

Christian Nonn

**Analyse und Steigerung der
Innovationsproduktivität –
ein kompetenzbasierter und
systemdynamischer Ansatz**

Analyse und Steigerung der Innovationsproduktivität – ein kompetenzbasierter und systemdynamischer Ansatz

Von der Fakultät für Maschinenwesen der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Ingenieurwissenschaften genehmigte Dissertation

vorgelegt von

Christian Nonn

Berichter: Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Günther Schuh
Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Dr. h. c. mult. Walter Eversheim

Tag der mündlichen Prüfung: 30.10.2009

Diese Dissertation ist auf den Internetseiten der Hochschulbibliothek online verfügbar.

1 Vorwort

Diese Arbeit ist im Rahmen meiner wissenschaftlichen Tätigkeit am Lehrstuhl für Produktionssystematik des Laboratoriums für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre (WZL) entstanden. Für die Möglichkeit zur Promotion und die kreativen Freiräume für wissenschaftliches Arbeiten danke ich Herrn Professor Günther Schuh und Herrn Professor Walter Eversheim.

Danken möchte ich meinen Kollegen und Mitarbeitern am Lehrstuhl, die durch gemeinsame Projektarbeit und wertvolle Anregungen und Diskussionen Hilfestellung für mein Forschungsvorhaben geleistet haben - insbesondere Michael Lenders, Michael Jung, Felix Canales, Dirk Assmus, Katharina Knoche, Tanja Leffin, Jens Meier, Sebastian Schöning, Leif Paulukuhn, Peter Weber, Jens Arnoscht, Alexandra Zajonz, Dennis Bender, Absalom Glossner, Jörg Osterloh und Georg Oschmann.

Besonderer Dank gilt meiner Frau Aida Nonn für den Rückhalt den Sie mir durch ihre Liebe und Ihr Verständnis während der zahlreichen Stunden beim Verfassen der Dissertation gewährte.

Widmen möchte ich diese Arbeit meinen Eltern Günther und Helma Nonn, die durch vorbehaltlose und immerwährende Unterstützung halfen, meinen Lebensweg nach eigenen Vorstellungen zu gestalten.

Christian Nonn

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	I
2	Einleitung	1
2.1	Ausgangssituation und Problemstellung	1
2.2	Zielsetzung und Forschungsfrage	3
2.3	Forschungsmethodisches Vorgehen	4
2.3.1	Formale Zuordnung des wissenschaftlichen Problems . .	4
2.3.2	Annahmen und Paradigmen	5
2.3.3	Methodologisches Vorgehen	7
3	Begriffliche Grundlagen und Untersuchungsbereich	11
3.1	Innovation	11
3.2	Ressourcen, Fähigkeiten, (Kern-)Kompetenzen und Wissen	15
3.3	Produktivität, Effektivität, Effizienz und Innovationsproduktivität	24
4	Charakterisierung von Ansätzen zur Leistungsmessung	33
4.1	Quantitative Leistungsmessung	34
4.1.1	Benchmarking als handlungsorientierte Messmethode . .	34
4.1.2	Erfolgsfaktorenforschung, PIMS, Innovationserfolgskonzepte Erfolgsfaktorenforschung	41
4.1.3	Balanced Scorecard	45
4.1.4	Kennzahlensystem nach Hauber	47
4.1.5	Quantum Performance Modell	48
4.1.6	3E-Kennzahlensystem nach Gentner	48
4.1.7	NIMcube	49
4.1.8	Methodik nach Golm	49

4.1.9	Effizienzmessung nach Omagbemi	50
4.1.10	Weitere quantitative Ansätze	50
4.2	Qualitative Ansätze zur Analyse von Kompetenzen	51
4.2.1	Kernkompetenzanalyse	51
4.2.2	EFQM Modell	55
4.2.3	Bewertungstechnik nach Pappas und Remer	55
4.2.4	Modell von Szakonyi	57
4.2.5	Capability Maturity Model	58
4.2.6	Innovations-Check nach Völker und Call	60
4.2.7	Product Innovation Assessment	60
4.2.8	Readiness Assessment for Concurrent Engineering	61
4.2.9	Carter und Stilwell Baker	62
4.2.10	Weitere qualitative Ansätze	62
4.3	Ansätze zur Modellbildung und Simulation von Wirkzusammenhängen	63
4.3.1	Motivation für eine systematische Modellierung	63
4.3.2	Modelltheorie und Systemtechnik	65
4.3.3	Methodik des ganzheitlichen und vernetzten Denkens	69
4.3.4	Innovationsmodell nach Brown und Svenson	70
4.3.5	System Dynamics	71
4.3.6	Weitere Modellierungsansätze	75
4.4	Zwischenfazit und Handlungsbedarf	76
5	Konzeption der Analysemethodik der Innovationsproduktivität	79
5.1	Anforderungen an die Analysemethodik	79
5.1.1	Inhaltliche Anforderungen	79
5.1.2	Formale Anforderungen	81
5.2	Entwicklung des Grobkonzepts	81
5.2.1	Ableitung des Grobkonzepts	82
5.2.2	Grobkonzept der Analysemethodik	91
5.2.3	Zwischenfazit zur Konzeption	93
6	Detaillierung der Analysemethodik der Innovationsproduktivität	95

6.1	Identifizierung von Fähigkeitslücken	96
6.1.1	Prozessorientierung	98
6.1.2	Funktionsübergreifende Teams	104
6.1.3	Kostenorientierung	108
6.1.4	IT-Nutzung	114
6.1.5	Kundenorientierung	116
6.1.6	Personalentwicklung	121
6.1.7	Technologiekompetenz	125
6.1.8	Entwicklungskollaboration	130
6.2	Typologiemodell der Innovationsprojekte	136
6.3	Kennzahlensystem zur Messung der Innovationsproduktivität . .	140
6.3.1	Vorüberlegungen	141
6.3.2	Detaillierung des Kennzahlensystems	144
6.4	Einfluss der Innovationsproduktivität im System Dynamics Modell	159
6.4.1	Vorüberlegungen	159
6.4.2	Marktmodell	161
6.4.3	FuE-Modell	163
6.4.4	Produktentstehungsprozess (PEP) Modell	165
6.4.5	Wertmodell	167
6.5	Zwischenfazit zur Detaillierung der Analysemethodik	169
7	Fallbeispiele	171
7.1	Fallbeispiel 1 - Gasturbinentriebwerke für die Flugzeugindustrie	172
7.1.1	Ausgangssituation	172
7.1.2	Situation in Forschung und Entwicklung	173
7.1.3	Fähigkeits- und Kompetenzbetrachtung	173
7.1.4	Projekttypen	177
7.1.5	Kennzahlen und Ursache-Wirkungs-Betrachtung	178
7.2	Fallbeispiel 2 - Innovative Stahlerzeugnisse	180
7.2.1	Ausgangssituation	180
7.2.2	Situation in Forschung und Entwicklung	180
7.2.3	Fähigkeits- und Kompetenzbetrachtung	181
7.2.4	Projekttypen	182

7.2.5	Kennzahlen und Ursache-Wirkungs-Betrachtung	183
7.3	Fallbeispiel 3 - Innovationen in der Hausgeräteindustrie	187
7.3.1	Ausgangssituation	187
7.3.2	Situation in Forschung und Entwicklung	187
7.3.3	Fähigkeits- und Kompetenzbetrachtung	188
7.3.4	Projekttypen	188
7.3.5	Kennzahlen und Ursache-Wirkungs-Betrachtung	189
7.4	Fallbeispiel 4 - Toyota als Benchmark der Automobilindustrie . .	190
7.4.1	Ausgangssituation	190
7.4.2	Situation in Forschung und Entwicklung	190
7.4.3	Fähigkeits- und Kompetenzbetrachtung	191
7.4.4	Projekttypen	194
7.4.5	Kennzahlen und Ursache-Wirkungs-Betrachtung	194
7.5	Fazit zu den Fallbeispielen	195
8	Fazit und Ausblick	197
A	Literatur	199

