlung qualitativer Größen, indem sie von einer für die Innovationsbewertung nicht realistischen Bezugsobjektidentität ausgehen und damit die Nützlichkeit von Vorgänger und Nachfolger bzw. Konkurrenzprodukten gleichsetzen.

Nicht die Anzahl der in einem Produkt umgesetzten Funktionen, sondern deren Wahrnehmbarkeit für den Kunden ist in den Mittelpunkt der Ermittlung der Nützlichkeit zu stellen<sup>3</sup>. Für die Bewertung von Innovationsideen entsteht die Schwierigkeit, daß die Nützlichkeit der Produkte zu einem Zeitpunkt bewertet werden muß, zu dem noch kein funktionierender Prototyp der Innovation existiert. Die Nützlichkeit für den Kunden kann daher nicht direkt durch eine Kundenbefragung ermittelt werden<sup>4</sup>.

Der Kunde des heutigen Produktes kann nicht oder nur schwer ausdrücken, was er in Zukunft von einem Produkt erwartet oder welche Bedürfnisse er zukünftig an ein Produkt stellt. Aussagekräftige Endkundenbefragungen beziehen sich daher auf den status quo<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Simon (1997), S. 75.

<sup>2</sup> Vgl. Fröhling (1994).

<sup>3</sup> Vgl. Hesslinger (1994), S. 64.

<sup>4</sup> Vgl. Leonard, Rayport (1998), S. 68.

<sup>5</sup> Vgl. Lauglaug (1993), S. 82; vgl. Leonard, Rayport (1998), S. 68.

Einige Verfahren zur Erfassung der Nützlichkeit für den Kunden, wie z. B. die Conjoint-Analyse greifen diese Erkenntnis auf und ermöglichen die Darstellung des Gebrauchswertes einzelner technischer Leistungsdaten von Produkten<sup>1</sup>. Der Anwendbarkeit im Rahmen der Innovationsbewertung sind allerdings beim Fehlen einer zeitlich stabilen Präferenzstruktur Grenzen gesetzt, da keine Auskunft über die Wichtigkeit einer Eigenschaft zur Präferenzänderung gegeben wird<sup>2</sup>. Für die Bewertung der Nützlichkeit technischer Innovationen in Industrien mit langen Produktentwicklungszyklen ist das von großer Relevanz und stellt den Einsatz solcher Verfahren zur Nützlichkeitsermittlung in Frage. Bei Innovationsideen, die nicht zum Entscheidungszeitpunkt für den Kunden wahrnehmbar gemacht werden können, ist der Nutzwert<sup>3</sup> daher aus anderen Zusammenhängen abzuleiten, mit denen das theoretisch technisch Machbare für den Kunden relativiert wird<sup>4</sup>.

Um auch ohne direkte Kundenbefragung die Marktinteressen berücksichtigen zu können, ist ein Verfahren zu verwenden, welches die Ausdrucksweise der Techniker in die Dimensionen der Kundenwahrnehmung übersetzt, ohne dem Kunden damit technische Inhalte zuzuordnen, die er nicht benötigt<sup>5</sup>. Als ein solches Verfahren hat sich die Nutzwertanalyse in der Betriebswirtschaftslehre bewährt<sup>6</sup>. In der Nutzwertanalyse werden die Bewerter in die Lage versetzt, eine Alternativenbewertung sowohl unter Berücksichtigung eines multidimensionalen Zielsystems als auch spezifischer Zielpräferenzen vorzunehmen.

Eine Nutzwertanalyse besteht aus den fünf in Abbildung 53 dargestellten Schritten<sup>7</sup>, die im weiteren näher beschrieben und anhand einer exemplarischen Kaufentscheidung für die LZA-Analyse adaptiert werden.

---

<sup>1</sup> Zu Funktion und Leistungsmerkmalen der Conjoint-Analyse zur Nützlichkeitsbewertung vgl. Bauer (1996) und Schubert (1991).

<sup>2</sup> Vgl. Graßhoff, Gräfe (1997), S. 17.

<sup>3</sup> Vereinfachend wird der Aufwandswert als negativer Nutzwert angesehen, womit im weiteren nur der Nutzwert zur Ermittlung der qualitativen Dimension erwähnt werden muß.

<sup>4</sup> Vgl. Leonard, Rayport (1998), S. 69.

<sup>5</sup> Vgl. Schubert (1991), S. 114 f.

<sup>6</sup> Vgl. Zangemeister (1971), der hier die Nutzwertanalyse einführt, die danach in unzähligen Publikationen durch Anpassung an den Bewertungszweck weiterentwickelt wird. Vgl. Lillich (1992); vgl. Holzwarth (1993), S. 43.

<sup>7</sup> Vgl. Hanusch (1994), S. 173 f; Bechmann (1978), S. 26 ff.

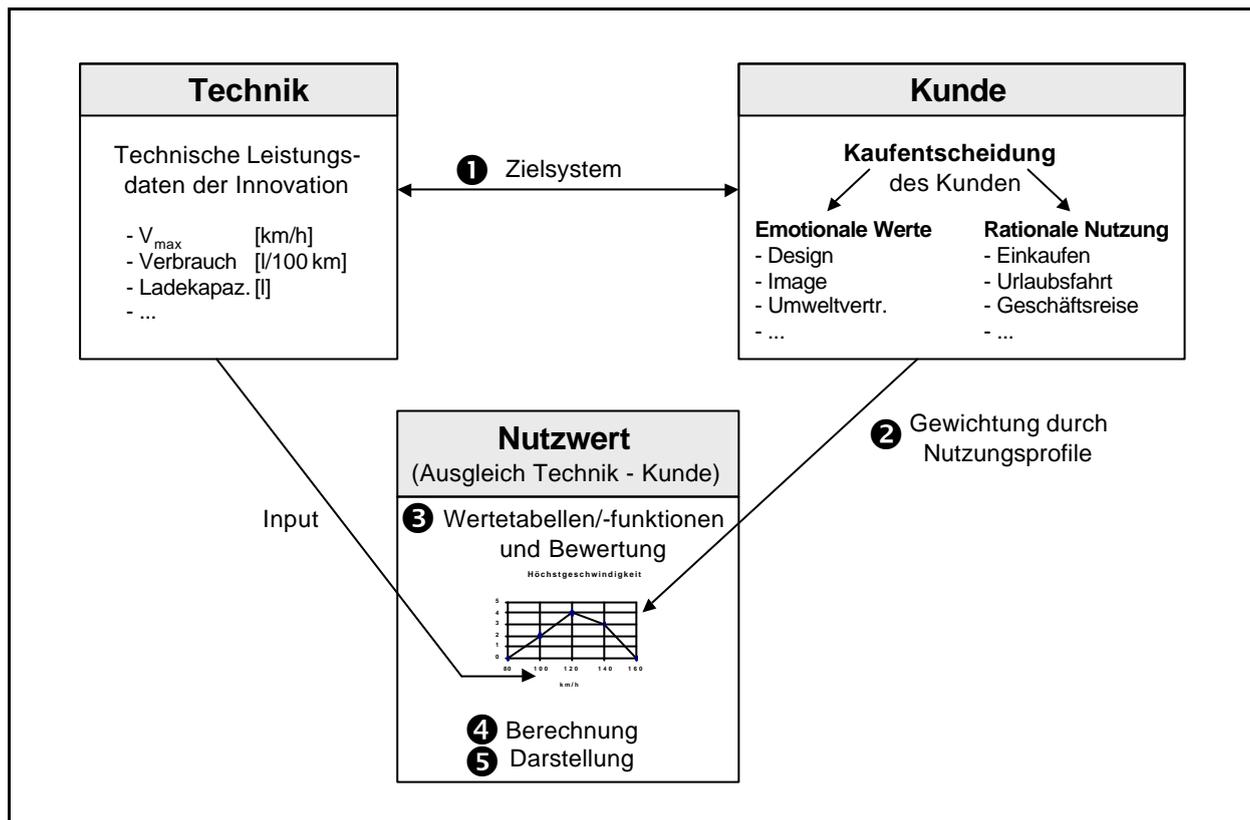


Abbildung 53: Zusammenhänge und Ablauf der Nutzwertanalyse<sup>1</sup>

Ausgangsbasis für die Ermittlung des Nutzwertes sind die technisch beschriebenen Leistungskriterien der zu bewertenden Innovation(en) im Vergleich mit den bereits existierenden Vergleichsprodukten.

#### 4.1.3.1 Festlegung des Zielsystems

Bei der Festlegung der Ziele sind die Merkmale zu beschreiben, die für eine zufriedenstellende Entscheidungsvorbereitung untersucht werden sollen. Dazu muß das Entscheidungsproblem in möglichst systematischer Weise in Einzelziele aufgebrochen werden, die sinnvoll zueinander angeordnet ein System ergeben, welches das Problem vollständig beschreibt. Das Zielsystem besteht dabei aus Oberzielen, die jeweils weiter in Unterziele aufgebrochen werden und somit zu einem hierarchischen Zielsystembaum zusammengefaßt werden können. Zu beachten ist dabei, daß nicht zu viele Ziele aufgenommen werden und daß sich die Ziele nicht inhaltlich überschneiden, um keine Doppelbewertung vorzunehmen.

<sup>1</sup> Inhaltliche Grundschrirte in Anlehnung an Brose (1982), S. 331, der hier verschiedene in der Literatur vorgeschlagene Bestandteile und Verfahrensstufen von Nutzwertanalysen miteinander vergleicht.

Da in der LZA-Analyse qualitative und quantitative Aufwandsdimensionen getrennt erfaßt werden, ist sicherzustellen, daß keine an anderer Stelle bewerteten monetär abbildbaren Ergebnisse in das Zielsystem aufgenommen werden<sup>1</sup>. Über diese Grundregeln hinaus ist das Zielsystem fallspezifisch je nach Anwendungsgebiet individuell anzupassen.

Im Mittelpunkt der Bewertung von Innovationen steht der Markterfolg und die Kaufentscheidung des Endkunden. Bei der Formulierung des Zielsystems sind demnach nicht die Interessen des Unternehmens oder der Technik, sondern die Interessen des Endkunden heranzuziehen<sup>2</sup>.

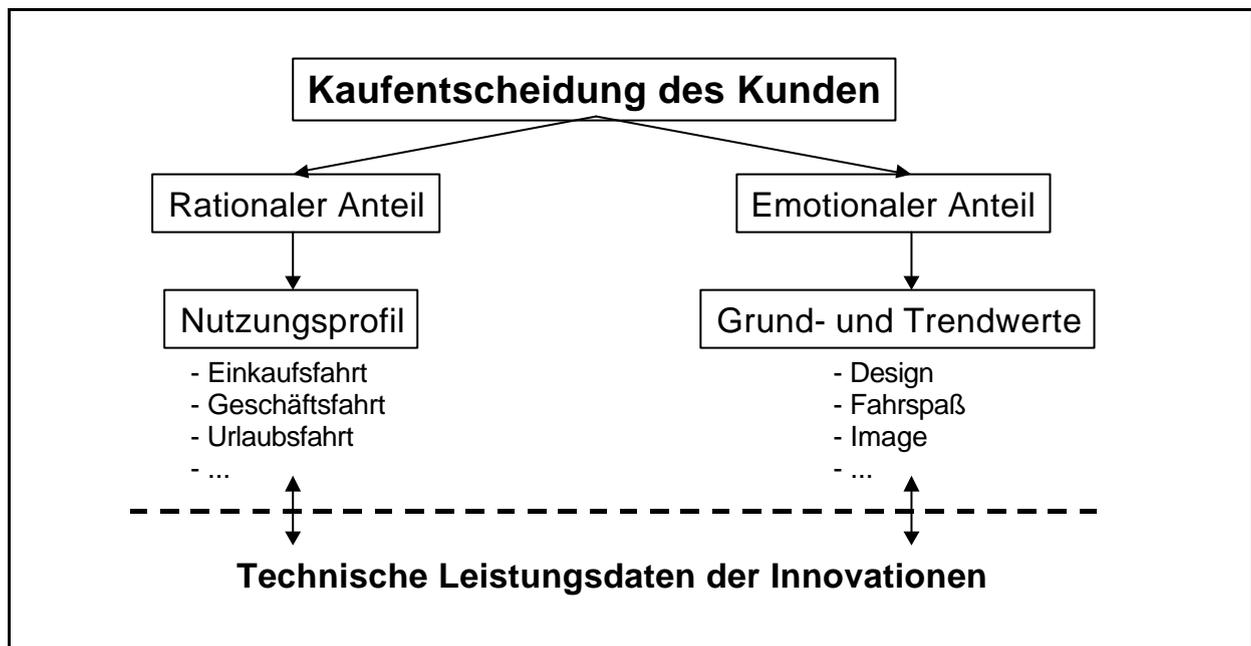


Abbildung 54: Kaufentscheidung in der Nutzwertanalyse<sup>3</sup>

In Abschnitt 2.4.3 wurde deutlich, daß sich die Kaufentscheidung in eine rationale und eine emotionale Komponente teilt<sup>4</sup>. Dieser Teilung folgt auch das Zielsystem der Nützlichkeitsbewertung (siehe Abbildung 54). Daraus ergibt sich für das Zielsystem der Nutzwertanalyse zur Innovationsbewertung ein Geflecht aus den technischen Leistungsdaten der zu bewertenden Konzepte, deren rationaler Erfüllung in Nutzungsprofilen und der Berücksichtigung emotionaler Grund- und Trendwerte des Käufers.

<sup>1</sup> Vgl. Rinza, Schmitz (1992), S. 40 f.

<sup>2</sup> Vgl. Grunert, u.a. (1982), S. 38.

<sup>3</sup> Vgl. ebenda, S. 38.

<sup>4</sup> Insofern findet eine Trennung nach quantitativen und qualitativen Kriterien statt, allerdings innerhalb der gleichen Bewertungsdimension mit der Einheit ‚Punkte‘. Vgl. dazu Bürgel, u.a. (1996b), S. 15.

Die Basis der Bewertung bilden die technischen Leistungsdaten der Innovation und der Vergleichsprodukte, die in den nachfolgenden Schritten der Nutzwertanalyse mit ihrer funktionalen und emotionalen Erfüllung bewertet und mit der Nutzungsrelevanz gewichtet werden.

Ein potentieller Kunde einer Innovation wird sich auf dem Markt nach einem Produkt umsehen, welches seinen speziellen Bedürfnissen am ehesten entspricht. Jedes Produkt am Markt hat dabei unterschiedliche technische Leistungsmerkmale, welche der Kunde mit seinem rationalen und emotionalen Anforderungsprofil in Abgleich bringt und unter Berücksichtigung seines Budgets in einer Kaufhandlung umsetzt<sup>1</sup>.

Beim Kauf eines Automobils können dabei beispielsweise die technischen Leistungsdaten aus Abbildung 55 relevant sein. Wichtig ist dabei, daß die technischen Leistungskriterien entweder schon selbst mit technischen Daten quantifizierbar sind, oder daß deren Unterkriterien mit Meßwerten bzw. verbal beschriebenen Erfüllungsgraden abgebildet werden können. Bei der Auswahl der vom Kunden wahrgenommenen technischen Leistungsmerkmale lassen sich im Anschauungsbeispiel PKW beispielsweise die weltweit durchgeführten NCBS-Studien (New Car Buyer Surveys)<sup>2</sup> heranziehen. Darin werden jährlich die für die Kaufentscheidung wichtigsten Grund- und Trendwerte aufgeführt. Jeder einzelne Grund- und Trendwert läßt sich in Kriterien zerlegen, die technisch quantifizierbar oder zumindest für den Kunden umfassend beschreibbar sind.

Der Trendwert ‚Fahrspaß‘ z. B. läßt sich durch Kriterien wie Höchstgeschwindigkeit, Beschleunigung, Geländetauglichkeit und Variationsfähigkeit beschreiben, wobei sich beispielsweise die Geländetauglichkeit weiter in technische Leistungsdaten wie max. Steigwinkel und den Böschungswinkel untergliedern läßt.

---

<sup>1</sup> Vgl. Grunert, u.a. (1982), S. 39.

<sup>2</sup> Die Neuwagenkäufer-Befragung (NCBS) wird jährlich durchgeführt und berücksichtigt alle Fahrzeuge, die innerhalb eines Jahres zugelassen werden. In der BRD wurden beispielsweise im Jahr 94/95 39.000 zurückgesandte Fragebögen ausgewertet.

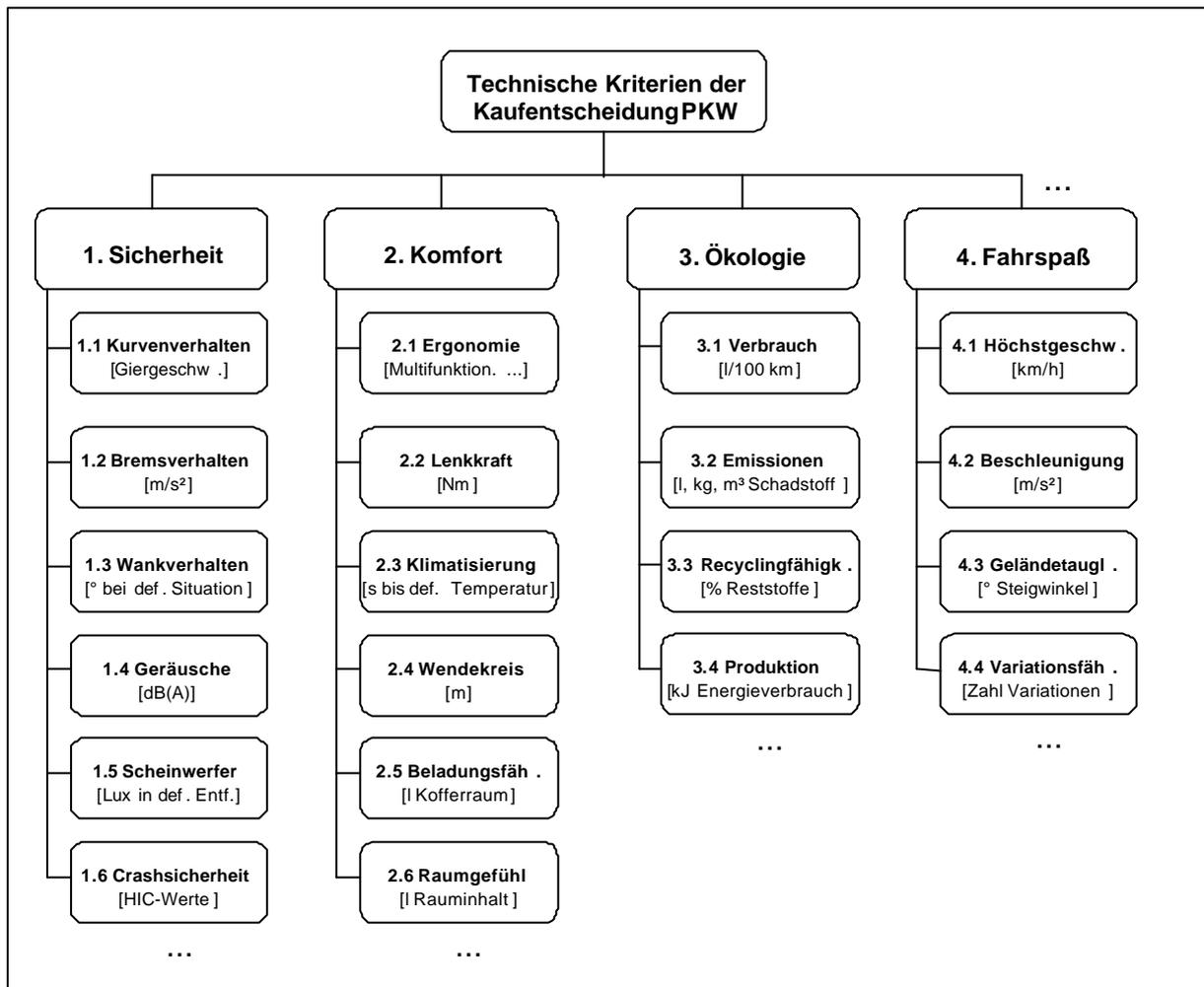


Abbildung 55: Technische Nützlichkeitskriterien<sup>1</sup>

Die Zuordnung der technischen Leistungsmerkmale zu Grund- und Trendwerten erleichtert darüber hinaus den späteren Bewertungsschritt, bei dem eine Verbindung von technischen Kriterien und emotionalen Werten hergestellt werden muß. Der inhaltlichen Differenzierung sind theoretisch keine Grenzen gesetzt, aber jedes Ziel ist im Weiteren zu beschreiben und erhöht die Komplexität des Verfahrens, ohne im Einzelfall die Entscheidung maßgeblich zu beeinflussen.

<sup>1</sup> Beispielhafte Darstellung für die Automobilindustrie. Vgl. Grunert, u.a. (1982), S. 55.

#### 4.1.3.2 Gewichtung der Ziele

Durch die Gewichtung der Ziele und ihrer Kriterien wird die relative Bedeutung der Bewertungsziele zueinander berücksichtigt. Ohne einen solchen Gewichtungsschritt haben alle Ziele und Kriterien das gleiche Gewicht. Obwohl eine Reihe von Verfahren zur Gewichtung von Kriterien zur Verfügung stehen (singulärer Vergleich, sukzessiver Vergleich, Matrix-Verfahren und Delta-Verfahren<sup>1</sup>), ist die Gewichtung ein sensibler Vorgang, der schnell die Glaubwürdigkeit des gesamten Bewertungsergebnisses aufs Spiel setzt<sup>2</sup>. Mit entsprechender Gewichtung über mehrere Ebenen hinweg, können Bewertungsergebnisse beeinflusst werden, ohne daß dies auf den ersten Blick offensichtlich wird. Es ist daher von entscheidender Wichtigkeit, entweder alle betroffenen Bereiche mit einzubinden und einen gemeinsam getragenen Kompromiß zu finden, oder die Gewichtung aus Zusammenhängen abzuleiten, die für alle nachprüfbar und allgemein akzeptiert sind.

Der gemeinsame Konsens kann gerade in großen Unternehmen und über mehrere Disziplinen hinweg sehr viel Zeit und Kapazitäten beanspruchen, wobei die Gefahr entsteht, daß ein Konsens auf sehr niedrigem Niveau gefunden wird, durch den die Ergebnisse des Bewertungsverfahrens in ihrer Aussagekraft reduziert werden. Die Suche nach allgemeingültigen Zusammenhängen ist daher oft der einfachere und sinnvollere Weg<sup>3</sup>.

Für die Bewertung des rationalen Anteils der Kaufentscheidung wird die Gewichtung bei der LZA-Analyse mit Hilfe von Nutzungsarten und -intensitäten vorgenommen. Dabei wird davon ausgegangen, daß der rationale Teil der Kaufentscheidung darin besteht, bestimmte Nutzungsbedürfnisse zu befriedigen. Jedes Nutzungsbedürfnis, welches der potentielle Kunde mit dem Produkt befriedigen möchte, stellt jedoch andere Anforderungen an die Beschaffenheit des Produktes. Bei der Frage nach den Kaufgründen für ein Produkt stehen alle Anforderungen, die einmal bei der Nutzung des Produktes von Relevanz sein könnten, gleichgewichtet nebeneinander. Durch eine Zuordnung der Anforderungen zu den Nutzungsarten bei bekannter Verteilung der Nutzungshäufigkeit kann eine Gewichtung der einzelnen Anforderungen vorgenommen werden.

---

<sup>1</sup> Einen guten Überblick zu Gewichtungsverfahren bieten Hanusch (1994), S. 175 f; vgl. Rinza, Schmitz (1992), S. 59 f.

<sup>2</sup> Vgl. Schneeweiß (1990), S. 14.

<sup>3</sup> Vgl. Hanusch (1994), S. 178, der die Unterscheidung von direkten und indirekten Verfahren zur Gewichtung berücksichtigt.

Die Gewichtung ist damit nicht mehr von der Konsensbereitschaft des Unternehmens abhängig, sondern kann über die Nutzungsgewohnheiten der Kundenzielgruppen abgeleitet werden. Darüber hinaus bietet dieser Ansatz dem Kunden die Möglichkeit, technisch meßbare Funktionalitäten mit seiner Wahrnehmung und seinen erwarteten Produktleistungen zu gewichten<sup>1</sup>.

Die Veränderung der Nutzungsarten und ihrer jeweiligen Bedeutung in der Zukunft kann dann in Abhängigkeit von veränderten gesetzlichen und gesellschaftlichen Prämissen mit Hilfe der Szenariotechnik prognostiziert werden. Damit ermöglicht die Nutzwertanalyse die Nützlichkeitsprognose für Innovationsideen mit einer den Nutzungsarten entsprechenden Gewichtung.

Bei Anwendung der Gewichtung über Nutzungsarten am Beispiel der Kaufentscheidung für einen PKW führt dieser Ansatz zu der Erkenntnis, daß nicht alle technischen Leistungsmerkmale des Fahrzeugs in jeder Fahrsituation die gleiche Bedeutung haben. So ist die technisch mögliche Maximalgeschwindigkeit  $v_{max}$  des Fahrzeugs für einen Sportwagen anders zu bewerten als für einem Stadtwagen, der hauptsächlich für Einkaufsfahrten genutzt wird.

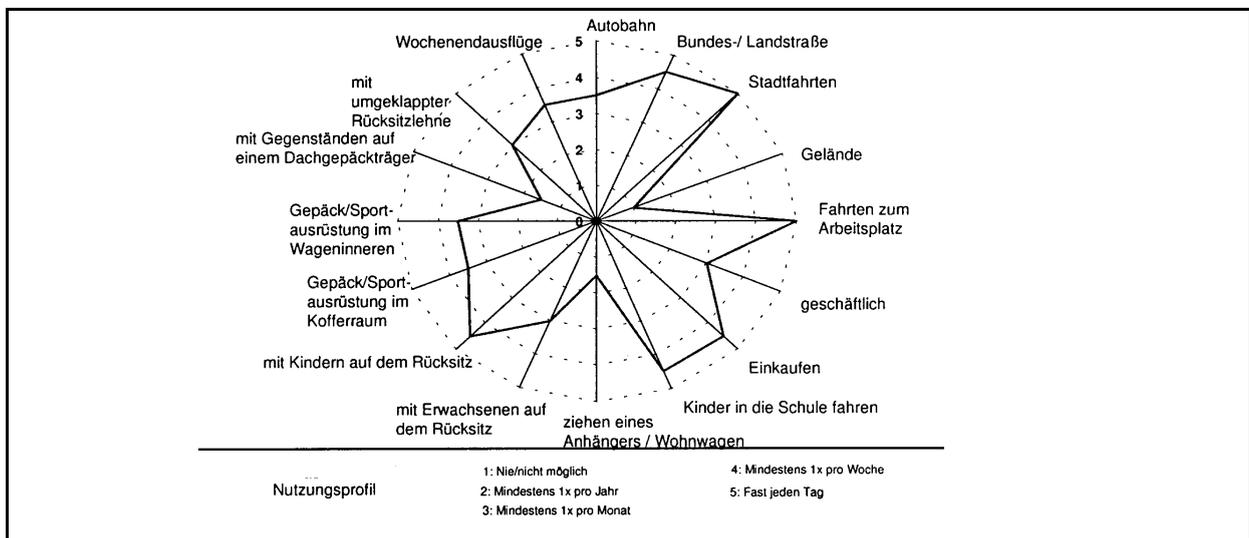


Abbildung 56: Beispiel für die Dimensionen eines Nutzungsprofils

<sup>1</sup> Vgl. Schubert (1991), S. 33.

Für die Detaillierung der Nutzungsarten werden die Einsatzmöglichkeiten der Fahrzeuge von privaten Benutzern durch Befragung und Beobachtung erfaßt und, wie in Abbildung 56 dargestellt, abgebildet. Detailliert durch regelmäßige Marktstudien zur Bedeutung der Nutzungsarten<sup>1</sup> können die so ermittelten Ist-Ergebnisse mit Szenarioprämissen in die Zukunft fortgeschrieben werden, in der die zu bewertende Innovation am Markt eingeführt werden soll.

Die Gewichtungsstruktur kann in Abhängigkeit von Produktvarianten weiter differenziert werden, ohne die Grundstruktur neu aufbauen zu müssen. In Anwendung auf die Automobilbranche können beispielsweise spezielle Nutzungsprofile für Aufbauvarianten wie Cabrio, Coupé oder Geländewagen aus dem Limousinengrundtyp abgeleitet werden.

Die Wichtigkeit einzelner 'Nutzungsarten' in Abhängigkeit des Fahrzeugtyps sind ebenfalls durch Untersuchungen hinterlegt<sup>2</sup>. Bei einem als Limousine aufgebauten PKW hat beispielsweise der Freizeitverkehr einen Anteil von etwa 15% an der Kilometerleistung, der Berufsverkehr etwa 35%, Geschäftsreisen 15%, Einkaufsverkehr 10% und Urlaubsreisen ca. 25%. Aus verkehrstechnischen Szenarien läßt sich die Entwicklung der Bedeutung der einzelnen Fahrzwecke in der Zukunft ableiten, womit sich die Gewichtung zeitsensibel und szenarioabhängig verändert.

Die Gewichtung von emotionalen und rationalen Kaufentscheidungsbindeln durch die Nutzungsprofile muß im nächsten Schritt um die Bewertung technischer Leistungsdaten erweitert werden.

#### **4.1.3.3 Festlegung von Wertefunktionen und Bewertung**

Der Nutzwert ist das Produkt aus der Gewichtung und dem Erfüllungsgrad des Kundenwunsches durch die technischen Leistungen des Produktes<sup>3</sup>. Zur Ermittlung des Erfüllungsgrades einzelner Kriterien im Nutzungsumfeld der Innovationsidee müssen Beziehungen zwischen den Anforderungen und den Leistungsmerkmalen der Innovationsidee hergestellt und vergleichbar gemacht werden.

---

<sup>1</sup> Vgl. Bundesverkehrsministerium (1996), die Studien des Ernest-Dichter-Institutes, Neukäuferbefragungen wie die NCBS-Studien usw., die jeweils branchenabhängig sind.

<sup>2</sup> Z. B. Neuwagenkäuferbefragung NCBS (s. o.), die einheitlich vorgenommen wird und bei der Fahrtzwecke anzugeben und zu gewichten sind.

<sup>3</sup> Vgl. Rinza, Schmitz (1992), S. 56.

In Wertetabellen und Wertefunktionen sind den individuellen quantitativen Leistungsdaten der technischen Kriterien Erfüllungsgrade zuzuordnen, die unterschiedliche Leistungsdimensionen in einem mathematisch einheitlichen Punktwert zusammenfassen<sup>1</sup>. Prinzipiell lassen sich Erfüllungsgrade durch verschiedene Skalierungsniveaus darstellen (Nominalskalen, Ordinalskalen, Kardinalskalen und Verhältnisskalen).

Weil der Grad der Zielerfüllung direkt in vorher festgelegten Skalenwerten dargestellt werden kann<sup>2</sup>, eignet sich die Darstellung in Kardinalskalen für die Nutzwertanalyse. Die Feinheit der Untergliederung und die Extremausprägungen sind damit frei wählbar. Als Verfahren zur Skalierung qualitativer Eigenschaften wird das Rosenberg-Modell verwendet<sup>3</sup>.

Um die in unterschiedlichen Dimensionen gemessenen Kriterien in einen Zielerfüllungsgrad mit der Dimension ‚Punkte‘ überführen zu können, sind in Abhängigkeit der Kriterien Wertetabellen oder Wertefunktionen anzuwenden. Sind die Zielkriterien mit physikalischen Meßgrößen stetig abbildbar, dann kann eine Wertefunktion verwendet werden. Sind die Erfüllungsgrade jedoch nur verbal beschreibbar und nicht oder nur schwer quantifizierbar, dann kommen Wertetabellen zum Einsatz. Beispiele für den Aufbau von Wertefunktionen und Wertetabellen mit Kardinalskalen stellt die Abbildung 57 dar.

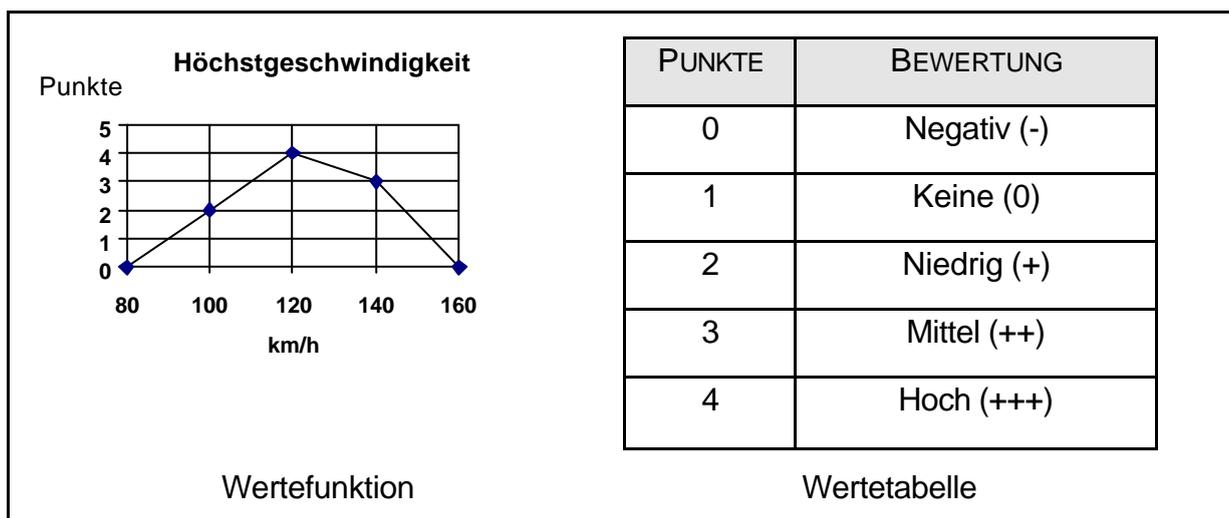


Abbildung 57: Wertetabelle und Wertefunktion

<sup>1</sup> Vgl. Schneeweiß (1990), S. 14.

<sup>2</sup> Vgl. Zangemeister (1971).

<sup>3</sup> Vgl. Abschnitt 2.4.3.

Die Ausprägung der technischen Leistungsdaten der Innovation, welche bei der Formulierung der Zielkriterien in Abbildung 55 festgelegt wurden, können nun mit Hilfe der Wertefunktionen und der Wertetabellen in einheitliche Punktwerte auf einer Skala von 0 (negative Auswirkungen) bis 4 (hohe positive Auswirkungen) überführt werden.

Bei der Wertefunktion des Beispiels aus Abbildung 57 würde bei der Bewertung einem Fahrzeug, welches eine Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h ermöglicht, ein Erfüllungsgrad von 4 Punkten zugeordnet, während eine Höchstgeschwindigkeit von 140 km/h nur 3 Punkte Erfüllungsgrad an die Bewertung weitergeben würde<sup>1</sup>.

Die Vorteilhaftigkeit einzelner Ausprägungen von Kriterien für den Kunden ist aus den Nutzungsprofilen abzuleiten, die sich aus den beobachteten, befragten oder mit Hilfe der Szenarioanalyse prognostizierten Kundenanforderungen ergeben. Die Absicherung einzelner Wertetabellen bzw. -funktionen kann mit situationsspezifischem Aufwand vorgenommen werden. Zumindest theoretisch ist jede Wertezuordnung mit Marktforschungsmethoden beim Kunden abfragbar. Die Definition eines Nutzungsprofils vereinfacht die Aufstellung der Wertefunktionen erheblich, da eine Gesamtwahrnehmung beim Kunden in ihre Bestandteile zerlegt wird, statt wie in der Marktforschung üblich, einzelne Kriterien unverbunden nebeneinander abzufragen. Liegen bei der Ermittlung von Wertefunktionen aufgrund meßbarer Kriterien punktuelle Erfüllungsgrade vor, können diese mit stetigen mathematischen Funktionen interpoliert werden. Je mehr Referenzpunkte zur Verfügung stehen, desto valider kann die Interpolation mit einer Funktion vorgenommen werden<sup>2</sup>.

Die Wertetabelle ordnet verbal formulierte Erfüllungsgrade in die Kardinalskala ein. Das kann, wie in Abbildung 57 dargestellt, in der einfachsten Form durch eine Klassifizierung nach negativen bis sehr positiven Ergebnisbeiträgen des betroffenen Kriteriums geschehen, oder durch komplexe Formulierungen, die beispielsweise das Vorhandensein bestimmter Produktmerkmale abfragen. Der Ergebnisbeitrag des Kriteriums für die Nutzwertanalyse ergibt sich direkt aus der Zuordnung der passenden Formulierung zum nebenstehenden Punktwert.

---

<sup>1</sup> Die Wertefunktion bildet in diesem Fall die Bedeutung der Höchstgeschwindigkeit für die Nutzung Einkaufsfahrt ab, weshalb höhere Geschwindigkeiten eine Übererfüllung der Anforderungen und damit einen geringeren Nützlichkeitsbeitrag liefern.

<sup>2</sup> Vgl. Rinza, Schmitz (1992), S. 76.

Die technischen Merkmale der zu bewertenden Innovation sind mit den Nutzungsarten über Wertetabellen und Wertefunktionen in Verbindung zu bringen, um die Sprache der Kunden und der Produktentwicklung zu vereinheitlichen. Alle bewertungsrelevanten technischen Leistungsmerkmale werden dazu in Tabelle 1 den Nutzungsarten gegenübergestellt und auf ihre Beeinflussungsrichtung hin qualitativ bewertet<sup>1</sup>.

Technische Leistungskriterien, die das Produkt beschreiben				
Nutzungsart	$v_{max}$ [km/h]	Reichweite [km]	Verbrauch [l/100 km]	Transportvolumen [l]
<b>Einkaufen</b> Gewicht 15%	- Nur Landstraße < 100 km/h	- Geringe Entfernungen < 50 km	+ Verbrauch im Stadtzyklus	++ Auch Wochenendeinkauf
<b>Berufsverk.</b> Gewicht 35%	+ Auch Autobahnbetrieb	++ Große Entfernungen > 200 km	0 Je nach Einsatz untergeordnet	0 Nur Tagesbedarf und Akten
<b>Nutzungsart</b> x	...	...	...	...

*Tabelle 1: Verbindung von Nutzungsarten und technischer Leistung (rational)*

Neben den rationalen Kaufkriterien fließt auch die emotionale Ebene der Kaufentscheidung in die Bewertung mit ein. Als emotionale Kriterien wurden bei der Zielformulierung bereits die Grund- und Trendwerte dazu herangezogen, die technischen Leistungsdaten zu gruppieren. In Werten wie Image, Fahrspaß, Innovativität oder Umweltverträglichkeit werden emotionale Bedürfniswelten der Kunden abgefragt, die einen unbewußten Einfluß auf die Kaufentscheidung haben.

Zur weiteren Bewertung der emotionalen Kaufkriterien ist ein Bezug zu den technischen Leistungsdimensionen herzustellen, die mit den Gewichtungszusammenhängen kompatibel sind. Die Auswirkungen technischer Leistungen auf emotionale Kaufkriterien können als Hygienefaktoren angesehen werden, deren Erfüllung in einem breiten Leistungsband nicht gesondert wahrgenommen wird<sup>2</sup>. Verläßt die technische Leistung des Produktes allerdings dieses emotional indifferente Leistungsband nach oben oder unten, wird dies überproportional deutlich in das Kalkül der Kaufentscheidung mit einbezogen.

<sup>1</sup> Hier z. B. ++ als sehr positive Beziehung von Nutzungsart und technischem Kriterium und -- als sehr negativer Beziehung.

<sup>2</sup> Vgl. Grunert, u.a. (1982), S. 38

Die Bewertungsausprägung der technischen Leistungen zu den emotionalen Werten beschränkt sich auf die Aussage eines positiven (+), eines negativen (-) und eines neutralen (0) Zusammenhanges, wie in Tabelle 2 dargestellt.

Emotionale Werte	Technische Leistungskriterien, die das Produkt beschreiben			
	$v_{\max}$ [km/h]	Reichweite [km]	Verbrauch [l/100 km]	Transportvolumen [l]
Fahrspaß (Werthöhe)	+	0	0	0
	Mehr Leistungsreserve	Keine Auswirkung	Keine Auswirkung	Keine Auswirkung
Image (Werthöhe)	0	0	-	+
	Sehr umfeldsensibel	Keine Auswirkung	Umweltschädlich	Käufertypabhängig
Grund- und Trendwert x	...	...	...	...

*Tabelle 2: Verbindung von emotionalen Werten und technischer Leistung*

Der so ermittelte qualitative Zusammenhang von technischer Leistung der Innovationsidee zu den Nutzungsarten und den emotionalen Kaufkriterien ist einer Bewertung zuzuführen, um für die weitere Bearbeitung eine Quantifizierung der einzelnen Leistungsmerkmale zu einer Gesamtnützlichkeits zu ermöglichen. Dazu werden die Meßwerte der quantifizierbaren Kriterien in die Wertefunktionen eingesetzt bzw. die qualitativen Kriterien mit Wertetabellen in Punktwerte überführt.

In den Gewichten der einzelnen Kriterien und den Wertezuordnungen bildet sich für unterschiedliche Zukunftsszenarien die Nützlichkeits für den Kunden ab. Die technischen Daten für das innovative Produktkonzept, welche die Erfüllungsgrade zur Nützlichkeits darstellen, werden aus den technischen Fachabteilungen im Rahmen der Projektbeschreibung des Innovationsvorhabens beigesteuert. Ergebnis der Bewertung ist die in Abbildung 58 dargestellte Berechnungsmatrix, welche die Leistungsdaten jeder bewerteten Alternative zu den festgelegten Kriterien beinhaltet.

Dazu wird jede einzelne technische Leistungsdimension zunächst hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die rationalen Kaufgründe bewertet. Im Beispiel aus Abbildung 58 wird das technische Leistungskriterium ‚Höchstgeschwindigkeit ( $v_{\max}$ )‘ durch seine Ausprägung im Innovationsprodukt von 120 km/h in der Bewertungsmatrix für die Nutzungsart ‚Einkaufen‘ mit 4 Punkten, für die Nutzungsart ‚Geschäftsreiseverkehr‘ mit 1 Punkt und für die Nutzungsart ‚Urlaubsfahrt‘ mit 2 Punkten bewertet (weitere Nutzungsarten sind möglich).

		Kunde						
	Technische Leistungsdaten der Innovation	Rationale Kaufgründe (Nutzungsarten)			Emotionale Kaufgründe (Grund- und Trendwerte)			Summe Kundennutzen
		Einkaufen	Geschäft	usw.	Design	Fahrspaß	usw.	
Technik	Höchstgeschwindigkeit [km/h]	120 km/h = 4 Punkte	120 km/h = 2 Punkte	...	Keine Ausw. = 1 Punkt	120 km/h = -1 Punkt	...	Siehe Berechnungstabelle
	Reichweite [km]	600 km = 1 Punkt	600 km = 3 Punkte	...	Keine Ausw. = 1 Punkt	600 km = 1 Punkt	...	
	Ladevolumen [l]	300 l = 4 Punkte	300 l = 2 Punkte	...	300 l = -1 Punkt	Keine Ausw. = 1 Punkt	...	
	Variabilität [Umbaumöglichkeit]	5 Funkt. = 3 Punkte	5 Funkt. = 3 Punkte	...	5 Funkt. = -1 Punkt	Keine Ausw. = 1 Punkt	...	
	usw. ...	...	...	...	...	...	...	

Abbildung 58: Bewertungsmatrix Technik-Kunde

Mit der Bewertungsmatrix stehen alle Informationen zur Verfügung, um die Nutz- und Aufwandswerte der Innovationsideen zu berechnen und damit die Brücke zwischen den technischen Leistungen und ihrer Nützlichkeit für den Kunden zu schlagen.

#### 4.1.3.4 Berechnung der Nutz- und Aufwandswerte

Die Matrix der einzelnen, nach den Kaufkriterien der Kunden bewerteten, technischen Leistungsdaten der Innovation bildet den Ausgangspunkt für die Verknüpfung der Einzelbewertungen zu einem Nutzwertergebnis für die Innovation.

Dazu werden, wie in Abbildung 59 dargestellt, die Ergebnisse aus der Bewertung mit den Wertetabellen und -funktionen übernommen und mit dem Anteil des Einsatzzweckes gewichtet. So werden aus den 4 Nützlichkeitspunkten der Nutzungsart ‚Einkaufen‘  $4 \times 0,1 = 0,4$  Nützlichkeitspunkte, weil das ‚Einkaufen‘ am Nutzungszyklus der Kundenzielgruppe nur einen Anteil von 10% hat. Werden alle rationalen Kaufgründe über das technische Leistungskriterium entsprechend gewichtet, ergibt sich ein rationaler Nützlichkeitsbeitrag der Innovation durch die Höchstgeschwindigkeit von 1,25 Nützlichkeitspunkten<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Wobei die Summe der betrachteten Nutzungsarten 100% ergeben muß.

Techn. Kriterien	<b>Höchstgeschwindigkeit</b> V <sub>max</sub> =120 km/h (Durch Technik festgelegt)	<b>Reichweite</b> Reichweite=150 km (Durch Technik festgelegt)	...
Rationale Ebene	Nutzen v <sub>max</sub> bei Einsatzzweck: Einkaufen    Berufsverk.    Urlaub ... [- - 0 + ++]    [- - 0 + ++]    [- - 0 + ++] ↓ Wertetabelle/Wertefunktion ↓ [0 1 2 3 4]    [0 1 2 3 4]    [0 1 2 3 4] Anteil des Einsatzzwecks: 10%            35%            25% <b>= Nützlichkeits Rational</b> (4 x 0,1=0,4)+(1 x 0,35=0,35)+(2 x 0,25=0,5)=1,25	Nutzen Reichweite bei Einsatzzweck: Einkaufen    Berufsverk.    Urlaub ... [- - 0 + ++]    [- - 0 + ++]    [- - 0 + ++] ↓ Wertetabelle/Wertefunktion ↓ [0 1 2 3 4]    [0 1 2 3 4]    [0 1 2 3 4] Anteil des Einsatzzwecks: 10%            35%            25% <b>= Nützlichkeits Rational</b> (1 x 0,1=0,1)+(3 x 0,35=1,05)+(4 x 0,25=1,0)=2,15	...
Emotionale Ebene	Auswirkung v <sub>max</sub> auf Kaufkriterium: Design    Fahrspaß    Image ... [- 0 +]    [- 0 +]    [- 0 +] ↓ Wertetabelle ↓ [-1 1 2]    [-1 1 2]    [-1 1 2] <b>x Nützlichkeits Emotional</b> (1,25 x 1=-1,25)+(1,25 x 2=2,5)+(1,25 x -1)=-1,25=2,5	Auswirkung Reichweite auf Kaufkriterium: Design    Fahrspaß    Image ... [- 0 +]    [- 0 +]    [- 0 +] ↓ Wertetabelle ↓ [-1 1 2]    [-1 1 2]    [-1 1 2] <b>x Nützlichkeits Emotional</b> (2,15 x 1=2,15)+(2,15 x 1=2,15)+(2,15 x 1)=6,45	...
Teil-Nützlichkeitswerte	<b>= Gesamtnützlichkeits techn. Kriterium = 2,5</b>	<b>= Gesamtnützlichkeits techn. Kriterium = 6,45</b>	...

Abbildung 59: Berechnung der Nützlichkeits von Innovationsideen

Die Bewertungsergebnisse der Nutzungsarten aus den rationalen Kaufgründen sind nun mit den emotionalen Werten weiter zu gewichten, indem der positive, negative oder neutrale Wirkungszusammenhang die Wirkungsrichtung des technischen Leistungskriteriums bestimmt. Da das ‚Design‘ keinen Einfluß auf die Höchstgeschwindigkeit hat, erfolgt in der Bewertung eine neutrale Ergebnismultiplikation mit 1. Die positive Auswirkung der Höchstgeschwindigkeit auf den emotionalen Wert ‚Fahrspaß‘ verdoppelt das Bewertungsergebnis durch eine Multiplikation mit 2. Der negative Zusammenhang von Höchstgeschwindigkeit und ‚Image‘ reduziert das Bewertungsergebnis der Höchstgeschwindigkeit dagegen durch eine Multiplikation mit -1. In Summe ergibt sich daraus für die Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h des Innovationsproduktes ein positiver Beitrag zur Nützlichkeits von 2,5 Nützlichkeitspunkten.

In gleicher Weise sind die Nützlichkeitsbeiträge aller technischen Kriterien für die Kaufentscheidung des Kunden zu ermitteln und zu einem Nützlichkeitsgesamtsumme zu summieren.

Die Nützlichkeit der Kriterien einer Innovationsidee wird demnach nach der folgenden Formel berechnet<sup>1</sup>:

$$\text{Nützlichkeit} = \sum_{\text{emotional}} \left\{ \sum_{\text{rational}} (\text{Auswirkung}_{\text{rational}} * \% \text{Nutzungsanteil}) \right\} * \text{Auswirkung}_{\text{emot.}} \quad \text{Formel 12}$$

Diese Rechenverknüpfungen sind zwar nicht komplex, aber doch recht zahlreich und werden daher computerbasiert durchgeführt und zur Nützlichkeit der Innovationsidee zusammengefaßt.

#### 4.1.3.5 Darstellung der Ergebnisse

Die Nützlichkeit einer Innovationsidee wird in Punkten ausgedrückt und stellt die Summe aus Aufwandswerten und Nutzwerten dar. Aufwandswert und Nutzwert unterscheiden sich in diesem Zusammenhang nur durch die Fragestellung und die Skalierung. Fragen mit positivem Erfüllungsgrad repräsentieren demnach Nutzwerte, Fragen mit negativem Erfüllungsgrad Aufwandswerte. Da in der gleichen Einheit mit Punktwerten bewertet, sind die Zwischenergebnisse aus Nutz- und Aufwandswerten saldierbar und gehen als aggregierter Input in die weitere Berechnung ein.

Das Ergebnis der Nutzwertanalyse sind kumulierte Punktwerte, welche die Nützlichkeit der bewerteten Alternativen repräsentieren. Je höher der Punktwert, desto größer ist die Nützlichkeit der Alternative im Bezug auf die formulierten Zielen bei gegebener Gewichtung dieser Ziele. Ein Vergleich der Nützlichkeit der einzelnen Alternativen kann in einem Balkendiagramm erfolgen, in dem die Höhe der Balken der Nützlichkeit entspricht<sup>2</sup>.

In beliebigen Darstellungen kann im Vergleich der Alternativen der jeweilige Handlungsbedarf zur Nachbesserung einzelner Projekte diskutiert werden. Den Darstellungsmöglichkeiten sind dabei keine Grenzen gesetzt. Wichtig ist aber, daß nicht mechanisch Auswertungen angefertigt werden, sondern daß Inhalte mit den Daten der Nutzwertanalyse unterstützt und gefestigt werden. Auch die Endergebnisse sollten mit entsprechenden Kommentaren und Hintergrundinformationen ihrer Entstehung angereichert sein, um die Glaubwürdigkeit des Verfahrens zu unterstützen.

<sup>1</sup> Vgl. dazu Hanusch (1994), S. 179 f; vgl. Lillich (1992), S. 86 ff.

<sup>2</sup> Vgl. Rinza, Schmitz (1992), S. 118.

Die Ergebnisse der Nutzwertanalyse können direkt zur Optimierung des Produktes im Spannungsfeld von Kundenwahrnehmung und technisch Möglichem genutzt werden. Für einen solchen Zweck sind entsprechende Sensitivitätsanalysen zu erstellen, die Auskunft darüber geben, mit welchen technischen Leistungen ein Optimum an Nützlichkeit mit den rationalen und emotionalen Kaufkriterien des Kunden erzeugt werden kann. Insgesamt greift diese Betrachtung aber zu kurz, weil in der Nutzwertanalyse lediglich ein Bezug zwischen technischer Leistung und Nützlichkeit für den Kunden hergestellt wird, bei dem der monetäre Aufwand nicht berücksichtigt ist.

Um die so ermittelten Nutzen- und Aufwandsgrößen ganzheitlich miteinander in Abgleich und zu einem Optimum bringen zu können, ist im folgenden ein Modell der LZA-Analyse zu erstellen, aus dem ganzheitliche Bewertungsergebnisse für Innovationsvorhaben abgeleitet werden können.

## **4.2 Modell der LZA-Analyse**

Die einzelnen Methoden zur Prognose und Erfassung von Nützlichkeit und Ausgaben/Einnahmen unter verschiedenen Bedingungen, wie sie in Kapitel 4.1 dargestellt wurden, stehen mit ihren jeweiligen Ergebnissen bisher unverbunden nebeneinander. Angewendet auf ein Bewertungsproblem läßt sich demnach die Nützlichkeit und der Ertrag für die einzelnen Lebenszyklusphasen des Untersuchungsgegenstandes ermitteln. Im vorliegenden Abschnitt werden diese Einzelergebnisse in einem Modell zu einem Bewertungsergebnis zusammengeführt, welches Analysemöglichkeiten hinsichtlich der Verbindungen von Teilergebnissen eröffnet<sup>1</sup>. Unter Modell wird dabei eine vereinfachende Abbildung der komplexen Realität verstanden, in dem die als relevant angesehenen Aufwands- und Nutzengrößen zur Problembeschreibung genutzt werden<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Vgl. Blanchard (1978), S. 88.

<sup>2</sup> Vgl. Wübbenhorst (1984), S. 104.

Aus den Methoden von Abschnitt 4.1 kann ein Lebenszyklusmodell abgeleitet werden, welches in vereinfachter Form die relevanten Wirkungszusammenhänge so zusammenstellt, daß daraus Prognosen für die Zukunft gewonnen werden können. Erst wenn aufgrund eines Modells die ex-post Erfahrungen eine ex-ante Prognose für den Lebenszyklusaufwand<sup>1</sup> von Innovationsideen ermöglichen, wird den Anforderungen an ein Bewertungsverfahren für innovative Produktideen Rechnung getragen.

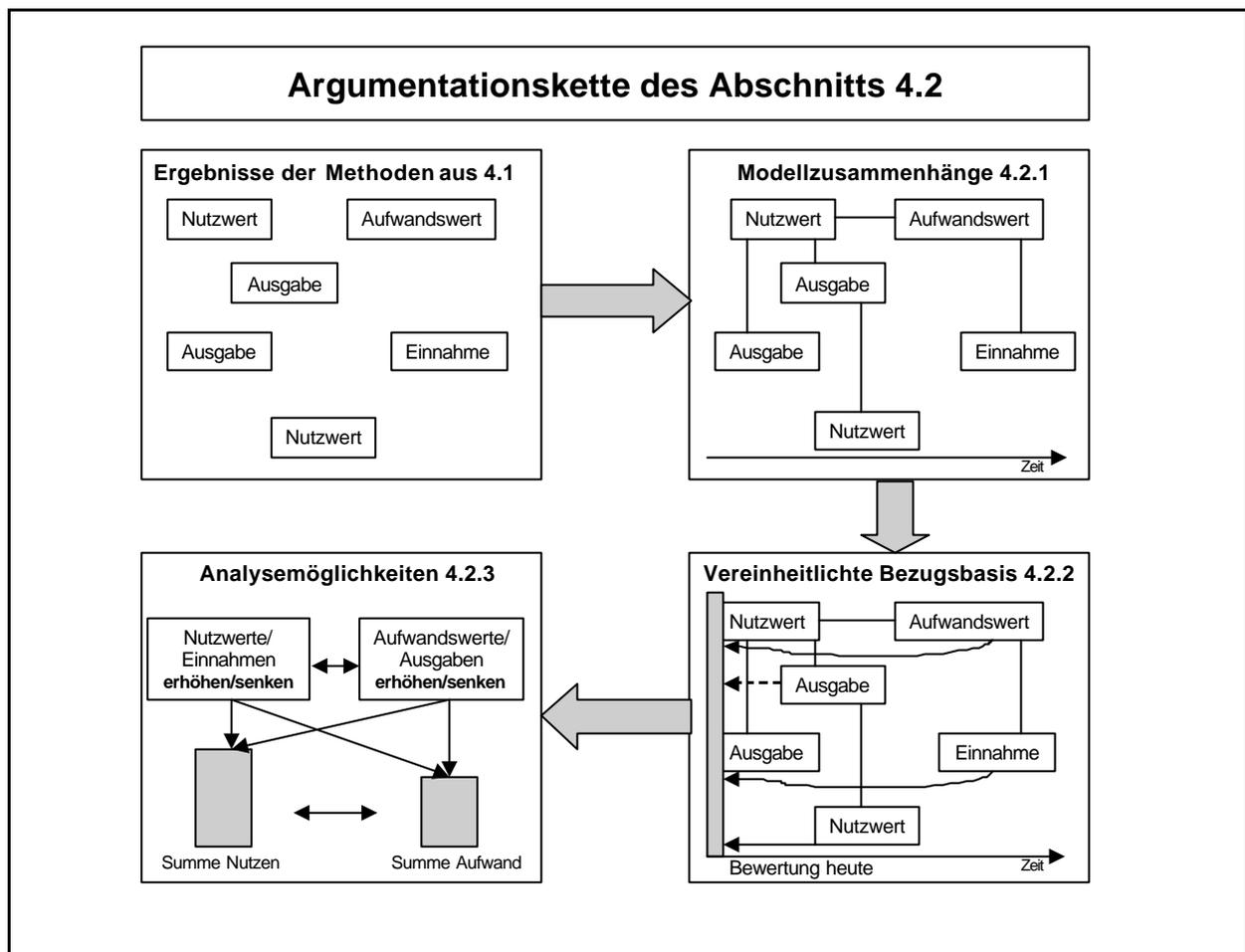


Abbildung 60: Aufbau des Abschnittes 4.2

Wie in Abbildung 60 dargestellt, werden in Abschnitt 4.2.1 die Zusammenhänge der einzelnen relevanten Größen im Lebenszyklus herausgearbeitet, um dann in Abschnitt 4.2.2 mit dem Bewertungszeitpunkt eine einheitliche Bezugsbasis der über die Dauer des Lebenszyklus verteilten Größen abzuleiten. Die damit auf einen Zeitpunkt vereinheitlichten Lebenszyklusgrößen sind der Analyse zugänglich und können wie in Abschnitt 4.2.3 beschrieben als Bewertungsergebnis optimiert werden.

<sup>1</sup> Wobei dieser Begriff bewußt auf die monetär-qualitative Mischform seiner Inhalte hinweisen soll.

#### 4.2.1 Modellzusammenhänge der LZA-Analyse

Mit den vorgestellten Methoden konnten die Zeit-, Ausgaben- und Nutzengrößen aus dem entwicklungsorientierten Entstehungszyklus, dem unternehmensorientierten Marktzyklus und dem kundenorientierten Nutzungszyklus bestimmt werden. Aus diesen in Abbildung 61 dargestellten Ergebnisgrößen der Methoden setzt sich das Modell der LZA-Analyse mit dem Ziel zusammen, einen Ausgleich der hinter den einzelnen Größen stehenden Interessensphären zu erreichen.

	<b>Zeit</b> [Jahre]	<b>Ausgaben</b> + Einnahmen [DM]	<b>Nutzwert</b> + Aufwandswert [Wert]
<b>Entstehungszyklus</b> Lösungssuche, Lösungsbewertung, Forschung, Entwicklung, Prototypenbau, Produktion	$T_{\text{Entstehung}} =$ $T_{\text{Entwicklung}} +$ $T_{\text{Produktion}}$	$A_{\text{Entstehung}} =$ $A_{\text{Entwicklung}} +$ $A_{\text{Produktion(var)}}$ $+ A_{\text{Produktion/Vertrieb(fix)}}$	$N_{\text{Leistungspotential}}$
<b>Marktzyklus</b> Einführung, Wachstum, Stagnation, Schrumpfung, Eliminierung	$T_{\text{Marktzyklus}}$	$A_{\text{Marktzyklus}} =$ <b>Stückzahl</b> * $(A_{\text{Produktion/Vertrieb(var)}}$ $- A_{\text{Preis}})$	$N_{\text{Kapitalrendite}}$
<b>Nutzungszyklus</b> Bereitstellung, Betrieb, Wartung, Reparatur, Außerbetriebstellung	$T_{\text{Nutzung}}$	$A_{\text{Nutzung}} =$ $A_{\text{Bereitstellung}} + A_{\text{Betrieb}}$ $+ A_{\text{Wartung}} + A_{\text{Reparatur}}$ $+ A_{\text{Außerbetriebstellung}}$	$N_{\text{Leistungsbedarf}}$

Abbildung 61: Zeit-, Nützlichkeits- und Ertragsgrößen im LZA-Modell<sup>1</sup>

Die in Kapitel 3 theoretisch beschriebenen Ausgleichsmechanismen zwischen den Interessensbereichen von Kunde, F&E und Unternehmen können mit den Einzelergebnissen aus den Inhalten des magischen Dreiecks nachvollzogen werden.

<sup>1</sup> Siehe Herleitung aus Abschnitt 3.3.4.

Ausgangspunkt des LZA-Modells ist die zu bewertende Innovationsidee. Diese Innovationsidee stellt entweder ein neues, eigenständig vermarktbare Produkt dar oder sie besteht in der Veränderung der Eigenschaften eines bestehenden Produktes<sup>1</sup>.

Dem neuen bzw. veränderten Leistungspotential sind die Entstehungsausgaben ( $A_{\text{Entwicklung}} + A_{\text{Produktion}}$ ) des durch die Innovationsidee veränderten Produktes gegenüberzustellen. Um die gesamtproduktfixen Entwicklungsaufwendungen und die fixen Produktionsaufwendungen den variablen Produktionsausgaben<sup>2</sup> zuordnen zu können, ist die von der Marktforschung prognostizierte Gesamtstückzahl über den Marktzyklus als Divisor hinzuzuziehen<sup>3</sup>. Da diese Gesamtstückzahl unter einer Preisprämisse<sup>4</sup> im Benchmark des Wettbewerbs bestimmt werden kann, läßt sich der Deckungsbeitrag jeder produzierten Einheit summativ über den Marktzyklus des Produktvorhabens als negative Ausgabe (=Einnahme)  $A_{\text{Marktzyklus}}$  bestimmen.

$$\text{Deckungsbeitrag}_{\text{Einheit}} = A_{\text{Preis}} - A_{\text{Produktion/Vertrieb(var)}} \quad \text{Formel 13}$$

$$A_{\text{Marktzyklus}} = \text{Gesamtdeckungsbeitrag} = \text{Stückzahl} * \text{Deckungsbeitrag}_{\text{Einheit}} \quad \text{Formel 14}$$

Aus diesem Zusammenhang kann die statische Kapitalrendite als Abschätzung der Eingangsgröße für die Bestimmung des Unternehmensnutzens  $N_{\text{Kapitalrendite}}$  berechnet werden, indem der Gesamtdeckungsbeitrag um die Entwicklungs- und die fixen Produktionsausgaben korrigiert und zum eingesetzten Kapital in Verhältnis gebracht wird<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Verändert sich ein Produkt durch die Innovationsidee nur in Teilbereichen, dann fokussiert sich auch die Betrachtung auf die Veränderungen der Ausgaben-, Nutzwert- und Zeitgrößen (Deltabetrachtung).

<sup>2</sup> Die Ausgaben zur Beschaffung und Installation der Fertigungsanlagen und Werkzeuge stellt fixe Produktionsausgaben dar, die wie die Entwicklungsausgaben über die Stückzahl der Produkte zu verteilen sind.

<sup>3</sup> Die Prognose von Produktstückzahlen über den Produktlebenszyklus ist aufgrund der bedienten Märkte stark unternehmensabhängig. Verfahren zur Abschätzung mit Marktforschungsinstrumenten finden sich in der einschlägigen Literatur. Einen guten Überblick bietet Siegwart, Senti (1995) bzw. mit Fokus auf die Prognose Brunner-Schwer (1986), S. 13.

<sup>4</sup> Ohne auf die Grundzüge der Preistheorie eingehen zu wollen, wird davon ausgegangen, daß der Marktpreis vom Vertriebsbereich entweder passiv anhand von Leitpreisen der Konkurrenz oder aktiv aufgrund der Herstellerausgaben des Produktes zuzüglich eines Gewinnzuschlags ermittelt wird. Vgl. Siegwart, Senti (1995), S. 96 f.

<sup>5</sup> Zum den fixen Produktionsausgaben gehört in diesem Zusammenhang der gesamte Fixausgabenblock, der im Zusammenhang mit dem betrachteten Produkt für das Unternehmen anfällt und der bei einer Detailkalkulation des Produktes in gesonderte Fixkostenwerte wie Anlaufausgaben, Vertriebsoverhead, Verwaltungsgemeinausgaben usw. aufgesplittet werden kann.

$$N_{\text{Kapitalrendite(statisch)}} = \frac{\text{Gesamtdeckungsbeitrag} - A_{\text{Entwicklung}} - A_{\text{Produktion/Vertrieb(fix)}}}{A_{\text{Entwicklung}} + A_{\text{Produktion(fix)}}} \quad \text{Formel 15}$$

Der aus der Marktforschung abgeleitete Marktpreis für das neue bzw. geänderte Produkt stellt für den Endkunden mit den Bereitstellungsausgaben  $A_{\text{Bereitstellung}}$  einen Baustein der Nutzungsausgaben dar. Zusammen mit den übrigen Ausgabengruppen über den Nutzungszyklus ( $A_{\text{Betrieb}}$ ,  $A_{\text{Wartung}}$ ,  $A_{\text{Reparatur}}$ ,  $A_{\text{Außerbetriebstellung}}$ ), die mit den entsprechenden vorgestellten Methoden zu prognostizieren sind, ergeben sich die Nutzungsausgaben aus Kundensicht  $A_{\text{Nutzung}}$ .

Um die Nutzungsausgaben wie konzeptionell gefordert mit dem Leistungsnutzen für den Kunden vergleichen zu können, ist das im Produkt von der Technik angelegte Leistungspotential  $N_{\text{Leistungspotential}}$  mit Hilfe der Nutzwertanalyse bezüglich des für den Kunden relevanten und wahrgenommenen Anteils  $N_{\text{Leistungsbedarf}}$  abzugleichen.

Damit sind alle Größen wie in Abbildung 62 dargestellt im LZA-Modell mit ihren Zusammenhängen abgebildet und der Leistungsbedarf der Kunden kann analytisch über die logischen Modellzusammenhänge mit den Nutzungsausgaben in Abgleich gebracht werden<sup>1</sup>.

Bisher konzentriert sich das LZA-Modell auf die logischen Zusammenhänge von Aufwands- und Nutzengrößen der einzelnen Interessengruppen. Ein solches statisches Modell vernachlässigt die Auswirkungen der zeitlichen Verteilung und Ausdehnung von Aufwands- und Nutzengrößen.

---

<sup>1</sup> Trotz der gebündelten Bearbeitung der nicht-monetären Ergebnisgrößen in der Nützlichkeit und der monetären Größen im Ertrag repräsentiert der Begriff LZ-Aufwand den Ausgleichsanspruch und ist als Gattungsbegriff konform mit der Begriffsdefinition aus Abbildung 7. Vgl. Blanchard (1978), S. 80.

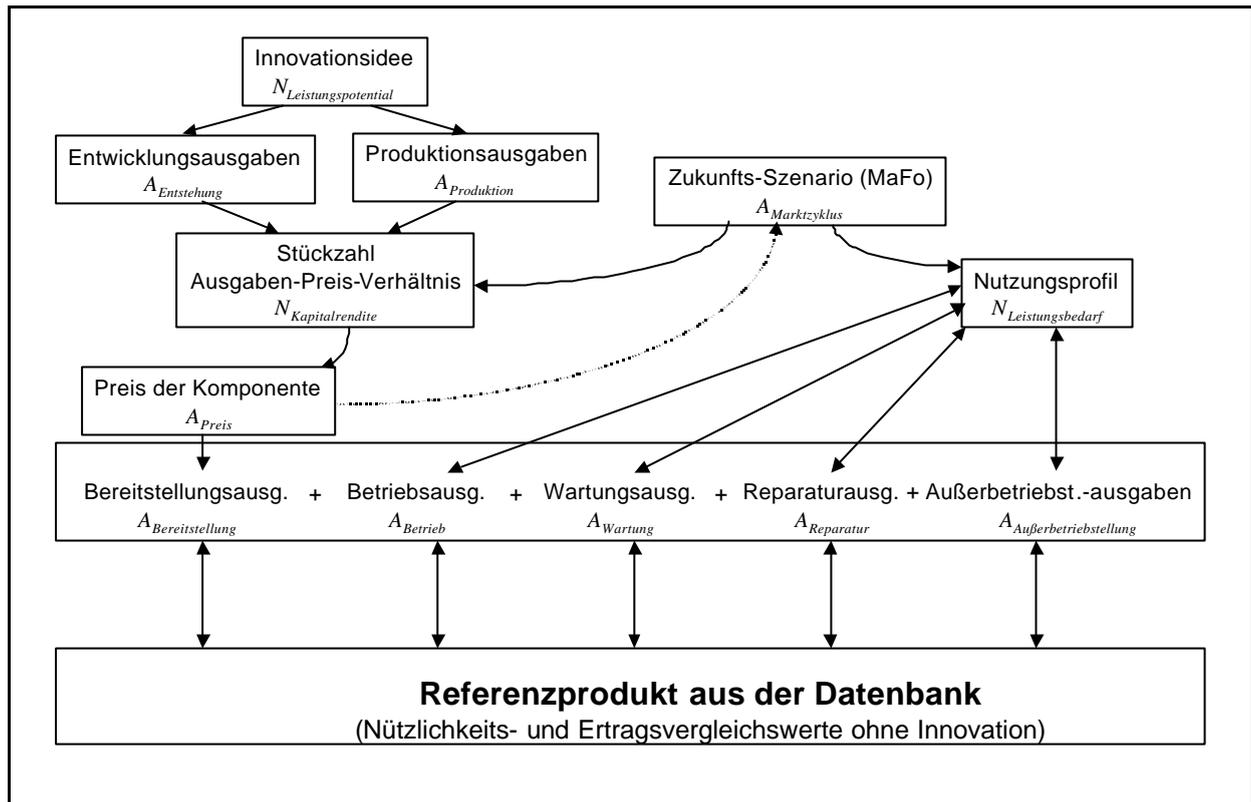


Abbildung 62: Zusammenhänge der LZA-Analyse<sup>1</sup>

In welcher Weise die methodisch beschriebenen Zeiten im Entstehungs-, Markt- und Nutzungszyklus ( $T_{\text{Entstehung}}$ ,  $T_{\text{Marktzyklus}}$ ,  $T_{\text{Nutzung}}$ ) die Ergebnisse von Nützlichkeit und Ertrag relativieren und wie daraus eine Bewertung für den Entscheidungszeitpunkt möglich ist, beschreibt die Modellerweiterung im nächsten Abschnitt.

#### 4.2.2 Vereinheitlichung der Bezugsbasis im LZA-Modell

Die Bewertung von Innovationen findet zu einem Zeitpunkt am Anfang des Lebenszyklus statt, von dem der Anfall von Ausgaben, Einnahmen sowie Nutz- und Aufwandswerten unterschiedlich weit auf dem Zeitstrahl entfernt liegt. Für einen realistischen Vergleich der Aufwands- und Nutzengrößen über den nicht selten einige Jahre oder sogar Jahrzehnte dauernden Lebenszyklus sind die einzelnen Größen auf den Entscheidungszeitpunkt zu diskontieren. Abschnitt 4.2.2.1 beschreibt die Diskontierung von Ausgaben und Einnahmen, während Abschnitt 4.2.2.2 auf die Diskontierung von Nutz- und Aufwandswerten eingeht.

<sup>1</sup> In Anlehnung an Gräfe (1998), S. 25 und Dögl, u.a. (1992), S. 142 f.

#### 4.2.2.1 Diskontierung der Ausgaben und Einnahmen

Die dargestellten Prognoseverfahren aus Abschnitt 4.1.2 bieten die Möglichkeit, die jeweiligen Ausgaben und Einnahmen für die einzelnen Jahre im Entstehungs-, Markt- und Nutzungszyklus der Innovationsidee abzuschätzen<sup>1</sup>.

Aus diesen bisher zeitlich gleichberechtigt und damit statisch nebeneinanderstehenden Ausgaben und Einnahmen konnte bereits der monetäre Saldo aus Ausgaben und Einnahmen aus Sicht des Unternehmens  $N_{\text{Kapitalrendite(statisch)}}$  mit Formel 15 berechnet werden<sup>2</sup>.

Eine getätigte Ausgabe führt dazu, daß die Finanzmittel nicht mehr zum Finanzierungzinssatz  $i$  auf den Finanzmärkten angelegt werden können<sup>3</sup>. Je früher eine Ausgabe erfolgt, desto größer ist demnach der entgangene Zinsertrag<sup>4</sup>. Gleiches gilt mit umgekehrtem Vorzeichen für die Einnahmenseite. Je früher eine Einnahme anfällt, desto länger kann diese zum Finanzierungzinssatz  $i$  am Finanzmarkt angelegt werden<sup>5</sup>.

Das bedeutet, daß Einnahmen und Ausgaben bei dynamischer Sichtweise um so höher zu bewerten sind, je früher sie im Lebenszyklus entstehen<sup>6</sup>. Da die Entscheidung über ein Innovationsprojekt am Anfang des Lebenszyklus getroffen wird, sind alle Geldströme auf diesen Entscheidungszeitpunkt zu beziehen<sup>7</sup>. Der Wert der monetären Bewegung bezogen auf den Zeitpunkt der Transaktion wird als Barwert bezeichnet<sup>8</sup>. Aus dieser Perspektive müssen alle nach dem Entscheidungszeitpunkt anfallenden monetären Veränderungen mit dem Finanzierungzinssatz  $i$  abgezinst (diskontiert) werden<sup>9</sup>.

---

<sup>1</sup> Vgl. Gentner (1994), S. 124.

<sup>2</sup> Die Kapitalrendite ist stets aufgrund statischer Werte zu ermitteln, um zu vermeiden, daß lediglich die über den kalkulatorischen Zinssatz hinausgehende Verzinsung berücksichtigt wird. Nur mit statischen Werten ist die tatsächliche Durchschnittsverzinsung in der Rentabilität abzubilden. Vgl. Blohm, Lüder (1995), S. 167; vgl. Pleschak, Sabisch (1996), S. 208.

<sup>3</sup> Vgl. Hölscher, Rücker (1996), S. 370 ff.

<sup>4</sup> Vgl. Hanusch (1994), S. 97 f; Vgl. Blohm, Lüder (1995), S. 50.

<sup>5</sup> Es wird hier als Prämisse davon ausgegangen, daß am Kapitalmarkt jederzeit und in beliebiger Höhe finanzielle Mittel zum Zinssatz  $i$  angelegt und aufgenommen werden können. Vgl. dazu Schneider (1973), S. 33 ff.

<sup>6</sup> Vgl. Blohm, Lüder (1995), S. 50.

<sup>7</sup> Vgl. Fischer (1993b), S. 277.

<sup>8</sup> Vgl. Pleschak, Sabisch (1996), S. 207.

<sup>9</sup> Vgl. Brown (1979), S. 110 f.

$$\text{Barwert}_{\text{Entscheidung}} = \frac{\text{Monetäre Bewegung}_t}{(1+i)^t} \quad \text{Formel 16}$$

Die Variable  $t$  gibt an, wieviele Zeitperioden (Jahre) zwischen der monetären Bewegung und dem Entscheidungszeitpunkt liegen. Die Variable  $t$  nimmt demnach Werte zwischen 1 und der Gesamtlebenszyklusdauer  $T$  in Jahren an<sup>1</sup>.

Der Wirkungshebel zeitlich auseinanderfallender Zahlungsströme wird durch den Finanzierungszinssatz  $i$  bestimmt. Während aus volkswirtschaftlicher Sicht hier soziale Diskontierungsraten modelltheoretisch abgeleitet werden können<sup>2</sup>, ist für den Einsatz in der LZA-Analyse der Kapitalmarktzinssatz ein Anhaltspunkt zur Festlegung von  $i$ . Da nicht der tatsächliche Kapitalmarktzins sondern eher die erwartete Mindestverzinsung von unternehmerischen Projekten im Vergleich zur alternativen risikolosen Anlage des Geldes am Kapitalmarkt relevant ist<sup>3</sup>, kann  $i$  von der Unternehmens- bzw. Projektleitung als strategische Vorgabe gesetzt werden.

Unter dem Begriff Kapitalwert (engl. Net Present Value, NPV) hat sich die Barwertrechnung aufgrund folgender Vorteile bei der Wirtschaftlichkeits- und Vergleichsrechnung von Projekten durchgesetzt<sup>4</sup>:

- Zeitliche Unterschiede von Einnahmen und Ausgaben zu einem Bezugszeitpunkt werden berücksichtigt.
- Die unterschiedliche Höhe von Einnahmen und Ausgaben während der gesamten Nutzungsdauer wird berücksichtigt.
- Die Einnahmen und Ausgaben werden innovationsprojektbezogen für jedes Jahr der Nutzungsdauer so genau wie möglich bestimmt.

---

<sup>1</sup> Vgl. Hanusch (1994), S. 98.

<sup>2</sup> Vgl. ebenda (1994), S. 100 ff.

<sup>3</sup> Vgl. Hölscher, Rücker (1996), S. 369 f; vgl. Luehrman (1997), S. 134.

<sup>4</sup> Vgl. Pleschak, Sabisch (1996), S. 207.

„Eine konsistente Projektbewertungsmethode, die sich in der Praxis herausgebildet hat, ist die Barwert-Berechnung (Net-Present-Value-Methode) der verschiedenen Alternativen. Diese Methode ist zunächst nichts anderes als die Anwendung des Wertmanagements auf Projektebene: Projekte mit dem höchsten DFCF (=Net Present Value) sind zu priorisieren. Sie bringen den höchsten Wertbeitrag“<sup>1</sup>. Über den direkten Wert des Projektes hinaus schafft sich das Unternehmen bei erfolgreich durchgeführten Innovationsprojekten einen ‚indirekten‘ Wert durch technologisches Know-how und F&E-Erfahrungen – auf der anderen Seite besteht gegenüber der risikolosen Kapitalmarktanlage die Möglichkeit, daß die prognostizierten Entwicklungen des Projektes sich nicht einstellen. Um alle Wertbestandteile eines Innovationsprojektes berücksichtigen zu können, wird in der neueren Literatur vorgeschlagen, die Innovationsidee wie eine Option in der Finanztheorie zu betrachten und mit ähnlichen Methoden ihren Wert zu bestimmen<sup>2</sup>.

Ohne auf diese umfangreichen Möglichkeiten der Modellerweiterung näher einzugehen, wird durch die Diskontierung eine entscheidungsbezogene Differenzbetrachtung ermöglicht, welche Aussagen darüber macht, wie sich die Zahlungsströme der Unternehmung voraussichtlich verändern, wenn das Innovationsprojekt erfolgreich durchgeführt wird<sup>3</sup>. Entsprechend sind die prognostizierten Werte während des gesamten Projektverlaufs zu aktualisieren und als den Realisierungsprozeß steuernde Zielvorgaben zu verwenden<sup>4</sup>. In der LZA-Analyse werden neben den monetären Ausgaben- und Einnahmengrößen auch qualitative Nützlichkeitsgrößen berücksichtigt, die für eine entscheidungsorientierte Innovationsbewertung in ähnlicher Weise zu diskontieren sind.

#### **4.2.2.2 Diskontierung von Nutzwert und Aufwandswert**

Neben den monetären, in DM ausgedrückten Größen, sind auch die in Punkten erfaßten Nutz- und Aufwandswerte in Abhängigkeit ihres Anfalls über den Lebenszyklus zu homogenisieren<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Völker (1997), S. 253. Vgl. Luehrman (1997), S. 133.

<sup>2</sup> Vgl. Völker (1997), S. 254. Weitere Forschungsarbeiten zu diesem Thema werden aktuell am Lehrstuhl F&E-Management der Universität Stuttgart durchgeführt, vgl. Schultheiß (1997), S. 25.