Abbildungsverzeichnis

2.1	Forschungsprozess und Aufbau der Arbeit	9
3.1	Innovationsgrad und Innovationsobjekt	13
3.2	Innovationsobjekte in Anlehnung an ReD Associates	13
3.3	Abgrenzung von Angebotserweiterung und Service	14
3.4	Marktorientierter und ressourcenorientierter Ansatz im Vergleich	16
3.5	Kombination des marktorientierten und ressourcenorientierten Ansatzes	17
3.6	Die Ressourcen eines Unternehmens	18
3.7	Ressourcen und Fähigkeiten im Vergleich	19
3.8	Dynamischer Aspekt von Kernkompetenzen	21
3.9	Kernkompetenzeinsatz in zahlreichen Märkten	22
3.10	Grundmodell der Produktivitätsbestimmung	25
3.11	Unterscheidung von Produktivitätsgrößen	26
3.12	Einfluss der Zuverlässigkeit auf die Projektstandskurve	30
4.1	Zeitliche Entwicklung der Benchmarking-Methode	35
4.2	Zusammenfassung von Benchmarking-Definitionen	36
4.3	Fristigkeit von Erfolgspotenzialen, Erfolg und Liquidität	38
4.4	Vorgehensweise der Benchmarking-Methode	39
4.5	Größenisolation in der Balanced Scorecard	46
4.6	Die Balanced Scorecard (BSC) der FuE	47
4.7	Kernkompetenzanalyse in den Kompetenzportfolios	52
4.8	Das EFQM-Modell	56
4.9	Qualitative und quantitative Bewertungstechniken entlang des Produktentstehungsprozesses	57

4.10	Effektivitätssteigerung von FuE	58
4.11	Klassifizierung von Modellen	67
4.12	Grundbegriffe des Systemdenkens	68
4.13	Innovationsmodell mit Vernetzung und Feedbackstrukturen . . .	70
4.14	Elemente und ihre Beziehungen im Wirkdiagramm	73
4.15	Übertragung vom Wirkdiagramm ins Flussdiagramm	73
5.1	Bestimmung der inhaltlichen Anforderungen	80
5.2	Untersuchungsebenen und Erfolgsdifferenzierung	84
5.3	Korrelation von Innovationsproduktivität und finanziellem Erfolg	85
5.4	Stringente Erfolgslogik für die Innovationsproduktivität	86
5.5	Schwellen bei der Verbesserung der Innovationsproduktivität . .	87
5.6	Zuverlässigkeit als Erfolgskriterium und Maß für die Innovati- onsproduktivität	88
5.7	Klassifizierung von komplexen Systemen	89
5.8	Integrierte Systembetrachtung und Unterschiede in der Beherr- schung zentraler Schnittstellen-Fähigkeiten	90
5.9	Hindernisse in der Projektabwicklung	91
5.10	Kompetenzen zur Unterstützung der Innovationsproduktivität .	91
5.11	Lösungsansatz und Konzeption der Analysemethodik	93
6.1	General Management Navigator als Bezugsrahmen	97
6.2	Steigerung der Innovationsproduktivität	98
6.3	Professionalisierung von Prozess- und Projektmanagement	102
6.4	Fähigkeiten zur Unterstützung der Prozessorientierung	104
6.5	Fähigkeiten zur Unterstützung von funktionsübergreifenden Teams	108
6.6	Optionen bei der Gestaltung von Produkt- und Prozesskomplexität	112
6.7	Fähigkeiten zur Unterstützung der Kostenorientierung	114
6.8	Fähigkeiten zur Unterstützung der IT-Nutzung	116
6.9	Fähigkeiten zur Unterstützung der Kundenorientierung	121
6.10	Fähigkeiten zur Unterstützung der Personalentwicklung	126
6.11	Fähigkeiten zur Unterstützung der Technologiekompetenz	129
6.12	Gründe für die Veränderung von Entwicklungspartnerschaften .	130
6.13	Fähigkeiten zur Unterstützung der Entwicklungskollaboration . .	135

6.14	Übersicht der Fähigkeiten und Zuordnung zu den Kompetenzen	136
6.15	Analyse der Kompetenzniveaus	137
6.16	Innovationsprojekttypen und Produktivitätssteigerung	138
6.17	Operationalisierung der Innovationsprojekttypen	139
6.18	Dynamischer Projektmix mit Verschiebung der Schwerpunkte . .	140
6.19	Ebenen und Kompetenzbereiche des Kennzahlensystems	146
6.20	Du-Pont Pyramide	157
6.21	Rückkopplungen zwischen Produktivitätssteigerung und Beschäf- tigung	160
6.22	Marktmodell	161
6.23	Gleichungen des Marktmodells	163
6.24	FuE-Modell	164
6.25	Gleichungen des FuE-Modells	165
6.26	Modell des Produktentstehungsprozesses	166
6.27	Gleichungen des PEP-Modells	167
6.28	Wertmodell	168
6.29	Gleichungen des Wertmodells	169
7.1	Technology Readiness Levels - Kontrollierte Einführung von Tech- nologien bei Rolls-Royce	174
7.2	Risk and Revenue Sharing Partnership für das Trent 1000 Netzwerk	176
7.3	Modulare Triebwerksarchitektur bei Rolls-Royce	176
7.4	Bewertung der untersuchten Kompetenzen bei Rolls-Royce	177
7.5	Innovationsprojekttypen bei Rolls-Royce	178
7.6	Vernetzung relevanter Kennzahlen nach Rolls-Royce	179
7.7	Differenzierte Innovationsprojekttypen im Unternehmen	183
7.8	Regelsystematik aus Produktionsprozesssicht	184
7.9	Bestandteile der Regelsystematik (1/2)	185
7.10	Bestandteile der Regelsystematik (2/2)	186
7.11	Differenzierte Innovationsprojekttypen im Unternehmen	189
7.12	Konsequente Kostenorientierung bei Toyota	193
7.13	Innovationsprojekttypen bei Toyota	194

2 Einleitung

„To make knowledge-work productive will be the great management task of this century ...“ (Peter Drucker)

2.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Arbeit produktiv zu machen gehört zu den wesentlichen Aufgaben des Managements - neben der Etablierung von spezifischem Zweck und Mission einer Institution sowie dem Management von sozialer Verantwortung.¹ Die Produktivität beeinflusst unmittelbar die Wettbewerbsfähigkeit²; das Aufholen von Produktivitätsnachteilen ist mit einer Vorlaufzeit von einigen Jahren verbunden³. Höhere Produktivität gibt einem Unternehmen mehr strategische Freiheitsgrade; Produktivitätsfolger werden in Nischen- und Hochleistungssegmente abgedrängt, die durch Produktivitätsführer angreifbar bleiben, weil diese auf überlegene Fähigkeiten zurückgreifen können.⁴

Innovationen sind wesentlich für organisches Unternehmenswachstum und die langfristige Existenzsicherung. Die Ressourcen zur Erzeugung von Innovationen sind allerdings begrenzt und Untersuchungen zeigen, dass ein „Mehr an Input“ nicht zwangsläufig auch ein „Mehr an Output“ generiert.⁵ Die For-

¹Vgl. Drucker, P. F., The essential Drucker, 2001, S. 14 f.

²Vgl. O'Mahony, M., Ark, B. H. V., Europäische Kommission, EU productivity and competitiveness: an industry perspective - can Europe resume the catching-up process?, 2003, S. 12. und Thurow, L. C., The zero-sum solution, 1985, S. 48.

³Vgl. O'Mahony, M., Ark, B. H. V., Europäische Kommission, EU productivity and competitiveness: an industry perspective - can Europe resume the catching-up process?, 2003, S. 12. und Abegglen, J. C., Stalk, G., Kaisha, the Japanese corporation, 1985, S. 91.

⁴Vgl. Hayes, R. H., Wheelwright, S. C., Restoring our competitive edge, 1984, S. 27 ff.

⁵Vgl. Booz-Allen-Hamilton, Innovation Global 1000 Study, 2004, wonach keine Korrelation zwischen dem Etat für FuE einerseits und Unternehmenskenngrößen wie Umsatzwach-

mel wäre demnach zu einfach, dass mehr Geld in Forschung und Entwicklung zwangsläufig zu einem innovationskräftigen, wirtschaftlich erfolgreichen Unternehmen führt.