<sup>3</sup> Vgl. Brose (1982), S. 68; vgl. Schneider (1992), S. 97 ff; vgl. Hahn, Laßmann (1993), S. 25; vgl. Holzwarth (1993), S. 96.

<sup>4</sup> Vgl. Riezler (1996), S. 228; vgl. Hahn, Laßmann (1993), S. 206 f.

<sup>5</sup> Vgl. Hanusch (1994), S. 94.

Nützlichkeit kann zwar nicht wie Geld auf dem Finanzmarkt angelegt werden, aber da mit dem Kaufpreis die Nützlichkeit eines Produktes erworben wird, stehen monetäre Werte und Punktgrößen in direktem Bezug zueinander. In vielen Fällen kann das Leistungspotential der Nützlichkeit durch Vermietung nach dem Kauf wieder in monetäre Einheiten überführt werden. Nutz- und Aufwandswerte können zumindest auf rationaler Ebene ineinander überführt und demnach ähnlich behandelt werden<sup>1</sup>.

Im Sinne dieser Analogie und Austauschbarkeit werden die Nutz- und Aufwandswerte in gleicher Weise und mit gleichem Faktor wie die Ausgaben und Einnahmen in Formel 16 diskontiert<sup>2</sup>:

$$\text{Barwert}_{\text{Entscheidung}} = \frac{\text{Wert}_t}{(1+i)^t} \qquad \text{Formel 17}$$

Die in qualitativen und monetär-quantitativen Einheiten erfaßten Werte des Aufwands und Nutzens von Innovationsideen für die Zeitscheiben  $t$  des Lebenszyklus können damit auf den Entscheidungszeitpunkt  $t_0$  vereinheitlicht werden (siehe Abbildung 63).

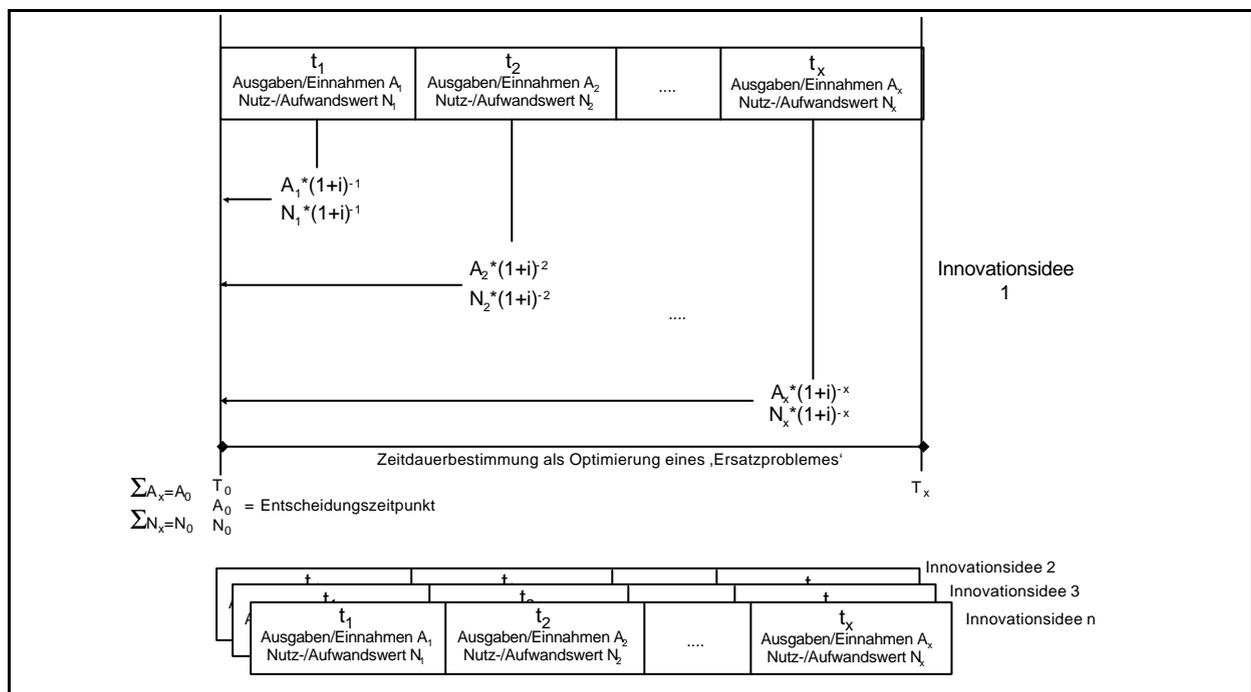


Abbildung 63: Vereinheitlichung von Ertrag und Nützlichkeit zur Entscheidung

<sup>1</sup> Vgl. Brown (1979), S. 112.

<sup>2</sup> Vgl. Pleschak, Sabisch (1996), S. 207.

Für die Bewertung der Innovationsideen mit der LZA-Analyse stehen damit wie in Abbildung 63 dargestellt, auf den Entscheidungszeitpunkt homogenisiert, die Einnahmen und Ausgaben sowie Nutz- und Aufwandswerte zur Verfügung. Die Vorteilhaftigkeit einer Innovation 1 vor einer anderen mit den gleichen Prämissen gerechneten Innovation 2 drückt sich im Ergebniswert von diskontiertem Ertrag und Nützlichkeit aus.

Zur Optimierung der Nutzen- und Aufwandsgrößen als hochaggrierter Bewertungseinheit je Innovationsidee über die Zeit sind die einzelnen Größen in einem Analyseprozeß in variable Beziehung zueinander zu setzen. Die Analysemöglichkeiten der herausgearbeiteten Veränderungen von Aufwands- und Nutzengrößen zur Gesamtoptimierung werden im nächsten Abschnitt dargestellt.

#### 4.2.3 Optimierungsansätze in der LZA-Analyse

Nach der Diskontierung stehen für die zu bewertenden Innovationsideen die Zeitdauern der relevanten Lebenszyklen sowie die unter den Bewertungsprämissen ermittelten zugehörigen Ertrags- und Nützlichkeitsgrößen zur Verfügung – und zwar bezogen auf den gleichen Zeitpunkt der Entscheidung ( $=t_0$ ) (siehe Abbildung 64).

	<b>Zeit</b>	<b>Ausgaben</b> + Einnahmen	<b>Nutzwert</b> + Aufwandswert
<b>Entstehungszyklus</b> (F&E-Interessen)	$T_{\text{Entstehung}}$ [Jahre]	$A_{\text{Entstehung, } t_0}$ [DM]	$N_{\text{Leistungspotential, } t_0}$ [Wert]
<b>Marktzyklus</b> (Unternehmensinteressen)	$T_{\text{Marktzyklus}}$ [Jahre]	$A_{\text{Marktzyklus, } t_0}$ [DM]	$N_{\text{Kapitalrendite, } t_0}$ [Wert]
<b>Nutzungszyklus</b> (Kundeninteressen)	$T_{\text{Nutzung}}$ [Jahre]	$A_{\text{Nutzung, } t_0}$ [DM]	$N_{\text{Leistungsbedarf, } t_0}$ [Wert]

Abbildung 64: Bewertungsgrößen für die LZA-Analyse

Der Ausgleich von Kunden-, Unternehmens- und F&E-Interessen bezüglich der Zeit, des Aufwands und des Nutzens der Innovationsidee findet zwischen diesen 9 Ergebniswerten statt. Jede Veränderung einer Ergebnisgröße zieht aufgrund der dargestellten Verknüpfungen zwischen den

Interessengruppen bzw. aufgrund der zeitlichen Dynamisierung Änderungen bei anderen Ergebnissen nach sich<sup>1</sup>.

Die mathematischen Ergebnisverknüpfungen ermöglichen nun umfangreiche Analysemöglichkeiten. Beispielsweise kann das für die Marktakzeptanz als relevant dargestellte Verhältnis von Preis und Folgeausgaben in den Analysefokus genommen werden<sup>2</sup>. Aus Unternehmenssicht stellt sich dabei die Frage, wieviel Anfangsausgaben das Unternehmen bei gleichbleibenden Nutzenvoraussetzungen und zeitlichen Zusammenhängen in den Entstehungs- und Marktzyklus investiert<sup>3</sup>, um damit die Folgeausgaben für den Kunden zu minimieren. Andererseits kann aus marktpolitischen Gründen die Frage nach einem minimalen Preis für eine definierte Nutzungsleistung ohne Berücksichtigung der Folgeausgaben beim Kunden relevant sein – wichtig ist die inhaltliche Vergleichbarkeit alternativer Vorgehensweisen, die mit Hilfe der LZA-Analyse eine bewußte Handlungsstrategie ermöglichen<sup>4</sup>.

Grundsätzlich können zwischen Anfangs- und Folgeausgaben kombinatorisch vier verschiedene Beziehungen bestehen<sup>5</sup> (siehe Abbildung 65):

*a) Durch erhöhte Anfangsausgaben können die Folgeausgaben vermindert werden.*

Dieser Zusammenhang stellt die traditionelle These des Lebenszykluskonzeptes dar. Darin wird über den Lebenszyklus ein Ausgabenminimum erzielt, indem die Anfangsausgaben soweit erhöht werden, bis dadurch eine zumindest gleich große Reduzierung der Folgeausgaben erreicht wird. Dieser logisch sehr einleuchtende Ansatz kann jedoch durch Budgetbeschränkungen für die Anfangsausgaben eingeschränkt sein.

Ein Problem lebenszyklusorientierter Bewertungsverfahren bleibt bestehen, bis das Bewußtsein der Kunden durch Marketingmaßnahmen oder schlechte Erfahrungen geschärft ist: Die

---

<sup>1</sup> Vgl. Blanchard (1978), S. 87.

<sup>2</sup> Vgl. Fischer (1993b), S. 278.

<sup>3</sup> Ohne auf Details der Preispolitik eingehen zu wollen, wird hier davon ausgegangen, daß der Preis sich proportional zu den Unternehmensausgaben und der zugrundegelegten Stückzahl verhält.

<sup>4</sup> Vgl. Dreger (1981), S. 1092.

<sup>5</sup> Vgl. Wübberhorst (1992). Diese Zweier-Beziehung wird von TAYLOR um die Entsorgungsausgaben zu einem Trade-off zwischen drei LZ-Größen erweitert, vgl. Taylor (1981), S. 37; vgl. Berliner, Brimson (1988), S. 151 f; vgl. Corsten, Götzelmann (1989), S. 354.

Einsicht, daß es unter Umständen sinnvoll ist, einen größeren Betrag zur Anschaffung eines Systems zu investieren, um höhere Nutzungsausgaben über den Lebenszyklus zu vermeiden<sup>1</sup>.

*b) Durch gesenkte Anfangsausgaben werden auch die Folgeausgaben vermindert.*

Wird die Aufwandsminimierung nicht nur durch eine einseitige Erhöhung der Folgeausgaben durchgeführt, sondern wird zudem die Höhe der Anfangsausgaben hinterfragt, dann können die Ausgaben unter Lebenszyklusgesichtspunkten optimiert werden. Dieser Ansatz geht einen Schritt weiter als a), indem er erst die minimalen Folgeausgaben ermittelt und dann bei gleichen Folgeausgaben die Anfangsausgaben optimiert, was im Idealfall zu gesenkten Anfangs- und Folgeausgaben führt<sup>2</sup>.

*c) Durch gesenkte Anfangsausgaben werden die Folgeausgaben erhöht.*

Eine heute weitgehend praktizierte Vorgehensweise ist die Preisminimierung. Ohne intensive Betrachtung der Folgeausgaben werden dabei die Anfangsausgaben minimiert, um dadurch mit einer attraktiven Preisposition am Markt agieren zu können. Wenn dabei die Folgeausgaben für den Systembetreiber erhöht werden, ist diese Vorgehensweise aus Kundensicht nur kurzfristig vorteilhaft.

*d) Durch erhöhte Anfangsausgaben werden auch die Folgeausgaben erhöht.*

Die gleichzeitige Steigerung von Anfangs- und Folgeausgaben wird wohl nicht aktiv verfolgt werden, weil sie zu einer Ausgabenverschwendung führt. Trotzdem gibt es Fälle, in denen eine solche Konstellation auftritt - beispielsweise wenn der Systemkäufer nicht gleich dem Systembetreiber ist und dadurch keinerlei Anreize bestehen, die Ausgaben gemeinsam zu reduzieren.

Wenn davon ausgegangen wird, daß eine gleichzeitige Erhöhung von Anfangs- und Folgeaufwand Verschwendung darstellt, die nicht aktiv angestrebt wird, läßt sich der Weg zur Ausgabenoptimierung wie in Abbildung 65 dargestellt aufzeigen.

---

<sup>1</sup> Vgl. Schlosser (1978), S. 35.; vgl. Dögl, u.a. (1992), S. 1095.

<sup>2</sup> Vgl. Ehrlenspiel (1995), S. 553.

ANFANGSAUSGABEN	SINKEND	STEIGEND
FOLGEAUSGABEN	FALL B) ←	FALL A) →
SINKEND	<b>AUSGABENOPTIMIERUNG</b>	<b>AUSGABENMINIMIERUNG</b>
STEIGEND	FALL C) ↗	FALL D) <b>'VERSCHWENDUNG'</b>
	<b>PREISMINIMIERUNG</b>	

Abbildung 65: Zusammenhang zwischen Anfangs- und Folgeausgaben<sup>1</sup>

Ausgehend von der Preisminimierung auf Kosten der Folgeausgaben beim Kunden werden dazu die Anfangsausgaben unter Optimierung der Folgeausgaben erhöht. Während dieser für das Unternehmen kurzfristig nicht optimalen Phase der Ausgabenminimierung können die Kundenbindungen durch die Kommunikation der reduzierten Folgeausgaben intensiviert werden, um dann mit Hilfe der LZA-Analyse systematisch die Ausgabenoptimierung zu erreichen, bei der sowohl die Anfangs-, wie die Folgeausgaben sinken<sup>2</sup>.

Unter der Annahme, daß sich das Bewußtsein von Systemherstellern und Systembetreibern zunehmend von der Preisminimierung zur Ausgabenminimierung bewegt, stellt also vor allem die Weiterentwicklung zur Ausgabenoptimierung die Herausforderung für die Zukunft dar, die von der LZA-Analyse unterstützt wird<sup>3</sup>.

Mit Hilfe des LZA-Modells kann für jede analytische Überlegung die Auswirkung auf verknüpfte Ergebnisgrößen dargestellt werden<sup>4</sup>, um das jeweilige Optimum zwischen den neun in Abbildung 64 dargestellten Ergebnisgrößen situationsspezifisch argumentieren zu können.

<sup>1</sup> Nach Wübbenhorst (1984), S. 94; vgl. Fischer (1993a), S. 70.

<sup>2</sup> Vgl. Coenenberg, u.a. (1994), S. 30.

<sup>3</sup> Vgl. Brinkmann, u.a. (1994), Teil 4/3.1.2 S. 2; vgl. Dögl, u.a. (1992), S. 1095.

<sup>4</sup> Dabei wird davon ausgegangen, daß die LZA-Analyse EDV-gestützt durchgeführt wird, wodurch sich die Aktualisierung der einmal festgelegten mathematischen Verbindungen vereinfacht.  
Vgl. Greene (1991), S. 1214.

Zur Ermittlung des Optimums muß die Empfindlichkeit der Ergebnisgrößen auf die Veränderung von Inputgrößen dargestellt werden können, wozu die Methode der Sensitivitätsanalyse dient<sup>1</sup>. Fragestellungen der Sensitivitätsanalyse lauten dabei<sup>2</sup>:

- Wie weit darf der Wert einer oder mehrerer Inputgrößen vom ursprünglichen Prognoseansatz abweichen, ohne daß eine Ergebnisgröße einen vorgegebenen Wert über- oder unterschreitet?
- Wie ändert sich der Wert der Ergebnisgröße bei vorgegebener Abweichung einer oder mehrerer Inputgrößen vom Prognoseansatz<sup>3</sup>?

In der LZA-Analyse werden die Aussagen der Sensitivitätsanalyse sinnvollerweise um das Verfahren zur Ermittlung der zulässigen Abweichung<sup>4</sup> ergänzt, welches im Bereich der Investitionsrechnung dazu verwendet wird, die Werte der Inputgrößen zu finden, die gerade noch einen Kapitalwert von 0 ergeben. Übertragen auf die LZA-Analyse heißt die Aufgabenstellung, in Abhängigkeit gegebener Mindestwerte der Ergebnisgrößen die kritischen Inputwerte zu bestimmen. Eine realistische Forderung ist in diesem Zusammenhang beispielsweise ein Mindestwert für  $N_{\text{Kapitalrendite}, t_0}$  aus Unternehmenssicht, eine Mindestentwicklungsdauer  $T_{\text{Entstehung}, t_0}$  für den F&E-Bereich oder minimale Nutzungsausgaben  $A_{\text{Nutzung}, t_0}$  für den Kunden. Die Bestimmung der kritischen Inputwerte läuft dabei in folgenden Schritten ab:

- 1.) Bestimmen von Größen, die als unsicher erachtet werden und voraussichtlich einen großen Einfluß auf die betrachtete Ergebnisgröße haben.
- 2.) Heranziehen der Funktionsbeziehungen der betrachteten Größen aus der LZA-Analyse.
- 3.) Auflösen der Funktionsbeziehungen nach den kritischen Größen unter Beibehaltung der Prognosewerte aller übrigen Größen (ceteris-paribus-Bedingung).

---

<sup>1</sup> Vgl. Siegwart, Senti (1995), S. 218.

<sup>2</sup> Als Grundlagenliteratur zur Sensitivitätsanalyse vgl. Dinkelbach (1969), S. 25 ff; vgl. Hax (1985), S. 122 ff. Zur speziellen Anwendung in der Lebenszyklusanalyse vgl. Andersen, Chen (1988), S. 625 f.

<sup>3</sup> Vgl. Wildemann (1982), S. 162.

<sup>4</sup> In der Literatur auch als ‚Verfahren der kritischen Werte‘ bezeichnet. Vgl. Blohm, Lüder (1995), S. 251.

Im beschriebenen Fall erstreckt sich die Sensitivitätsbetrachtung auf eine Input- und eine Outputgröße bei Konstanzhaltung aller übrigen Größen<sup>1</sup>. Dabei ergibt sich ein Ergebniswert für die kritische Inputgröße. Werden jedoch mehrere Inputgrößen gleichzeitig variiert, so erhält man für jede Konstellation aus Inputgrößen eine  $n-1$  dimensionale kritische Punktemenge, die ab drei Inputgrößen eine kritische Fläche aufspannen. Bei gleichzeitiger Variation von mehr als zwei Inputgrößen wird das Verfahren rechnerisch sehr komplex und ist als Ergebnis nur eingeschränkt brauchbar<sup>2</sup>. Auch im Sinne der Nachvollziehbarkeit ist daher eine bilaterale Optimierung kritischer Größen unter Beachtung der Auswirkungen für das Gesamtergebnis der LZA-Analyse sinnvoll.

Mit Hilfe der Sensitivitätsanalyse läßt sich darüberhinaus feststellen, wie sich bei bestimmten Änderungen der ursprünglichen Prognosewerte die Ergebnisgrößen verändern. Dazu sind folgende Schritte notwendig<sup>3</sup>:

- 1.) Auswählen der Größen, deren Veränderungshebel untersucht werden sollen.
- 2.) Festlegen der Höhe der Abweichungen der Inputwerte aufgrund von Szenarioannahmen (z. B. x% des Prognosewertes oder Extremszenarien statt Trendszenario).
- 3.) Einsetzen in die Funktionen des LZA-Modells.
- 4.) Bestimmen der Auswirkungen auf die Ergebnisgrößen, die sich ceteris paribus durch die Änderung einzelner Inputgrößen ergeben. Auch hier bietet sich eine relative Auswertung der Veränderungen an. Damit können Aussagen darüber gemacht werden, wie in bestimmten Größenkonstellationen eine x %ige Veränderung des Wertes der Inputgröße a eine y %ige Veränderung des Wertes der Ergebnisgröße b nach sich zieht.

Der Einsatz der Sensitivitätsanalyse als Analyseinstrument löst zwar nicht das Problem der Entscheidung bei Unsicherheit, es ermöglicht aber einen Einblick in die Struktur des Entscheidungsproblems alternativer Innovationsvorhaben und ermöglicht die Aussage zu

---

<sup>1</sup> Vgl. Blanchard (1978), S. 96 ff.

<sup>2</sup> Vgl. Blohm, Lüder (1995), S. 255.

<sup>3</sup> Vgl. ebenda S. 252.

Entwicklungslinien der möglichen Projekte in unterschiedlichen Zukunftsszenarien und unter alternativen Ergebnisprämissen<sup>1</sup>. Durch die Möglichkeit, unkompliziert unterschiedliche Prämissen auf ihre Ergebniswirksamkeit prüfen zu können, kann die Akzeptanz des Bewertungsverfahrens bei den Fachbereichen erhöht werden<sup>2</sup>.

Durch die EDV-Unterstützung des LZA-Modells sind partielle Sensitivitätsanalysen mit sehr geringem Aufwand möglich und können bei der Diskussion zum Ausgleich von Unternehmens-, Kunden- und F&E-Interessen im Rahmen der Ergebnismatrix aus Abbildung 64 flexibel eingesetzt werden<sup>3</sup>.

Aufgrund der Analyse von Erfolgsfaktoren von Innovationsvorhaben und bei der Befragung von Innovationsbewertern in der deutschen Automobilindustrie<sup>4</sup> liegt der Fokus der LZA-Analyse auf der Berücksichtigung der Kundeninteressen. Zur Darstellung der Analyseergebnisse auf hochaggregierter Ebene bietet es sich an, die Nützlichkeit des Produktes für den Kunden auf einen Blick mit den dazu erforderlichen Kundenausgaben darzustellen. Die Ergebnisgrößen aus Unternehmens- und F&E-Sicht werden bei dieser Auswertung zu Prämissen, unter denen eine bestimmte Kombination von Kundennutzwert zu Kundenausgaben realisierbar ist.

Werden diese Prämissen bei alternativen Innovationsprojekten gleich gehalten, läßt sich direkt die Vorteilhaftigkeit der Innovationsprojekte für den Kunden im Vergleich der bewerteten Alternativen darstellen (siehe Abbildung 66).

Diese Darstellung faßt LZA-Ergebnisse auf oberster Aggregationsebene zusammen und stellt den Kunden mit seiner Kaufentscheidung in den Mittelpunkt. Erst mit der Kaufentscheidung des Kunden wird aus der Innovationsidee schließlich eine Innovation, welche die Ergebnisforderungen von F&E und Unternehmen erfüllen kann<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Vgl. Blohm, Lüder (1995), S. 250 f.

<sup>2</sup> Vgl. Blanchard (1978), S. 82, der hier auf die einfachen arithmetischen Grundstrukturen eines LZ-Modells und den damit möglichen variablen Szenarioanalysen eingeht.

<sup>3</sup> Vgl. Wildemann (1982), S. 162.

<sup>4</sup> Vgl. Kapitel 3.

<sup>5</sup> Zu damit verbundenen Projektabbruchentscheidungen vgl. Balachandra (1994), S. 449 ff.

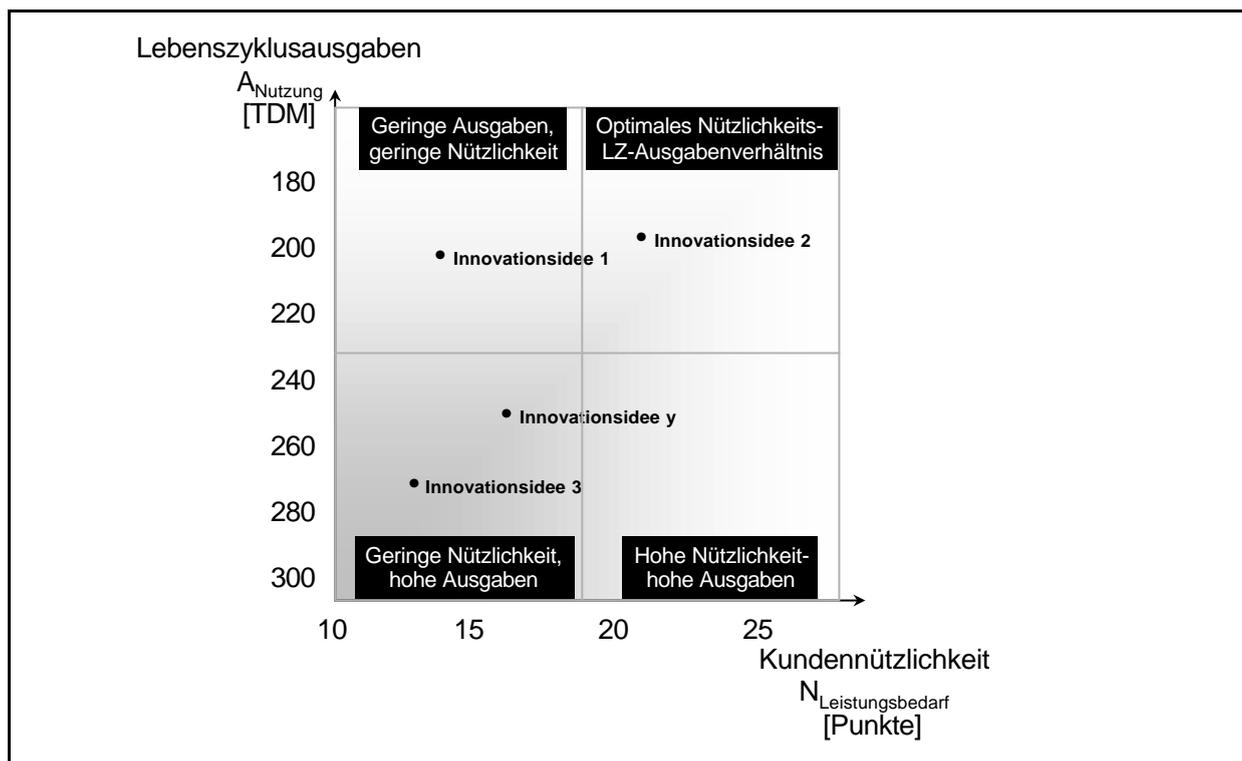


Abbildung 66: Lebenszyklusaufgaben-Kundennutzwert Darstellung

Wird die Vorteilhaftigkeit einer Innovationsidee im Vergleich zur Alternative mit schlechterem Verhältnis von Kundennützlichkeits- und -ausgaben am Markt entsprechend kommuniziert, ist davon auszugehen, daß dies bei der Kaufentscheidung entsprechend berücksichtigt wird<sup>1</sup>.

Den Analysemöglichkeiten sind grundsätzlich keine Grenzen gesetzt. Die LZA-Analyse fordert vielmehr durch ihre vielfältig hinterlegten Interessenverbindungen zum aktiven und spielerischen Verändern der Inputgrößen auf, um dem Anspruch einer Systemoptimierung näher zu kommen<sup>2</sup>.

Im Idealfall wird demnach nicht nur bei der Auswahl von Innovationsvorhaben, sondern auch bei inhaltlichen Konzeptentscheidungen während der Realisierung durch die LZA-Analyse überprüft, welche Auswirkungen mögliche nächste Schritte auf die Ergebnismatrix haben.

<sup>1</sup> Vgl. Balderjahn (1994), S. 12 f; vgl. Coenenberg, u.a. (1994), S. 10.

<sup>2</sup> Vgl. Brinkmann, u.a. (1994), Teil 4/3.1.2 S. 3, der im Sinne des Life-cycle Engineering ein Gesamtoptimum des Systems aus betriebswirtschaftlicher, technischer und Kundensicht für möglich hält.  
Vgl. Blanchard (1978), S. 90.

Damit ist ein gezieltes Konstruieren nach Lebenszyklusgesichtspunkten möglich, indem der F&E und dem Unternehmen laufend die Auswirkungen ihrer Entscheidungen auf Nutzen und Aufwand über den Lebenszyklus transparent gemacht werden<sup>1</sup>.

Voraussetzung für ein solches Gestalten von Innovationen nach Lebenszyklusgesichtspunkten ist eine entsprechende Organisationsform der Projekte, in der die LZA-Analyse eingebettet ist. Dabei ist allen Projektbeteiligten der ständige Zugang zum aktuellen Stand der Erfolgsgrößen aus der LZA-Analyse sicherzustellen, damit ihnen der Vorteil der LZA-Analyse für ihre tägliche Arbeit bewußt wird.

Weitere Anwendungsaspekte sind im Rahmen der organisatorischen Rahmenbedingungen der LZA-Analyse zu diskutieren, mit denen sich der nächste Abschnitt beschäftigt.

### **4.3 Durchführung der LZA-Analyse**

Um das LZA-Modell als Bewertungsverfahren für Innovationsideen im Produktentstehungsprozeß einsetzen zu können, sind sowohl von den zu bewertenden Ideen als auch vom Unternehmen gewisse Voraussetzungen zu erfüllen, die in Abschnitt 4.3.1 formuliert werden. Abschnitt 4.3.2 geht darauf ein, wie sich die Methoden der LZA-Analyse in die Aufbauorganisation einer typischen Produktentwicklung einordnen lassen, um in Abschnitt 4.3.3 den organisatorischen Ablauf im Zusammenspiel von Unternehmen, Entwicklungsabteilungen und Kunden darzustellen.

#### **4.3.1 Voraussetzungen für die Anwendung der LZA-Analyse**

Obwohl vielfältig adaptierbar, ist die Anwendung der LZA-Analyse nicht in jedem Fall sinnvoll. Sowohl von den zu bewertenden Innovationsideen (Abschnitt 4.3.1.1) wie auch von der bewertenden Unternehmung (Abschnitt 4.3.1.2) sind für eine effektive Anwendung der LZA-Analyse bestimmte Voraussetzungen zu erfüllen.

---

<sup>1</sup> Vgl. Bauer, Herrmann (1993), S. 240; vgl. Madauss (1994), S. 267 ff.

#### 4.3.1.1 Anforderungen an Innovationsideen

Die LZA-Analyse bildet in ihrer Methodik einen Produktlebenszyklus von der ersten Idee über die Forschung und Entwicklung bis zur Marktreife und weiter über die Nutzung bis zur Außerbetriebstellung des Produktes beim Kunden ab.

Eine grundsätzliche Anwendungsvoraussetzung ist daher das Vorhandensein von Kunden, die nach der Verfügbarkeit des Produktes am ‚Markt‘ dieses für einen nachvollziehbaren Betrag erwerben und dann in einen beschreibbaren Nutzungszyklus überführen, in dem Nutzungsausgaben über längere Zeit anfallen<sup>1</sup>.

Ein Medikament stellt in diesem Zusammenhang beispielsweise kein geeignetes Objekt für die LZA-Analyse dar, weil der Kunde das Produkt nicht selbst erwirbt, sondern meist über eine zwischengeschaltete Organisation umlagefinanziert zur Verfügung gestellt bekommt. Darüberhinaus ist die Nutzungsphase so kurz, daß sie (hoffentlich) keine Nutzungsausgaben nach sich zieht.

Der Kunde muß die Nutzungsphase, in der er für die Nutzungsausgaben aufkommt, wahrnehmen<sup>2</sup>. Ungeeignet für die LZA-Analyse sind damit alle Produkte, deren Ausgaben während der Nutzungsphase bzw. zur Außerbetriebstellung entweder umlagefinanziert oder so gering sind, daß sie vom Kunden nicht als kaufentscheidend wahrgenommen werden. Eine Anwendung bei Konsumgütern des täglichen Bedarfs wie Lebensmitteln oder Kosmetika ist wegen mangelnder Folgeausgaben nicht sinnvoll.

Produkte, deren Nutzungsausgaben über eine gewisse Zeit nicht unerheblich sind, die aber bisher in der Kundenwahrnehmung nicht im speziellen Fokus standen, sind dagegen besonders für die Bewertung durch die LZA-Analyse geeignet. Durch die Aufarbeitung der bisher unter Umständen sogar absichtlich verschleierte Folgeausgaben (z. B. im Mobiltelefonerätemarkt) kann mit geschickter Marktkommunikation ein neues Argument der Wettbewerbsdifferenzierung geschaffen werden.

---

<sup>1</sup> Vgl. Coenenberg, u.a. (1994), S. 10.

<sup>2</sup> Vgl. Blanchard (1978), S. 172.

In diesem Zusammenhang ist auch die Prämisse der LZA-Analyse zu sehen, daß der Kunde durch entsprechende Marktkommunikation die Folgeausgaben seiner Produktanschaffungen kennt.

Keine unabdingbare Voraussetzung, aber für den Einsatz der LZA-Analyse förderlich, ist ein Produktumfeld, welches durch hohen Wettbewerb auf Aufwands- und Nutzenseite geprägt ist. Zwar können durch ihre Nutzenposition isolierte Produkte mit der LZA-Analyse bewertet werden, aber die Aussagekraft der Bewertungsergebnisse bleibt insofern beschränkt, als daß dem Kunden keine Alternative bei der Befriedigung seiner Nutzerbedürfnisse zur Verfügung steht.

In einem starken Wettbewerbsumfeld können darüber hinaus vom Unternehmen mit Hilfe der Marktforschung die Preissensitivitäten für das Produkt bestimmt werden, mit denen im Vergleich zu den kommunizierten Nutzungsausgaben des Kunden die Kaufargumente zu bewerben sind. Stellt die preisgerechte Produktpositionierung im Wettbewerbsumfeld einen für die Anwendung der LZA-Analyse hilfreichen Faktor dar, so ist die Möglichkeit der Prognose einer Produktabsatzmenge über den Produktlebenszyklus eine wichtige Voraussetzung zur Anwendung des Lebenszyklusgedankens bei der Produktbewertung<sup>1</sup>.

Dabei kann das Produkt aus Unternehmenssicht durchaus ein Unikat darstellen, wie beispielsweise im Großanlagenbau üblich. Für eine gemäß der in dieser Arbeit dargestellten LZA-Analyse ist jedoch die Möglichkeit einer Abschätzung von zu erwartenden Entwicklungs- und Herstellausgaben notwendig. Projekte der Grundlagenforschung, deren technische Realisierung und Umsetzung in einem marktfähigen Produkt noch nicht absehbar ist, können daher nur unter großen Schwierigkeiten mit der LZA-Analyse bewertet werden.

Schwierig gestaltet sich die Anwendung der LZA-Analyse auch bei vielen Dienstleistungen, die häufig davon geprägt sind, keine ausgedehnte Nutzungsphase zu besitzen, in der Folgeausgaben anfallen.

---

<sup>1</sup> Vgl. Gräfe (1998), S. 6.

Das Hauptanwendungsfeld der LZA-Analyse liegt bei industriellen Gütern der Investitions- und Konsumgüterbranche, die großindustriell hergestellt und über eine lange Zeit mit erheblichen Nutzungsausgaben beim Kunden betrieben werden. Beispielhaft sind hier Automobile, elektrische und elektronische Geräte jeder Art, sowie Bauten und Großanlagen, aber auch Fertigungsanlagen zu nennen.

Sind die Voraussetzungen zur Anwendung der LZA-Analyse durch Vorhandensein der entsprechenden Innovationsideen erfüllt, sollte auch das Unternehmen und die dort beschäftigten Mitarbeiter einige Vorbereitungen treffen, um eine erfolgreiche Anwendung des Bewertungsansatzes zu gewährleisten.

#### **4.3.1.2 Anforderungen an das bewertende Unternehmen**

Die LZA-Analyse bietet den Unternehmen den Vorteil, bei Neuproduktprojekten schon in der Konzeptionsphase eine Aussage darüber zu generieren, welche Mittel von Unternehmensseite wann bereitzustellen sind, um eine Vermarktung über den Unternehmenslebenszyklus sicherzustellen. Dabei werden die Nutzungsausgaben transparent, die ein Kunde nach dem Kauf im Kundenlebenszyklus zu tragen hat. Hier besteht die Gefahr, daß dem Kunden Ausgaben und Aufwandswerte transparent gemacht werden, die er bisher nicht in Summe wahrgenommen hat und dadurch unter Umständen sogar seine Kaufabsicht in Frage stellen.

Dem Unternehmensmanagement muß klar sein, daß der Kunde aus der Transparenz seiner Nutzungsausgaben und Aufwandswerte eine Verhandlungsposition beim Kauf des Produktes gestalten kann, welche die bisher übliche Werbungsphase um den Kunden bis zur Kaufentscheidung auf den gesamten Lebenszyklus ausdehnt<sup>1</sup>. Das Management muß diese neue Wettbewerbsdimension wollen und intern gezielt die organisatorischen, personellen und kulturellen Voraussetzungen für die Anwendung des Lebenszyklusgedankens bei der Produktbewertung und -vermarktung schaffen<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Vgl. Dreger, Walitschek (1986), S. 17.

<sup>2</sup> Vgl. Blanchard (1978), S. 179.

Dazu gehört die Bereitschaft, bereits bei der Vorbereitung der Produktauswahlentscheidung in verstärkte aufwands- und marktplanerische Ressourcen zu investieren und deren Ergebnisse im Unternehmen als Entscheidungsgrundlage transparent zu machen<sup>1</sup>. Bisher erheblich später im Produktentstehungsprozeß durchgeführte Aktivitäten sind bereits in der Vorphase der Entscheidung durchzuführen und kommen für die ausgewählte Innovationsidee voll zur Geltung<sup>2</sup>. Auch die ermittelten Ausgaben- und Nutzwerte für verworfene Projektideen sind nach der Entscheidung noch als Referenzgrößen verwendbar.

Zur frühzeitigen Prognose von Lebenszyklusgrößen aus den Erfahrungen historischer Projekte sind die Daten entsprechend aufzubereiten. Hierzu sind in der Anfangsphase der Anwendung der LZA-Analyse zusätzliche Kapazitäten einzuplanen, die sich jedoch mit jedem bewerteten Innovationsvorhaben reduzieren<sup>3</sup>. Eine wichtige Voraussetzung für die Anwendung lebenszyklusbezogener Bewertungsverfahren ist die bedarfsgerechte Verfügbarkeit von Daten aus der Kostenrechnung des Unternehmens und die verursachungsgerechte Abrechnung der für ein Projekt anfallenden Ausgaben und Einnahmen auf die gewählte Objektstruktur.

Startschwierigkeiten bei der ersten methodischen Anwendung der LZA-Analyse ist durch eine gestufte Implementierung zu begegnen, bei welcher der Fokus auf kleineren, überschaubaren Innovationsprojekten liegt, bei denen schnelle Erfolgserlebnisse in der Anwendung erwartet werden können.

Für die Einführung und Durchführung der LZA-Analyse ist ein Team aus Vertrieb, Entwicklung und Aufwandsrechnung unter Führung des Controllings zu bilden<sup>4</sup>. Das Projektcontrolling als klassischer Datenaufbereiter in Entscheidungssituationen erweitert damit seine Aufgaben im Sinne des interdisziplinären Bewertungsansatzes um die Interessen des Marktes und der Technik.

Bei der Einführung der LZA-Analyse sind die in der Implementierungsforschung als wesentlich herausgearbeiteten Aspekte des 'Kennen', 'Können', 'Wollen' und 'Sollen' zu berücksichtigen<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Vgl. Greene (1991), S. 1197.

<sup>2</sup> Vgl. Pfeiffer, Bischof (1975), S. 348.

<sup>3</sup> Vgl. Wildemann (1982), S. 162.

<sup>4</sup> Vgl. Blanchard (1978), S. 176.; vgl. Pfohl, Wübbenhorst (1983).

<sup>5</sup> Vgl. Reiß (1993), S. 552 f.

Das Verfahren und vor allem die Philosophie der LZA-Analyse müssen breitflächig im Unternehmen so kommuniziert werden, daß die Ergebnisse und Aussagen der Bewertung von den Entscheidungsträgern mitgetragen werden. Weiterhin ist sicherzustellen, daß den Anwendern der LZA-Analyse ihre Rolle im Bewertungsprozeß bewußt ist<sup>1</sup>.

Neben der Philosophie der LZA-Analyse muß der Anwender aber auch die Fähigkeiten vermittelt bekommen, die zur Anwendung der LZA-Analyse notwendig sind. Die einzelnen Methoden zur Ermittlung der LZ-Nutzwerte und -ausgaben müssen von den Betroffenen beherrscht und angewendet werden können<sup>2</sup>. Dazu eignen sich spezielle Seminare und Schulungen.

Schwieriger als die Vermittlung von 'Kennen' und 'Können' ist das Erzeugen einer Bereitschaft, das Konzept anwenden zu wollen und die Ergebnisse mit ihren Handlungskonsequenzen zu akzeptieren. Ziel muß dabei sein, dem einzelnen LZA-Bearbeiter in Vertrieb, Entwicklung und Finanzbereich einen Nutzen für seine tägliche Arbeit aufzuzeigen, der gleichzeitig einen Vorteil für das Unternehmen hat.

Falls die Bereitschaft zur Anwendung und Akzeptanz der Lebenszyklusphilosophie nicht aus eigener Überzeugung der Mitarbeiter generiert werden kann, muß eine hierarchische Instanz vorhanden sein, die dafür sorgt, daß die LZA-Analyse angewendet wird<sup>3</sup>. Das setzt voraus, daß ein Commitment der Führungskräfte darüber besteht, daß die Auswahl von Innovationen mit Hilfe der LZA-Analyse erfolgen soll und daß die Ergebnisse der Analyse sowie die daraus gemeinsam abgeleiteten Auswahlentscheidungen von allen mitgetragen werden<sup>4</sup>. Für den Erfolg der LZA-Analyse ist „die Einstellung und das Verhalten des Top-Management die wichtigste interne Einflußgröße“<sup>5</sup>. Die Unterstützung des Management für die LZA-Analyse besteht dabei nicht in der eigenen Anwendung des Konzepts, sondern<sup>6</sup>:

---

<sup>1</sup> Vgl. Bitzer, Poppe (1993), S. 309 ff; vgl. Niemann, Schwalbe (1989), S. 27.

<sup>2</sup> Vgl. McCarthy, Novak (1975), S. 43 f.

<sup>3</sup> Vgl. Bitzer, Poppe (1993), S. 311 f.

<sup>4</sup> Vgl. Cabral-Cardoso, Payne (1996), S. 402 ff, der hier die Beziehung von politischer Akzeptanz und hierarchischer Unterstützung von Bewertungsverfahren untersucht. Vgl. Blanchard, (1978), S. 172.

<sup>5</sup> Geschka, Corsten (1989), S. 64.

<sup>6</sup> Vgl. Geschka, Corsten (1989), S. 64.

- In der Genehmigung und Bereitstellung der Ressourcen.
- In einem klimabildenden Verhalten, welches aus einem positiven Innovationsverständnis heraus entwickelt wird.
- In der bewußten Übernahme der Rolle des Machtpromotors.

Damit die Mitarbeiter die LZA-Analyse anwenden können, ist die Lebenszyklusphilosophie in die aufbau- und ablauforganisatorischen Strukturen des Unternehmens einzupassen und vom Management einzufordern. Auf die organisatorische Einordnung der LZA-Analyse in den Produktentstehungsprozeß geht der nächste Abschnitt ein.

#### **4.3.2 Einordnung der LZA-Analyse in den Produktentstehungsprozeß**

Die LZA-Analyse ist im Idealfall integrativer Bestandteil des Innovationsprozesses, der sich von der Ideengenerierung bis zur Produktvermarktung erstreckt<sup>1</sup>. Die im Innovationsprozeß entstandenen Inventionen sind nicht notwendigerweise komplette neue Produkte, sondern können auch innovative Komponenten darstellen<sup>2</sup>, von denen später mehrere in einer neuen Produktgeneration zusammengefaßt werden.

Diese Unterscheidung von innovativer Komponente und neuem Produkt wird durch die zeitlichen Abläufe deutlich. Während der Innovationsprozeß kontinuierlich durchgeführt wird und laufend zu bewertende Inventionen hervorbringt, werden neue Produktgenerationen periodisch aufgesetzt. Bei der Konzeption einer neuen Produktgeneration werden die relevanten Innovationsideen aus der Ideengenerierung abgefragt und im Rahmen des Innovationsmanagements systematisch integriert. Für die LZA-Analyse bedeutet dies, daß die nach einheitlichem Vorgehen durchgeführten Bewertungen von Produktkomponenten in der Planung für das Gesamtprodukt zusammengeführt und um die noch nicht abgedeckten Grundumfänge erweitert werden müssen. Abbildung 67 stellt die beiden Abläufe nebeneinander und zeigt auf, wie die Ergebnisse der LZA-Analyse die Brücke zwischen ständig laufendem Innovationsmanagement und neuer Produktgeneration schlägt.

---

<sup>1</sup> Vgl. Abschnitt 2.1.1.

<sup>2</sup> Eine Invention einer neuartigen Klimaanlage stellt für einen Automobilhersteller beispielsweise kein eigenes Produkt dar, sondern eine innovative Komponente im Rahmen des Gesamtproduktes Automobil der nächsten Generation.

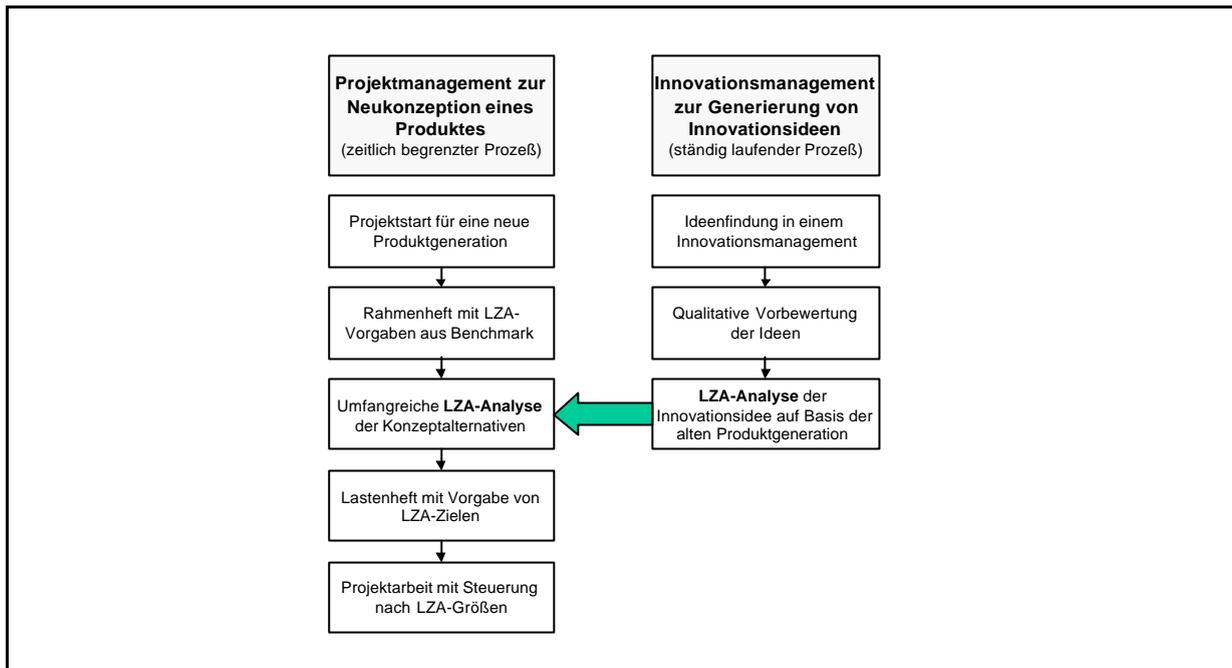


Abbildung 67: Zusammenhang von Innovationsmanagement und Neuproduktentstehung

Mit der einheitlichen Bewertung von Innovationsideen für Komponenten und Gesamtprodukte wird sichergestellt, daß sich die laufenden planerischen Arbeiten zur Bewertung von Einzelkomponenten schnittstellenfrei in das aus mehreren Komponenten bestehende Produkt einfügen lassen. Falls aus technischen Gründen im Verlauf des Produktprojektes ein alternativer, bereits im Innovationsmanagement bewerteter, Lösungsansatz zum Tragen kommen soll, können die Ergebnisse der LZA-Analyse einfach ausgetauscht werden. Mit Hilfe einer durchgehenden Systematik der Bewertung und Steuerung im Innovations- und Produktentstehungsprozeß wird somit ein modularer Aufbau des Produktes und ein flexibler Entwicklungsablauf unterstützt.

Die LZA-Analyse liefert als Ergebnis ein Produktkonzept, welches sich durch einen Ausgleich von zukünftigen Kundenanforderungen, technisch machbaren Leistungen und den zugehörigen Aufwänden auszeichnet. Diesem Spannungsfeld hat sich auch das Target-Costing und Target-Investment mit der Erkenntnis verpflichtet, daß „Erfolg oder Mißerfolg eines Produktes maßgeblich durch die Fähigkeit beeinflusst werden, in crossfunktional besetzten Projektteams die systematische ‚Übersetzung‘ der Kunden- und Markterfordernisse in technische Anforderungen vorzunehmen“<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Claassen (1997), S. 163. Vgl. Gräfe (1998), S. 55.; vgl. Coenenberg, u.a. (1994), S. 10.

Da im Target-Costing die Leistungsdimension, zu der ein entsprechender Marktpreis abgeleitet und heruntergebrochen wird, als bekannt und konstant vorausgesetzt wird, liefert die LZA-Analyse einen wichtigen Input aus der Bewertung alternativer Innovationskonzepte, der ohne weitere Anpassungen bei der Umsetzung im Unternehmen in den Target-Instrumenten verwendet werden kann<sup>1</sup>.

Die LZA-Analyse wird idealerweise in einer Projektorganisation durchgeführt, in der Experten unter der Führung eines Projektleiters kooperativ zusammenarbeiten<sup>2</sup>. Die Verantwortung für die Ergebniserarbeitung kann dabei entweder dem Koordinator, einem Projektgremium oder dem gesamten Projektteam gemeinschaftlich zufallen. Entscheidend ist dabei das Commitment, welches von den einzelnen Projektmitgliedern verlangt wird.

Zeitlich ist die LZA-Analyse so in die Ablauforganisation der Entwicklung einzuordnen, daß konzeptionelle Freiräume für die Produktgestaltung noch ausgeschöpft werden können. Im Entwicklungsprozeß ist das typischerweise nach Erstellung des Rahmenheftes und vor der detaillierten konstruktiven Festlegung der Lastenheftumfänge der Fall. Dabei ist durchaus zu überlegen, ob nicht bereits im Rahmenheft LZA-bezogene Anforderungen für das zu entwickelnde Produkt formuliert werden.

Die frühzeitige Festlegung von Zielwerten für Ausgaben, Einnahmen, Nutzwert und Aufwandswert einer Innovationsidee über die Entwicklungs- und Produktionsbudgets hinaus für die Nutzungs- und Außerbetriebstellungsphase wertet die Parameter der LZA-Analyse als Erfolgsgrößen für die Projektarbeit auf und erhöht die Akzeptanz. Für das Controlling sind diese Vorgaben über Benchmarkvergleiche während des gesamten Entwicklungsprozesses mit dem Wettbewerb vergleichbar und während der Projektbearbeitung als Steuerungsgrößen einsetzbar.

---

<sup>1</sup> Vgl. Coenenberg, u.a. (1994), S. 4 und S. 33.

<sup>2</sup> Vgl. Pfohl, Wübbenhorst (1983); vgl. Blanchard (1978), S. 176.

### 4.3.3 Ablauf der LZA-Analyse

Die LZA-Analyse ist als interdisziplinärer Bewertungsansatz zum Ausgleich von technischen, marktlichen und kundenseitigen Interessen entwickelt worden. Bei den aufbauorganisatorischen Voraussetzungen zur Durchführung der LZA-Analyse wurde daher die Einrichtung eines Projektteams vorgeschlagen, welches sich aus Entwicklung und Vertrieb unter Führung des Controlling zusammensetzt. In diesem Abschnitt wird darauf eingegangen, wer in diesem Bewertungsteam wann bestimmte Ergebnisse in den Bewertungsprozeß einzuspeisen hat, um eine effiziente und effektive Anwendung der LZA-Analyse bei der Auswahl von Produktinnovationen zu gewährleisten (siehe die dreiteilige Abbildung 68 ).

Die Gewinnung von Innovationsideen wird im Innovationsmanagement an zentraler Stelle vorgenommen<sup>1</sup>. Idealerweise sammelt der Entwicklungsbereich dazu Innovationsideen und veranstaltet aufgrund von Kundenanforderungen, die der Vertrieb aus Marktforschungsaktivitäten einbringt, gezielte Suchfeldmoderationen. In den Suchfeldmoderationen werden zu bisher offenen Kundenproblemen systematisch in Kreativprozessen problemgerechte Lösungsideen gesucht. Das Unternehmen fördert in diesem frühen Stadium den Kreativprozeß durch die Bereitstellung der benötigten Ressourcen und Freiräume.

Die so gesammelten Rohideen werden im Entwicklungsbereich einer Bündelung zugeführt, zu denen dann erste technische Lösungsansätze als Innovationsidee beschrieben werden können. In Feasibility-Studien schätzt der Entwicklungsbereich die Realisierbarkeit der Innovationsideen ab und gibt die Ideen zur Bewertung weiter. Momentan rechnerisch nicht lohnenswert erscheinende und technisch nicht realisierbare Ideen werden mit einer Übernahme in eine zentrale Datenbank zur späteren Bearbeitung zurückgestellt.

Für die zur weiteren Bewertung vorgesehenen Ideen prüft die Entwicklung die patentrechtliche Situation, während die Verträglichkeit mit der Unternehmensstrategie bei der strategischen Produktplanung sichergestellt wird und der Vertrieb erste Marktforschungsaktivitäten zur Akzeptanzuntersuchung der Idee in den Zielmärkten startet.

---

<sup>1</sup> Zum Innovationsmanagement im hier verwendeten Sinne siehe Haller (1997).

Fällt die Prüfung der unternehmensstrategischen Verträglichkeit der Idee positiv aus, werden die materiellen und personellen Entwicklungsausgaben prognostiziert, während der Vertrieb ein Nutzungsszenario des Kunden für die Produktidee festlegt. Die Detaillierung des Nutzungsszenarios zum Nutzungsprofil wird vom Vertrieb dazu genutzt, ein Marktpotential für das Produkt auszuweisen, aus dem sich für das Unternehmen realistische Absatzzahlen ableiten lassen. Die möglichst detaillierte Beschreibung der einzelnen Komponenten, aus denen die Produktidee besteht, stellt einen Input für die Ertragsplanung dar, von der zu diesem Zeitpunkt die Produktionsausgaben prognostiziert werden. Parallel dazu ermittelt der Vertrieb den Nutzwert der Innovationsidee für den Kunden.

Zusammen mit den vom Vertrieb gelieferten Wettbewerbsdaten kann aus den Preissensitivitäten am Markt und aufgrund der Entwicklungs- und Produktionsausgaben eine angestrebte Preispositionierung für das neue Produkt abgeleitet werden. Die Preisermittlung kann sich auf eine Komponente des Produktes beziehen, die im Idealfall auch am Markt eine Preisdifferenzierung des übergeordneten Produktes möglich macht, oder auf das Produkt als eigenständiger Marktleistung.

Die Ermittlung der Nützlichkeitsgrößen bei den einzelnen, vom Vertrieb definierten Nutzungsarten nimmt die Entwicklung mit dem Produktmanagement vor und liefert somit die Voraussetzung zur gemeinsamen Betrachtung von Aufwand und Nutzen. Mit Vorliegen der Aufwands- und Nutzenwerte über die Zeit kann die Analysephase einsetzen, in der aufgrund der Besonderheiten des Produktes alle für die Auswahl relevanten Analysen durchgeführt und als Entscheidungsvorlage aufbereitet werden. Die Entscheidungsvorlage wird dem Management vorgelegt, um die Realisierung der Innovationsidee zu diskutieren und die notwendigen Finanzmittel für Entwicklung und Produktion bereitzustellen.

Die vorbereiteten Daten werden nach positiver Entscheidung der Innovationsidee in die Systemwelt des internen Rechnungswesens und des projektorientierten Controlling übernommen und liefern damit den Input für die operative Steuerung des Innovationsprojektes bis zur Markteinführung<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Auf die Ausgestaltung dieser Schnittstelle geht Riezler (1996) ausführlich ein.

Der Bewertungsprozeß von der ersten Idee über die Nutzenerfassung bis zur Entscheidungsvorlage kann je nach Komplexität der Innovationsidee zwischen wenigen Wochen und einigen Monaten in Anspruch nehmen. Diese Zeit verzögert zwar aufgrund der ohnehin nötigen Markt- und Feasibility-Untersuchungen nicht den Produktentwicklungsablauf, stellt aber weitgehende Anforderungen an eine frühzeitige Zusammenarbeit unterschiedlicher Disziplinen im Unternehmen.

In diesem Zusammenhang ist es entscheidend, die LZA-Analyse in der Aufbau- und Ablauforganisation des Unternehmens zu implementieren. Die in Abbildung 68 beschriebene Vorgehensweise muß hierarchisch und zeitlich den entsprechenden Stellen im Unternehmen so zugeordnet werden, daß die Entscheidungsträger der Entscheidungsvorlage trauen, die sie als Ergebnis der Bewertung erhalten. Dabei benötigt die LZA-Analyse keine neuen Stellen mit zusätzlichen Inhalten. Alle Tätigkeiten im Rahmen der Bewertung sind im Unternehmen bereits einzelnen Strukturstellen zugeordnet, müssen aber koordiniert und integriert werden<sup>1</sup>. Mehraufwand ist in der Anfangsphase möglich, wenn Erfahrungseffekte fehlen und alte und neue Bewertungsaktivitäten parallel laufen.

Das nächste Kapitel stellt in Form einer Fallstudie dar, wie der Ablauf zur Anwendung der LZA-Analyse bei der Bewertung alternativer Antriebskonzepte von Personenkraftwagen angewendet werden kann. Damit kann der logisch-methodische Kreis aus Entdeckungs-, Begründungs- und Verwertungszusammenhang im Sinne einer angewandten Wissenschaftstheorie geschlossen werden.

---

<sup>1</sup> Vgl. Blanchard (1978), S. 174.

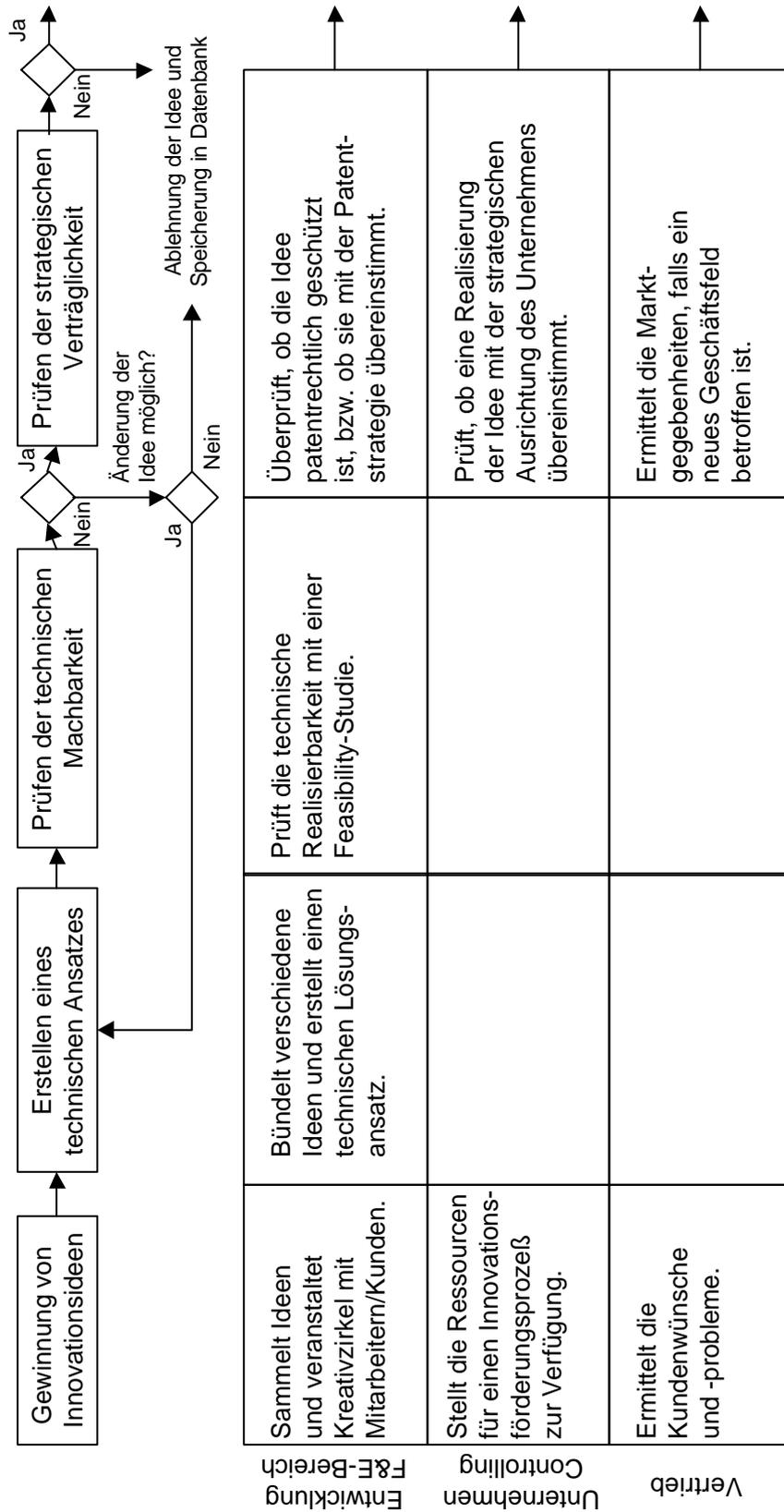


Abbildung 68: Ablauf der LZA-Analyse (Teil 1)

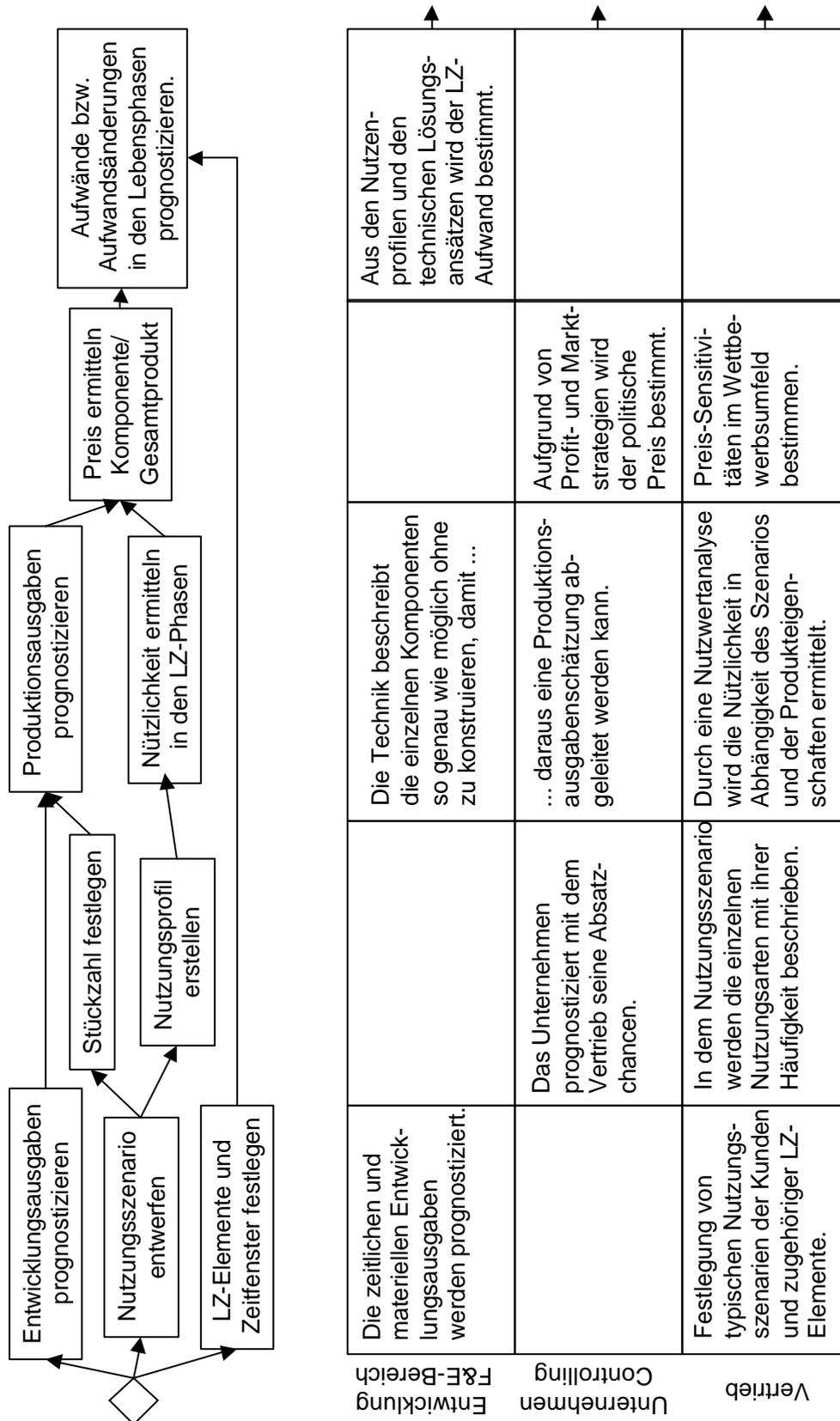


Abbildung 69: Ablauf der LZA-Analyse (Teil 2)

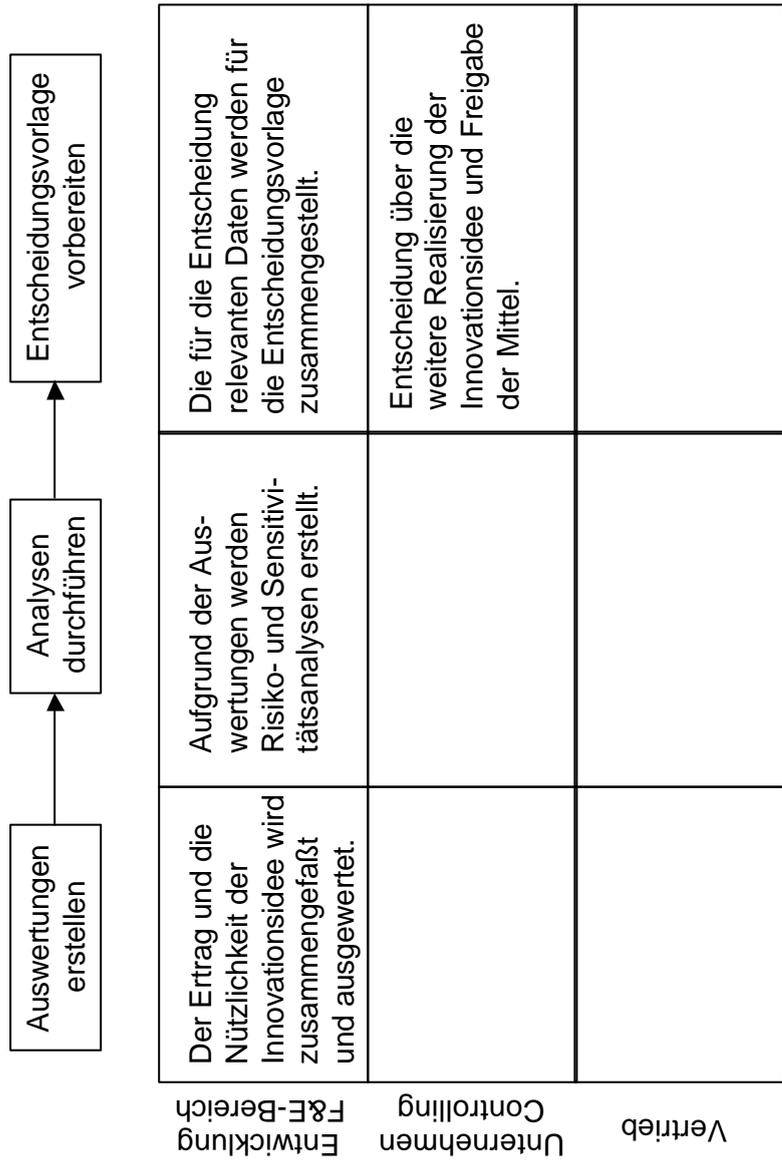


Abbildung 69: Ablauf der LZA-Analyse (Teil 3)

## 5 Anwendung der LZA-Analyse - Fallstudie alternative Antriebe

Die in den letzten Abschnitten erarbeitete Methodik der LZA-Analyse als Bewertungswerkzeug für Innovationsideen wird im folgenden anhand einer Fallstudie praktisch angewendet. Im Abschnitt 5.1 wird die gewählte Problemstellung aus der Unternehmenspraxis der Automobilindustrie beschrieben. In Abschnitt 5.2 werden die dazugehörigen Daten nach Nützlichkeit und Ertrag über die Zeit getrennt aufbereitet, um sie in Abschnitt 5.3 der Bewertung und Analyse unterziehen zu können und mit einem Bewertungsergebnis abzuschließen.

### 5.1 Problemstellung

Die Entwicklung des Personenverkehrs ist durch einen stetig steigenden Motorisierungsgrad gekennzeichnet. Nach Prognosen der Shell AG werden im Jahr 2005 in Deutschland auf 1.000 Einwohner ca. 700 Fahrzeuge zugelassen sein, was gegenüber 1988 einer Steigerung von 17% entspricht<sup>1</sup>. Ähnliche Entwicklungen werden auch für andere industrialisierte Länder prognostiziert<sup>2</sup>. Die Bedeutung des Automobils als einzigartigem Symbol von Wirtschaftskraft und individueller Freiheit verstärkt sich danach in der industrialisierten Welt mit steigenden Anforderungen der Kunden an Preis-Nutzenerwartungen.

Gleichzeitig stößt der Individualverkehr mit verbrennungsmotorischem Antrieb in zweifacher Hinsicht zunehmend an seine Grenzen: die heute zum Antrieb verwendeten fossilen Brennstoffe sind begrenzt und werden in absehbarer Zeit knapp<sup>3</sup>, zudem sind besonders in Ballungszentren die Auswirkungen der Automobilisierung durch Smog aus Autoabgasen mittlerweile so stark angestiegen, daß die Lebensqualität und die Gesundheit der Bevölkerung gefährdet wird. Um nicht das Automobil mit allen wirtschaftlichen Auswirkungen verbieten zu müssen, werden daher zunehmend Gesetze erlassen, welche die Abgasqualität mit immer strengeren Auflagen versehen<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> Vgl. Shell (1991), S. 4 f; vgl. Bundesministerium für Verkehr (1997), Teil B1.

<sup>2</sup> Vgl. International Energy Agency (1991), S. 11.

<sup>3</sup> Vgl. Air Resources Board (1998a), S. 1 f.

<sup>4</sup> Z. B. in der EU-Gesetzgebung mit einer stufenweisen Verschärfung des CO, NOx, HC usw. Ausstoßes.

Eine besondere Vorreiterrolle nimmt der U.S.-amerikanische Bundesstaat Kalifornien ein, in dem die Hersteller von Automobilen ihre Grenzwerte für den Kohlenwasserstoffausstoß bis 2003 im Flottenverbrauch so weit reduzieren müssen, daß dies technisch mit konventionellen Verbrennungsmotoren nicht mehr erreichbar ist<sup>1</sup>. Eingelöst werden soll diese Forderung mit der Verpflichtung der Automobilhersteller, ab dem Jahr 2003 in Kalifornien mindestens 10% ihrer Fahrzeuge als abgasfreie (Zero Emission Vehicles, ZEV) Fahrzeuge zu verkaufen, wenn der gesamte Jahresabsatz des Herstellers 3000 Fahrzeuge übersteigt<sup>2</sup>.

Diese Anforderungen können nur durch alternative Antriebskonzepte wie dem Elektrofahrzeug und möglicherweise dem Hybridfahrzeug erfüllt werden<sup>3</sup>. Die technischen Lösungen, die für Kundenfahrzeuge im Jahr 2003 Anwendung finden können, sind bereits heute bekannt und in Versuchsträgern verbaut.

Da sich aber das kundenrelevante Leistungsprofil von alternativen Antrieben aufgrund der neuen technischen Randbedingungen radikal vom heute flächendeckend eingesetzten verbrennungsmotorischen Antrieb unterscheidet, wird hier ein innovatives Produkt entwickelt, welches den Kundennutzen im Vergleich zu eingeführten Produkten verändert. Neben den Leistungen werden sich voraussichtlich auch der Anschaffungspreis und die Betriebsausgaben der alternativen Fahrzeuge von den heute üblichen Strukturen stark unterscheiden und die Preis-Nutzen-Verhältnisse einzelner Mobilitätsleistungen verändern.

Der gut informierte Kunde wird - solange er die Wahl hat - vergleichen, mit welchen Anschaffungs- und Betriebsausgaben er seinen Vorstellungen von individueller Mobilität am besten gerecht werden kann<sup>4</sup>. Der Kunde vergleicht demnach die einzelnen Aufwands- und Nutzengrößen alternativer Antriebe mit denen der verbrennungsmotorischen Alternative. Damit stellt das Problem der Auswahl alternativer Antriebskonzepte eine geeignete Fallstudie für die Anwendung der LZA-Analyse dar<sup>5</sup>.

---

<sup>1</sup> Bangemann, Priemer (1997), S. 66, wobei ZEV bedeutet, daß kein Ausstoß von HC, CO und Nox nachzuweisen ist. Vgl. California Air Resources Board (1998b), S. 1; vgl. Cardullo (1993), S. 1.

<sup>2</sup> Vgl. Coates, Cogan (1997), S. 5.

<sup>3</sup> Hybridfahrzeuge erfüllen bisher zwar nicht den Tatbestand der Abgasfreiheit, werden aber in einigen Gesetzesvorlagen als gleichwertig behandelt, obwohl ihre Gesamtenergiebilanz schlechter ist. Im verbrennungsmotorischen Bereich kommen SULEV-Fahrzeuge den Anforderungen näher.

<sup>4</sup> Vgl. Taylor (1981), S. 33.

<sup>5</sup> Vgl. Greene (1991), S. 1199.

Für die LZA-Analyse werden die zu untersuchenden Alternativen virtuell als Umbauten in einem verbrennungsmotorischen Fahrzeug realisiert und mit diesem als Referenz verglichen<sup>1</sup>.

Die Ergebnisse dieser Analyse geben Anhaltspunkte für die Preisgestaltung der alternativ betriebenen Fahrzeuge im Vergleich zu den verbrennungsmotorisch angetriebenen Fahrzeugen für eine Einführung ab dem Jahr 2003<sup>2</sup>. Die Kenntnis der LZA-Größen ermöglicht auch Aussagen zu lebenszyklusaufwandsorientierten Dienstleistungsansätzen oder staatlichen Fördermaßnahmen, die für die Einführung batteriebetriebener Fahrzeuge sinnvoll oder sogar notwendig sein können<sup>3</sup>, weil „beim Kauf von Automobilen der Preis eines der wesentlichen Merkmale bildet, nach dem die Nachfrager ihre Entscheidung treffen...“<sup>4</sup>

## 5.2 Datenaufbereitung

Für die vorliegende Fallstudie wird ein praxisnaher Lebenszyklusaufwandsvergleich von Personenkraftwagen mit vier unterschiedlich aufgebauten Antriebssystemen vorgenommen. Als Referenz dient eine mit konventionellem Verbrennungsmotor angetriebene Limousine. Mit diesem bekannten Basisfahrzeug werden drei innovative Antriebskonzepte über ihren Lebenszyklus verglichen<sup>5</sup>:

- a) Der reine Elektroantrieb
- b) Der serielle Hybridantrieb
- c) Der parallele Hybridantrieb

Beim reinen Elektroantrieb wird die zum Fahren notwendige Energie unabhängig vom Fahrzeug in Großkraftwerken erzeugt und über das Stromnetz zur Verfügung gestellt. Ähnlich einem verbrennungsmotorischen Fahrzeug, welches Benzin als Energiereserve tankt, wird beim Elektrofahrzeug an einer Ladestation die benötigte Energie ‘geladen’ und in Batterien gespeichert.

---

<sup>1</sup> Damit treten antriebsbedingte Unterschiede in den Vordergrund, während Form und Aufbau des Fahrzeugs konstant gehalten werden können. Die gleiche Vorgehensweise wählt Fleissner, u.a. (1996) zur Gegenüberstellung des Energieverbrauchs alternativer Antriebskonzepte.

<sup>2</sup> Vgl. Cardullo (1993), S. 1.

<sup>3</sup> Hier sind beispielhaft Leasingkonzepte für Batterien, der Betrieb von Ladestationen, Steuervorteile usw. zu nennen. Vgl. Modisette, u.a. (1997), S. 7.

<sup>4</sup> Mengen, u.a. (1996), S. 33.

<sup>5</sup> Vgl. Harbolla, Helling (1993), S. 2.

Die Energie wird an Elektromotoren in Vortrieb umgesetzt (siehe Abbildung 69). Das Fahrzeug hat keine Möglichkeit, selbst elektrische Energie zu erzeugen<sup>1</sup> und muß wieder extern geladen werden, wenn die Batterie leer ist<sup>2</sup>.

Dies grenzt das reine Elektrofahrzeug zu den Hybridfahrzeugen ab, bei denen eine Kombination aus Verbrennungsmotor<sup>3</sup> und Elektromotor mit Batterie vorliegt. Hybridfahrzeuge können damit wahlweise verbrennungsmotorisch wie auch elektromotorisch bewegt werden.

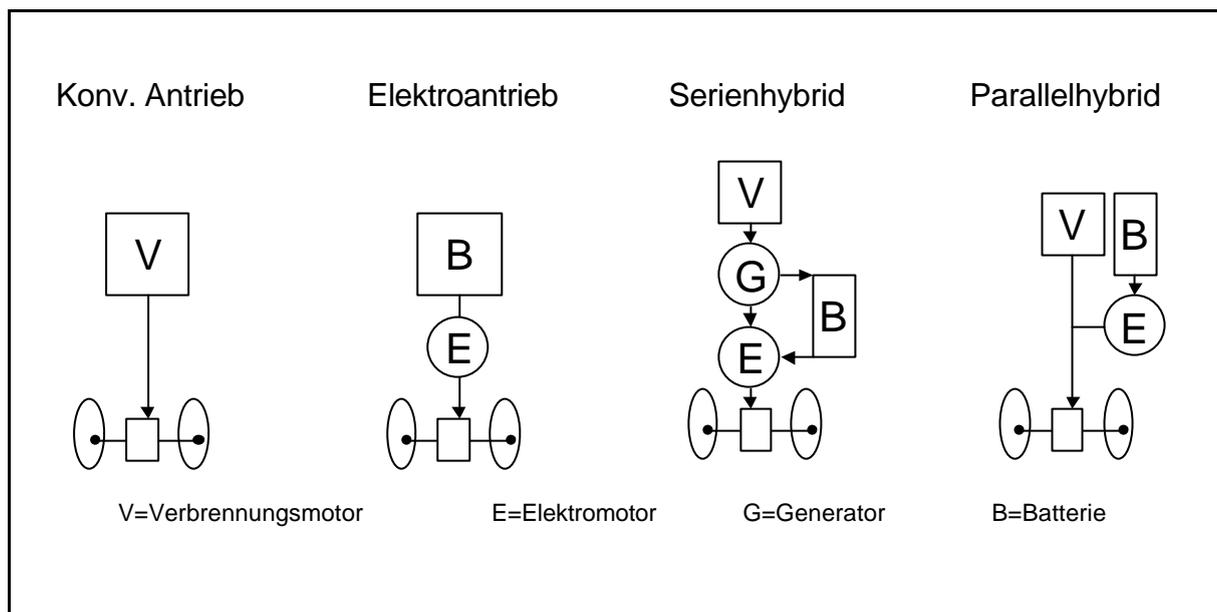


Abbildung 69: Aggregateanordnungen alternativer Antriebe

Beim seriellen Hybridantrieb erzeugt das Fahrzeug durch einen ständig im Bestpunkt laufenden Generator die Energie, die für die Elektromotoren zum Vortrieb benötigt werden (siehe Abbildung 69). Durch das Vorhandensein einer Batterie kann die verbrennungsmotorisch erzeugte Energie aber auch zwischengespeichert werden, so daß das Fahrzeug streckenweise ohne verbrennungsmotorische Energieerzeugung emissionsfrei fahren kann. Die Batterie muß im leeren Zustand entweder über den verbrennungsmotorisch angetriebenen Generator oder über eine externe Stromzufuhr wie beim reinen Elektrofahrzeug nachgefüllt werden.