Die Innovationstätigkeit ist durch steigende Komplexität in Produkten und Prozessen geprägt. Die steigende Komplexität hat den Nebeneffekt, dass der Anteil der Entwicklungskosten an den Produktkosten tendenziell zunimmt.⁶ Andererseits steigen die Anforderungen an die Abwicklung von Innovationsprojekten im Hinblick auf Time-to-Market und Kostenreduzierung.⁷

Mehr denn je besteht die aktuelle Herausforderung darin, mit dem gleichen oder sogar gekürzten Budget mehr als in der Vergangenheit zu leisten. Der Erfolgsdruck auf die Entwicklungsabteilungen der Unternehmen ist entsprechend hoch - die Forderung nach einer produktiveren Forschung und Entwicklung (FuE)⁸ ist die konsequente Weiterentwicklung dieses Gedankens.

Dies unterstreicht die Notwendigkeit, die Produktivität bei der Erzeugung von Innovationen zu erhöhen. Zahlreiche Unternehmen tun allerdings wenig, um die Produktivität ihrer Mitarbeiter konsequent zu steigern.⁹ In der Praxis zeigt sich, dass die Potenziale von Produktivitätsverbesserungen schwierig einzuschätzen sind. Dies gilt im Besonderen für den Innovationsbereich, da hier Maßnahmen erst mit entsprechend langen Verzögerungen greifen. Konkrete und systematische Unterstützung bei der Produktivitätssteigerung der Innovationsleistung ist häufig Mangelware. Aus dieser Tatsache leitet sich ein unmittelbarer Forschungsbedarf ab.

tum oder Gewinn andererseits besteht und WZL-Studie, Innovationsagenda 2006, 2004. Detailliertere Untersuchungen im Rahmen der Innovationsagenda 2006 zeigen, dass das FuE Budget pro Vollzeitmitarbeiter im FuE-Bereich mit dem Gewinn korreliert; vgl. dazu Deger, R., Nonn, C., Schuh, G., Das sind die Kernfähigkeiten der Erfolgreichen, 2004, S. 41.

⁶Vgl. Dimasri, J. A., The price of innovation: new estimates of drug development costs, 2003. Für die Branchen Maschinen- und Anlagenbau sowie Automobilindustrie konnte dieser Trend ebenfalls bestätigt werden - vgl. Schuh, G., Erfolgreiches Standortmanagement von Forschung und Entwicklung, 2006.

⁷Vgl. Schuh, G., Nonn, C., Jung, M., The pioneer product concept and scalable product development, 2006.

⁸Vgl. Schuh, G., Die deutsche FuE muss noch produktiver werden, 2006.

⁹Vgl. Bryan, L. L., Joyce, C., The 21st-century organisation, 2005.

2.2 Zielsetzung und Forschungsfrage

Aus der beschriebenen Problemstellung leitet sich für diese Arbeit die Zielsetzung ab, einerseits ein hinreichendes Verständnis von Innovationsproduktivität und ihrer Wirkung auf das System „Unternehmen“ zu entwickeln und andererseits mögliche Stellschrauben zur Beeinflussung der Innovationsproduktivität zu untersuchen.

Im einzelnen soll eine zu entwickelnde Methodik

- die Messung der Produktivität im Innovationskontext unterstützen,
- die Auswirkungen der Innovationsproduktivität auf das Gesamtsystem „Unternehmen“ aufzeigen und
- Ansatzpunkte zur systematischen Steigerung der Innovationsproduktivität verdeutlichen.

Durch diese Analysemethodik soll ein Beitrag geleistet werden, um Gestaltungskonzepte für eine produktivere FuE (wie zum Beispiel Lean Innovation Ansätze¹⁰ oder Konzepte zur skalierbaren Produktentwicklung und Markteinführung¹¹) zu motivieren. Die Untersuchungen in dieser Arbeit fokussieren sich auf Unternehmen, die diskrete Produkte herstellen, insbesondere auf die Automobilindustrie und den Maschinen- und Anlagenbau. Bei der Gestaltung von Innovationen sind mehrere funktionale Bereiche im Unternehmen beteiligt. Diese unterschiedlichen Perspektiven werden in der Gesamtsicht berücksichtigt und entsprechend zusammengeführt. Da die Entwicklung im Unternehmen häufig eine Integrationsrolle bei der Erzeugung von Innovationen inne hat, wird allerdings hier ein Schwerpunkt in der Betrachtung gesetzt.

Die Entwicklung einer entsprechenden Analysemethodik schafft die Möglichkeit, die folgende Forschungsfrage zu beantworten und dadurch den zuvor skizzierten Forschungsbedarf zu adressieren:

¹⁰Vgl. Schuh, G., Erfolgsfaktor Lean Innovation - Initiierung eines Veränderungsprozesses bei produzierenden Unternehmen, 2006, S. 7 ff und Lenders, M., Beschleunigung der Produktentwicklung durch Lösungsraum-Management, 2009.

¹¹Vgl. Schuh, G., Nonn, C., Jung, M., The pioneer product concept and scalable product development, 2006.

- Wie lässt sich Innovationsproduktivität messen, in ihrer Wirkung einschätzen und systematisch steigern?

2.3 Forschungsmethodisches Vorgehen

Erkenntnisobjekte im Sinne der Forschung werden nach EBERHARD in Form von Sätzen (Aussagen) und Theorien (Systeme von Sätzen) dokumentiert. Während des Erkenntniswegs sind die Sätze als Hypothesen zu verstehen, die durch das Wirken des Forschers gebildet, bestätigt, verworfen oder verändert werden.¹² Dieser Arbeit liegt die Hypothese zugrunde, dass die Produktivität der Innovationsleistung systematisch beschrieben und bewertet werden kann. Der eingeschlagene Erkenntnisweg wird im Folgenden skizziert.

2.3.1 Formale Zuordnung des wissenschaftlichen Problems

SCHANZ unterscheidet zwischen Formal- und Realwissenschaften, Natur- und Sozialwissenschaften sowie reinen und angewandten Wissenschaften. Eine Klassifizierung dieser Arbeit kann wie folgt vorgenommen werden:¹³

- Gegenstand der Formalwissenschaft sind abstrakte und in der Realität nicht existente Entitäten, wie Zahlen, Mengen und Sätze bzw. Beziehungen zwischen diesen. Dagegen behandeln realwissenschaftliche Arbeiten, zu denen diese Arbeit zu zählen ist, Objekte, die in der Realität beobachtbar sind.
- Die Realwissenschaft unterteilt sich weiter in die Naturwissenschaft, die Gesetzmäßigkeiten der belebten und unbelebten Natur erfasst, und die Sozialwissenschaft, die Aspekte des menschlichen Verhaltens behandelt. SCHANZ weist darauf hin, dass diese Unterscheidung nur bedingt scharf ist, weil der Mensch auch Teil der belebten Natur ist.¹⁴ Da insbesondere

¹²Vgl. Eberhard, K., Einführung in die Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie: Geschichte und Praxis der konkurrierenden Erkenntniswege, 1999, S. 20.

¹³Vgl. Schanz, G., Methodologie für Betriebswirte, 1988, S. 9 ff.

¹⁴Vgl. Schanz, G., Methodologie für Betriebswirte, 1988, S. 12.

das Wirtschaften, zu dem auch das hier angesprochene Problem in seinen technischen und betriebswirtschaftlichen Facetten gehört, als typisch menschliches Verhalten anzusehen ist, fällt diese Arbeit im Schwerpunkt in den Bereich der Sozialwissenschaften.

- Die letzte der oben angesprochenen Kategorien unterscheidet hinsichtlich des Motivs die ausschließlich an Erkenntnis interessierte reine Wissenschaft und die nach praktisch nutzbarer Erkenntnis suchende angewandte Wissenschaft.¹⁵ Der letzteren Variante ist diese Arbeit zuzuordnen.

Nach dieser Einordnung in das formale Raster der Wissenschaften stellt sich im Weiteren die Frage nach der methodischen Vorgehensweise für den angestrebten Erkenntnisgewinn.

2.3.2 Annahmen und Paradigmen

BURELL und MORGAN unterscheiden u.a. hinsichtlich der ontologischen und der epistemologischen Grundannahme:¹⁶

- In der *ontologischen*¹⁷ Diskussion ist zu klären, ob das untersuchte Problem als Teil der Welt unabhängig vom Betrachter existiert und objektiv beschrieben werden kann (Realismus) oder ob Realität untrennbar mit der individuellen Wahrnehmung verbunden und daher nicht objektivierbar ist (Nominalismus) und in Konsequenz mehrere Realitäten parallel existieren können.
- Die *epistemologische*¹⁸ Frage unterscheidet zwischen der Möglichkeit, Erkenntnis zu formalisieren, zu transferieren und so zu gewinnen, z.B. durch Sprache (Positivismus) oder der Abhängigkeit der Erkenntnis von der subjektiven Erfahrung (Anti-Positivismus). Die Interdependenz zwischen Forscher und Forschungsobjekt ist also im ersten Fall nicht existent und

¹⁵Vgl. Ulrich, H., Schwaninger, M., Systemorientiertes Management: das Werk von Hans Ulrich, 2001, S. 219 ff.