<sup>1</sup> Im Rahmen der Rekuperation kann Bremsenergie über einen Generator elektrisch zurückgewonnen werden.

<sup>2</sup> Momentan auf dem Markt befindliche Produkte: GM EV1, Toyota RAV4 E, Renault Saxo Electrique, Honda EV Plus usw., wobei die Marktverfügbarkeit teilweise reglementiert ist.

<sup>3</sup> Hybridantriebe mit Gasturbine sind technisch möglich, werden aber hier nicht weiter betrachtet.

Der parallele Hybridantrieb zeichnet sich in seiner Reinform durch ein unverbundenes Nebeneinander von verbrennungsmotorischem und elektrischem Antrieb aus. Das Fahrzeug wird entweder wie ein konventionelles Fahrzeug direkt über den Verbrennungsmotor angetrieben oder durch den von einer extern geladenen Batterie gespeisten Elektromotor, wie ein reines Elektrofahrzeug (siehe Abbildung 69). Unterschiedliche Kombinationskonzepte von serielltem und parallelem Hybridantrieb sind möglich, wobei sich die Fallstudie auf die dargestellten Grundkonzepte beschränkt<sup>1</sup>.

Jedes der vier Antriebskonzepte hat unterschiedliche Vor- und Nachteile, die sich aus den technischen Daten ergeben, welche im nächsten Abschnitt dargestellt sind. Obwohl die Fallstudie anhand eines realen Praxisprojektes beschrieben wird, sind die einzelnen technischen Daten verändert und damit fiktiv. Die Aussagetendenz bleibt jedoch erhalten, so daß sich für die Demonstration der LZA-Analyse an einer Fallstudie keine Nachteile ergeben.

### **5.2.1 Technische Leistungsdaten alternativer Antriebe**

Die LZA-Analyse der alternativ angetriebenen Fahrzeuge wird auf Basis von praxisnahem Datenmaterial erstellt, welches in der Tabelle von Abbildung 70 zusammengefaßt ist. Da jeweils die gleiche Karosserie als Basis für den virtuellen Einbau der alternativen Antriebe verwendet wird, braucht auf karosseriebezogene Daten nicht näher eingegangen werden.

Der Marktpreis des konventionellen Grundfahrzeuges wird mit 40.000 DM inkl. gesetzlicher Mehrwertsteuer angesetzt. Ohne den Motor werden Herstellerausgaben von 26.000 DM angenommen. Das Basisfahrzeug wird in Großserie in einer Gesamtstückzahl von ca. 3 Mio. Fahrzeugen über eine Laufzeit von 8 Jahren hergestellt.

---

<sup>1</sup> Die aktuell am Markt verfügbaren Hybridfahrzeuge sind z. B. der Toyota Prius und der Audi Duo. Beim Prius wird bis 20 km/h elektromotorisch, darüber verbrennungsmotorisch angetrieben und die Batterie geladen – ein Beispiel für die Spielarten des Hybridansatzes. Die Marktverfügbarkeit ist teilweise reglementiert.

DATENART/EINHEIT	KONVENTIONELL	ELEKTROANTRIEB	SERIELLER HYBRID	PARALLELER HYBRID
Leergewicht [kg]	1280 kg	1600 kg	1800 kg	1600 kg
Leistung verbr. Motor [kW]	100 kW	-	55 kW	60 kW
Leistung elektr. Motor [kW]	-	50 kW	70 kW	20 kW
Energieinhalt Batterie [kWh]	-	30 kWh	12 kWh	12 kWh
Reichweite ZEV-Betrieb [km] (je nach Streckenprofil)	-	120 km (mit Rekuperation)	45 km	30 km
Verbrauch Verbrennung [l/100km]	8,5 l	-	6 l	6,5 l
Verbrauch elektrisch [kWh/100km]	-	42 kWh/100 km	32 kWh/100 km	32 kWh/100 km
Höchstgeschwindigkeit [km/h]	200 km/h	130 km/h	130 km/h	120 km/h
Beschleunigung 0-50 km/h	5 s	8 s	10 s	9 s
Beschleunigung 0-100 km/h	9 s	14 s	17 s	15 s
Nutzvolumen [%]	100%	70%	80%	80%
Nutzlast [%]	100%	50%	60%	60%

Abbildung 70: Technische Daten der bewerteten Antriebskonzepte<sup>1</sup>

Die fiktive Markteinführung der ersten Fahrzeuge mit alternativen Antrieben soll 1998 mit etwa 1.000 Einheiten auf einem subventionierten Testmarkt erfolgen<sup>2</sup> und steigert sich dann jährlich um etwa 2.000 Fahrzeuge auf 10.000 Fahrzeuge im Jahr 2004. Im Jahr 2004 soll die hier eingesetzte Technologie von einem Nachfolgetypen<sup>3</sup> abgelöst werden.

Als Energiespeicher werden bei den alternativ angetriebenen Fahrzeugen der ersten Generation durchweg NiCd-Akkus vorgesehen. Technisch ist die Anwendung dieses Akku-Typs gegenüber NiMH- oder NaNiCl-Akkus und weiteren Stromspeichertechnologien in der Diskussion<sup>4</sup> - die Auswahl des sinnvollsten Batteriesystems im Spannungsfeld von Speicherdichte, Haltbarkeit, Anschaffungs- und Betriebskosten wäre Anwendungsfeld für eine weitere LZA-Analyse und kann hier nur am Rande mitbetrachtet werden<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> Veränderte Echt Daten.

<sup>2</sup> Für Behördenfahrzeuge, zur Postzustellung usw.

<sup>3</sup> In der Diskussion ist heute die Brennstoffzelle mit Markteinführung in 2004.

<sup>4</sup> Zu Diskussionskriterien vgl. o. V. (1989), S. 76 – 99.

<sup>5</sup> Neu auf den Markt kommende Fahrzeuge werden zunehmend mit der NiMH-Akkutechnologie ausgestattet, da der Einsatz von Cadmium aus ökologischer Sicht bedenklich ist.

Aus diesem vereinfachten Datensatz, der aus Projektbeschreibungen, Marketingdaten und in vielen Einzelgesprächen mit den verantwortlichen Fachleuten in Technik, Betriebswirtschaft, Vertrieb und Marketing gewonnen werden konnte, wird im folgenden systematisch die LZA-Analyse durchgeführt werden – getrennt nach Nützlichkeit und Ertrag.

### **5.2.2 Prognose der Nützlichkeit alternativer Antriebe**

Das Referenzsystem bei alternativen Antrieben stellt der verbrennungsmotorische Antrieb dar. Die technischen Daten eines verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugs sind demnach mit denen von alternativ angetriebenen Fahrzeugen zu vergleichen. Als Verfahren zur Prognose der Nützlichkeit von Innovationsideen wurde die Nutzwertanalyse beschrieben.

Die Nützlichkeit jeder einzelnen zu bewertenden Antriebsvariante ist wie in Abbildung 71 dargestellt, in Form von Punktwerten zu ermitteln. Aus der Festlegung von relevanten Kundenzielgruppen und Zukunftsszenarien der Umgebungsvariablen zum Zeitpunkt der Markteinführung werden Nutzungsprofile abgeleitet. Diese Nutzungsprofile geben an, welchen Anteil unterschiedliche Fahrzwecke für die betreffende Zielgruppe in der Zukunft an der Nutzung des Fahrzeugs haben. Aus der Bedeutung der Fahrzwecke als Anteil an der Gesamtnutzung des Fahrzeugs werden die Gewichtungen abgeleitet.

Da hinter jedem Fahrzweck technische Anforderungen stehen, können aus dieser Gewichtung die Bedürfnisse der Zielgruppen an die Fahrzeuge der Zukunft abgeleitet werden. Die technischen Daten der zu betrachtenden Fahrzeugvarianten mit unterschiedlichen alternativen Antriebskonzepten können daraufhin mit den heute bekannten Kundenanforderungen verglichen werden<sup>1</sup>. Dieser Vergleich findet durch Bewertungsfunktionen statt und liefert als Ergebnis die Nützlichkeit der einzelnen alternativen Antriebsvarianten in Form von Punktwerten.

---

<sup>1</sup> Vgl. Haedrich, Jeschke (1993), S. 9.

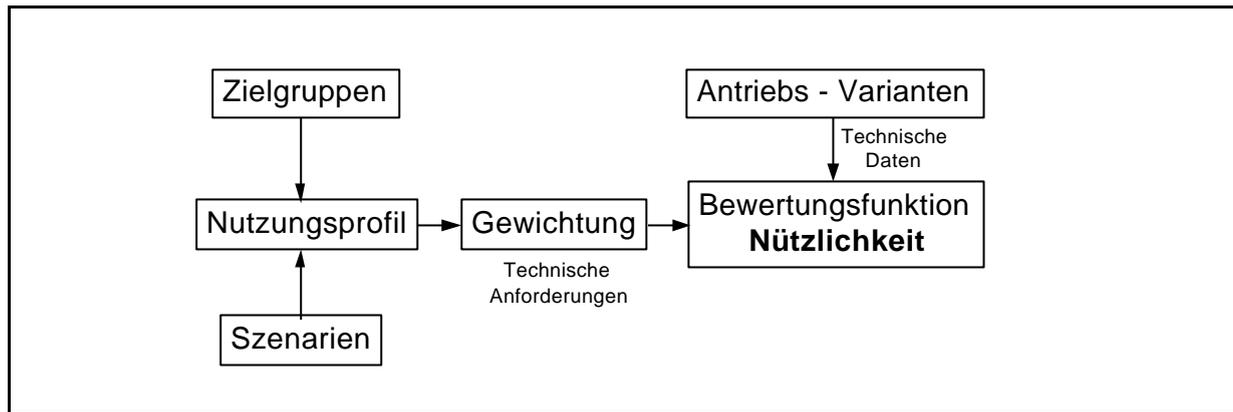


Abbildung 71: Vorgehen bei der Nützlichkeitsermittlung

Als Zielgruppe werden für die Fallstudie die Käufer von Limousinen im Preisbereich von 40.000 DM bis 50.000 DM ausgewählt<sup>1</sup>. In diesem Preisspektrum müssen sich die alternativen Antriebskonzepte vergleichen lassen.

Da eine breite Markteinführung erst ab dem Jahr 2002 möglich ist, werden für dieses Jahr die Verkehrs- und Gesellschafts-Prognosen herangezogen. Für die Fallstudie werden folgende grundsätzlichen Szenarioansätze unterstellt<sup>2</sup>:

- Sehr hohe Verkehrsdichte in den Ballungszentren.
- Tempobeschränkung für Autobahnen auf 130 km/h.
- Tempobeschränkung in den Städten auf 30 km/h.
- Starke Absenkung der Abgas- und Geräuschemissionsgrenzwerte.
- Sperrung der Innenstädte für konventionell angetriebene Fahrzeuge.
- Anstieg der Kraftstoffpreise und Umweltabgaben.
- Förderung umweltfreundlicher Kraftfahrzeuge.

Aus dieser Festlegung von Zielgruppen und Szenarioumgebung werden die Nutzungsprofile abgeleitet. Die Nutzungsprofile geben an, zu welchem Zweck das Fahrzeug von der Zielgruppe im ausgewählten Szenario wie häufig verwendet wird. Die verschiedenen Fahrzwecke sind:

<sup>1</sup> Diese Einschätzung deckt sich mit den Zielgruppenaussagen von General Motors für den EV1, welche gebildete Haushalte mit einem Jahreseinkommen >125 T\$ in den Fokus nimmt.

Vgl. Coates, Cogan (1997), S. 5.

<sup>2</sup> Vgl. Haedrich, Jeschke (1993), S. 10.

- Freizeitverkehr
- Berufs(pendel)verkehr
- Geschäftsreisen
- Einkaufsfahrten
- Urlaubsfahrten

Bei einer konventionellen, verbrennungsmotorisch angetriebenen Limousine im Preisbereich von 40.000 DM bis 50.000 DM wird für das Jahr 2002 unter Berücksichtigung der Szenarioprämissen die in Abbildung 72 dargestellte Verteilung der Nutzungsarten unterstellt<sup>1</sup>.

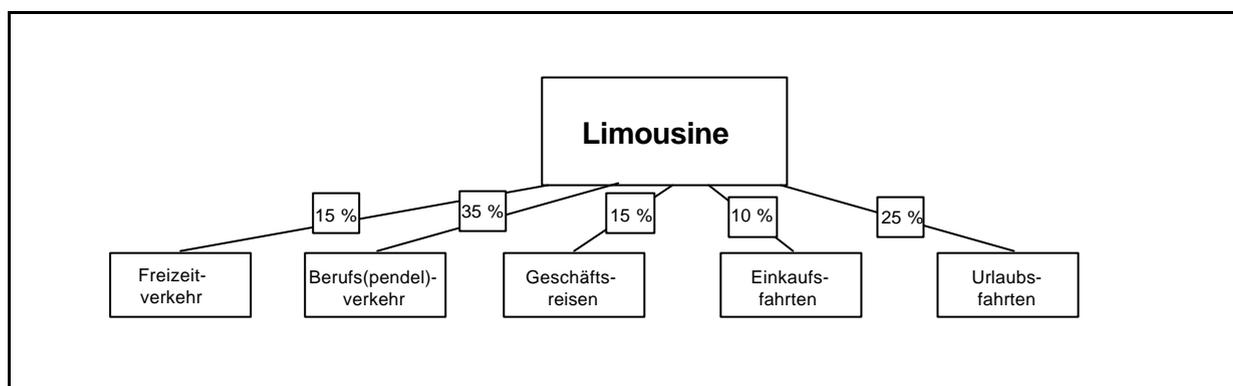


Abbildung 72: Nutzungsprofil für eine konventionelle Limousine 2002<sup>2</sup>

Jeder Fahrzweck hat sein spezifisches Anforderungsprofil an das Fahrzeug. Aus der Sicht des Fahrzeugnutzers werden je nach Fahrzweck exemplarisch die folgenden Kriterien unterschiedlich bewertet<sup>3</sup>:

- Die Fahrleistung mit den Kriterien Höchstgeschwindigkeit, Beschleunigung und Reichweite emissionsfrei.
- Die Zuladung mit den Ausprägungen Nutzvolumen und Nutzlast.

Das Nutzungsprofil der Zielgruppe, die Szenarioannahmen und die Kriterien der Fahrzwecke sind logisch so miteinander verbunden (siehe Abbildung 73), daß daraus die Bewertungsfunktionen zur Berechnung der Nützlichkeitswerte abgeleitet werden können.

<sup>1</sup> Bezogen auf die Kilometerleistung der Fahrzeuge.

<sup>2</sup> In Anlehnung an Harbolla, Helling (1993), S. 8, der allerdings die Zahl der Fahrten als Basis verwendet.

<sup>3</sup> Zur Darstellung der Vorgehensweise beschränkt sich die Fallstudie auf zwei Kriterien. Die Zahl der betrachteten Kriterien kann beliebig erweitert werden.

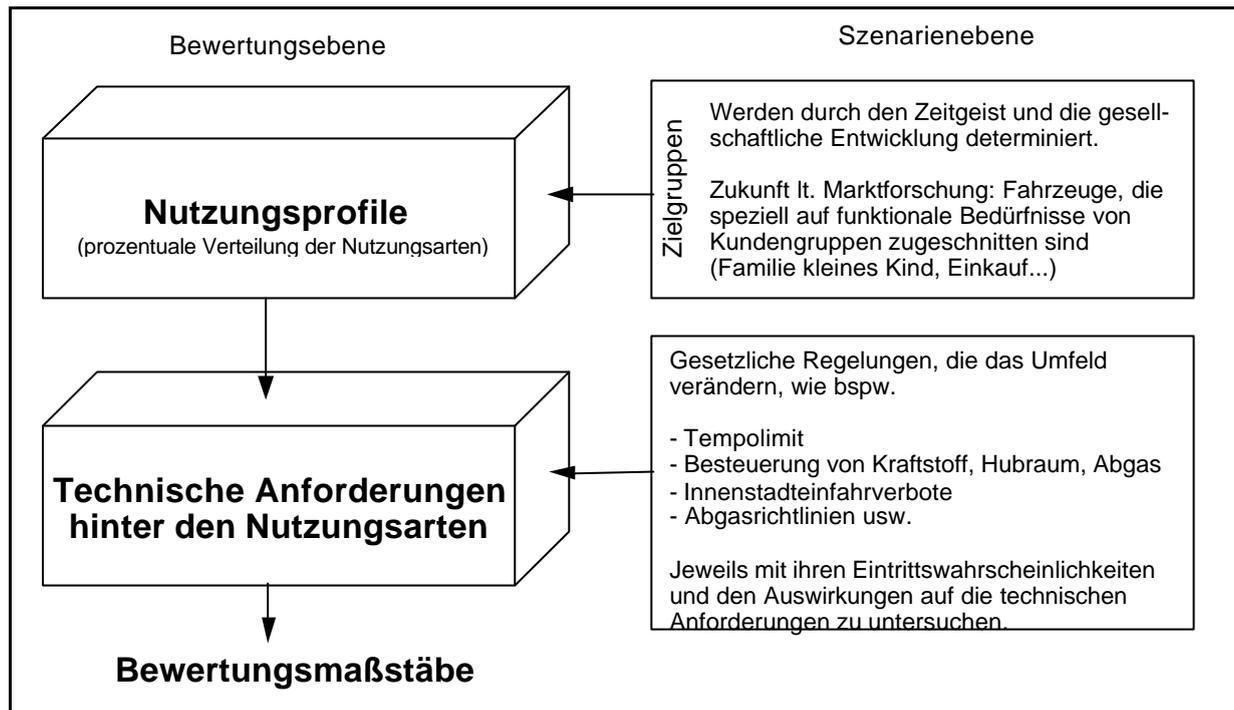


Abbildung 73: Zusammenhang von Nutzungsprofilen und Technik

Die Aufstellung der Bewertungsfunktionen der einzelnen Fahrzwecke ist nur einmal vorzunehmen und kann dann solange zur Bewertung herangezogen werden, bis sich die Definition der Fahrzwecke für die relevanten Zielgruppe verändert.

### 5.2.2.1 Aufstellung der Bewertungsfunktionen

Um die technischen Daten und Eigenschaften der verschiedenen Antriebskonzepte bewerten zu können, bedarf es definierter Funktionen, die eine Umsetzung der Kundenanforderungen in eine Bewertungspunktzahl ermöglichen. Für die einzelnen Kriterien werden im folgenden für den Fahrzweck 'Einkaufen' beispielhaft solche Bewertungsfunktionen aufgestellt, welche die technischen Daten in eine Bewertungsskala von 1 - 5 Punkten überführen<sup>1</sup>. Fünf Punkte entsprechen dabei einem optimalen Erfüllungsgrad, wogegen ein Punkt minimale Erfüllung repräsentiert.

Die Fahrleistung setzt sich aus den Kriterien Höchstgeschwindigkeit, Beschleunigung und emissionsfreier Reichweite zusammen (vergleiche Abbildung 74).

<sup>1</sup> In Anlehnung an Harbolla, Helling (1993), S.48 f.

Für die Minimalbewertung bei der Fahrzeugnutzung 'Einkaufen' muß eine Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h erreicht werden können, um auf dem Weg zu Einkaufszentren vor den Stadtgrenzen zumindest Schnellstraßen benutzen zu können. Die Maximalbewertung wird bei 130 km/h erreicht, dem szenariobedingten Tempolimit auf Autobahnen. Über diese Höchstgeschwindigkeit hinaus erfolgt für die Fahrzeugnutzung 'Einkaufen' eine Abwertung, weil hier aus Kundensicht eine Überdimensionierung vorliegen würde.

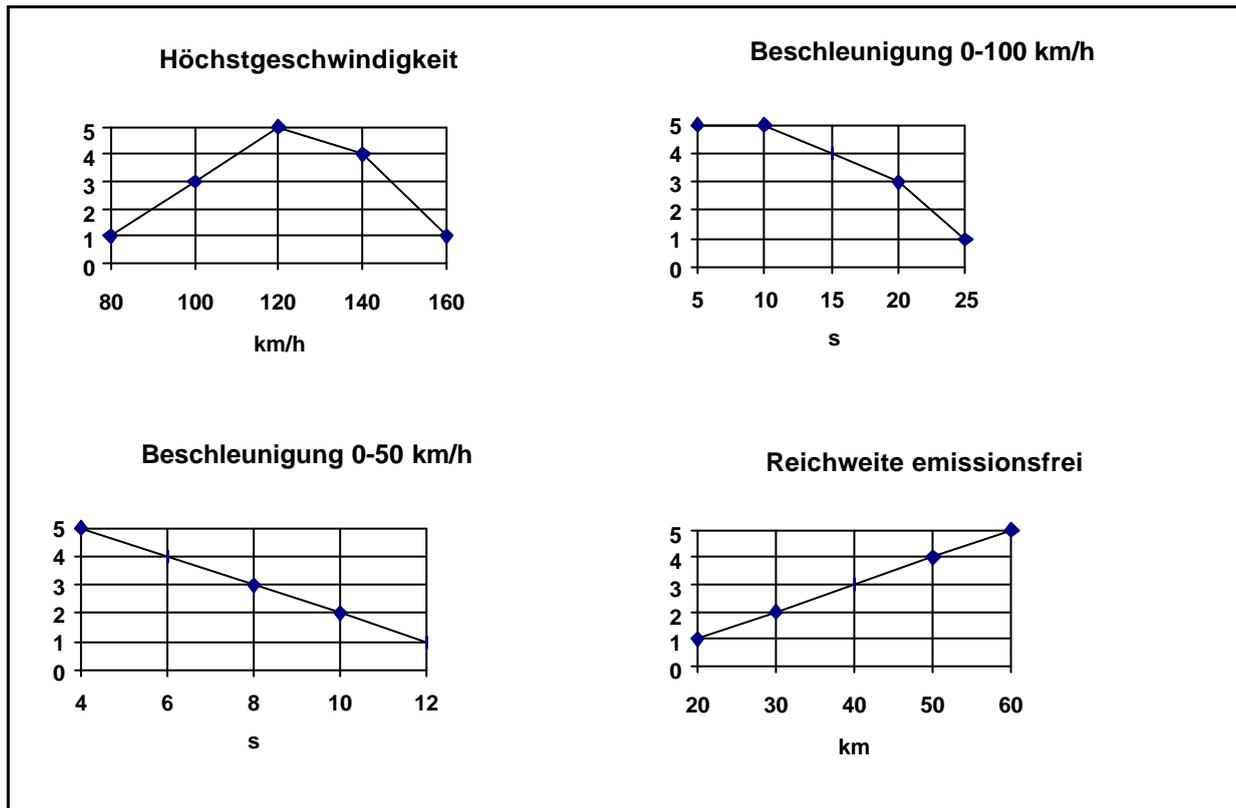


Abbildung 74: Bewertungsfunktionen der Fahrleistung beim Einkaufen<sup>1</sup>

Die Beschleunigungswerte von 0-100 km/h liegen in einer Bewertungsspanne von 5 s bis 25 s und orientieren sich an den für eine sichere Teilnahme am Straßenverkehr ausreichenden Fahrleistungen schwach motorisierter Personenkraftwagen im konventionellen Bereich. Ähnlich wurde die Bewertungsfunktion für die Beschleunigung von 0 - 50 km/h ermittelt.

<sup>1</sup> Die hier beispielhaft gewählten Funktionen sind von der Marktforschung bei Bedarf szenariotechnisch zu hinterlegen. Vgl. Simon (1997), S. 73 für beispielhafte Wertefunktionen im PKW-Umfeld.

Die Bewertungsfunktion für die Reichweite im Stadtzyklus (ECE) bei emissionsfreiem Fahrzeugbetrieb leitet sich aus der Szenarioanforderung von Innenstadtfahrverboten im Emissionsbetrieb ab. Um auch Einkaufsgelegenheiten in der Innenstadt anfahren zu können, sind 20 km dabei die Minimalforderung für die Ein- und Ausfahrt in großen Städten. Mit 60 km Reichweite ist die Maximalanforderung ein Kompromiß aus möglichst großem Aktionsradius und noch akzeptablem Batteriegewicht<sup>1</sup>.

Das Bewertungskriterium Zuladung setzt sich aus zwei quantifizierbaren Unterkriterien zusammen: dem Nutzvolumen und der Nutzlast (siehe Abbildung 75). Die Nutzwertfunktion des Nutzvolumens nimmt das Volumen des verbrennungsmotorisch betriebenen Fahrzeugs als Referenz.

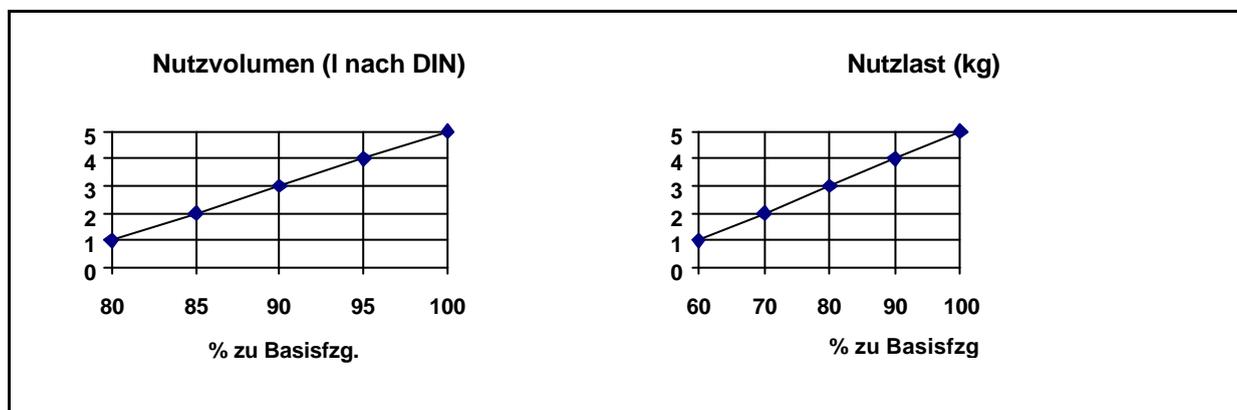


Abbildung 75: Bewertungsfunktionen der Zuladung beim Einkaufen

Jede Verschlechterung dieses Nutzvolumens bedeutet eine Abwertung, da für den Wocheneinkauf bei größerem Einkaufsvolumen durchaus das Ladevolumen der Fahrzeuge ausgenutzt wird. Auch die Nutzlast geht davon aus, daß etwa 50% - 100% der Nutzlast des Basisfahrzeugs nach Einbau des alternativen Antriebs erhalten bleiben sollten, was besonders im Hinblick auf das spezifische Gewicht der Batterie eine technische Herausforderung darstellt.

Nachdem so die einzelnen Zuordnungsfunktionen von technischen Parametern zu einem in Punktwerten ausgedrückten Nutzwert für die Funktion 'Einkaufen' aufgestellt wurden, sind die erwarteten technischen Daten der alternativ betrachteten Systeme mit diesen Funktionen zu bewerten.

<sup>1</sup> Vgl. Harbolla, Jeschke (1993), S. 9.

### 5.2.2.2 Anwendung der Bewertungsfunktionen

Zur Ermittlung des Nützlichkeitsbeitrages der Funktion 'Einkaufen' sind die technischen Daten, welche bei der Definition der zu bewertenden Varianten von alternativen Antrieben festgelegt wurden, mit den Bewertungsfunktionen zu vergleichen.

Für das Kriterium Höchstgeschwindigkeit wurden für die vier betrachteten Fahrzeuge technische Datenwerte ermittelt (siehe Daten aus Abschnitt 5.2.1). Durch Einsetzen der technischen Daten in die Bewertungsfunktion 'Höchstgeschwindigkeit' der Abbildung 74 ergeben sich für die einzelnen Alternativen folgende Nützlichkeitsbeiträge durch die Höchstgeschwindigkeit:

Konventionell:	200 km/h	entspricht	1	Nützlichkeitspunkt
Elektrofahrzeug:	130 km/h	entspricht	4,5	Nützlichkeitspunkten
Serienhybrid:	130 km/h	entspricht	4,5	Nützlichkeitspunkten
Parallelhybrid:	120 km/h	entspricht	5	Nützlichkeitspunkten

Werden nach gleichem Schema alle technischen Daten in die entsprechenden Bewertungsfunktionen eingesetzt, dann ergibt sich im vorliegenden Fallbeispiel die in Abbildung 76 dargestellten Nützlichkeiten für den Fahrzweck 'Einkaufen'.

	Konventionell	E-Fahrzeug	Serienhybrid	Parallelhybrid
Höchstgeschwindigkeit	1	4,5	4,5	5
Beschleunigung 0-100	5	3,5	4	4
Beschleunigung 0-50	4,5	3	2	2,5
Reichweite emissionsfrei	5	0	1	1
Nutzvolumen	5	0	1	1
Nutzlast	0	5	3,5	2
<b>Summe</b>	20,5	16	16	15,5

Abbildung 76: Nützlichkeitsbeiträge der Konzeptalternativen für das 'Einkaufen'

In der Nutzungsübersicht (Abbildung 72) wurde festgelegt, daß die verglichenen Fahrzeugkonzepte im Zukunftsszenario mit etwa 10% ihrer Laufzeit für den Nutzungszweck 'Einkaufen' verwendet werden. Der ermittelte Gesamtnützlichkeitswert für die Funktion 'Einkaufen' geht damit auch nur zu 10% in das Gesamtnützlichkeitsergebnis ein.

In Analogie der Ermittlung des Nützlichkeitsbeitrages der Bewertungsfunktion 'Einkaufen' sind auch Nützlichkeitsbeiträge der übrigen Fahrzwecke (Geschäftsreise, Ausbildung, Urlaub, Berufsverkehr) zu ermitteln und anteilig in das Gesamtergebnis einzustellen. Daraus läßt sich, wie in Abbildung 77 dargestellt, der Gesamtnützlichkeitswert der einzelnen zu betrachtenden Alternativen bestimmen.

	Gewicht	Konventionell		Elektroantrieb		Serienhybrid		Parallelhybrid	
		Punkte	Gewichtet	Punkte	Gewichtet	Punkte	Gewichtet	Punkte	Gewichtet
<b>Einkaufen</b>	10%	20,5 <small>(siehe Abb. 76)</small>	2	16 <small>(siehe Abb. 76)</small>	1,6	16 <small>(siehe Abb. 76)</small>	1,6	15,5 <small>(siehe Abb. 76)</small>	1,6
<b>Geschäftsreise</b>	25%	21	5,3	12	3	14	3,5	16	4
<b>Berufsverkehr</b>	5%	23	1,2	19	1	17	0,9	16,5	0,8
<b>Ausbildung</b>	5%	18	0,9	19	1	17	0,9	16,5	0,8
<b>Freizeit</b>	10%	19,5	2	16	1,6	15,5	1,6	17	1,7
<b>Urlaub</b>	45%	23	10,3	11	4,9	13	5,8	15	6,7
<b>Summe</b>	<b>100%</b>	125	<b>21,7</b>	93	<b>13,1</b>	92,5	<b>14,3</b>	96,5	<b>15,6</b>

Abbildung 77: Ermittlung des Gesamtnützlichkeitswertes der alt. Antriebe

Als Zwischenergebnis der Leistungsdimension aus Kundensicht gehen für den verbrennungsmotorischen Antrieb 21,7 Punkte, für den Elektroantrieb 13,1 Punkte, für den Serienhybrid 14,3 Punkte und für den Parallelhybrid 15,6 Punkte in die weitere Bewertung ein. Trotz der Berücksichtigung szenariotechnischer Veränderungen der Bedeutung einzelner Fahrzwecke und ihrer inhaltlichen Anforderungen, wie dem Innenstadteinfahrverbot und genereller Geschwindigkeitsbegrenzung, erfüllt der verbrennungsmotorische Antrieb die Kundenbedürfnisse immer noch erheblich besser als die alternativen Antriebskonzepte, von denen der Parallelhybrid den höchsten Nützlichkeitsbeitrag aus Kundensicht liefert.

Verändert sich die Einschätzung über die Bedeutung der Zukunftsszenarien, so kann dem durch Veränderung der Gewichtungen von Fahrzwecken entsprochen werden. Bei entsprechender EDV-technischer Unterstützung der Bewertungsabläufe können so mehrere mögliche Szenarien mitgeführt und bewertet werden<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Z. B. in Abhängigkeit unterschiedlich wahrscheinlicher politischer Verhältnisse oder Wirtschaftsentwicklungen.

Mit der Bestimmung der Nützlichkeitswerte einzelner alternativer Antriebskonzepte ist der qualitative Teil der LZA-Analyse abgeschlossen, in der die technische Leistungskomponente des magischen Dreiecks in die Leistung aus Kundensicht (=Nutzer) mit qualitativen Nützlichkeitswerten überführt wird. Die qualitativen Nützlichkeitswerte werden in den nächsten Abschnitten den quantitativen Größen gegenübergestellt und dynamisiert.

### **5.2.3 Prognose der Ausgaben und Einnahmen alternativer Antriebe**

Zur Ermittlung der quantitativen Seite des magischen Dreiecks sind die Ausgaben und Einnahmen der einzelnen Antriebsalternativen zu untersuchen<sup>1</sup>. Bei einer Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus eines Produktes ist hier eine Trennung der Sichtweise des Herstellers und des Nutzers notwendig. In Abschnitt 5.2.3.1 werden dazu die Ausgaben und Einnahmen aus Herstellersicht prognostiziert, mit einem Schwerpunkt auf den Entwicklungs- und Produktionsausgaben der einzelnen zu bewertenden Alternativen. Die Nutzersicht mit dem Nutzungs-, Wartungs- und Reparaturaufwand wird dann in Abschnitt 5.2.3.2 bearbeitet.

#### **5.2.3.1 Ausgaben und Einnahmen aus Herstellersicht**

Im vorliegenden Abschnitt werden die Entstehungsausgaben  $A_{\text{Entstehung}}$  aus den Entwicklungs- und Produktionsausgaben  $A_{\text{Entwicklung}}$  sowie  $A_{\text{Produktion}}$  abgeleitet. Dazu dient die parametrische Kostenschätzung, welche EDV-gestützt aufgrund technischer Parameter durch Analogiebildung eine Ausgabenprognose in frühen Konzeptphasen ermöglicht.

Die Batterie wird wegen ihrer besonderen Bedeutung für die Betriebsausgaben getrennt behandelt. Der ausgewählte Batterietyp (NiCd) wird parametrisch modelliert, indem das Batteriesystem für die parametrische Software in einzelne Komponenten unterteilt wird, welche mit Materialien, Gewicht und Betriebsbedingungen hinterlegt sind. Daraus ergibt sich für die Batterie der strukturelle Aufbau aus Abbildung 78.

---

<sup>1</sup> Wobei gemäß der Setzung aus dem letzten Kapitel die Einnahmen als kompensatorische Größe der Ausgaben gemeinsam unter Bündelung der monetären Elemente behandelt werden und damit nicht gesondert ausgewiesen sind.

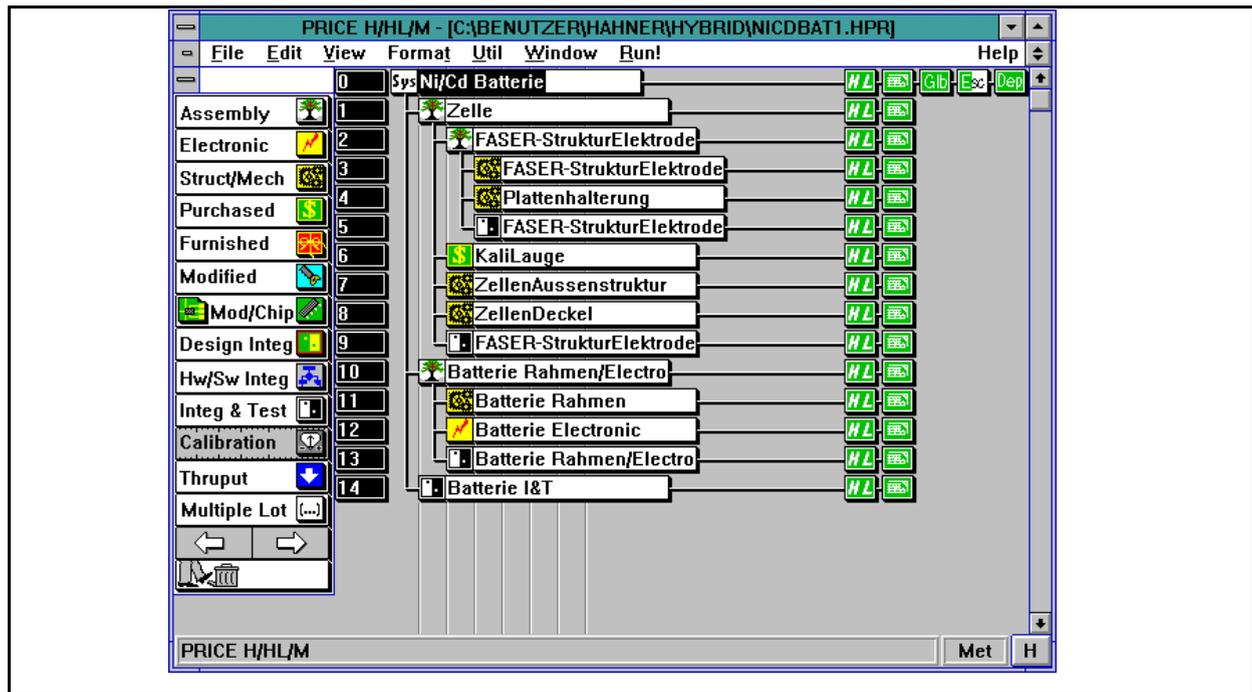


Abbildung 78: Parametrisches Modell der NiCd-Batterie (Beispiel)<sup>1</sup>

Gesteuert durch diese Daten und ergänzt um Stückzahlenszenarien berechnet die Parametriksoftware daraus die Entwicklungs- und Produktionsausgaben getrennt nach den in Abbildung 79 aufgeführten Kategorien<sup>2</sup>.

System Cost Summary		Costs in (DM1000 Constant 193)		
Program Cost	Development	Production	Total Cost	
Engineering				
Drafting	3,4	1,3	4,7	
Design	10,7	3,1	13,8	
Systems	1,5	-	1,5	
Project Mgmt	1354,3	1152,4	2506,7	
Data	213,1	317,4	530,6	
<b>SubTotal(ENG)</b>	<b>1583,0</b>	<b>1474,3</b>	<b>3057,3</b>	
Manufacturing				
Production	-	21234,7	21234,7	
Prototype	9809,4	-	9809,4	
Tool Test Eq	81,8	614,0	695,8	
Purch Items	12,0	200,0	212,0	
<b>SubTotal(MFG)</b>	<b>9903,1</b>	<b>22048,7</b>	<b>31951,8</b>	
<b>Total Cost</b>	<b>11486,1</b>	<b>23523,0</b>	<b>35009,1</b>	
<b>System Total</b>	<b>11486,1</b>	<b>23523,0</b>	<b>35009,1</b>	
Schedule Start	Jan 88 [ 3]	Jan 97 [ 5]		
First Item	Mar 88 [ 57]	May 97 [ 7]		
Finish	Dec 92 [ 60]	Dec 97 [ 12]		
System Weight	296,00	System WS	295,00	
System Series MTFB Hrs	298			
System Quantity	500	Avg System Cost	47,05	

Abbildung 79: Ergebnis der parametrischen Berechnung (Beispiel)<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Abbildung erfolgt mit Genehmigung der Fa. Price-Systems GmbH, welche die Kalkulationssoftware zu wissenschaftlichen Zwecken zur Verfügung stellte. Vgl. o. V. (1989), S. 96 f.