¹⁶Vgl. Burell, G., Morgan, G., Sociological Paradigms and Organisational Analysis: Elements of the Sociology of Corporate Life, 1998, S. 1.

¹⁷Ontologie ist die Lehre von dem, wie die Realität ist, also vom Sein.

¹⁸Epistemologie ist die Lehre von der Entstehung von Erkenntnis, also vom Werden.

im zweiten Fall durch Interaktion zwischen Forscher und Forschungsobjekt geprägt.

In ihren Extremausprägungen definieren diese Grundannahmen¹⁹ die beiden Hauptdimensionen der soziologischen Forschung: Den *Objektivismus* (Realismus und Positivismus) und den *Subjektivismus* (Nominalismus und Anti-Positivismus). Alternativ werden diese beiden Hauptdimensionen häufig auch *quantitatives* und *qualitatives* Paradigma genannt.²⁰

Paradigmen in den Sozialwissenschaften helfen beim Verständnis von Phänomenen. Sie treffen Annahmen, legen den Forschungsprozess fest und legitimieren Probleme, Lösungen und Beweiskriterien.²¹ Das *quantitative* Paradigma steht für das traditionelle, positivistische, experimentelle oder empirische Paradigma. Das quantitative Denken entspringt einer empirischen Tradition, die von Comte, Locke, Mill, Newton u. a. geprägt wurde.²² Das *qualitative* Paradigma steht für die konstruktivistische oder naturalistische Vorgehensweise und entwickelte sich im späten 19. Jahrhundert als Gegenbewegung zur positivistischen Tradition.²³

Die beiden grundsätzlich unterschiedlichen Positionen, zum einen den *Empirismus*, der den Wissensgewinn aus der Erfahrung begründet, und zum anderen den *Rationalismus*, der Erkenntnis logisch aus formulierten Grundannahmen (Axiomen) gewinnt, hat POPPER in seinem Werk für sich genommen als unzureichende Positionen erklärt. Er vereint sie in der Vorgehensweise des kritischen Rationalismus, wobei er die Intuition in Form der Axiome ablehnt und durch eine kritische Überprüfung ersetzt.²⁴ Während dieser Ansatz insbesondere in den Naturwissenschaften auf große Akzeptanz stieß, wurde in den

¹⁹BURELL und MORGAN definieren weitere Grundannahmen, die sich den beiden Hauptdimensionen zuordnen lassen. Vgl. Burell, G., Morgan, G., *Sociological Paradigms and Organisational Analysis: Elements of the Sociology of Corporate Life*, 1998, S. 1 f.

²⁰Vgl. Creswell, J. W., *Research Design: Qualitative and Quantitative Approaches*, 1994, S. 1 f., mit Verweis auf Philips, D. C. (1987), Reichardt, C. S. et al. (1979), Webb, R. B. et al. (1986).

²¹Creswell, J. W., *Research Design: Qualitative and Quantitative Approaches*, 1994, S. 1.

²²Vgl. Creswell, J. W., *Research Design: Qualitative and Quantitative Approaches*, 1994, S. 4.

²³Vgl. Creswell, J. W., *Research Design: Qualitative and Quantitative Approaches*, 1994, S. 4., mit Verweis auf Smith, J. K. (1983).

²⁴Vgl. Popper, K. R., Hansen, T. E., *Die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie*, 1994, S. 3 ff.

Sozialwissenschaften erhebliche Kritik an dieser Vorgehensweise geübt.²⁵

2.3.3 Methodologisches Vorgehen

Wissenschaftliche Forschung entspricht einer Reise von bestimmtem Ort aus. (H. Ulrich)

SCHERER stellt fest, dass die Wahl eines methodologischen Vorgehens immer auch ein gewisser Akt der Willkür ist.²⁶ Eine Entscheidungshilfe für die Wahl eines Forschungsparadigmas liefert ULRICH aus der Unterscheidung zwischen den reinen und den angewandten Wissenschaften. ULRICH kritisiert die Tendenz, natur- und grundlagenwissenschaftliche Methodologie unreflektiert auf den Bereich der angewandten Wissenschaften zu übertragen.²⁷ Er sieht die Gefahr, dass eine solche Zielsetzung den Zweck der angewandten Wissenschaften unterläuft, der in der Nutzen bringenden Lösung praktischer Probleme besteht und nicht vorrangig eine bloße Vermehrung des akademischen Theoriewissens zum Ziel hat.²⁸ Demnach sucht sich der Forscher für sein Praxisproblem diejenigen Erkenntnisse aus der Wissenschaft heraus, die ihm für die Lösung hilfreich erscheinen.²⁹ In der Konsequenz von ULRICHs Argumentation bedient sich der Forscher eines zentralen Hilfsmittels, das KUBICEK als *heuristischen Bezugsrahmen* bezeichnet. Der heuristische Bezugsrahmen expliziert das Vorverständnis des Forschers, welches für den Erkenntnisgewinn erforderlich ist und Fragen zur genaueren Definition des Problems sowie Hinweise auf eine mögliche Lösung entwickelt.³⁰ KUBICEK gesteht dem Forscher dabei „ein er-

²⁵Vgl. Kubicek, H., Heuristische Bezugsrahmen und heuristisch angelegte Forschungsdesigns als Elemente einer Konstruktionsstrategie empirischer Forschung, 1977, S. 8 ff. Die Kritik entzündet sich am Erkenntnisziel, am Forschungsregulativ und an der unzureichenden pragmatischen Anwendbarkeit im Forschungsalltag der Sozialwissenschaften.

²⁶Vgl. Scherer, A. G., Kritik der Organisation oder Organisation der Kritik? Wissenschaftstheoretische Bemerkungen zum kritischen Umgang mit Organisationstheorien, 1999, S. 20.

²⁷Vgl. Ulrich, H., Schwaninger, M., Systemorientiertes Management: das Werk von Hans Ulrich, 2001, S. 219 ff.

²⁸Vgl. Ulrich, H., Schwaninger, M., Systemorientiertes Management: das Werk von Hans Ulrich, 2001, S. 220.

²⁹Vgl. Ulrich, H., Schwaninger, M., Systemorientiertes Management: das Werk von Hans Ulrich, 2001, S. 207.

³⁰Vgl. Kubicek, H., Heuristische Bezugsrahmen und heuristisch angelegte Forschungsdesigns als Elemente einer Konstruktionsstrategie empirischer Forschung, 1977, S. 17.

hebliches Maß an Subjektivismus“ zu und sieht die Qualität der Erkenntnis durch den Prozess kollektiven Reflektierens und Lernens gesichert.³¹ Die Bestandteile eines Bezugsrahmens nach KUBICEK enthalten:³²

- theoretische Kategorien und Dimensionen des Problems (Elemente),
- relevante Beziehungen zwischen den beschriebenen Größen sowie
- Wirkmechanismen zwischen den Größen.

Die folgenden Kriterien unterstützen die Qualität des heuristischen Bezugsrahmens:³³

- Die Nutzung interdisziplinären Wissens sowie widersprüchliche Theorien sind als Erkenntnis steigernde Faktoren zu bewerten (Multiparadigmenperspektive), da mit zunehmender theoretischer Überdeckung das Erklärungspotenzial steigt.
- Holismus ist möglichst lange anzustreben, statt Zerlegung, Reduktion und zu schneller Spezifikation.
- Veränderlichkeit der Systemantworten unter wechselnden Randbedingungen ist zu erfassen.
- Begründung statt Postulierung funktionaler Zusammenhänge ist entscheidend für den Wert des Bezugsrahmens.

Notwendigerweise ist das Praxisproblem mit dem bestehenden Theoriewissen zu verknüpfen und das Forschungsergebnis wiederum an die Praxis zurückzuspielen. Ein entsprechendes Vorgehen für den Forschungsprozess liefert ULRICH (vgl. Abbildung 2.1).³⁴

³¹Vgl. Kubicek, H., Heuristische Bezugsrahmen und heuristisch angelegte Forschungsdesigns als Elemente einer Konstruktionsstrategie empirischer Forschung, 1977, S. 13 ff.

³²Vgl. Kubicek, H., Heuristische Bezugsrahmen und heuristisch angelegte Forschungsdesigns als Elemente einer Konstruktionsstrategie empirischer Forschung, 1977, S. 18 f.

³³Vgl. Kubicek, H., Heuristische Bezugsrahmen und heuristisch angelegte Forschungsdesigns als Elemente einer Konstruktionsstrategie empirischer Forschung, 1977, S. 18 ff.

³⁴Vgl. Vgl. Ulrich, P., Hill, W., Wissenschaftliche Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre (Teil 2). 1976, S. 347 f.



Abbildung 2.1: Forschungsprozess und Aufbau der Arbeit

3 Begriffliche Grundlagen und Untersuchungsbereich

Nachdem zuvor die Motivation und die Zielsetzung für diese Arbeit dargestellt wurden, werden nachfolgend grundlegende Begrifflichkeiten eingeführt und eine Abgrenzung vorgenommen. Für eine objektbezogene Abgrenzung ist es sinnvoll, zunächst den Begriff „Innovation“ zu definieren. Da in dieser Arbeit auch Ansatzpunkte zur Steigerung der Innovationsproduktivität diskutiert werden sollen, müssen ferner Begriffe wie „Ressourcen“, „Fähigkeiten“, „Kompetenzen“ und „Wissen“ eingeführt werden. Darüber hinaus ist es notwendig, die Begriffe „Produktivität“, „Effektivität“, „Effizienz“ und „Innovationsproduktivität“ abzugrenzen.

3.1 Innovation

Innovation is at once the creator and destroyer of industries and corporations. (James M. Utterback, Professor am Massachusetts Institute of Technology (MIT), 1994)

Der zentrale Stellenwert von Innovationen für die Überlebensfähigkeit von Unternehmen wird bereits von SCHUMPETER explizit erwähnt.¹ In der Innovationsfähigkeit sieht er die Antriebskraft für das Entstehen und Scheitern von Unternehmen; der von ihm beschriebene *„Prozess der schöpferischen Zerstörung“* ist einerseits Ursache für Dynamik und Wachstum und andererseits ver-

¹Vgl. Schumpeter, J., Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung, 1912.

antwortlich für das hohe Maß an Instabilität in Ökonomien.² Der Begriff Innovation ist ursprünglich aus dem lateinischen Wort „innovatio“ abgeleitet, das für *Erneuerung* steht. Im Rahmen des betrieblichen Innovationsmanagements wird in der Regel zwischen Invention (Erfindung, Entdeckung) und Innovation unterschieden.³ Eine Innovation ist *finanziell erfolgreich*, wohingegen eine Invention eine große Idee ist, die kommerziell nicht relevant war.⁴ Innovationen lassen sich in erster Linie nach dem Innovationsgrad und dem Innovationsobjekt unterscheiden - vgl. Abbildung 3.1. Der Innovationsgrad lässt sich als Kontinuum zwischen inkrementalen und radikalen Innovationen beschreiben.⁵ Für das Innovationsobjekt lassen sich auf der ersten Ebene technische Innovationen und soziale Innovationen unterscheiden.⁶ Technische Innovationen äußern sich in verbesserten Produkten oder Prozessen der Leistungserstellung, soziale Innovationen beziehen sich auf Human- oder Organisationsbereiche des Unternehmens.⁷ Entsprechend werden häufig Produkt-, Prozess-, Personal- und Organisationsinnovationen in der Literatur unterschieden.⁸

Eine detailliertere Darstellung von denkbaren Innovationsobjekten zeigt Abbildung 3.2.⁹ Die Innovationsobjekte reichen hier von neuen Geschäftsmodellen oder Innovationsnetzwerken, die weitestgehend der Strukturinnovation entsprechen über Prozess-, und Angebotsinnovationen bis zu Vermarktungsinnovationen - mit entsprechenden Differenzierungen.

Diese breite Definition des Innovationsbegriffs nach RED ASSOCIATES korrespondiert mit dem Begriff Geschäftsmodell, wie beispielsweise FRICK in An-

²Vgl. Stumpfe, J., Interdependenzen von Produkt- und Prozessinnovationen in industriellen Unternehmen, 2003, S. 13 mit Verweis auf Schumpeter, J., Konjunkturzyklen, Göttingen, 1961.

³Vgl. Specht, G., Beckmann, C., Amelingmeyer, J., FuE-Management: Kompetenz im Innovationsmanagement, 2002, S. 13.

⁴Vgl. Stegmaier, C., Innovative Geschäftsmodelle, 2005.

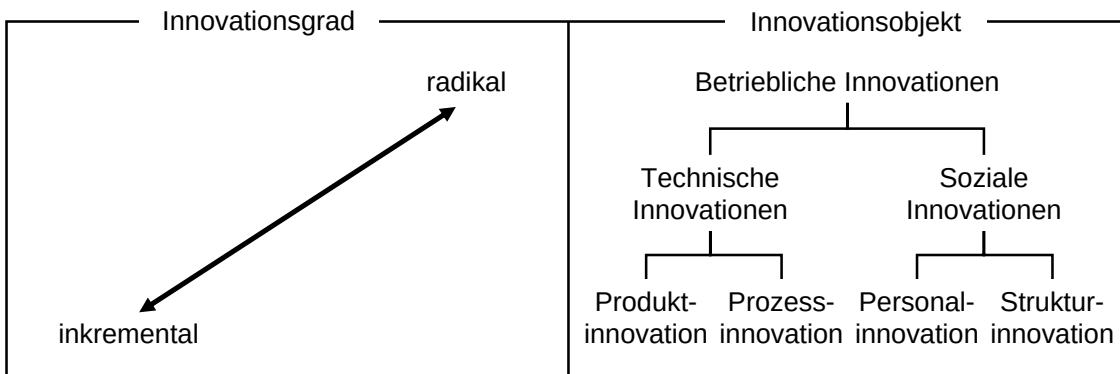
⁵Vgl. Gassmann, O., Internationales FuE-Management: Potentiale und Gestaltungskonzepte transnationaler FuE-Projekte, 1997, S. 139.

⁶Vgl. Maier, F., Die Integration wissens- und modellbasierter Konzepte zur Entscheidungsunterstützung im Innovationsmanagement, 1995, S. 31.

⁷Vgl. Michel, K., Technologie im strategischen Management: ein Portfolio-Ansatz zur integrierten Technologie- und Marktplanung, 1987, S. 9.

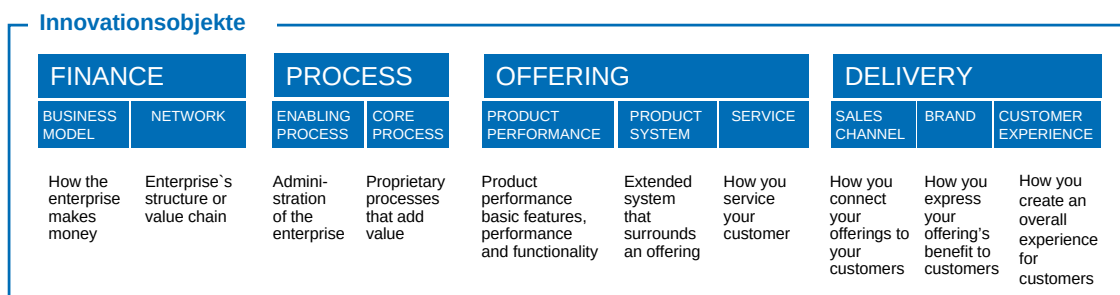
⁸Vgl. Brockhoff, K. K., Forschung und Entwicklung: Planung und Kontrolle, 1999, S. 18.

⁹Vgl. Stegmaier, C., Innovative Geschäftsmodelle, 2005 in Anlehnung an ReD Associates (www.redassociates.dk).