<sup>2</sup> Vgl. Engelke, Weber (1990), S. 11.

<sup>3</sup> Mit freundlicher Unterstützung der Fa. Price-Systems GmbH.

Die Ergebnisse der parametrischen Berechnung konnten in einer Befragung von Batterieherstellern auf ihre Plausibilität überprüft werden<sup>1</sup>. Mit den so validierten Preisansätzen pro kWh Batterie kann in der LZA-Analyse weitergerechnet werden<sup>2</sup>:

NiCd-Batterie	
Herstellerangabe pro kWh bei 40.000 Stck.	700,- DM
Parametrik-Ergebnisse pro kWh bei 40.000 Stck.	725,- DM
<b>Angesetzter Wert bei 40.000 Stck.</b>	<b>725,- DM</b>

*Tabelle 3: Plausibilitätsprüfung der Batteriepreise*

Nach der gleichen Vorgehensweise sind auch die Ausgaben zur Herstellung der übrigen Komponenten der alternativ angetriebenen Fahrzeuge zu prognostizieren. Das konventionelle Referenzfahrzeug wird dazu gemäß eines Strukturplans in etwa 180 Hauptkomponenten eingeteilt, für welche jeweils das Gewicht und die Herstellerausgaben zu ermitteln sind. Die Änderungsumfänge des Referenzfahrzeugs zum Einbau der alternativen Antriebe können zur besseren Handhabbarkeit in Anlehnung an eine ABC-Analyse in zwei Änderungsarten unterschieden werden: fundamentale Änderungen, welche komplette Neukonstruktionen von Komponenten erfordern und Detailänderungen, bei der die Komponenten eine gleiche oder ähnliche Funktion wie im Serienfahrzeug zu erfüllen haben (Anpassungskonstruktion).

Bei letzteren Teilen wird davon ausgegangen, daß sie bei gleicher Stückzahl wie für das Referenzfahrzeug auch zu ähnlichen Herstellerausgaben zu produzieren sind. Mit dem parametrischen Modell werden die Herstellerausgaben dieser Komponenten um die Mengeneffekte bei einem Einsatz in der kleineren Serie für alternative Antrieben korrigiert.

Für die komplett neu zu konstruierenden Teile sind in Analogie der NiCd-Batterie eigene parametrische Prognosemodelle aufzubauen. Im einzelnen sind Ausgaben für folgende Komponenten zu prognostizieren<sup>3</sup>:

<sup>1</sup> Die Befragung fand 1995 statt. Audi veröffentlicht aktuell etwas höhere Werte, allerdings bei einem geringeren Stückzahlsszenario, vgl. Paefgen, Lehna (1997), S. 318.

<sup>2</sup> Vgl. Marr, u.a. (1989), S. 5.

<sup>3</sup> Vgl. Cardullo (1993), S. 3 f.

a) *Komponenten, die in allen Alternativfahrzeugen zum Einsatz kommen:*

- NiCd-Batterie (wie oben dargestellt).
- Zentraler Schutz.
- Traktionsumrichter mit Kühlung.
- Ladevorrichter.
- Wandler mit Kühlung.
- Klimaanlage/Heizung.
- Kabelaufroller.
- Zentrale Steuerung.

b) *Komponenten, die zusätzlich speziell im Elektrofahrzeug zum Einsatz kommen:*

- Elektromotor und Kühlung.

c) *Komponenten, die zusätzlich speziell im Parallelhybridfahrzeug zum Einsatz kommen:*

- Elektro-Motor in Getriebeglocke und Kühlung.
- Diesel-Motor und Kühlung.

d) *Komponenten, die zusätzlich speziell im Serienhybridfahrzeug zum Einsatz kommen:*

- Tandem-Elektro-Motor und Kühlung.
- Generator und Kühlung.
- Verbrennungsmotor und Kühlung.

Im nächsten Schritt ist der Referenzfahrzeug-Datensatz für die Parametrik so zu verändern, daß die Montagereihenfolge korrekt berücksichtigt wird, um die Integrationsausgaben erfassen zu können. Ausgehend von diesem Datensatz ist modular durch Zufügen und Herausnehmen von Komponenten für jede zu betrachtende Fahrzeugvariante ein Datensatz anzulegen. Aus diesen Datensätzen lassen sich die Herstellausgaben ermitteln, welche die Grundlage für die Betriebsausgabenrechnung über den Lebenszyklus darstellen:

Referenzfahrzeug	Elektrofahrzeug	Serienhybrid	Parallelhybrid
26.000 DM (mit Motor)	32.000,- DM (ohne Batterie mit E-Motor)	48.000,- DM (ohne Batterie, mit E- und V-Motor)	40.000,- DM (ohne Batterie, mit E- und V-Motor)

*Tabelle 4: Selbstausgabenansätze der untersuchten Fahrzeuge*

Zu diesen Herstellerausgaben  $A_{\text{Entstehung}}$  der Fahrzeuge mit alternativen Antrieben sind jeweils noch die Batterien in der entsprechenden Kapazität hinzuzuaddieren. Da den Batteriesystemen aber besonders unter Lebenszyklusgesichtspunkten wegen ihrer relativ kurzen Haltbarkeit eine besondere Bedeutung zukommt, wird die Batterie auch weiterhin getrennt betrachtet und in Anlehnung an vom Kunden auszutauschende Verschleißteile im Rahmen der Nutzungsausgaben berücksichtigt.

### 5.2.3.2 Ausgaben und Einnahmen aus Nutzersicht

Bei der Berücksichtigung der Nutzungsausgaben über den Lebenszyklus werden die vier Antriebskonzepte in Verbindung mit dem Fahrzeug als Gesamtprodukt betrachtet, indem von der Anschaffung über den Betrieb bis zur Außerbetriebstellung alle Ausgaben und Einnahmen erfaßt werden, die der Endkunde bei der Fahrzeugnutzung zu erwarten hat<sup>1</sup>.

Die ‚Lebenswegausgaben‘ werden als Ausfluß des technischen Konzepts betrachtet<sup>2</sup>. Ohne direkt eine kundenbezogene Wertung vorzunehmen, sollen hier die einzelnen Ausgabengruppen auf dem Lebensweg der vier Antriebskonzepte dargestellt werden, die zu großen Teilen bereits in der Entwicklungsphase festgeschrieben wurden. Alle Ausgaben für den Kunden werden in Preisen ausgedrückt - politisch motivierte Subventionen oder strategische Preisbildung können das Bild der LZA-Analyse verzerren und sind in entsprechenden Sensitivitätsanalysen zu berücksichtigen.

Um die vielfältigen Berechnungen und Abhängigkeiten handhabbar zu machen, hat sich die Erstellung einer Berechnungsdatei in einer Tabellenkalkulation als sinnvoll erwiesen, in der die Ergebnisse der einzelnen Formeln mit ihren Verknüpfungen verbunden sind. Damit entsteht ein flexibles Instrument, welches die schnelle Variation von Annahmen und technischen Daten ermöglicht, da Änderungen durch die rechnerischen Verknüpfungen sofort mit ihrer Ergebniswirkung dargestellt werden. Die Formeln werden dynamisiert über die Jahre dargestellt. Damit besteht bereits eine Verknüpfung zur Zeitkomponente des magischen Dreiecks, die in Abschnitt 5.2.4 näher betrachtet wird.

---

<sup>1</sup> Vgl. de Neumann, Skwirzynski (1983), S. 518 ff; vgl. Fleissner, u.a. (1996), S. 146.

<sup>2</sup> Vgl. Blache, Shrivastava (1993), S. 22.

- Bereitstellungsausgaben ( $A_{\text{Bereitstellung}}$ )

Dazu zählt der Erwerb des Fahrzeugs und die damit verbundenen Kapitalausgaben über den gesamten Zeitraum der ‚typischen Nutzungsdauer‘  $T_{\text{Nutzung}}$  sowie die Abschreibungen des damit verbundenen Wertverlustes.

Um die Auswirkungen der Ausgaben von Primärmaßnahmen auf den Fahrzeugpreis darzustellen, wird von einer einfachen Preis-Ausgaben-Relation ausgegangen:

$$\text{Fahrzeugpreis} = f(\text{Herstellausgaben}) \quad \text{Formel 18}$$

Die Herstellausgaben des Fahrzeugs ergeben sich entsprechend der Berechnung aus Abschnitt 5.2.3.1. Die Funktion  $f(\text{Herstellausgaben})$  wird definiert als Relation zwischen dem Verkaufspreis und den Herstellausgaben des Referenzfahrzeugs. Damit wird davon ausgegangen, daß die Ausgaben für die Maßnahmen zur Modifizierung des Grundfahrzeugs in ein Fahrzeug mit alternativem Antrieb im gleichen Verhältnis wie beim Referenzfahrzeug an den Kunden weitergegeben werden. Der Anschaffungspreis der Fahrzeuge ergibt sich somit wie folgt:

$$\text{Fahrzeugpreis}_{\text{alternativ}} = \left( \frac{\text{Fahrzeugpreis}_{\text{konventionell}}}{\text{Herstellausgaben}_{\text{konventionell}}} \right) * \text{Herstellausgaben} \quad \text{Formel 19}$$

Für die einzelnen betrachteten Fahrzeuge ergeben sich daraus für das betrachtete Szenario von 40.000 Einheiten folgende Werte:

$n$	Fahrzeugpreis (ohne Batterie)	Herstellausgaben (ohne Batterie)	$\frac{\text{Fahrzeugpreis}_{\text{konv.}}}{\text{Herstellausgaben}_{\text{konv.}}}$
Konventionell	39.000 DM	26.000 DM	1,5
Elektro	48.000 DM	32.000 DM	1,5
Parallelhybrid	60.000 DM	40.000 DM	1,5
Serienhybrid	57.000 DM	38.000 DM	1,5

Tabelle 5: Verhältnis Preis-Herstellausgaben der Varianten

Es werden folgende Annahmen getroffen:

1. Das Fahrzeug wird zum Listenpreis gekauft.
2. Der Fahrzeugpreis wird mit einem festen effektiven jährlichen Zinssatz von  $i$  [%] finanziert - dieser Zinssatz ist in der Beispielrechnung mit 10% angesetzt.

Die jährlichen Finanzierungsausgaben ergeben sich somit zu:

$$A_{\text{Finanzierung}} = \text{Fahrzeugpreis} * i \quad \text{Formel 20}$$

Die typische Nutzungsdauer  $T_{\text{Nutzung}}$  bis zum Wiederverkauf beträgt  $t_n$  Jahre. Die Wertverlustkurve wird über den Zeitwert  $\text{Wertverlust}_t$  [%] in Prozent des Fahrzeugpreises in Abhängigkeit von  $t_n$  beschrieben:

$$\text{Wertverlust}_n = f(t) \quad \text{Formel 21}$$

mit  $f(t)$  = Prozent vom Fahrzeugpreis in Abhängigkeit von  $t$

Abgeleitet von der Wertverlustkurve des konventionellen Referenzfahrzeuges gilt der Zusammenhang aus Tabelle 6, der aber nach Vorliegen erster Praxiserfahrungen an den Wertverlust alternativ betriebener Fahrzeuge anzupassen ist:

$n$	Wert- verlust <sub>1</sub>	Wert- verlust <sub>2</sub>	Wert- verlust <sub>3</sub>	Wert- verlust <sub>4</sub>	Wert- verlust <sub>5</sub>	Wert- verlust <sub>6</sub>	Wert- verlust <sub>7</sub>	Wert- verlust <sub>t</sub>
<b>Konventionell</b>	20%	15%	11%	10%	8%	7%	7%	6%
<b>Elektro</b>	20%	15%	11%	10%	8%	7%	7%	6%
<b>Serienhybrid</b>	20%	15%	11%	10%	8%	7%	7%	6%
<b>Parallelhybrid.</b>	20%	15%	11%	10%	8%	7%	7%	6%

Tabelle 6: Wertverlustverlauf von Automobilen<sup>1</sup>

Weitere betriebszeitunabhängige Ausgaben sind:

- KFZ-Steuer
- Versicherung

Die Ausgaben für KFZ-Steuer ergeben sich in Deutschland heute in Abhängigkeit von Hubraum und Antriebsart des betrachteten Fahrzeugs. Für den reinen Elektroantrieb fällt damit keine KFZ-Steuer

---

<sup>1</sup> Ermittelt aus einer Gegenüberstellung der Marktpreise deutscher Hersteller im Neupreissegment von 30.000 – 50.000 DM der Schwacke-Liste (1998), DAT-Marktspiegel vom August 1998.

an und für die Hybridantriebe sind nur für die relativ kleinen Hubräume des verbrennungsmotorischen Antriebsteils Steuern zu zahlen. Für Dieselfahrzeuge wird der Steuersatz von 37,10 DM pro 100 ccm und Jahr angesetzt, für Fahrzeuge mit Ottomotor ein Satz von 13,20 DM pro 100 ccm<sup>1</sup>. Die berücksichtigten Hubräume ergeben sich aus Tabelle 7.

<i>i</i>	<i>Hubraum [ccm]</i>
Konventionell	1799 ccm Benzin
Elektro	entfällt (=0)
Serienhybrid	1080 ccm Benzin
Parallelhybrid	1998 ccm Diesel

*Tabelle 7: Verbrennungs-Hubräume der betrachteten Fahrzeuge*

Die Versicherungsbeiträge werden in Abhängigkeit von Einstufung, kW, Schadensfreiheits-jahren und Regionalklasse aus einer Tabelle abgelesen, in der die gemittelten Werte großer Versicherer hinterlegt sind.

Für die Elektrofahrzeuge ergibt sich momentan die Besonderheit, daß hier spezielle Versicherungstarife gelten, die pauschal und ohne Schadensfreiheitsrabatt veranschlagt werden. Bei einer breiten Vermarktung von Elektrofahrzeugen werden sich diese Tarifstrukturen voraussichtlich ändern. Trotzdem werden die momentan relativ günstigen Versicherungsgruppen von E-Fahrzeugen angesetzt. Die Versicherungsbeiträge unterliegen, wie die Steuer, einer Teuerungsrate  $e$ . Die jährlichen Versicherungsausgaben  $A_{\text{Versicherung}}$  ergeben sich aus der Summe von Haftpflicht- und Vollkaskoversicherung.

Die gesetzliche Haftpflichtversicherung ist von allen Fahrzeugen in gleicher Weise zu tragen. Für die hier unterstellten Szenarien werden auch alle Fahrzeuge mit einer Vollkaskoversicherung versehen,

---

<sup>1</sup> Seit der KFZ-Steuerreform vom 1.7.97 sind diese Steuersätze von der Schadstoffklasse des Abgasreinigungssystems abhängig, die sich in Stufen ändern. Für 2002 ist eine grundlegende KFZ-Steuerreform geplant, der die KFZ-Steuer vom Hubraum unabhängig macht und stattdessen auf die Kraftstoffpreise umlegt.

womit die Reparaturausgaben für Unfallschäden nicht auf individueller Ebene betrachtet werden müssen<sup>1</sup>.

Die betriebszeitunabhängigen Ausgaben ergeben sich zu:

$$A_{\text{Betriebszeitunabhängig}} = \sum_t \left\{ (\text{Steuer} + \text{Haftpflicht} + \text{Vollkasko}) * (1 + e)^{t-1} \right\} \quad \text{Formel 22}$$

- Betriebsausgaben ( $A_{\text{Betrieb}}$ )

Zu den betriebszeitabhängigen Ausgaben werden die Ausgaben für Betriebs- und Hilfsstoffe gerechnet, die direkt von der Fahrleistung abhängen, d.h. insbesondere<sup>2</sup>:

- Kraftstoff.
- Schmierstoff.
- Kühlmittel.
- Bremsflüssigkeit.
- Reifen.
- Sonstige Betriebsstoffe.

In der Regel wird im Fahrbetrieb in Abhängigkeit von der Betriebszeit nur Kraftstoff ersetzt, während alle sonstigen betriebszeitabhängigen Ausgaben im Rahmen der geplanten Instandsetzung (Wartung) erfolgen<sup>3</sup>. Für die Antriebe, welche eine Batterie als Energiespeicher erfordern, müssen neben den Kraftstoffausgaben für den Verbrennungsmotorbetrieb und den Stromausgaben im emissionsfreien Betrieb vor allem die nutzungsabhängigen Ausgaben für den Batterietausch über den Lebenszyklus betrachtet werden. Für den Betrieb mit verbrennungsmotorischem oder elektrischem Antrieb ergeben sich unterschiedliche Energieverbräuche, wie in Tabelle 8 dargestellt<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> Im Einzelfall bestimmen die Reparaturausgaben von Normschäden am eigenen Fahrzeug die Versicherungseinstufung und haben somit auch Einfluß auf die Versicherungsausgaben – auf kollektiver Ebene sind jedoch, in Anlehnung an das Vorgehen der Fachpresse, die Ausgaben für eine Vollkaskoversicherung anzusetzen.

<sup>2</sup> Vgl. Cardullo (1993), S. 3.

<sup>3</sup> Vgl. Groß (1991), S. 142.

<sup>4</sup> Vgl. Franze, Neumann (1995b), S. 2 und S. 7.

<b>Verbrauch</b>	<b>Verbrennung</b>	<b>Elektrisch</b>
<b><i>N</i></b>	Verbrauch <sub>Verbr,n</sub> [l/100km]	Verbrauch <sub>EI,n</sub> [kWh/100km]
Konventionell	8,7	-
Elektro	-	42 (ohne Rekuperation)
Serienhybrid	6	32 (ohne Rekuperation)
Parallelhybrid	6,5	32 (ohne Rekuperation)

Tabelle 8: Energieverbrauch der Antriebsarten<sup>1</sup>

Für die alternativen Antriebe muß als Szenariosetzung festgelegt werden, in welchem Maße das Fahrzeug im verbrennungsmotorischen Betrieb bzw. emissionsfrei genutzt wird (siehe Tabelle 9).

<b>Betrieb</b>	Betrieb <sub>Verbrennung,n</sub>	Betrieb <sub>Elektrisch,n</sub>
<b><i>N</i></b>		
Konventionell	100%	-
Elektro	-	100% (Netzladung)
Serienhybrid	85%	15% (Netzladung)
Parallelhybrid	80%	20% (Netzladung)

Tabelle 9: Verteilung der Betriebsarten

Die jährliche Fahrleistung kann als Parameter behandelt werden, dessen Sensitivität auf die Lebenszyklusaufgaben oder den Amortisationszeitraum betrachtet wird. Als Standardwert wird eine durchschnittliche jährliche Fahrleistung für alle betrachteten Baumuster festgelegt<sup>2</sup>:

$$\text{Fahrleistung}_n = 20.000 \text{ km/Jahr}$$

Für die Kraftstoffpreise werden Werte für das Jahr 1998 festgelegt, welche sich mit der jährlichen Teuerungsrate  $e$  über die Laufzeit erhöhen. Politische Einflüsse auf den Benzinpreis aus ordnungspolitischer Sicht oder durch Rohstoffpreisänderungen können in unterschiedlichen Szenarien mit ihren Auswirkungen simuliert werden, finden aber keine Entsprechung im Trendszenario.

<sup>1</sup> Vgl. Francfort, O'Hara (1997), S. 8.

<sup>2</sup> Vgl. Harbolla, Jeschke (1993), S. 6 f.

$$Kraftstoff_{Benzin} = 1,50 \text{ DM/l}$$

$$Kraftstoff_{Diesel} = 1,10 \text{ DM/l}$$

$$Kraftstoff_{Strom} = 0,50 \text{ DM/kWh}$$

Als Grundlage der dynamischen Lebensdauerausgabenbetrachtung wird eine allgemeine Teuerungsrate für Betriebs- und Hilfsstoffe sowie Arbeitslöhne von  $e = 3\%$  p. a. angenommen.

Die Gesamtausgaben für Kraftstoff  $A_{Kraftstoff}$  ergeben sich somit aus der Summe der jährlichen Kraftstoffausgaben über die Jahre  $t$ :

$$A_{Kraftstoff,n} = \sum_t \{ (Fahrleistung_n * Kraftstoff_{Benzin} * Verbrauch_{Verbr.,n} * Betrieb_{Verbr.,n} * (1+e)^{t-1}) + (Fahrleistung_n * Kraftstoff_{Elekt.} * Verbrauch_{Elekt.,n} * Betrieb_{Elekt.,n} * (1+e)^{t-1}) \} \quad \text{Formel 23}$$

Für die alternativen Antriebe stellt der Energiespeicher in Form der Batterie den größten nutzungsabhängigen Betriebsausgabenanteil dar. Verantwortlich dafür ist einerseits der hohe Anschaffungspreis von Batterien und andererseits deren im Vergleich zum Motor relativ geringe Standzeit. Die Standzeit ist direkt abhängig von der Zahl der Ladezyklen und damit von den gefahrenen Kilometern. Die über den Lebenszyklus des Fahrzeugs notwendigen Batteriewechsel werden als nutzungsabhängige Ausgaben angesehen.

Die Zahl der möglichen Ladezyklen bis zum Verlust der Speicherfähigkeit wird vom Hersteller als Richtwert angegeben und ist in der Praxis zu überprüfen.

Batterietyp	Ladezyklen	Km <sup>1</sup>	Zeit
NiCd	2000	80.000	5 Jahre

Über die Standzeit der Batterie in Ladezyklen kann durch die Betriebszeitannahme von 1,5 h pro Tag mit einer Fahrleistung von 80 km bei 2 Ladezyklen an 250 Tagen im Jahr (=20.000 km Jahresfahrleistung) der Austauschzeitpunkt der Batterie bestimmt werden<sup>2</sup>:

<sup>1</sup> Die Batteriehersteller vermeiden es, Angaben zur Batteriestandzeit in Kilometern zu machen. Kilometerstandzeiten werden deshalb mit Hilfe der Nutzungsannahmen auf Basis der Ladezyklen berechnet.

<sup>2</sup> Vgl. Marr, u.a. (1989), S. 2.

$$Batterielebensdauer_{km} = \left\{ \left( \frac{Fahrleistung_{Tag}}{Tagesladezyklen} \right) * Ladezyklen_{Batterie} \right\} \quad \text{Formel 24}$$

$$Batterielebensdauer_{Jahre} = \left\{ \left( \frac{Ladezyklen_{Batterie}}{Tagesladezyklen} \right) / Nutzungstage_{Jahr} \right\} \quad \text{Formel 25}$$

Für den Preis des Batteriewechsels sind die Montageausgaben, der Preis einer Neubatterie (725 DM/kWh) sowie der eventuelle Restwert der Altbatterie zu berücksichtigen. Die Gesamtausgaben für die Batterie  $A_{Batterie}$  ergeben sich aus der Summe der jährlichen Batterieausgaben über die Jahre  $t^1$ :

$$A_{Batterie, n} = \sum_t \left\{ \left( \frac{Fahrleistung}{Batterielebensdauer_{km}} \right) * (Batteriepreis - Altbatteriewert + Montage) \right\}$$

Formel 26

- Wartungsausgaben - geplante Instandhaltung ( $A_{Wartung}$ )

In Abhängigkeit vom jeweiligen Referenzfahrzeug und der Fahrleistung sind zunächst die Wartungsumfänge und deren durchschnittliche Ausgaben zu analysieren<sup>2</sup>. Dieser Analyseschritt wird auf Basis der Wartungspläne des Referenzfahrzeuges vorgenommen, in denen festgelegt ist, nach welcher Fahrleistung bzw. welcher Zeit welche Austauschumfänge präventiv mit welchem Montageaufwand (gemessen in Arbeitswerten in Abhängigkeit der Komplexität) vorzunehmen sind. Diese in Tabelle 10 dargestellten Verschleißansätze werden von den Automobilherstellern aufgrund von Meßreihen und der Materialforschung aufgestellt<sup>3</sup>. Betrachtet werden die Wartungsintervalle und -umfänge am Referenzfahrzeug sowie die entsprechenden Änderungen bzw. Ergänzungen bei den alternativen Antrieben. Dabei unterliegen auch die Wartungsausgaben der Teuerungsrate  $e$ .

Die gesamten Wartungsausgaben ergeben sich zu:

$$A_{Wartung} = \sum_t A_{Wartung, x} = \sum_x \left\{ \left( \frac{Laufleistung}{Wechselleistung_x} \right) * ((Matpreis_x + (AW_x * AW_{PREIS})) * (1 + e)^{t-1}) \right\}$$

Formel 27

<sup>1</sup> Vgl. Marr, u.a. (1989), S. 3 und S. 5.

<sup>2</sup> Vgl. Eubanks, Ishii (1993), S. 128.

<sup>3</sup> Vgl. Oppermann, u.a. (1993), S. 193 ff.

In Ergänzung zu den Änderungen der Standardwartungs- und Reparaturumfänge sind die Wartungsumfänge der neuen Komponenten zu ermitteln. Für die neuen Komponenten ergeben sich aus der Parametrik die Standzeiten (MTBF), die als Basis für die Wartungsintervalle angesetzt werden. Die jeweilige Lebensdauer in Jahren bzw. in Kilometern ist in Tabelle 11 dargestellt.

Wartungsteil	Konventionell			Elektro			Parallelhybrid			Serienhybrid		
	Tausch-aufwand <sub>x</sub>	Matpreis <sub>x</sub>	AW <sub>x</sub>	Tausch-aufwand <sub>x</sub>	Matpreis <sub>x</sub>	AW <sub>x</sub>	Tausch-aufwand <sub>x</sub>	Matpreis <sub>x</sub>	AW <sub>x</sub>	Tausch-aufwand <sub>x</sub>	Matpreis <sub>x</sub>	AW <sub>x</sub>
Bremsklötze vorn	30	100	8	30	150	8	30	150	8	30	150	8
Bremsklötze hinten	60	50	8	60	50	8	60	50	8	60	50	8
Bremsscheibe vorn	60	242	10	60	350	10	60	350	10	60	350	10
Bremsscheibe hinten	120	142	14	120	142	14	120	142	14	120	142	14
4 Reifen erneuern	45	950	22	45	950	22	45	950	22	45	950	22
Scheibenwischerblatt	30	10	2	30	10	2	30	10	2	30	10	2
Staubfilter	30	46	6	30	46	6	30	46	6	30	46	6
Glühlampen	80	10	2	80	10	2	80	10	2	80	10	2
Zündkerzen	30	19	5	-	-	-	30	19	5	30	19	5
Sicherungen	90	5	2	90	25	2	90	25	2	90	25	2
Batterie (Bordnetz)	90	190	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stoßdämpfer vorn	120	490	19	120	550	19	120	550	19	120	550	19
Stoßdämpfer hinten	120	322	11	120	420	11	120	420	11	120	420	11
Keilrippenriemen	90	51	4	-	-	-	90	51	4	90	51	4
Motoröl	15	87	5	-	-	-	15	87	5	15	87	5
Motorölfilter	15	14	0	-	-	-	15	14	0	15	14	0
Luftfilter Motor	90	26	2	-	-	-	90	26	2	90	26	2
Kühlmittel Motor	60	37	5	-	-	-	60	37	5	60	37	5
Kraftstofffilter	90	60	5	-	-	-	90	60	5	90	60	5
Bremsflüssigkeit	30	11	4	30	20	4	30	20	4	30	20	4
Kupplung	90	410	40	-	-	-	90	410	40	0	-	0
Auspuffanlage	90	770	9	-	-	-	90	770	9	90	770	9
Wasserpumpe	120	241	17	120	241	17	120	241	17	120	241	17
Kühlschläuche oben	120	12	6	120	12	6	120	12	6	120	12	6
Kühlschläuche unten	120	18	6	120	18	6	120	18	6	120	18	6

Tabelle 10: Wartungsumfänge des Gesamtfahrzeuges<sup>1</sup>

Da bis auf die Batterie alle neuen Komponenten die für das Fahrzeug veranschlagte Lebensdauer von 10 Jahren überschreiten, sind die neuen Umfänge im Grunde als wartungsfrei anzusehen.

<sup>1</sup> Aufschlüsselung aufgrund eines Standardservicebuchs, vgl. Eubanks, Ishii (1993), S. 128. Vgl. Groß (1991), S. 146.

Wegen der Annahme einer Vollkaskoversicherung werden keine über die Wartung hinausgehenden Ansätze für Reparaturen berücksichtigt.

Neue Komponenten	Standzeit $t_x$ in Jahren	Wechselleistung <sub>x</sub> in km
NiCd-Batterie	4	50.000
Zentraler Schutz	12	200.000
Traktionsumrichter, Kühlung	12	200.000
DC/DC-Wandler, Kühlung	12	200.000
Ladevorrichter	12	200.000
Kabelaufroller	12	200.000
Klimaanlage/Heizung	12	200.000
Zentrale Steuerung	12	200.000
Elektromotor, Kühlung	15	250.000
Tandem E-Motor, Kühlung	15	250.000
Generator, Kühlung	15	250.000
E-Motor + Getriebeglocke, Kühlung	15	250.000

*Tabelle 11: Wartungsintervalle der neuen Komponenten<sup>1</sup>*

Im Sinne der in Deutschland geltenden Altaxoverordnung sind Außerbetriebstellungsausgaben für den Kundenzyklus nicht anzusetzen, da eine kostenlose Rücknahmegarantie der Fahrzeuge durch den Hersteller besteht<sup>2</sup>.

Bevor die einzelnen Ausgabengruppen der Nutzungsphase berechnet werden können, sind im nächsten Abschnitt die zeitlichen Zusammenhänge festzulegen, welche in den Formeln durch die Dynamisierungsgröße  $t$  und die Teuerungsrate  $e$  berücksichtigt werden.

#### **5.2.4 Zeitliche Zusammenhänge der alternativen Antriebe**

Erst die Entwicklungsdauer und Laufzeit der Produktion aus Herstellersicht sowie die Dauer der Nutzungsmöglichkeit für den Kunden mit einer zeitlichen Verteilung seiner Nutzungsausgaben lassen aus den einzelnen Nutzen- und Aufwandsgrößen des magischen Dreiecks einen Lebenszyklus entstehen.

<sup>1</sup> Vgl. Groß (1991), S. 146.

<sup>2</sup> Vgl. Wallau (1996), S. 103.

Die technischen Leistungsgrößen, wie auch der Kundennutzen und die monetären Ausgaben, verändern sich über die Zeit, was sich in den Formeln zur quantitativen Ausgabenbestimmung in der Dynamisierungsgröße  $t$  ausdrückt. Aber auch bei der Ermittlung der Entwicklungs- und Herstellausgaben mit Hilfe der Parametrik sind die zeitlichen Zusammenhänge im Rahmen der Dynamisierung von Bedeutung.

Im folgenden werden daher die zeitlichen Rahmenbedingungen festgelegt, in denen die LZA-Analyse für alternative Antriebe durchgeführt wird.

- Entwicklung und Produktion des Basisfahrzeuges ( $T_{\text{Entstehung}}$ ,  $T_{\text{Marktzyklus}}$ )

Für das konventionelle Referenzfahrzeug, welches als Massenprodukt bei einer Produktionsdauer von 8 Jahren eine Gesamtstückzahl von 3 Mio. Einheiten aufweist, wird der Entwicklungsbeginn auf Sommer 1991 festgelegt. Der erste Prototyp wird 1993 gebaut und bis zum Produktionsbeginn im Februar 1996 werden 65 Prototypen gebaut. Die Produktion des Basisfahrzeugs läuft bis 2004.

Auch mit der Entwicklung der alternativ angetriebenen Fahrzeuge auf Basis des konventionellen Referenzfahrzeugs wird 1991 begonnen. Der erste Prototyp des Elektrofahrzeugs wird 1993 aufgebaut, der erste Prototyp des Parallelhybridfahrzeugs 1994 und der erste Prototyp des Serienhybridfahrzeugs in 1995. Insgesamt werden je Konzept 30 Prototypen erstellt, bis im Jahr 1998 die Produktion anläuft. Die 40.000 produzierten Einheiten bis zum Jahr 2004 verteilen sich wie in Tabelle 12 dargestellt<sup>1</sup>.

Jahr	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Stck.	1.000	2.000	4.000	6.000	8.000	9.000	10.000

*Tabelle 12: Produktionszahlen über die Laufzeit*

Mit der Entwicklung der Batterie wurde bereits 1988 begonnen, wonach 1992 die ersten Prototypen vorlagen, von denen bis zum Produktionsbeginn 1997 insgesamt 100 Stück gebaut werden. Die

---

<sup>1</sup> Zur Auswirkung der Stückzahlbasis auf den LZA vgl. Mascarin, Dieffenbach (1992), S. 57.

gesamte Produktionszahl der Batteriesysteme ist auf 500.000 Stück ausgelegt, wonach auch der gemittelte Preis je kWh berechnet wird.

- Nutzung der Fahrzeuge durch den Kunden ( $T_{\text{Nutzung}}$ )

Die Nutzungsdauer der Fahrzeuge wird auf 10 Jahre festgelegt - d. h. das letzte Fahrzeug der betrachteten Baureihe wird im Jahr 2014 außer Betrieb gestellt. In dieser Zeit werden die Fahrzeuge durch ihren Nutzer im Schnitt 1,5 h pro Tag für eine Wegstrecke von 80 km genutzt. Bei einer Nutzung an 250 Tagen im Jahr entspricht das einer Jahresfahrstrecke von 20.000 km und einer Fahrzeuglebensdauer von 200.000 km. Die batteriegetriebenen Fahrzeuge werden dabei zweimal am Tag aufgeladen (d. h. die Fahrtstrecke teilt sich in zwei Etappen mit Zwischenlademöglichkeit).

Alle Ausgaben- und Einnahmen sind auf den Stand von 1998 indiziert. Die jährliche Teuerungsrate  $e$  ist mit 3% angenommen und der Finanzierungszins  $i$  beträgt 10% pro Jahr. Die Szenariowelt entwickelt sich ökologisch orientiert und die Nutzung des Fahrzeugs kommt verstärkt für Freizeitaktivitäten zum Tragen.

Nachdem damit alle Daten des magischen Dreiecks mit ihren Beziehungen zueinander ermittelt worden sind, kann im nächsten Abschnitt die eigentliche Berechnung, Analyse und Bewertung der alternativen Antriebskonzepte mit der LZA-Analyse erfolgen.

### **5.3 Berechnung, Analyse und Bewertung der alternativen Antriebe**

In diesem Abschnitt werden die drei Dimensionen des magischen Dreiecks zur LZA-Analyse zusammengeführt. Dazu werden in Abschnitt 5.3.1 die monetären Ergebnisdimensionen errechnet und über die Zeit gegenübergestellt, um dann in Abschnitt 5.3.2 mit unterschiedlichen Analyseinstrumenten die quantitativen Ausgabenbeziehungen zu optimieren, woraus schließlich im Abschnitt 5.3.3 durch Erweiterung um die qualitative Nützlichkeit das magische Dreieck vervollständigt und damit eine Bewertung der alternativen Antriebe mit der LZA-Analyse möglich wird.

### 5.3.1 Berechnung der monetären Dimensionen der alternativen Antriebe

Aus den Formeln des Abschnitts 5.2.3 zur Prognose der Ausgaben und Einnahmen können in Verbindung mit den zeitlichen Dimensionen aus Abschnitt 5.2.4 die Lebenszyklusausgaben errechnet werden.

Tabelle 13 stellt dies beispielhaft an der NiCd-Batterie dar. Aufgrund des Entwicklungsbeginns, der Entwicklungszeit, den benötigten Prototypen und den prognostizierten Absatzzahlen wurde mit Hilfe der parametrischen Ausgabenschätzung auf Preisstand von 1998 ein kWh-Preis für den Speicher von 725 DM ermittelt. Bei zusätzlicher Berücksichtigung der definierten Nutzungsgewohnheiten des Kunden ergibt sich daraus, bei der ebenfalls aus der Parametrik gewonnen Erkenntnis über die Lebensdauer der Batterien, ein etwa 4-jähriger Austauschzyklus. Aus Kundensicht muß über den gesamten Nutzungszyklus des Fahrzeugs mit alternativem Antrieb dreimal die Batterie erneuert werden, wobei nach 10 Jahren eine Batterie mit Restwert verbleibt, die Verkaufseinnahmen ermöglicht. Alle diese Tatbestände zueinander in Beziehung gebracht und über die Zeit mit Finanzierungs- und Teuerungsraten nach den Formeln dynamisiert, ergeben jährliche Ausgaben des Nutzers für die NiCd-Batterie wie sie in Tabelle 13 dargestellt sind (Kauf des Fahrzeugs in 1998).

(Verschleiß/Ersatz) Ab dem Jahr 1998	Verbrennung	Elektro 30 kW-Batterie	P-Hybrid 12 kW-Batterie	S-Hybrid 12 kW-Batterie
1. Jahr	- DM	5.250 DM	2.100 DM	2.100 DM
2. Jahr	- DM	5.408 DM	2.163 DM	2.163 DM
3. Jahr	- DM	5.570 DM	2.228 DM	2.228 DM
4. Jahr	- DM	5.737 DM	2.295 DM	2.295 DM
5. Jahr	- DM	5.909 DM	2.364 DM	2.364 DM
6. Jahr	- DM	6.086 DM	2.434 DM	2.434 DM
7. Jahr	- DM	6.269 DM	2.508 DM	2.508 DM
8. Jahr	- DM	6.457 DM	2.583 DM	2.583 DM
9. Jahr	- DM	6.651 DM	2.660 DM	2.660 DM
10. Jahr	- DM	6.850 DM	2.740 DM	2.740 DM
<b>Summe</b>	<b>- DM</b>	<b>60.185 DM</b>	<b>24.074 DM</b>	<b>24.074 DM</b>

*Tabelle 13: Über die Laufzeit verteilte Betriebsausgaben für die NiCd-Batterie*

In Analogie zur Berechnung der Nutzungsausgaben für die Batterie werden alle anderen vorgestellten Ausgabengrößen von den Finanzierungsausgaben über die Kraftstoffausgaben bis zu den Wartungsausgaben berechnet. Die Summierung über alle Ausgabengruppen ergibt die Lebenszyklusausgaben aus Nutzersicht, wie in Abbildung 80 dargestellt.

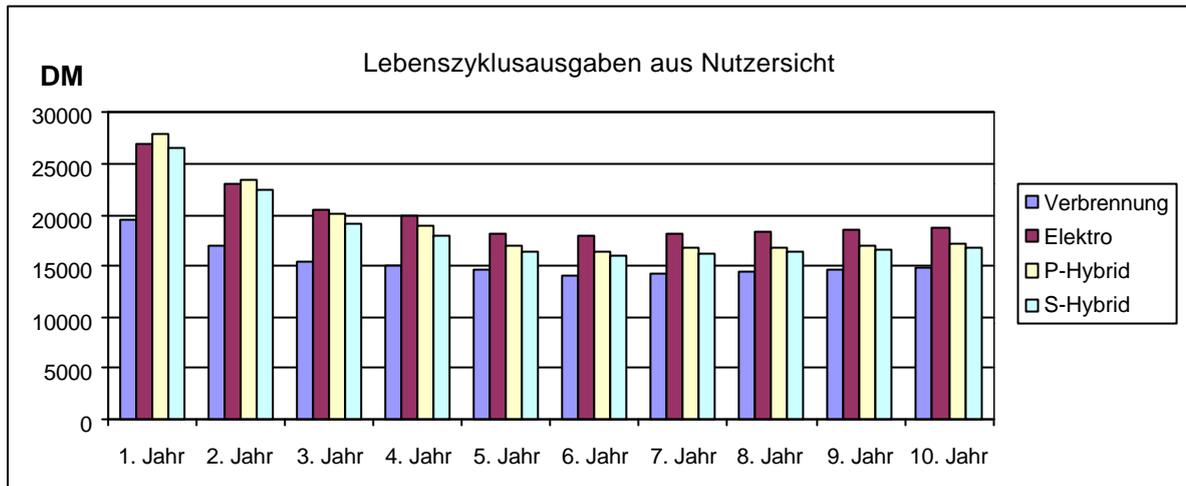


Abbildung 80: Lebenszyklusausgaben der alternativen Antriebe aus Nutzersicht<sup>1</sup>

Die Höhe der gesamten Ausgabenabweichung wird besonders beim Vergleich der Ausgabengruppen deutlich, wenn diese über den 10-jährigen Lebenszyklus eines 1998 angeschafften Fahrzeugs summiert werden, wie dies in Abbildung 81 dargestellt ist.