Vgl. GASSMANN 1997; BROCKHOFF 1999

Abbildung 3.1: Innovationsgrad und Innovationsobjekt



Vgl. RED ASSOCIATES 2005

Abbildung 3.2: Innovationsobjekte in Anlehnung an ReD Associates

lehnung an MÜLLER-STEWENS definiert: Danach ist ein Geschäftsmodell ein vereinfachendes, ganzheitliches Abbild der Art und Weise, wie ein Unternehmen, ein Unternehmenssystem oder eine Branche am Markt Wert schafft. Das Geschäftsmodell konkretisiert dabei die strategische Marktpositionierung sowie das Wertschöpfungsmodell und wird im Geschäftsplan verifiziert. Es besteht aus den vier Teilmodellen Erlösmodell (Wie soll die Ertragsmechanik ausgestaltet sein?), Leistungserstellungsmodell (Wie soll die Leistung erstellt werden?), Leistungsangebotsmodell (Welche Leistung wird welchen Kunden offeriert?), Vermarktungsmodell (Wie werden die zugehörigen Kunden gewonnen, gepflegt und erhalten?).¹⁰

¹⁰Vgl. Frick, L., Erfolgreiche Geschäftsmodelle im Werkzeugbau, 2006, S. 81 mit Verweis auf Müller-Stewens, G., Lechner, C., Strategisches Management: wie strategische Initiativen

Das Innovationsobjekt „Business Model“ nach Abbildung 3.2 entspricht demnach einer engeren Definition des Begriffs Geschäftsmodell, welches dem Erlösmodell in der weiteren Definition nach FRICK und MÜLLER-STEWENS entspricht.

Die Dreiteilung des Angebots (offering) in Produktperformance, Produktsystem bzw. Angebotserweiterung und Service entspricht auch der Einteilung nach BELZ (vgl. Abbildung 3.3), der ein Schalenmodell zur Visualisierung des angebotenen Leistungssystems favorisiert.¹¹

Schalenmodell des Leistungssystems

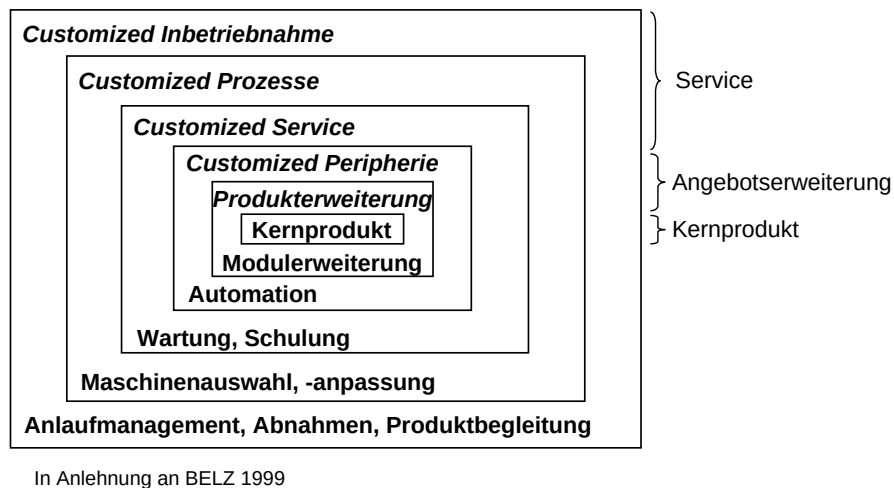


Abbildung 3.3: Abgrenzung von Angebotserweiterung und Service

Für das weitere Vorgehen wird der Innovationsbegriff in erster Linie über die Innovationsobjekte nach Abbildung 3.2 konstituiert und insofern eine breite Definition des Innovationsbegriffs ermöglicht. Da der Untersuchungsfokus dieser Arbeit in erster Linie auf der Analyse von Angebotsinnovationen (offering) liegt, wird hier allerdings der Schwerpunkt gesetzt.

zum Wandel führen, 2003, S. 410 ff.

¹¹Vgl. Belz, C., Internationales Vertriebsmanagement für Industriegüter, 1999, S. 165.

3.2 Ressourcen, Fähigkeiten, (Kern-)Kompetenzen und Wissen

Der in den 1980er Jahren dominierende Ansatz des strategischen Managements war der *marktorientierte Ansatz*. Die Basis zur Erlangung dauerhafter Wettbewerbsvorteile stellt die umfassende Branchenstrukturanalyse der Triebkräfte zur Wahl einer geeigneten Strategie dar.¹² Gegenstand dieser Analyse sind die derzeitige Konkurrenz, potentielle neue Konkurrenten, die Abnehmer und Lieferanten sowie mögliche Ersatzprodukte. Die Strategiematrix von PORTER stellt wettbewerbsstrategische Optionen mit den beiden Merkmalen angestrebter Wettbewerbsvorteil (niedrige Kosten oder Leistungsdifferenzierung) und angestrebtes Wettbewerbsumfeld (enges oder weites Ziel) vor. Bei den vorgeschlagenen Wettbewerbsstrategien handelt es sich um umfassende Kostenführerschaft, umfassende Differenzierung, Kostenfokus und Differenzierungsfokus. Durch diese „Outside-In“-Perspektive mit starker Wettbewerbsorientierung ergeben sich Konsequenzen für die Aufbauorganisation der Unternehmen in Form von strategischen Geschäftseinheiten. Diese können nach Kunden, Produkten oder Regionen organisiert sein.¹³

Als Antwort auf die Kritik der einseitigen Ausrichtung auf Chancen und Risiken externer Unternehmensfaktoren hat sich der *ressourcenorientierte Ansatz* zur ressourcenorientierten Unternehmensführung entwickelt. Dieser geht davon aus, dass der Aufbau und Schutz unternehmensinterner und unternehmensspezifischer Ressourcen die notwendige Erfolgsvoraussetzung für die Erzielung dauerhafter Wettbewerbsvorteile schafft und die Hauptaufgabe des strategischen Managements darstellt.¹⁴ Schon 1959 hat PENROSE die Annahme getroffen, dass die Einzigartigkeit eines Unternehmens und die Performanceunterschiede zwischen mehreren Unternehmen hauptsächlich durch die Heterogenität der Ressourcen zwischen den Unternehmen begründet sind. Vorausset-

¹²Vgl. Porter, M. E., Wettbewerbsvorteile: Spitzenleistungen erreichen und behaupten (Competitive advantage), 1992, S. 26.

¹³Vgl. Krüger, W., Homp, C., Kernkompetenz-Management: Steigerung von Flexibilität und Schlagkraft im Wettbewerb, 1997, S. 60.

¹⁴Vgl. Rasche, C., Wettbewerbsvorteile durch Kernkompetenzen: ein ressourcenorientierter Ansatz, 1994, S. 50 f.

zung für den Unternehmenserfolg sind die richtige Nutzung und der richtige Einsatz dieser unternehmensspezifischen Ressourcen.¹⁵ Demnach bilden die Ressourcen und Fähigkeiten eines Unternehmens die Grundlage für seine strategische Ausrichtung.¹⁶

Die unterschiedlichen Sichtweisen des marktorientierten Ansatzes im Vergleich zum ressourcenorientierten Ansatz sind in Abbildung 3.4 zusammenfassend dargestellt.¹⁷

	Marktorientierter Ansatz	Ressourcenorientierter Ansatz
Denkfigur	Unternehmung als Portfolio von Geschäften	Unternehmung als Reservoir von Fähigkeiten und Ressourcen
Allgemeine Zielsetzung	Wachstum durch Cash-flow-Balance im Laufe des Lebenszyklus	Nachhaltiges Wachstum durch Entwicklung, Nutzung und Transfer der Kernkompetenzen
Träger des Wettbewerbs	Geschäftseinheit gegen Geschäftseinheit	Unternehmung gegen Unternehmung
Konkurrenzgrundlage	Produktbezogene Kosten- oder Differenzierungsvorteile	Ausnutzung von unternehmensweiten Kompetenzen
Charakter des strategischen Vorteils	- zeitlich befristet, erodierbar - geschäftsspezifisch - wahrnehmbar	- dauerhaft, schwer angreifbar - transferierbar in andere Geschäfte - verborgen für die Konkurrenz
Strategiefokus	tendenziell defensiv: Ausbau und Verteidigung bestehender Geschäfte; Anpassung der Strategie an die Wettbewerbskräfte	tendenziell offensiv: Weiterentwicklung alter und Aufbau neuer Märkte durch Kompetenztransfer; Beeinflussung der Wettbewerbskräfte
Planungshorizont	eher kurz- und mittelfristig	langfristig
Rolle der Geschäftseinheiten	Quasiunternehmung, Ressourcen gehören der Geschäftseinheit (Profit Center)	Speicher von Ressourcen und Fähigkeiten (Competence Center)
Aufgabe des Topmanagements	Zuweisung von finanziellen Ressourcen an die strategischen Geschäftseinheiten	Integration von Ressourcen und Fähigkeiten auf Basis eines inhaltlichen Gesamtkonzepts