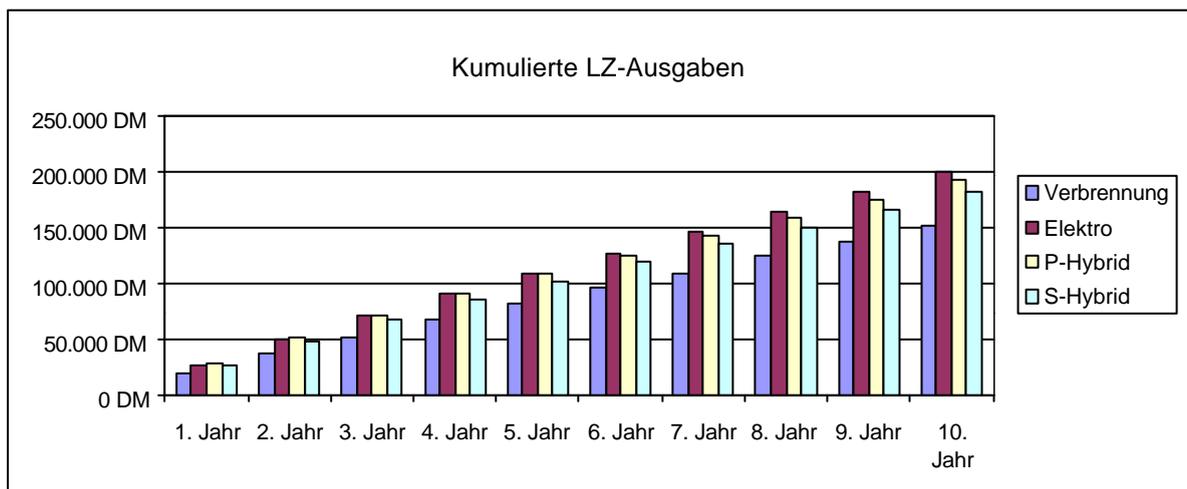


Abbildung 81: Kumulierte Ausgaben aus Nutzersicht im Konzeptvergleich

<sup>1</sup> In Anlehnung an Cardullo (1993), S. 6; vgl. Mascarin, Dieffenbach (1992), S. 57. Mit Erweiterung zu Kostenprofilen vgl. Neubauer (1988), Kap. 4.2.3.3.

Die Berechnung ist im ersten Ansatz weitgehend auf eine Orientierung an der Nutzersicht bei Konstanzhaltung der Unternehmensinteressen ausgerichtet.

Der Preis für den Kunden ermittelt sich aufgrund der nach einheitlichen Maßstäben errechneten Herstellerausgaben. Bei den zugrundegelegten Verkaufspreisen ergibt sich damit eine für alle Antriebsvarianten ähnliche Erfolgsgröße aus Unternehmenssicht ( $N_{\text{Umsatzrendite}}$ ) von ca. 20%<sup>1</sup> bei variierenden Verkaufspreisen. Wäre das Unternehmen dagegen bereit, die alternativen Antriebe auf Kosten der Kapitalrendite zum gleichen Preis am Markt anzubieten, wie das konventionell angetriebene Fahrzeug, dann würde sich bei dem vorgegebenen Szenario<sup>2</sup> die Umsatzrendite des Elektrofahrzeugs auf ca. -24% verschlechtern. Für den Parallelhybrid läge die Umsatzrendite bei ca. -15% und beim Serienhybrid bei ca. -12%. Wird also statt der Rendite des Unternehmens der Kaufpreis des Kunden konstant gehalten, dann vernichtet das Unternehmen dauerhaft sein Kapital mit negativen Renditen.

Diese kurze Betrachtung stellt bereits den Einstieg in unbegrenzte Analysemöglichkeiten dar, die aufgrund der EDV-Unterstützung des Modells für die einzelnen Größen möglich sind. Im nächsten Abschnitt wird exemplarisch gezeigt, wie in Abhängigkeit der Entscheidungssituation die Bewertungsergebnisse so aufbereitet werden können, wie sie für die entsprechende Entscheidungsvorlage gewünscht und benötigt werden.

### **5.3.2 Analyse der Lebenszyklusausgabengruppen der alternativen Antriebe**

Durch Verbindung der Lebenszyklusausgabengruppen mit ihren Einflußgrößen in einem Berechnungsblatt ergeben sich theoretisch unendlich viele Kombinationsmöglichkeiten der ausgewählten Stellhebel, mit denen die Ergebnisse sich jeweils verändern. Exemplarisch soll anhand der Aufbereitung einiger interessanter Zusammenhänge dargestellt werden, welche Analysemöglichkeiten sich durch die LZA-Analyse für die Entscheidungsvorbereitung ergeben. Dazu werden die Ausgabentreiber unter Beibehaltung aller anderen Größen so lange variiert, bis ein Ergebnisgleichstand mit dem konventionellen Referenzfahrzeug erreicht ist.

---

<sup>1</sup> Die Vertriebsausgaben sind dabei mit 30% der Herstellkosten bewertet.

<sup>2</sup> Z. B. Absatz von 40.000 Einheiten über 6 Jahre.

Als Ausgabentreiber wurden dazu ausgewählt:

- a) Herstellausgaben des Fahrzeugs.
- b) Batteriepreis.
- c) Strompreis für den Betrieb von Elektro- und Hybridfahrzeugen.

Für andere Fragestellungen sind im Zuge der Entscheidungsvorbereitung fast beliebige Abhängigkeits- und Sensitivitätsrechnungen aus dem für die LZA-Analyse vorbereiteten Datenmaterial mit minimalem Aufwand zu berechnen.

#### **a) Herstellausgaben des Fahrzeugs**

Das Elektrofahrzeug müßte für weniger als 5.000 DM herzustellen sein, um nur über die Herstellausgaben im Lebenszyklus einen Gleichstand mit dem konventionellen Verbrennungsfahrzeug zu erreichen. Dieser Wert ist wegen des hohen Anteils der Batterie an den Lebenszyklusaussgaben so niedrig. Die Herstellausgaben sind demnach beim Elektrofahrzeug ein viel geringerer Engpaßfaktor als die Ausgaben für die Batterie. Wegen der kleiner ausgelegten Batterien in den Hybridfahrzeugen liegen hier die Herstellausgabenwerte erheblich höher - beim Parallelhybridfahrzeug wären es immerhin fast 25.000 DM an möglichen Herstellausgaben für den Gleichstand über den Lebenszyklus und beim Serienhybridfahrzeug mehr als 26.000 DM.

#### **b) Batteriepreis**

Bei einem Batteriepreis von etwa 3.500 DM für die 30 kWh NiCd-Batterie des Elektrofahrzeugs wäre das Elektrofahrzeug über den Lebenszyklus genauso wirtschaftlich wie das verbrennungsmotorisch angetriebene Referenzfahrzeug. Für das Parallelhybridfahrzeug ist wegen der kleineren Batterie kein Gleichstand über den Batteriepreis zu erreichen und im Serienhybridfahrzeug müßte die Batterie für die gleichen Lebenszyklusaussgaben zu einem Preis von lediglich 421 DM angeboten werden.

### c) Strompreis für den Betrieb von Elektro- und Hybridfahrzeugen

Selbst wenn der Strom zum Betreiben des Elektro- bzw. der Hybridfahrzeuge kostenlos angeboten würde, wäre damit über den Lebenszyklus der Nachteil durch höhere Anschaffungs- und Betriebsausgaben nicht zu kompensieren.

Falls aus umweltpolitischen Gründen durch Subventionen eine wirtschaftliche Gleichstellung der alternativ angetriebenen Fahrzeuge mit konventionellen Fahrzeugen angestrebt werden soll, ist dies nur durch gleichzeitige Anwendung mehrerer Maßnahmen zu erreichen, wobei außer dem Batteriepreis und dem Verkaufspreis eigentlich keine Einflußgrößen existieren, welche mit einer ausreichend starken Abhängigkeit wirken.

Im Analyseschritt kann unter den zugrundegelegten Prämissen und Projekterfordernissen aus dem EDV-technisch verknüpften Datenmaterial die aus Unternehmens- und Kundensicht optimale Kombination der Lebenszyklusausgabengruppen ermittelt werden. Welche Kombination als optimal angesehen wird, kann von den am Markt erzielbaren Preisen abhängen, die im Sinne von Targets vorgegeben sind und es u. U. sinnvoll erscheinen lassen, die Herstellerausgaben zu minimieren und dabei die Betriebsausgaben zu erhöhen oder aus marketingpolitischen Gründen die Betriebsausgaben auf Kosten der Reparaturausgaben zu minimieren. In jedem Fall sollte aus dem Analyseschritt eine für das Unternehmen unter der erwarteten Marktsituation optimale Kombination der Lebenszyklusausgabengruppen hervorgehen, die von der Entwicklung, vom Marketing, vom Vertrieb, von der Produktion und der Unternehmensleitung gewünscht wird.

Im Analyseschritt wurden bisher jedoch nur die Lebenszyklusausgaben und -einnahmen bei gegebenen Leistungen berechnet und analysiert. Da jedoch nicht von einer gleichen Systemleistung der betrachteten Alternativen ausgegangen werden kann, wurden auch die Leistungsdimensionen für den Betreiber in Nützlichkeitswerte überführt. Erst damit komplettiert sich das magische Dreieck zum Lebenszyklusaufwand und macht eine Bewertung möglich.

### 5.3.3 Bewertung der alternativen Antriebe mit der LZA-Analyse

Zur Bewertung der mit unterschiedlichen Systemleistungen ausgestatteten alternativen Antriebsvarianten ist über die monetären Lebenszyklusaufgaben hinaus die bessere oder schlechtere qualitative Erfüllung der Kundenwünsche zu berücksichtigen. Dazu wurden in Abschnitt 5.2.2 die technischen Leistungsdaten der einzelnen Konzeptvarianten mit den aus einer Szenarioanalyse gewonnenen zukünftigen Kundenanforderungen an den Fahrzeugtyp Limousine<sup>1</sup> verglichen. Dabei ergaben sich für das konventionelle Referenzfahrzeug und die alternativ angetriebenen Elektro- und Hybridfahrzeuge die Ergebnisse aus Tabelle 14.

Konventionell	Elektrofahrzeug	Serienhybrid	Parallelhybrid
21,7 Punkte	13,1 Punkte	14,3 Punkte	15,6 Punkte

Tabelle 14: Nützlichkeitswerte der alternativen Antriebsvarianten

Werden diese Nützlichkeitswerte den bereits optimierten Lebenszyklusaufgaben in einem Portfolio gegenübergestellt, ergibt das eine Darstellung wie sie Abbildung 82 zeigt.

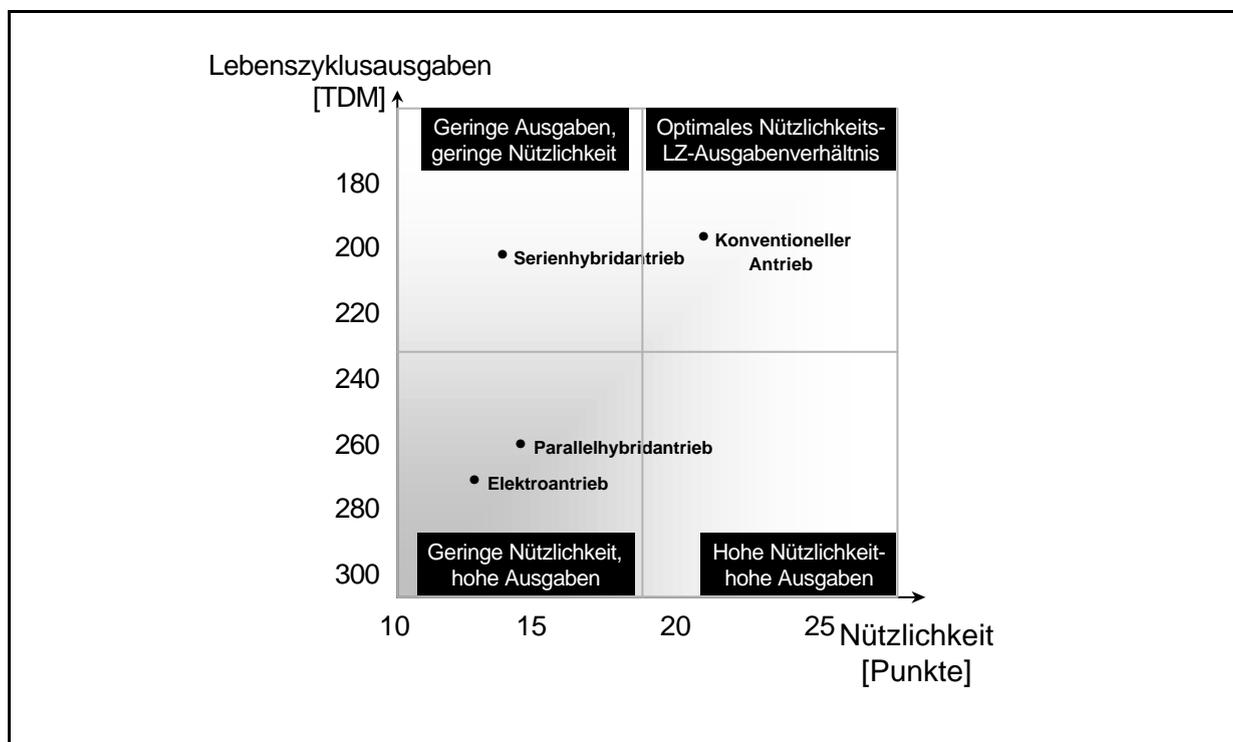


Abbildung 82: Lebenszyklusaufgaben-Nützlichkeits-Darstellung

<sup>1</sup> Hier wäre auch eine Unterscheidung nach Kundenzielgruppen, Auslandsmärkten oder beliebigen anderen marketingpolitischen Gliederungskriterien möglich.

Das konventionell angetriebene Referenzfahrzeug hat demnach bei günstigsten Lebenszyklusaussagen die Kundenanforderungen am besten erfüllt. Mit 21,7 Nützlichkeitspunkten und 195.000 DM Lebenszyklusaussagen erkaufte sich der Kunde jeden Nützlichkeitspunkt beim Verbrennungsmotorischen Antrieb mit 9.000 DM.

Am nächsten kommt dem das Serienhybridfahrzeug, bei dem 14,3 Nützlichkeitspunkte einer Summe von 200.000 DM an Lebenszyklusaussagen gegenüberstehen, was etwa 14.000 DM pro Nützlichkeitspunkt entspricht. Noch schlechter schneidet das Parallelhybridfahrzeug ab, bei dem jeder Nützlichkeitspunkt vom Kunden über den Lebenszyklus mit 16.666 DM erkaufte werden muß und am schlechtesten steht das Elektrofahrzeug da, bei dem der Nützlichkeitspunkt mit 20.600 DM erkaufte wird (siehe Tabelle 15).

Rang	Fahrzeug-Konzept	Nützlichkeitspunkt	LZ-Ausgaben	DM pro Nützlichkeitspunkt	Um Rang 1 zu erreichen, müßte:	
					Nützlichkeitspunkt steigen:	Ausgaben sinken:
1	Konventionell	21,7 Pkte.	195.000 DM	9.000 DM	-	-
2	Serienhybrid	14,3 Pkte.	200.000 DM	14.000 DM	22,2 Punkte	128.700 DM
3	Parallelhybrid	15,6 Pkte.	260.000 DM	16.666 DM	28,8 Punkte	140.400 DM
4	Elektro	13,1 Pkte.	270.000 DM	20.600 DM	30,0 Punkte	117.900 DM

*Tabelle 15: Bewertungsergebnisse der LZA-Analyse<sup>1</sup>*

Grundsätzlich bieten sich zwei Strategien an, die Bewertungsergebnisse der einzelnen Konzepte zu verbessern: Entweder den Kundennutzen durch Verbesserung der entscheidenden technischen Parameter zu verbessern oder die Lebenszyklusaussagen durch Reduzierung einzelner Lebenszyklusaussagengruppen zu senken (siehe Tabelle 15). Natürlich sind auch Kombinationen dieser beiden Strategien zielführend.

<sup>1</sup> Mit stark vereinfachten Annahmen wie gleichbleibender Leistung usw.

Wenn davon ausgegangen werden kann, daß der Kunde bestrebt ist, seine Anforderungen an ein Fahrzeug<sup>1</sup> möglichst mit minimalem Aufwand zu erfüllen, dann ergibt sich aus dem Portfolio eine Bewertung der untersuchten Konzeptalternativen.

Das Ergebnis dieser Bewertung ist jedoch weniger als Ranking zu verstehen. Vielmehr sollten die Ansatzpunkte für eine Verbesserung des Verhältnisses von Lebenszyklusaufgaben und Nützlichkeit als Zielrichtung für eine aktive Konzeptanpassung aufgefaßt werden.

Wenn von diesem Ergebnis auf hoher Aggregationsstufe ausgehend in den Analyseschritten gezielt Ansatzpunkte gesucht und mit diesem Instrument auf ihre Auswirkungen über den Lebenszyklus untersucht werden, kann eine Entwicklung, Produktion und Vermarktung von innovativen Produkten im magischen Dreieck nach Lebenszyklusgesichtspunkten sichergestellt werden<sup>2</sup>. Auf diese Weise sind die Interessen unterschiedlicher, für Produktinnovationen relevanter Stakeholder schnell und effektiv projektbegleitend ermittelbar.

---

<sup>1</sup> Die Anforderungen des Kunden an das Fahrzeug sind variabel, weshalb der jeweils unterstellte Satz an Anforderungen von der Marktforschung für die Zukunft gewissenhaft abgeleitet werden muß. Vgl. Biethahn (1992), S. 33.

<sup>2</sup> Zur Notwendigkeit, alternativ betriebene Fahrzeuge an die Marktverhältnisse anzupassen vgl. Modisette, u.a. (1997), S. 1 – 8.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

IT IS BETTER TO BE VAGUELY RIGHT

THAN TO BE PRECISELY WRONG.

Sir Karl Raimund Popper

„Life cycle costing per se is not new“<sup>1</sup> stellte einer der Wegbereiter des Lebenszyklusgedankens, BLANCHARD, schon 1978 seiner Arbeit voraus. Daran hat sich bis heute nichts geändert und doch sind die Anwendungsgebiete der Lebenszyklusanalyse längst noch nicht flächendeckend erforscht – geschweige denn haben sie sich in der praktischen Anwendung durchgesetzt.

Den klassischen Lebenszyklusansatz, der die Verteilung der Kosten von Systemen auf die Lebenszyklusphasen optimiert, erweitert die vorliegende Arbeit dahingehend, daß die relevanten Lebenszyklusnutzen und -aufwandsstrukturen auf den Tag der Projektentscheidung projiziert werden, um daraus Markterfolgchancen für Innovationsideen abzuleiten. Aus dem dreidimensionalen Zielkatalog von Nutzen, Aufwand und Zeit wird dabei der Einfluß der Zeit rechnerisch auf einen Zeitpunkt normiert, um die Entscheidung der Innovation auf Basis der Ratio von Nützlichkeit und Ausgaben vornehmen zu können.

Die Umsetzung dieses rationalen Bewertungsansatzes erfordert eine Reihe von Prognosen, Rechnungen und Setzungen, welche beliebig komplex ausgestaltet werden können und dann doch die Realität nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit abzubilden vermögen<sup>2</sup>. Der Sinn eines Bewertungsverfahrens, welches den Lebenszyklusgedanken mit der Investitionsrechnung verbindet, kann es daher nicht sein, die Zukunft vollständig quantitativ abzubilden. „Investitionsrechnungen dienen der Vorbereitung von Investitionsentscheidungen. Sie sollen rationale Entscheidungen ermöglichen, nicht aber die Entscheidung vorwegnehmen“<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Blanchard (1978), S. 1.

<sup>2</sup> Eine genaue Berechnung ist auch bei unendlichem Analyseaufwand nicht möglich, vgl. Blohm, Lüder (1995), S. 45.

<sup>3</sup> Blohm, Lüder (1995), S. 45.

Die LZA-Analyse ist ein rationales Instrument zur Aufbereitung komplexer Zusammenhänge in der Frühphase der Innovationsbewertung. Sie soll die Aufgabe des Managements unterstützen, Leitungsfunktionen durch das Treffen von Entscheidungen auszuüben<sup>1</sup>.

Da es jedoch äußerst kompliziert ist, eine ökonomisch fundierte Entscheidung zum Zeitpunkt der Aufnahme eines Entwicklungsvorhabens mit teilweise unsicheren Informationen zu fällen<sup>2</sup>, setzt sich in der modernen Unternehmensführung zunehmend die Erkenntnis durch, daß Management ohne Intuition nicht möglich ist<sup>3</sup>. Die Notwendigkeit von Intuition im Prozeß der Entscheidungsfindung wird meist damit begründet, daß die Informationsverarbeitungskapazität des menschlichen Verstandes für die rationale Lösung komplexer Probleme nicht ausreichend ist<sup>4</sup>. Die LZA-Analyse steht in diesem Sinne nicht im Widerspruch zu intuitiven Entscheidungen<sup>5</sup>.

Vielmehr wird mit dem systematischen Aufbereiten und Prognostizieren relevanter Informationen versucht, die Komplexität des Entscheidungsproblems transparenter zu gestalten<sup>6</sup>. Da diese Aufbereitung immer mit Unsicherheiten durch fehlende Informationen und mit Risiko durch unterschiedliche Eintrittswahrscheinlichkeiten der Prognosen belegt ist, kann das Ergebnis der LZA-Analyse nicht als Input für eine rationale Entscheidung bei Sicherheit angesehen werden. Vielmehr ist die Intuition des verantwortlichen Managers gefragt, die komplexitätsreduzierenden Ergebnisse der LZA-Analyse dazu zu nutzen, Entscheidungen zu treffen, welche für die zukünftige Entwicklung des Unternehmens positiv sind. Es ist demnach keineswegs sinnvoll, die Ergebnisse der LZA-Analyse als direkte Handlungsanweisung zu verstehen, welche die Intuition des Managements ersetzen könnte<sup>7</sup>.

Diese Funktion einer Handlungsanweisung wurde aber in einer Befragung deutscher Automobilunternehmen nach den Anforderungen an Bewertungsverfahren für Innovationen auch

---

<sup>1</sup> Vgl. Ulrich, Fluri (1988), S. 40, der hier Management mit der Abwicklung von Entscheidungen gleichsetzt.

<sup>2</sup> Vgl. Graßhoff, Gräfe (1997), S. 19.

<sup>3</sup> Ausgehend von dem von Gutenberg geprägten Begriff des 'Managementintuitionisten', vgl. Gutenberg (1962), S. 3 wurde die Rolle der Intuition im Management in Studien von Mintzberg (1976); Agor (1984); Isenberg (1984) und Hauser (1991) untersucht.

<sup>4</sup> Vgl. Hauser (1991), S. 55.

<sup>5</sup> Der Fokus der LZA-Analyse liegt auf einer entscheidungsbezogenen Differenzbetrachtung von Alternativen. Vgl. Gräfe (1996), S. 149.

<sup>6</sup> Vgl. Dögl, u.a. (1992), S. 146.

<sup>7</sup> Vgl. Neubauer (1988), Kap. 4.5.1; vgl. Schiele, Brandt (1991), S. 44.

nicht gestellt. Vielmehr wurden die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Anwendung von Bewertungsverfahren in folgenden Punkten gesehen (siehe Abschnitt 3.4.3)<sup>1</sup>:

- Qualitative und quantitative Aspekte sollen gleichberechtigt in die Bewertung eingehen.
- Kundennutzen soll ein Hauptkriterium der Bewertung sein.
- Der Kundennutzen soll systematisch und nachvollziehbar berücksichtigt werden.
- Die ökonomische Rechenbarkeit soll in die Bewertung einfließen.
- Die technische Machbarkeit soll zur Bewertung erfaßt werden.
- Technik-, Betriebswirtschafts- und Kundeninteressen sollen ausgeglichen werden.
- Zur Ermittlung und zum Vergleich der Interessenslagen sind Methoden anzubieten.
- Die Datenermittlung soll möglichst breit angelegt werden.
- Lebenszyklusaufwand soll berücksichtigt werden.
- Die Ergebnisse der Bewertung sollen nachvollziehbar und vergleichbar sein.

Die Erfüllung dieser Anforderungen stand Pate bei der Aufstellung der LZA-Analyse, wobei deren Durchführung keinen dauerhaften Mehraufwand im Vergleich zum heute üblichen Planungsaufwand bedeutet. Allerdings ist der Planungsaufwand zeitlich früher im Projektablauf nötig - nämlich bevor die Projektentscheidung für die Innovation fällt.

„Successful firms spent more on the early stages of the new product process“<sup>2</sup> – diesen Zusammenhang des ‚front-loading‘ erfordert auch die LZA-Analyse, um in späteren Phasen möglichst weitgehend auf zeit- und kostenintensive Korrekturschleifen verzichten zu können.

In konkurrenzintensiven Märkten kommt der Transparenz der Lebenszyklusphasen verstärkte Bedeutung als Differenzierungskriterium zu und mittlerweile gibt es sehr erfolgreiche Firmen, deren Mission die Umsetzung der Lebenszyklussimulation ist<sup>3</sup>. Diese Aussage gilt zwar – wie in der Arbeit gezeigt werden konnte – leider noch nicht für alle Branchen und Produkte, aber überall dort wo der

---

<sup>1</sup> Vgl. Matheson, u.a. (1994), S. 23.

<sup>2</sup> Cooper, Kleinschmidt (1988), S. 250.

<sup>3</sup> Z. B. Dassault Systems, deren Mission beschrieben wird, mit: „Simulate, with the Computer, the Whole Product Life Cycle, from Preliminary Design to Maintenance and Operation“.

Lebenszyklusgedanke von Bedeutung ist, kann auch die LZA-Analyse angewendet werden – „Life cycle costing has value as marketing tool for a great many individual products“<sup>1</sup>.

Die LZA-Analyse als Bewertungsphilosophie ist flexibel auf unterschiedliche Branchen übertragbar, und die Nähe zur breit eingeführten Investitionsrechnung stellt sicher, daß die methodische Adaption möglichst einfach vorgenommen werden kann, was durch die Fallstudienanwendung auf ein komplexes Auswahlproblem für alternative Antriebe unterstrichen werden konnte.

Ist mit der LZA-Analyse einmal das szenariogerechte Optimum aus technischer Leistung, Kundennutzen und Lebenszyklusaufwand gefunden und in einer Produktbeschreibung festgehalten, kann der kunden- und marktgerechte Einsatz der knappen Unternehmensressourcen mit methodischer Unterstützung von Target-Costing und Target-Investment sichergestellt werden<sup>2</sup>. Als Controllinginstrumente für die Entwicklungskosten stehen die Kostenartenrechnung, die Prozeßkostenrechnung sowie Budgetierungsverfahren und F&E-Effizienzkennzahlen zur methodischen Unterstützung der aus der LZA-Analyse gewonnenen Erkenntnisse zur Verfügung<sup>3</sup>. Darüberhinaus gibt es im Controlling heute Tendenzen, das interne Rechnungswesen konsequent um eine lebenszyklusorientierte Dimension zu erweitern und damit ein umfassendes Projektcontrolling strategischer Innovationsprojekte sicherzustellen<sup>4</sup>.

Damit entspricht die LZA-Analyse dem selbstgesteckten Anspruch, möglichst kein grundsätzlich neues Bewertungsverfahren für Innovationen mit neuen Methoden neben die bereits beachtliche Anzahl bestehender Verfahren zu stellen, sondern bestehende methodische Ansätze zu einem Bewertungsverfahren mit aussagekräftigem Inhalt zu verbinden, was der weiteren praktischen Verbreitung des faszinierenden Lebenszyklusgedankens zuträglich sein dürfte.

---

<sup>1</sup> Brown (1979), S. 113.

<sup>2</sup> Vgl. Claassen (1997), S. 163.

<sup>3</sup> Vgl. Graßhoff, Gräfe (1997), S. 20; vgl. Gräfe (1998), S. 63.

<sup>4</sup> Vgl. Riezler (1996), S. 13.

## IV. Anlage - Fragen des Interviewleitfadens

**An wen wendet sich ein Mitarbeiter in Ihrem Unternehmen, wenn er eine neue Produktidee einbringen möchte?**

- Er wendet sich an seinen Vorgesetzten.
  
- Er wendet sich an eine spezielle Einrichtung/Stab oder dafür benannte Personen.
  - Wo ist diese organisatorisch angesiedelt?

---

Mit welchen Kompetenzen ist diese Einrichtung/Stelle ausgestattet?

---

Hat diese Einrichtung/Stelle ein eigenes Budget? Für welche Inhalte?

---

**Wie weit muß die Idee ausgereift sein, damit sie eingereicht werden kann?  
Welche Form muß der Ideenvorschlag mindestens haben?**

- Mündlicher Vorschlag.
- Schriftliche Ausarbeitung.
- Technische Spezifikation.
- Skizze.
- Egal.

Bemerkung:

---

---

**Wird dem Ideenträger die Möglichkeit gegeben, seine Idee weiterzuentwickeln?**

- Ja, in welcher Form? \_\_\_\_\_
- Nein.

**Wie ist die Verantwortung für Innovationsmanagement in ihrem Haus festgelegt?**

- Alleinverantwortung F&E-Bereich und dort letztendlich der Vorstand.
- Alle Führungskräfte im F&E-Bereich.
- Spezielle Abteilung im F&E-Bereich.
- Innovation geht das ganze Unternehmen an.
- Eine spezielle Einrichtung/Stab.

**Gibt es ein standardisiertes Verfahren, nach dem Innovationsideen ausgewählt werden?**

- Nein, die Ideen werden nicht einheitlich bewertet.

Wie wählen Sie dann aus den vorhandenen Ideen aus?

---

---

- Ja, es gibt ein festes Gremium, welches die Ideen bewertet.

In diesem Gremium sitzen Vertreter aus:

- Der Entwicklungsabteilung.

- Der Finanzabteilung.

- Dem Vertrieb/Marketing.

- Dem Einkauf.

- Der Fertigung.

- Der Projektleitung.

- Der Ideenträger.

- Sonstige: \_\_\_\_\_

Ist das Bewertungsverfahren eher qualitativ oder quantitativ orientiert?

- Qualitativ.

- Quantitativ.

- Ja, es gibt ein festes Verfahren, welches von unterschiedlichen Bewertern angewandt wird.

**Gibt es Kriterien, nach denen eine Idee von vornherein abgelehnt wird?**

- Nein, alle Ideen werden grundsätzlich berücksichtigt.
  
- Ja, es gibt strategische Killkriterien, die festgelegt sind.

Wer legt die Killkriterien fest?

- Gesetzgeber.
- Unternehmensleitung (Strategische Leitlinien).

---

---

Wer stellt die Verletzung der Killkriterien fest?

- Der Bewertungszirkel.

---

---

Wie lauten die Killkriterien?

---

---

**Ist die technische Machbarkeit der vorliegenden Innovationsidee ein entscheidendes Kriterium?**

- Nein, die Machbarkeit muß erst nach der Bewertung sichergestellt werden.
  
- Ja, wenn eine Idee nicht heute technisch machbar ist, wird sie abgelehnt.

Wie wird die technische Machbarkeit beurteilt?

---

---

---

**Ist der Kundennutzen der vorliegenden Innovationsidee ein entscheidendes Kriterium?**

- Nein, der Kundennutzen muß erst nach der Bewertung sichergestellt werden.
  
- Ja, wenn eine Idee heute nicht vom Kunden wahrnehmbar ist, wird sie abgelehnt.

Wie wird der Kundennutzen beurteilt?

- Nutzwert (Punkte).
- Kostenersparnis für den Kunden (DM).
- Häufigkeit des Kundenwunsches (Händleranfragen usw.).
- Sonstiges: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Ist die ökonomische Rechenbarkeit der vorliegenden Innovationsidee ein entscheidendes Kriterium?**

- Nein, die Rechenbarkeit muß erst nach der Bewertung sichergestellt werden.
- Ja, wenn eine Idee sich heute nicht ökonomisch rechnet, wird sie abgelehnt.

Wie wird die ökonomische Rechenbarkeit beurteilt?

---

---

---

**Welches von den Kriterien der technischen Machbarkeit, ökonomischen Rechenbarkeit und Kundennutzen ist am wichtigsten? (Reihenfolge)**

- Technische Machbarkeit.
- Ökonomische Rechenbarkeit.
- Wahrnehmbarer Kundennutzen.

**Wie werden die Ergebnisse der unterschiedlichen Bereiche miteinander verglichen?**

- Mit Punktwerten.
  
- Gleichnamigmachung durch DM.
  
- Sonstiges \_\_\_\_\_
  
- Keine Vergleichbarkeit gegeben. Vorgehen:  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Inwieweit werden die Folgekosten von Innovationsideen bei der Auswahl berücksichtigt?**

- Werden nicht berücksichtigt.
  
- Servicekosten.
- Reparaturkosten.
- Versicherungskosten.
- Kraftstoffverbrauch, Ölverbrauch usw.
- Außerbetriebstellungskosten.

Welche von diesen Kostengrößen halten Sie für am Wichtigsten?

---

Halten Sie die Argumentation erhöhter Anschaffungskosten aufgrund gesenkter Folgekosten für an den Kunden kommunizierbar?

---

---

**Wie prognostizieren Sie die erwarteten Kosten einer Innovation über den Produktlebenszyklus?**

- Gar nicht.
- Expertenschätzung.
- Parametrische Kostenschätzung.
- Sonstiges \_\_\_\_\_

Falls Parametrik:

- Price.
- FastE.
- Selbsterstelltes Gleichungssystem (CER).

## V. Literaturverzeichnis

**Agor, W. H. (1984)**

Intuitive Management  
Englewood Cliffs, NJ

**Air Resources Board (Hrsg., 1998a)**

Air Pollution Sources, Health Effects, and Controls  
Internet in: <http://www.arb.ca.gov/health/health.htm>

**Air Resources Board (Hrsg., 1998b)**

Buyer's Guide to cleaner Cars  
Internet in: <http://www.arb.ca.gov/msprog/ccbg/ccbg.htm>

**Albach, H.; De Pay, D.; Rojas, R. (1991)**

Quellen, Zeiten und Kosten von Innovationen  
in: ZfB, 61. Jg., 1991, Nr. 3, S. 309 - 324

**Anderson, E. E.; Chen, Y. M. (1988)**

A decision support system for the procurement of military equipment  
in: Naval Research Logistics, 35. Jg., 1988, S. 619 - 632

**Arthur D. Little (Hrsg., 1985)**

Management im Zeitalter der strategischen Führung  
Wiesbaden

**Arthur D. Little (1995)**

ABB liegt in Europa vorn - Umfrage zur Innovationskraft  
in: Handelsblatt vom 15.8.1995, S. 7

**Back-Hock, A.; Hansen, H. R. u. a. (1988)**

Lebenszyklusorientiertes Produktcontrolling: Ansätze zur computergestützten Realisierung  
Berlin, u. a.

**Back-Hock, A.; W. Männel (1992)**

Produktlebenszyklusorientierte Ergebnisrechnung  
In Männel, W. (Hrsg.); Handbuch Kostenrechnung  
Wiesbaden

**Balachandra, R. (1994)**

Bestimmungsfaktoren für den Abbruch von Forschungs- und Entwicklungsprojekten  
in: DBW, 54. Jg., 1994, Nr. 4, S. 449 - 461

**Balderjahn, I. (1994)**

Der Einsatz der Conjoint-Analyse zur empirischen Bestimmung von Preisresponsefunktionen  
in: Marketing, 4. Jg., ZFP, 1994, Nr. 1, S. 12 - 20

**Bangemann, C.; Priemer, B. (1997)**

Deutsch-Stunde - US-Abgasbestimmungen  
in: Auto Motor Sport, Nr. 11/1997, S. 66

**Barth, H. (1984)**

Prognostizieren  
in: Automobilmanagement, o. Jg., 1984, 1, S. 3 - 16

**Bauer, H.; Herrmann, A. (1993)**

Preisfindung durch 'Nutzenkalkulation' am Beispiel einer PKW-Kalkulation  
in: Controlling, 5. Jg., 1993, Nr. 5, S. 236 - 240

**Bauer, H. (Hrsg.,1996)**

Automobilmarktforschung: Nutzenorientierung von PKW-Herstellern  
München

**Bechmann, A. (1978)**

Nutzwertanalyse, Bewertungstheorie und Planung  
Bern, Stuttgart

**Becker, A.; List, S.; Mercedes-Benz AG (1996)**

Zukunft gestalten: Die Szenario-Methode und ihre Anwendung  
Berlin

**Becker, J. (1990)**

Entwurfs- und konstruktionsbegleitende Konstruktion  
in: KRP, 30. Jg.,1990 , Nr. 6, S. 353 - 358

**Becker, J.; W. Männel (1992)**

Konstruktionsbegleitende Kalkulation als CIM-Baustein  
In: Männel, W. (Hrsg.); Handbuch Kostenrechnung  
Wiesbaden

**Berliner, C.; Brimson, J. A. (1988)**

Cost Management for todays advanced manufacturing - The CAM-I conceptual Design,  
Boston

**Bieda, J. (1992)**

A Product-Cycle-Cost-Analysis Process and its Application to the Automotive Environment  
in: IEEE Annual Reliability and Maintainability Symposium, 1992

**Bierfelder, W. (1985)**

Technologie-Management als neues Werbemittel?  
in: Innovation, o. Jg., 1985, Nr. 6, S. 642 - 649

**Biethahn, J. (1992)**

An Approach to Systematic Innovation Management  
in: ZfP, 2. Jg., 1992, Nr. 1, S. 21 - 34

**Bitzer, B.; Poppe, P. (1993)**

Strategisches Innovationsmanagement - phasenspezifische Identifikation  
innerbetrieblicher Innovationshemmnisse  
in: BFuP, 1993, Nr. 3, S. 309 - 324

**Blache, K. M.; Shrivastava A. B. (1993)**

Reliability an Mantainability of Machinery and Equipment for Effective Maintenance  
in: SAE-Paper Nr. 930569; S. 19 -23

**Blanchard, B. S. (1978)**

Design and manage to life cycle cost  
Portland

**Bleicher, K. (1999)**

Das Konzept integriertes Management, 5. Auflage  
Frankfurt/M.

**Blohm, H.; Lüder, K. (1995)**

Investition, 8. Auflage  
München

**Böhm, E. (1994)**

Marktorientierte Bewertungsverfahren für Investitionsgüter-Investitionen  
Karlsruhe

**Booz-Allen & Hamilton (1982)**

New Product Management for the 1980s  
New York

**Booz, Allen & Hamilton (Hrsg., 1991)**

Integriertes Technologie- und Innovationsmanagement  
Berlin

**Brinkmann, T.; Ehrenstein, G. W.; Steinhilper, R. (1994)**

Umwelt- und recyclinggerechte Produktentwicklung  
Augsburg

**Brockhoff, K. (1973)**

Forschungsprojekte und Forschungsprogramme: Ihre Bewertung und Auswahl  
Wiesbaden

**Brockhoff, K.; v. Tietz, B. (1974)**

Produktlebenszyklen

in: Handwörterbuch der Absatzwirtschaft, Sp. 1763 - 1770

Stuttgart

**Brockhoff, K. (1993a)**

Zur Erfolgsbeurteilung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten

in: ZfB, 63. Jg., 1993, Nr. 7, S. 643 - 662

**Brockhoff, K. (1993b)**

Forschungs- und Entwicklungs-Kostenschätzmethoden

in: Horváth, P. (Hrsg.); Vahlens großes Controllinglexikon, S. 248 - 251

**Brockhoff, K. (1999)**

Forschung und Entwicklung: Planung und Kontrolle, 5. Auflage

München, Wien

**Brose, P. (1982)**

Planung, Bewertung und Kontrolle technologischer Innovationen

Berlin

**Brown, R. J. (1979)**

A New Marketing Tool: Life Cycle Costing

in: Industrial Marketing Management, o. Jg., 1979, Nr. 8, S. 109 - 113

**Brown, R. J.; Yanuck, R. R. (1980)**

Life cycle costing: A practical guide for energy makers

Atlanta

**Brunner-Schwer, A. (1986)**

Szenario-Technik bei High-Tech Produkten

München

**Bühner, R. (1991)**

Betriebswirtschaftliche Organisationslehre, 5. Auflage

München, Wien, Oldenbourg

**Bundesministerium für Forschung und Technologie (Hrsg., 1996)**

Bundesbericht Forschung 1996

Bonn

**Bundesministerium für Verkehr (Hrsg., 1997)**

Verkehr in Zahlen 1997, 26. Jg.