Vgl. KRÜGER 1997

Abbildung 3.4: Marktorientierter und ressourcenorientierter Ansatz im Vergleich

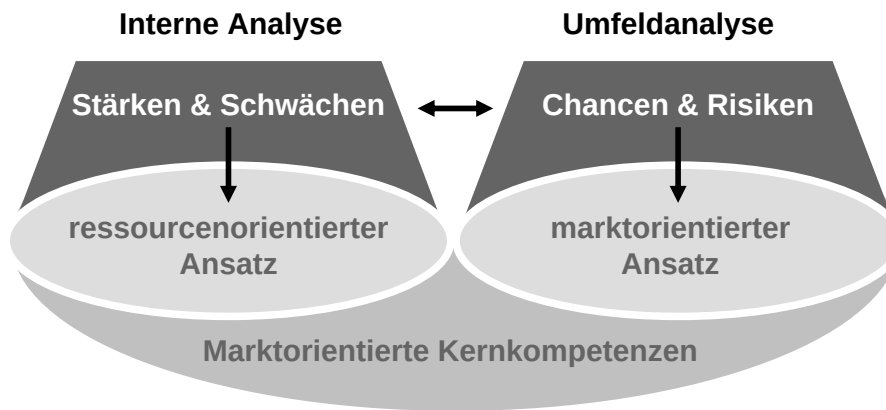
Es gibt Ansätze, die Sichtweisen des marktorientierten und des ressourcenorientierten Ansatzes zu kombinieren und dadurch die jeweiligen Schwächen auszugleichen. KRÜGER stellt eine solche Kombination vor (vgl. Abbildung 3.5). Die Analyse der Wettbewerbskräfte und der unternehmenseigenen Ressourcen und Fähigkeiten werden ergänzend zueinander betrachtet. Dem Ansatz liegt die Annahme zugrunde, dass die Entscheidungen, welche Fähigkeiten

¹⁵Vgl. Penrose, E. T., The theory of the growth of the firm, 1959, S. 54.

¹⁶Vgl. Grant, R. M., The resource-based theory of competitive advantage: implications for strategy formulation, 1991, S. 116.

¹⁷Vgl. Krüger, W., Homp, C., Kernkompetenz-Management: Steigerung von Flexibilität und Schlagkraft im Wettbewerb, 1997, S. 60 ff.

und Ressourcen als Kernkompetenzen geeignet sind, durch den Markt getroffen werden. Dieser Ansatz führt zu einer parallelen Betrachtung der externen Position im Wettbewerbsumfeld (marktorientiert) und der internen Potenziale (ressourcenorientiert).¹⁸



Vgl. KRÜGER 1997

Abbildung 3.5: Kombination des marktorientierten und ressourcenorientierten Ansatzes

Zwei bekannte Weiterentwicklungen der ressourcenbasierten Perspektive sind „capability-based view“ und „knowledge-based view.“ Bei dem „*capability-based view*“ sind die Fähigkeiten (engl. capabilities) die zentrale Analyseeinheit und Ursache für Wettbewerbsvorteile.¹⁹ Nach dem „*knowledge-based view*“ ist das Unternehmen ein Bündel von Wissen, in dem Individuen mit ihrem Wissen und ihren individuellen Wertvorstellungen interagieren.²⁰

Der Begriff der **Ressourcen** beschreibt alle materiellen und immateriellen Objekte, die als isolierbar und lokalisierbar charakterisiert werden können. Als Beispiele für materielle Objekte seien Anlagen, Grundstücke, Gebäude und Finanzmittel genannt. Immaterielle Objekte bezeichnen einerseits Vermögensgegenstände, die direkt und kurzfristig in materielle Vermögensteile umgewan-

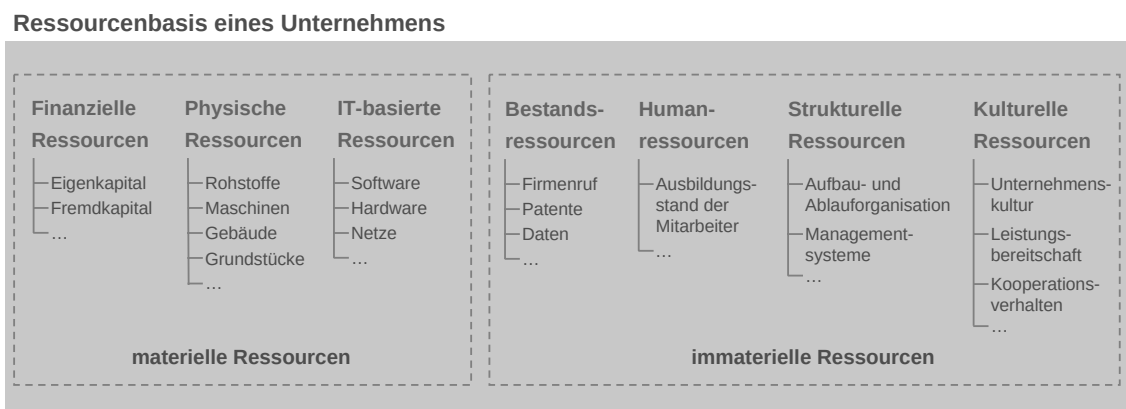
¹⁸Vgl. Krüger, W., Homp, C., Kernkompetenz-Management: Steigerung von Flexibilität und Schlagkraft im Wettbewerb, 1997, S. 63.

¹⁹Vgl. Müller-Stewens, G., Lechner, C., Strategisches Management: wie strategische Initiativen zum Wandel führen, 2005, S. 359.

²⁰Vgl. Müller-Stewens, G., Lechner, C., Strategisches Management: wie strategische Initiativen zum Wandel führen, 2005, S. 362 f.

delt werden können. Darunter fallen Markenrechte, Nutzungsrechte, Patente oder Lizenzen. Andererseits gehören zur immateriellen Ressourcenbasis eines Unternehmens auch Humanressourcen und weiche Faktoren, z.B. Know-how, Unternehmensimage, Unternehmenskultur und die Lernbereitschaft der Mitarbeiter.²¹

Die aus materiellen und immateriellen Ressourcen bestehende Ressourcenbasis eines Unternehmens ist zusammenfassend dargestellt in der folgenden Abbildung 3.6.²²



Vgl. MÜLLER-STEWENS 2005

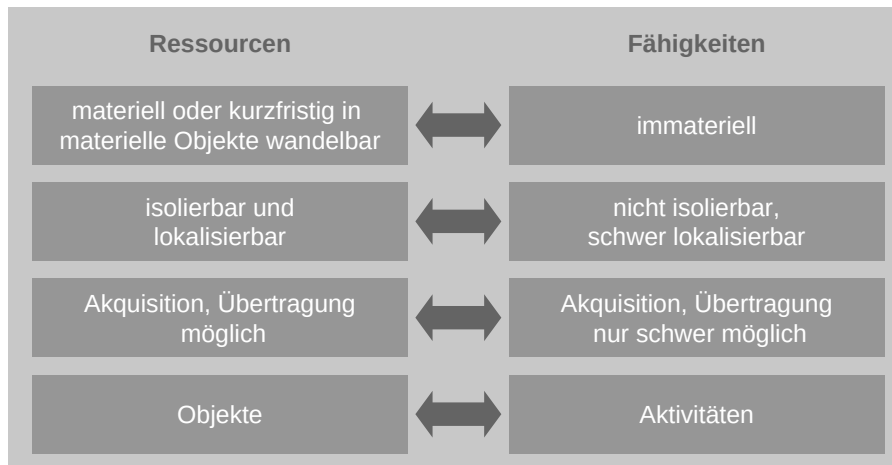
Abbildung 3.6: Die Ressourcen eines Unternehmens

Im Gegensatz zu Ressourcen handelt es sich bei **Fähigkeiten** um schwer isolierbare, oft unbewusst und verdeckt ablaufende Aktivitäten. Fähigkeiten sind spezifisch und teilweise einzigartig, weshalb Ressourcen in der Regel einfacher akquiriert oder übertragen werden können. Fähigkeiten sind Objekt und Ergebnis kollektiver bzw. organisationaler Lernprozesse, welche die Ressourcen eines Unternehmens miteinander interagieren lassen.²³ In der Abbildung 3.7 sind die Eigenschaften von Ressourcen und Fähigkeiten vergleichend gegenübergestellt.