Bonn

**Bürgel, H. D. (1989)**

Controlling von Forschung und Entwicklung -

Erkenntnisse und Erfahrungen aus der Praxis

München

**Bürgel, H. D.; Haller, C.; Binder, M. (1996a)**

F&E-Management  
München

**Bürgel, H. D.; Hess, K.; Binder, M.; Ohl, S. (1996b)**

Nutzenbewertung von produktübergreifenden Technologie-Projekten  
in: Controlling, 8. Jg., 1996, Nr.1, S. 14 – 20

**Busse von Colbe, W.; Laßmann, G. (1988)**

Betriebswirtschaftstheorie, Bd. 1; Investitionstheorie, 4. Auflage  
Berlin u. a.

**Cabral-Cardoso, C. ;Payne, R. L. (1996)**

Instrumental and Supportive Use of Formal Selection Methods in  
R&D Project Selection  
in: IEEE Transactions on Engineering Management, 43. Jg., 1996, Nr. 4, S. 402 - 410

**Cardullo, M. W. (1993)**

Total life-cycle cost analysis of conventional an alternative fueled vehicles  
in: SAE-Papers Nr. 931992, S. 1 - 9

**Claassen, U. (1997)**

Target-Investment als Controllinginstrument  
Stuttgart

**Coates, M.; Cogan, R. (1997)**

Pricing for success: Using Auto Car Industry Models to Review Electric Vehicle Costing and Pricing  
in: Proceedings of the 14th International Electric Vehicle Symposium and Exposition, S. 1 – 10, Orlando, FL

**Coenenberg, A. G.; Fischer, T.; Schmitz, J. (1994)**

Target Costing und Product Life Cycle Costing als Instrumente des Kostenmanagements  
in: Zeitschrift für Planung, 4. Jg., 1994, Band 5, Heft 1, S. 1 - 38

**Commes, M.; Lienert, R. (1993)**

Controlling im FuE-Bereich  
in: ZFO, 63. Jg., 1993, S. 347 - 354

**Cooper, R. G. (1979)**

The dimensions of industrial new product success and failure  
in: Journal of Marketing, 43. Jg., 1979, S. 93 - 103

**Cooper, R. G. (1984)**

The performance impact of product innovation strategies  
in: European Journal of Marketing, 18. Jg. 1984, Nr. 5, S. 5 - 54

**Cooper, R. G.; Kleinschmidt, E. J. (1986)**

An investigation into the new product process: steps, deficiencies and impact  
in: The journal of product innovation management, 3. Jg., 1986, Nr. 2, S. 71 - 85

**Cooper, R. G.; Kleinschmidt, E. J. (1988)**

Resource Allocation in the New Product Process  
in: Industrial Marketing Management, 17. Jg., 1988, Nr. 3, S. 249 - 262

**Corsten, H.; Götzelmann, F. (1989)**

Ökologische Aspekte des betrieblichen Leistungsprozesses  
in: WISU, 18. Jg., 1989, Nr. 6, S. 350 - 355 und Nr. 7, S. 409 - 413

**Curran, M. (1987)**

The OEM position in the board-level computer market  
in: Computer Design, 1.11.1997, S. 26 - 27

**de Neumann, B.; J. K. Skwirzynski (1983)**

Life Cycle Cost Models  
in: Electronic Systems Effectiveness and LCC, Berlin, u.a.

**Dell'Isola, A. J.; Kirk, S. J. (1981)**

Life cycle costing for design professionals  
Heightstown

**Derr, J. H.; Louch, R. J. (1991)**

An Advanced Methodology for Projecting Field Repair Rates and Maintenance Costs  
in: SAE Technical Paper Nr. 910068

**Dietz, J. W. (1989)**

Gründung innovativer Unternehmen  
Wiesbaden

**Dinkelbach, W. (1969)**

Sensitivitätsanalysen und parametrische Programmierung  
Berlin, Heidelberg, New York

**Dittmar, J.; Scholl, K.; Marx, P.; u. A. (1997)**

Integration von Zeit, Kosten und Qualität  
in: FB/IE, 46. Jg., 1997, Nr. 3, S. 116 - 119

**Dögl, R.; Piechota, S; Schneider, W. (1992)**

Entwicklungsstrategien in der Nutzfahrzeugindustrie  
in: ZfO, 61. Jg., 1992, Nr. 3, S. 136 - 146

**Domschke, W.; Scholl, A.; Voß, S. (1993)**

Produktionsplanung - Ablauforganisatorische Aspekte  
Berlin, u. a.

**Dreger, W. (1980)**

Eine neue Disziplin oder eine Systematisierung von Banalitäten  
in: Siegener Hochschulblätter, 1980, Nr. 3, S. 37 - 45

**Dreger, W. (1981)**

Lebenszykluskosten ermitteln ist Voraussetzung für erfolgreiches Marketing  
in: Maschinenmarkt, 53. Jg., 1981, Nr. 87, S. 1092 - 1095

**Dreger, W.; Walitschek, H. F. (1986)**

Was kostet ein System wirklich? LCC als neue Management-Aufgabe  
Bonn

**Eckert, D. (1985)**

Risikostrukturen industrieller Forschung und Entwicklung  
Berlin

**Ehrlenspiel, K. (1995)**

Integrierte Produktentwicklung  
München, Wien

**Ehrlenspiel, K. (1998)**

Kostengünstig entwickeln und konstruieren: Kostenmanagement bei der integrierten  
Produktentwicklung, 2. Auflage  
Berlin, u. a.

**Engelke, K.; Weber, W. (1990)**

Satellitenprojekt eröffnet neue Dimension der Kostenanalyse  
in: Zeitschrift für Post und Telekommunikation, o. Jg., 1990, Nr. 1, S. 10 - 16

**Eubanks, C. F.; Ishii, K. (1993)**

AI methods for life-cycle serviceability design of mechanical systems  
in: Artificial Intelligence in Engineering, 8. Jg., 1993, Nr. 2, S. 127 - 140

**Ewert, R.; Wagenhofer, A. (1993)**

Interne Unternehmensrechnung  
Berlin

**Fischer, A. (1991)**

Systematische Grundlagen des Verschleißes  
Saulgau

**Fischer, J.; Koch, R.; Hauschulte, K. B.; Jakuschona, K. (1994)**

Lebenszyklusorientierte Prozeßkostenplanung in frühen Konstruktionsphasen  
in: Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung und Automatisierung,  
89. Jg., 1994, Nr. 11, S. 566 - 568

**Fischer, T. M. (1993a)**

Kosten frühzeitig erkennen und beeinflussen  
in: IO Management Zeitschrift, 62. Jg., 1993, Nr. 9, S. 67 - 71

**Fischer, T. M. (1993b)**

Life Cycle Costing  
in: DBW, 53. Jg., 1993, Nr. 2, S. 277 - 278

**Fishbein, M.; Ajzen, I. (1975)**

Belief, attitude, intention and behavior  
Reading, MA

**Flanagan, R. (1989)**

Life Cycle Costing  
London

**Fleissner, T.; VDI Gesellschaft Fahrzeug und Verkehrstechnik (Hrsg., 1996)**

Vergleichende Lebenszyklusanalyse verschiedener Antriebskonzepte  
in: Tagungsband 'Ganzheitliche Betrachtungen im Automobilbau'  
Wolfsburg

**Ford, D.; Ryan, C. (1981)**

Taking technology to market  
in: Harvard Business Review, 59. Jg, 1981, Nr. 2, S. 117 - 126

**Francfort, J. E.; O'Hara, D. V. (1997)**

Commercial Validation of Electric Vehicles in Field  
Proceedings of the 14th International Electric Vehicle Symposium and Exposition  
Orlando, FL

**Franze, H. A.; Metz, N.; Neumann, U. (1995a)**

Environmental impact calculations of automotive parts by life-cycle analysis  
- the BMW approach -  
in: SAE-Papers 951843

**Franze, H. A.; Neumann, U. (1995b)**

Life-cycle optimization of car components  
in: SAE-Papers, Nr. 950207

**Freiman Parametric Systems (Hrsg., 1993)**

MicroFASTE User Guide  
Wayne, PA

**Friedrichs, J. (1990)**

Methoden der empirischen Sozialforschung, 14. Auflage  
Opladen

**Fröhling, O. (1990a)**

Integriertes Personal-Controlling - ein zyklusorientiertes Konzept  
in: Controller Magazin, 15. Jg., 1990, Nr. 3, S. 117 - 122

**Fröhling, O.; Spilker, D. (1990b)**

Life Cycle Costing  
in: IO Management Zeitschrift, 59. Jg., 1990, Nr. 10, S. 74 - 78

**Fröhling, O. (1994)**

Strategische Produktkostenermittlung am Beispiel der Automobilindustrie  
in: Kostenmanagement, 1994, Nr. 2, S. 127 - 134

**Gaiser, B. (1993)**

Schnittstellencontrolling bei der Produktentwicklung  
München

**Gemünden, H. G. (1992)**

Zeit - Wettbewerbsfaktor bei Innovationsprozessen  
in: Vortragsunterlagen Fachkonferenz Speed-Management, Management Circle, Frankfurt  
21.5.1992

**Gentner, A. (1994)**

Entwurf eines Kennzahlensystems zur Effektivitäts- und Effizienzsteigerung von  
Entwicklungsprojekten  
München

**Geschka, H.; Corsten, H. (1989)**

Voraussetzungen für erfolgreiche Innovationen - Beachtung von Hindernissen und  
Erfolgsfaktoren bei der Innovationsplanung  
Berlin

**Gobeli, D. H.; Brown, D. J. (1987)**

Innovations  
Corvallis

**Gräfe, C. (1998)**

Kostenmanagement im Entstehungszyklus eines Serienerzeugnisses  
Hamburg

**Graßhoff, J.; Gräfe, C. (1997)**

Kostenmanagement in der Produktentwicklung  
in: Controlling, 9. Jg., 1997, Nr. 1, S. 1 - 32

**Greene, L. E. (1991)**

Life Cycle Cost (LCC) Milestones  
in: IEEE, 38. Jg., 1991, Nr.2, S. 1197 - 1200

**Greiner, F. W. (1972)**

Evolution and revolution as organizations grow  
in: Harvard Business Review, 50. Jg., 1972, Nr. 4, S. 37 - 46

**Groß, H. (1991)**

Nutzung von Zuverlässigkeitsüberlegungen für Analysen zur Senkung der Lebensdauerkosten  
in: Logistic Support Analysis, 1991, S. 137 - 148

**Grunert, K. G.; Dichtl, E.; Raffée, H.; Potucek, V. (1982)**

Die Ermittlung entscheidungsrelevanter Produktmerkmale beim Automobilkauf  
in: Marktforschung im Automobilssektor, Schriftenreihe des Verbandes der Automobilindustrie (VDA), Nr. 40, S. 38 – 58, Mannheim

**Gutenberg, E. (1953)**

Zum 'Methodenstreit'  
in: ZfhF, 5. Jg., 1953, Nr. 5, S. 327 - 356

**Gutenberg, E. (1962)**

Die Unternehmung: Organisation und Entscheidung  
Wiesbaden

**Gutenberg, E. (1983)**

Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, 1. Bd.: Die Produktion, 24. Auflage  
Berlin

**Haedrich, G.; Jeschke, B. G. (1993)**

Zur Integration sozio-politischer Interessen beim Innovationsmanagement  
in: Thexis, 10. Jg., 1993, Nr. 5/6, S. 8 - 12

**Hahn, D.; Commes, M. T. u. a. (1986)****Arbeitskreis 'Integrierte Unternehmensplanung' der Schmalenbach-Gesellschaft (Hrsg.)**

Integrierte Forschungs- und Entwicklungsplanung  
in: Zfbf, 38. Jg., 1986, Nr. 5, S. 351 - 382

**Hahn, D.; Laßmann, G. (1993)**

Produktionswirtschaft. Controlling industrieller Produktion, Bd. 3.2  
Heidelberg

**Hahner, C. A. (1996)**

Bewertung von Innovationsideen mit Hilfe von Lebenszyklusaufwand. Forschungsbericht Nr. 6 des Lehrstuhls F&E-Management der Uni Stuttgart  
Stuttgart

**Haller, C. (1995)**

Gestaltung eines mitarbeiterorientierten Systems zur Innovationsförderung  
Forschungsbericht Nr. 5 des Lehrstuhls F&E-Management der Universität Stuttgart  
Stuttgart

**Haller, C. (1997)**

Wie Ideen gedeihen

in: IO Office Management, 66. Jg., 1997, Nr. 5, S. 20 - 26

**Hanusch, H. (1994)**

Nutzen-Kosten-Analyse, 2. Auflage

München

**Harbolla H.; Helling, H. (1993)**

Entwicklung eines Bewertungsverfahrens zur Auswahl von Hybridantrieben

Aachen

**Harrington, H. J. (1991)**

Business Process Improvement: The Breakthrough Strategy for Total Quality

New York, St. Louis, u. a.

**Harvey, G. (1976)**

Life-cycle costing: a review of the technique

in: Management Accounting, o. Jg., 1976, Nr. 10, S. 343 - 347

**Hatfield, S. A.; Crawfoot, N. C. (1990)**

Knowledge-Based Systems in Cost Estimation and Design

in: Autofact 90; Conference Proceedings, Society of Manufacturing Engineers,

S. 21.1 - 21.10, Detroit

**Hauschildt, J. (1991)**

Zur Messung des Innovationserfolgs

in: ZfB, 61. Jg., 1991, Nr. 4, S. 451 - 476

**Hauschildt, J. (1993)**

Innovationsmanagement

München

**Hauser, T. (1991)**

Intuition und Innovationen: Bedeutung für das Innovationsmanagement

Wiesbaden

**Hax, H. (1985)**

Investitionstheorie, 5. Auflage

Würzburg, Wien

**Hesslinger, H. (1994)**

Neue Wege im Bereich Produktinnovation: Antizipieren statt reagieren

in: IO Office Management, 63. Jg., 1994, Nr. 5, S. 64 - 68

**Higgins, J. C.; Watts, K. M. (1986)**

Some perspectives on the use of management science techniques in R&D Management.  
in: R&D Management, 16. Jg., 1986, Nr. 4, S. 291 - 296

**Höft, U. (1992)**

Lebenszykluskonzepte: Grundlage für das strategische Marketing- und  
Technologiemanagement  
Berlin

**Hölscher, R.; Rücker, U.-C. (1996)**

Investitionscontrolling auf der Basis der Marktzinsmethode  
in: Controller Magazin, 21. Jg., 1996, Nr. 6, S. 368 - 378

**Holt, K.; Geschka, H.; Peterlongo, G. (1984)**

Need assessment - A key to user oriented product innovation  
New York, u. a.

**Holzwarth, J. (1993)**

Strategische Kostenrechnung  
Stuttgart

**Horváth, P. (Hrsg., 1993)**

Vahlens großes Controllinglexikon  
München

**Hovland, C. I.; Rosenberg, M. J. (Hrsg., 1960)**

Attitude, organization and change  
New Haven

**Howell, R. A.; Brown, J. D.; Soucy, S. R.; Seed, A. H. (1987)**

Management accounting in the new manufacturing environment  
Montvale

**Huisinga, R. (1985)**

Technikfolgen-Bewertung: Bestandsaufnahme, Kritik, Perspektiven  
Frankfurt (M.)

**Hütte; Akademischer Verein Hütte e. V. (1996a)**

Produktion und Management, Teil 1, 7. Auflage  
Berlin, Heidelberg, New York, u. a.

**Hütte; Akademischer Verein Hütte e. V. (1996b)**

Produktion und Management, 2. Teil, 7. Auflage  
Berlin, Heidelberg, New York u. a.

**Hüttel, K. (1998)**

Produktpolitik, 3. Auflage  
Ludwigshafen (Rhein)

**International Energy Agency (1991)**

Fuel Efficiency for Passenger Cars  
Paris

**Irle, M. (1983)**

Marktpsychologie als Sozialwissenschaft  
Göttingen

**Isenberg, D. J. (1984)**

How senior managers think  
in: Harvard Business Review, 64. Jg., 1984, Nr. 6, S. 81 - 90

**Janßen, G. K. (1991)**

Value Management und parametrische Kostenschätzung  
in: VDI-Berichte Nr. 918, 1991, S. 95 - 105

**Jehle, E.; von Kortzfleisch, G.; Kaluza, B. (1984)**

Kostenfrüherkennung und Kostenfrühkontrolle  
in: Internationale und nationale Problemfelder der BWL, S. 263 – 285  
Berlin

**Kaufmann, R. J. (1970)**

Life Cycle Costing: A Decision-Making Tool for Capital Equipment Acquisition  
in: Cost and Management, o. Jg., 1970, Nr. 3-4, S. 21 - 28

**Kesten, R. (1996)**

Innovationen durch eigene Mitarbeiter  
in: ZfB, 66. Jg., 1996, Nr. 6, S. 651 - 673

**Kloock, J. (1981)**

Mehrperiodige Investitionsrechnungen auf der Basis kalkulatorischer und handelsrechtlicher  
Erfolgsrechnungen  
in: ZfbF, 33. Jg., 1981, S. 873 - 890

**Knauer, S. (1981)**

Die optimale Nutzungsdauer von Nutzfahrzeugen  
Frankfurt (M.)

**Knoblich, H.; Schubert, H. (1992)**

Konzeptentwicklung im Rahmen des Produktinnovationsprozesses  
in: Zeitschrift für Planung, 2. Jg., 1992, S. 59 - 71

**Kotler, P. (1999)**

Marketing Management – Analyse, Planung, Umsetzung und Steuerung, 9. Auflage  
Stuttgart

**Lange, G. (1970)**

Life-Cycle Costing: Problems, Policies and Prospects

in: Army Procurement Research Office, U.S. Army Logistics, Management Center Fort Lee, Virginia

**Large, J. P. (1981)**

Development of Parametric Cost Models for Weapon Systems, in: Rand Corp. P-6604 Santa Monica, Cal.

**Lange, J. H. (1994)**

Produktinnovations-Controlling

Münster, Hamburg

**Lauglaug, A. S. (1993)**

Technical-market research - Get customers to collaborate in developing products

in: Long Range Planning, 26. Jg, 1993, Nr. 2, S. 78 -82

**Leonard, D.; Rayport, J. F. (1998)**

Innovative Produkte durch empathische Kundenbeobachtung

in: Harvard Business Manager, 10. Jg., 1988, Nr. 3, S. 68 - 77

**Liberatore, M. J.; Titus, G. J. (1986)**

Managing Industrial R&D Projects: Current Practice and Future Directions

in: Journal of the Society of Research Administrators, 18. Jg., 1986, Nr. 1, S. 5 - 12

**Lillich, L. (1992)**

Nutzwertverfahren

Heidelberg

**Lücke, W. (1955)**

Investitionsrechnungen auf der Grundlage von Ausgaben oder Kosten?

in: ZfHF, 7. Jg., 1955, S. 310 - 324

**Ludwig, B. D. (1985)**

Wer innovativ sein will, muß alle Fesseln sprengen, denn: Innovation ist mehr als neue

Produkte; in: Management-Zeitschrift für industrielle Organisation, 54. Jg., 1985,

Nr. 2, S. 54 - 59

**Luehrman, T. A. (1997)**

A general manager's guide to valuation

in: Harvard Business Review, 75. Jg., 1997, Nr. 3, S. 133 - 154

**Macharzina, K. (1995)**

Unternehmensführung, 2. Auflage

Wiesbaden

**Madauss, B. J. (1982)**

Planung und Überwachung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten  
Bad Aibling

**Madauss, B. J.; Gesellschaft für Controlling (Hrsg.); (1992)**

Projektcontrolling - Lebenszyklusorientierte Projektkostenrechnung  
in: Tagungsband Controlling 1992 des 7. deutschen Controllingkongresses  
Düsseldorf, München

**Madauss, B. J. (1994)**

Projektmanagement: Ein Handbuch für Industriebetriebe, Unternehmensberater und  
Ingenieure, 5. Auflage  
Stuttgart

**Maidique, M.; Zirger, B. J. (1984)**

Study of success and failure in product innovation: The case of the U. S. Electronics Industry  
in: IEEE Transactions on Engineering Management, 31. Jg., 1984, Nr. 4, S. 192 - 203

**Maier, J. (1991)**

Computergestützte Kreativität in der Produktinnovation  
Berlin

**Männel, W. (1994)**

Frühzeitige Kostenkalkulation und lebenszyklusbezogene Ergebnisrechnung  
in: KRP, 38. Jg., 1994, Nr. 2, S. 106 - 110

**Männel, W. (Hrsg., 1992)**

Handbuch Kostenrechnung  
Wiesbaden

**Männel, W. (1988)**

Integrierte Anlagenwirtschaft  
Köln

**Marr, W. W.; Walsh, W. J.; Miller, J. F. (1989)**

Analysis of life cycle costs for electric vans with advanced battery systems  
in: SAE-Papers Nr. 890819

**Mascarin, A. E.; Dieffenbach, J. R. (1992)**

Fender Material Systems: A Lifecycle Cost Comparison  
in: SAE-Paper Nr. 920373, S. 53 - 61

**Matheson, D.; Matheson, J. E.; Menke, M. M. (1994)**

Making Excellent R&D Decisions  
in: Industrial Research Management, 37. Jg., 1994, Nr. 6, S. 21 - 25

**Mattern, H. (1991)**

Wirkungsvolles Innovationscontrolling: Was High-Tech-Unternehmen bei der Planung, Steuerung und Kontrolle von Innovationsprozessen beachten sollten.  
in: Booz, Allen & Hamilton (Hrsg.); Integriertes Technologie- und Innovationsmanagement

**McCarthy, J. F.; Novak, S. J. (1975)**

Design-to-Cost and Life Cycle Costing in the Aerospace Industry  
in: Industrialization Forum, 6. Jg., 1975, Nr. 3-4, S. 37 - 51

**Meffert, H. (1992)**

Marketingforschung und Käuferverhalten  
Wiesbaden

**Meffert, H. (1977)**

Marketing-Prognosemodelle: quantitative Grundlagen des Marketing  
Stuttgart

**Mellerowicz, K. (1952)**

Eine neue Richtung in der Betriebswirtschaftslehre?  
in: ZfB, 22. Jg., 1952, Nr. 22, S. 145 - 161

**Mengen, A.; Tacke, G.; Kucher, S.; Bauer, H.; Dichtl, E.; Herrmann, A. (1996)**

Methodengestütztes Automobil-Pricing mit Conjoint-Measurement  
in: Bauer, H. (Hrsg.), Automobilmarktforschung, S. 33 - 52

**Mertens, P.; Rackelmann, G. (1979)**

Konzept eines Frühwarnsystems auf Basis von Produktlebenszyklen  
in: ZfB, 49. Jg, 1979, Ergänzungsheft 2, S. 70 - 88

**Metze, G. (1980)**

Grundlagen einer allgemeinen Theorie und Methodik der Technologiebewertung  
Göttingen

**Meyer-Schönherr, M. (1991)**

Szenario-Technik als Instrument der strategischen Planung  
Ludwigsburg, Berlin

**Michel, R. M. (1989)**

Projektcontrolling und Reporting  
Heidelberg, Zürich

**Mintzberg, H. (1976)**

Planning on the left side and managing on the right  
in: Harvard Business Review, 54. Jg., 1976, Nr. 4, S. 49 - 58

**Modisette, L. D. ; Electric Vehicle Association of the Americas (1997)**

Becoming EV-Ready the California Way!

in: Proceedings of the 14th international Electric Vehicle Symposium, S. 1-8  
Orlando, FL

**Müller, H. (1996)**

Prozeßkonforme Grenzplankostenrechnung, 2. Auflage  
Wiesbaden

**Neubauer, H. (1988)**

Lebenswegorientierte Planung technischer Systeme  
Heidelberg

**Niemann, U.; Schwalbe, H. (1989)**

Absatzerfolg durch Innovation  
Freiburg i. Br.

**Olfert, K. (1987)**

Kostenrechnung, 7. Auflage  
Ludwigshafen

**Oppermann, H.; Bender, H. J.; Johna-Lin, E. (1993)**

FALIXS - Ein Expertensystem zur rechnerischen Lebensdauervorhersage von  
Fahrzeugbauteilen  
Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung e. V. Jahresschrift 1993  
S. 189 - 205

**o. V. ; SNV Studiengesellschaft Nahverkehr mbH (1989)**

Technologische und wirtschaftliche Entwicklung der Einsatzmöglichkeiten von Elektro-  
Fahrzeugen  
Bergisch-Gladbach

**Paefgen, F. J.; Lehna, M. (1997)**

Der Audi duo - das erste serienmäßige Hybridfahrzeug  
in: ATZ Automobiltechnische Zeitschrift, o. Jg., 1997, Nr. 6, S. 316 - 320

**Pfeiffer, W.; Bischof, P. (1975)**

Überleben durch Produktplanung auf der Basis von Produktlebenszyklen  
in: FB/IE, 24. Jg., 1975, Nr. 6, S. 343 - 348

**Pfeiffer, W.; Bischof, P. (1981)**

Produktlebenszyklen - Instrument jeder strategischen Produktplanung  
in: Steinmann, H. (Hrsg.), Planung und Kontrolle, S. 133 - 166

**Pfeiffer, W.; Amler, R.; Schäffner, G.; Schneider, W. (1983)**

Technologie-Portfolio-Methode des strategischen Innovationsmanagements  
in: Zeitschrift für Organisation, 53. Jg., 1983, Nr. 5/6, S. 252 ff.

**Pfeiffer, W.; Metze, G.; Schneider, W.; Amler, R. (1987)**

Technologie-Portfolio zum Management strategischer Zukunftsgeschäftsfelder  
4. Auflage, Göttingen

**Pfeiffer, W.; Dögl, R.; Schneider, W. (1989)**

Denkperspektiven und Grundhaltungen der strategischen Technologieplanung  
in: WISU, 18. Jg., 1989, Nr. 2, S. 99 - 104

**Pfeiffer, W. (Hrsg., 1990)**

Technologiemanagement  
Göttingen

**Pfeiffer, W.; Weiß, E. (1990)**

Zeitorientiertes Technologie-Management  
In: Pfeiffer, W. (Hrsg.), Technologiemanagement

**Pfohl, H.-C.; Wübbenhorst, K. L. (1983)**

Lebenszykluskosten - Ursprung, Begriff und Gestaltungsvariablen  
in: Journal für Betriebswirtschaft, 1983, Nr. 3, S. 142 - 155

**Pleschak, F.; Sabisch, H. (1996)**

Innovationsmanagement  
Stuttgart

**Poensgen, O. H. (1983)**

F&E-Aufwand, Firmensituation und Firmenerfolg  
in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 35.Jg., 1983, Nr. 2, S. 73 - 93

**Popp, W. (1988)**

Zur Planung von F&E-Projekten  
in: DBW, 48. Jg., 1988, Nr. 6, S. 735 - 749

**Potts, G. W. (1988)**

Exploit your product's service life cycle  
in: Harvard Business Review, 66. Jg., 1988, Nr. 5, S. 32 - 36

**Reichwald, R.; Schmelzer H. J. (Hrsg., 1990)**

Durchlaufzeiten in der Entwicklung: Praxis des industriellen F&E-Managements München

**Reinertsen, D. G. (1983)**

Whodunit? The search for the new-product killers  
in: Electronic-Business, 1993, Nr. 7, S. 62 - 66

**Reiß, M. (1993)**

Führungsaufgabe 'Implementierung'  
in: Personal, 45. Jg., 1993, Nr. 12, S. 551 - 555

**Riezler, S. (1996)**

Lebenszyklusrechnung: Instrument des Controlling strategischer Projekte  
Wiesbaden

**Rinza, P.; Schmitz, H. (1992)**

Nutzwert-Kosten-Analyse - Eine Entscheidungshilfe, 2. Auflage  
Düsseldorf

**Robert, M.; Weiss, A. (1990)**

Die permanente Innovation  
Frankfurt (M.)

**Robertson, T. S. (1971)**

Innovative behaviour and communication  
New York

**Rosenberg, M. M. (1960)**

An analysis of affective-cognitive consistency  
in: Hovland, C. I.; Rosenberg, M. J.; Attitude organization and change, S. 15 - 64

**Rosenstiel, L.; Ewald, G. (1979)**

Marktpsychologie, Bd. 1: Konsumverhalten und Kaufentscheidung  
Stuttgart

**Roussel, P. A.; Saad, K. N. (1991)**

Third Generation R&D-Managing - The link to corporate strategy  
Wiesbaden

**Scherenberg, V.; Gesellschaft für Tribologie e. V (Hrsg., 1987)**

Tribologie in der Fahrzeugtechnik  
Koblenz

**Scherenberg, V. (1987)**

Entwicklung von Wartungsbedarf und Wartungsmethoden für PKW und NFZ  
in: Scherenberg, V., Tribologie in der Fahrzeugtechnik, Kapitel 14  
Koblenz

**Schiele, K.; Brandt, M. (1991)**

Bewertung von Produktideen mit Köpfchen und Computer  
in: IO Management-Zeitschrift, 60. Jg., 1991, Nr. 12, S. 42 - 45

**Schlosser, L. S. (1978)**

Practical innovation can mean lower life cycle costs  
Defense Management Journal, September 1978

**Schmalenbach, E. (1970)**

Die Privatwirtschaftslehre als Kunstlehre  
in: ZfbF, 40. Jg., 1970, Nr. 22, S. 490 - 498

**Schmelzer, H. J. (1992)**

Organisation und Controlling von Produktentwicklungen  
Stuttgart

**Schmelzer, H. J. (1990)**

Steigerung der Effektivität und Effizienz durch Verkürzung von Entwicklungszeiten  
in: Reichwald, R.; Schmelzer H. J.: Durchlaufzeiten in der Entwicklung, S. 27 – 63  
München

**Schmidt, R. H. (1997)**

Grundzüge der Investitions- und Finanzierungstheorie, 4. Auflage  
Wiesbaden

**Schmitt-Grohé, J. (1972)**

Produktinnovation  
Wiesbaden

**Schneeweiß, C. (1990)**

Kostenwirksamkeitsanalyse, Nutzwertanalyse und Multi-Attributive Nutzentheorie  
in: WiSt, 9. Jg., 1990, Nr. 1, S. 13 – 18

**Schneider, D. (1994)**

Betriebswirtschaftslehre, Band 2: Rechnungswesen, 3. Auflage  
München

**Schneider, E. (1973)**

Wirtschaftlichkeitsrechnung. Theorie der Investition, 8. Auflage  
Tübingen

**Schneider, D. (1992)**

Investition, Finanzierung und Besteuerung, 7. Auflage  
Wiesbaden

**Schubert, B. (1991)**

Entwicklung von Konzepten für Produktinnovationen mittels Conjointanalyse  
Stuttgart

**Schulte, C. (Hrsg., 1992)**

Effektives Kostenmanagement  
Stuttgart

**Schultheiß, R. (1997)**

Produktorientierte Anwendungsforschung als Spekulationsgeschäft  
Ein Anwendungsfall für die Optionspreistheorie  
Forschungsbericht Nr. 8 des Lehrstuhls für F&E-Management  
Stuttgart

**Schwacke-Liste; DAT Deutsche Automobil Treuhand (1998)**

DAT Marktspiegel  
Stuttgart

**Schwarze, J. (1990)**

Netzplantechnik: Eine Einführung in das Projektmanagement, 6. Auflage  
Herne, Berlin

**Schweitzer, M.; Bea, F. X.; Dichtl, E. Schweitzer, M. (1993)**

Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, Band 1 - Grundfragen, 6. Auflage  
Stuttgart

**Seicht, G. (1997)**

Moderne Kosten- und Leistungsrechnung, 9. Auflage  
Herne, Berlin

**Seidel, T.; Kohn, L. (1985)**

So lassen sich Forschungs- und Entwicklungsprojekte besser bewerten  
in: IO Management-Zeitschrift, 54. Jg., 1985, Nr. 1, S. 28 - 30

**Seldon, M. R. (1979)**

Life cycle costing  
Portland

**Servatius, H. G.; Pfeiffer, S. (1992)**

Ganzheitliche und evolutionäre Technologiebewertung  
in: VDI (Hrsg.), Technologiefrühaufklärung, S. 71 - 92

**Shell AG (1991)**

Aufbruch zu neuen Dimensionen, Shell-Szenarien des PKW-Bestandes bis 2010  
Hamburg

**Sherif, Y. S.; Kolarik, W. J. (1981)**

Life-cycle costing: Concepts and practice  
in: Omega, 9. Jg., 1981, Nr. 3, S. 287 - 296

**Shields, M. D.; Young, S. M. (1991)**

Managing Product Life Cycle Costs: An Organizational Model  
in: Journal of Cost Management, 5. Jg., 1991, Nr. 3, S. 39 - 52

**Sieglwart, H.; Senti, R. (1995)**

Product Life Cycle Management  
Stuttgart

**Simon, H. (1997)**

Profit durch power pricing: Strategien aktiver Preispolitik  
Frankfurt (M.), New York

**Sommerlatte, T.; Deschamps, J. P. (1985)**

Der strategische Einsatz von Technologien

in: Arthur D. Little (Hrsg.), Management im Zeitalter der strategischen Führung,

S. 37 - 76

**Steinmann, H. (Hrsg., 1991)**

Planung und Kontrolle

München

**Taylor, W. B. (1981)**

The use of life-cycle costing in acquiring physical assets

in: Long range planning, 14. Jg., 1981, Nr. 6, S. 32 - 43

**Tellis, G. J.; Crawford, C. M. (1981)**

An evolutionary approach to product growth theory

in: Journal of Marketing, 45. Jg., 1981, Nr. 4, S. 125 - 132

**Thom, N. (1980)**

Grundlagen des betrieblichen Innovationsmanagements

Königstein/Taunus

**Thoma, W.; Horváth, P. (1989)**

Erfolgsorientierte Beurteilung von F&E-Projekten

Darmstadt

**Tiby, C. (1987)**

Von Anfang an schon ein 'perfektes' Produkt anbieten:

Die Verkürzung der Produktentwicklungszeit sichert Wettbewerbsvorteile

in: Blick durch die Wirtschaft, 30.1.1987, S. 3

**Trommsdorff, V. (1975)**

Die Messung von Produktimages für das Marketing

Köln

**Ulrich, P.; Fluri, E. (1988)**

Management

Bern, Stuttgart

**VDI Technologiezentrum (Hrsg., 1992)**

Technologiefrühaufklärung

Stuttgart

**Vikas, K. (1996)**

Neue Konzepte für das Kostenmanagement, 3. Auflage

Wiesbaden

**Völker, R. (1997)**

Wertorientierte Planung und Steuerung von F&E  
in: Zeitschrift für Planung, 6. Jg., 1997, Nr. 8, S. 243 - 261

**Wallau, F. (1996)**

Altautoentsorgung in der Kreislaufwirtschaft – Eine Bestandsaufnahme und kritische Würdigung.  
in: ZfB, 66. Jg., 1996, Ergänzungsheft 2, S. 97 - 120

**Weiß, E.; Neyer, B.; Pfeiffer, W. (1990)**

Determinanten erfolgreicher technologischer Innovationen  
in: Pfeiffer, W. (Hrsg.), Technologiemanagement

**Werner, H. (1997)**

Innovationsinstrumente im strategischen F&E-Controlling  
in: Controller magazin, 22. Jg., 1997, Nr. 3, S. 150 - 154

**Wheelwright, S. C.; Clark, K. B. (1989)**

Revolution in der Produktentwicklung  
Frankfurt (M.), New York

**Wicher, H. (1989)**

Technologiefolgenabschätzung - Konzept und Probleme  
in: WISU, 18. Jg., 1989, Nr. 1, S. 42 - 47

**Wicher, H. (1991)**

Betriebliches Innovationsmanagement  
Ammersbeck

**Wildemann, H. (1980)**

Empirisch-parametrische Relationsfunktionen für Projektkostenprognosen  
Berlin u. a.

**Wildemann, H. (1982)**

Kostenprognosen bei Großprojekten  
Stuttgart

**Williams, J. E. (1980)**

What does it really cost  
in: ChemTechn, 1980, Nr. 4, S. 225 - 232

**Wiswede, G. (1991)**

Einführung in die Wirtschaftspsychologie  
München, Basel

**Wöhe, G. (1996)**

Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 19. Auflage  
München

**Wübbenhorst, K. (1984)**

Konzept der Lebenszykluskosten –  
Grundlagen, Problemstellungen und technologische Zusammenhänge  
Darmstadt

**Wübbenhorst, K. (1992)**

Lebenszykluskosten  
in: Schulte, C. (Hrsg.); Effektives Kostenmanagement

**Yoshikawa, T.; Innes, J.; Mitchell, F. (1990)**

Cost Tables. A foundation of japanese cost management  
in: Journal of cost management in manufacturing industry, 4. Jg., 1990, S. 30 - 36

**Zangemeister, C. (1971)**

Nutzwertanalyse in der Systemtechnik, 2. Auflage  
München

**Zehbold, C. (1996)**

Lebenszykluskostenrechnung  
Wiesbaden

**Zeleny, M. (1976)**

Multi-Criteria Decision Making  
Berlin

**Zimbardo, P. G. (1995)**

Psychologie, 6. Auflage  
Berlin, Heidelberg, u. a.

## LEBENS LAUF



- NAME: **Christian A. Hahner**
- ANSCHRIFT: Hölderlinstraße 60  
70469 Stuttgart (West)
- GEBOREN: 31. Juli 1968 in Stuttgart
- SCHULABSCHLUß: 05/88 Abitur am Gymnasium Herkenrath
- BUNDESWEHR: 07/88 - 09/89 Grundwehrdienst als Fernschreiber in Rheinbach
- STUDIUM: 10/89 - 06/94 Studium der technisch orientierten Betriebswirtschaftslehre an der Universität Stuttgart
- 07/91 Vordiplom Betriebswirtschaftslehre in Stuttgart
- 09/92 - 06/93 Auslandsstudium in Frankreich (Straßburg) im Rahmen des europäischen Erasmus-Stipendiatenprogrammes
- 06/94 Abschluß: Dipl.-Kaufmann, technisch orientiert, (t.o.)  
Vertiefungsfächer: F&E-Management, Planung, Organisation und Verfahrenstechnik
- DIPLOMARBEIT 03/94 – 06/94 Mercedes-Benz AG, Vorentwicklung PKW, Informationsunterstützung für make-or-buy-Entscheidungen in dezentralen F&E-Bereichen im Rahmen eines integrativen Controllingsystems.‘
- BERUFSTÄTIGKEIT: 07/94 - 06/95 als wissenschaftlicher Assistent am betriebswirtschaftlichen Institut der Universität Stuttgart, Lehrstuhl für allgemeine Betriebswirtschaftslehre und F&E-Management, Prof. Bürgel. Die Anstellung erfolgte im Rahmen einer Beauftragung des Lehrstuhls durch die Vorentwicklung der Mercedes-Benz AG. Der Arbeitsschwerpunkt lag auf der Erarbeitung und Einführung eines Bewertungsverfahrens für Innovationen für das im Aufbau befindliche Innovationsmanagement.
- 08/95 - 07/96 Nachwuchsgruppe der Daimler-Benz AG
- seit 08/96 Entwicklungsprojektplanung A-Klasse
- dort seit 11/98 Leiter Projektplanung Grundfahrzeug.

## Erklärung

Ich versichere an Eides Statt, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig ohne unerlaubte fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen oder aus anderweitigen fremden Äußerungen entnommen worden sind, habe ich als solche einzeln kenntlich gemacht.

Stuttgart, im Mai 1999

Christian A. Hahner