²¹Vgl. Binder, V. A., Kantowsky, J., Technologiepotentiale: Neuausrichtung der Gestaltungsfelder des strategischen Technologiemanagements, 1996, S. 62.

²²Vgl. Müller-Stewens, G., Lechner, C., Strategisches Management: wie strategische Initiativen zum Wandel führen, 2005, S. 214.

²³Vgl. Binder, V. A., Kantowsky, J., Technologiepotentiale: Neuausrichtung der Gestaltungsfelder des strategischen Technologiemanagements, 1996, S. 63.



Vgl. BINDER 1996

Abbildung 3.7: Ressourcen und Fähigkeiten im Vergleich

MÜLLER-STEWENS ergänzt, dass Fähigkeiten im Gegensatz zu Ressourcen mit organisatorischen Phänomenen überlagert sind, in einem langfristigen Prozess aufgebaut werden und zu organisationalen Routinen werden.²⁴

Kompetenzen setzen sich aus Wissen und aus praktischen Fähigkeiten, d.h. intelligenten Abläufen und organisationalen Routinen, zusammen, sodass Ressourcen optimal genutzt werden können. Erlangen Kompetenzen eine strategisch hohe Bedeutung, entstehen **Kernkompetenzen**.²⁵ Eine Kernkompetenz hat üblicherweise eine längere Lebensdauer als ein Produkt und ist in der Regel stabiler als der Markt.²⁶

ERPENBECK definiert Kernkompetenzen als evolutionär entstandene, generalisierte Selbstorganisationsdispositionen komplexer, adaptiver Systeme - insbesondere menschlicher Individuen - zu reflexivem, kreativem Problemlösungshandeln im Hinblick auf allgemeine Klassen von komplexen, selektiv bedeutsamen Situationen.²⁷ Kompetenzen sind um Wertekerne gruppiert, die es

²⁴Vgl. Müller-Stewens, G., Lechner, C., Strategisches Management: wie strategische Initiativen zum Wandel führen, 2005, S. 215.

²⁵Vgl. Rüegg-Stürm, J., Das neue St. Galler Management-Modell, 2002, S. 45 f.

²⁶Vgl. Qian, Y., Strategisches Technologiemanagement im Maschinenbau: Erfolgsfaktoren chinesischer Maschinenbauunternehmen im kompetenzbasierten Wettbewerb, 2002, S. 101 f.

²⁷Vgl. Erpenbeck, J., Wozu muss eine Organisation die Kompetenzen ihrer Mitarbeiter kennen, 2005, S. 12.

gestatten, trotz grundlegender Wissensdefizite zu handeln. Kompetenzen überbrücken demnach den Zustand der Wissensdefizite durch Erklären und Verstehen und sind daher für die Gestaltung der Zukunft unverzichtbar.²⁸

HAMEL und PRAHALAD, die den ressourcenorientierten Ansatz zu einem Kernkompetenzansatz zu Beginn der 1990er Jahre weiterentwickelten, definieren Kernkompetenzen in erster Linie über ihre konstituierenden Merkmale:²⁹

1. Kernkompetenzen tragen zum wahrgenommenen Produktnutzen des Kunden erheblich bei.
2. Kernkompetenzen sind schwer von der Konkurrenz zu imitieren.
3. Kernkompetenzen ermöglichen den Zugang zu vielen Märkten.

Die Kernkompetenz leistet einen wichtigen Beitrag zu dem vom Kunden wahrgenommenen Wert eines Produkts. Das Erkennen oder das Verständnis der Kernkompetenz durch den Kunden ist nicht erforderlich, sondern lediglich der sichtbare durch die Kompetenz entstandene Vorteil.³⁰ Die Differenzierung von der Konkurrenz wird durch die Einzigartigkeit von Kernkompetenzen ermöglicht oder durch ein entsprechend höheres Kompetenzniveau. Zur Feststellung der Einzigartigkeit bzw. des Kompetenzniveaus kann ein Benchmarking dienen. Fähigkeiten, die lediglich zur Teilnahme am Wettbewerb befähigen, werden nicht als Kernkompetenzen bezeichnet.³¹ Kernkompetenzen sind eine Quelle für neue Produktentwicklungen und ermöglichen den Eintritt in neue Märkte.³²

Das *zweite Merkmal* - „schwierige Imitierbarkeit“ - wird deutlich, wenn die Kernkompetenzen einerseits im Vergleich zu anderen Produktionsfaktoren und andererseits im zeitlichen Verlauf betrachtet werden (vgl. Abbildung 3.8).³³

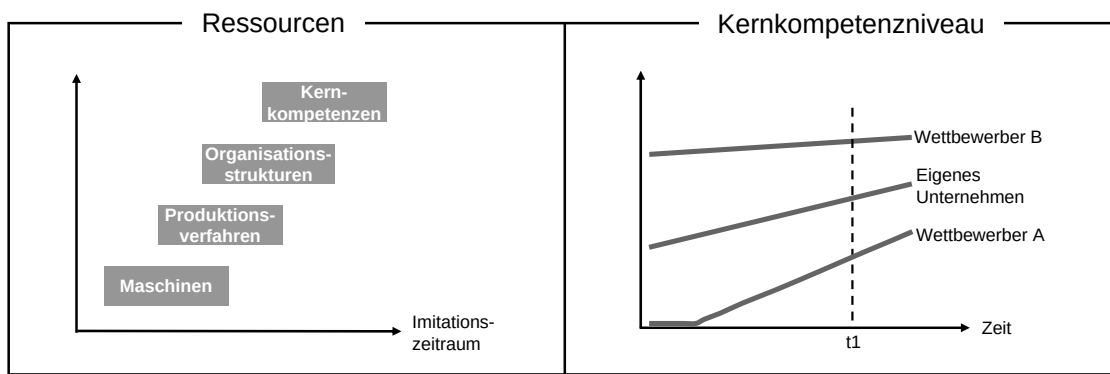
²⁸Vgl. Erpenbeck, J., Wozu muss eine Organisation die Kompetenzen ihrer Mitarbeiter kennen, 2005, S. 13.

²⁹Vgl. Prahalad, C. K., Hamel, G., Nur Kernkompetenzen sichern das Überleben, 1991, S. 71.

³⁰Vgl. Hamel, G., Prahalad, C. K., Wettlauf um die Zukunft (competing for the future), 1995, S. 310.

³¹Vgl. Hamel, G., Prahalad, C. K., Wettlauf um die Zukunft (competing for the future), 1995, S. 311.

³²Vgl. Hamel, G., Prahalad, C. K., Wettlauf um die Zukunft (competing for the future), 1995, S.



In Anlehnung an HINTERHUBER 1997

Abbildung 3.8: Dynamischer Aspekt von Kernkompetenzen

Aufgrund der langen Zeit, die ein Kompetenzaufbau in Anspruch nimmt, sind die Kernkompetenzen im Vergleich zu anderen Ressourcen wie Maschinen, Produktionsverfahren oder Organisationsstrukturen sehr viel schwieriger imitierbar.³⁴ Dennoch sollten Kompetenzniveaus in der zeitlichen Entwicklung betrachtet werden und nicht als statisch angesehen werden. Die Entwicklung der Kernkompetenzniveaus ist allerdings nur in erster Näherung als linear anzunehmen und insbesondere über längere Betrachtungszeiträume unter Umständen stark nicht linear.³⁵ Es ist durchaus denkbar, dass Wettbewerber später in den Kompetenzaufbau für eine bestimmte Kernkompetenz investieren, dies aber beherzter tun und dadurch langfristig das eigene Unternehmen überholen können. Ebenfalls sollte beachtet werden, dass Kompetenzen beispielsweise durch das Aufkommen von neuen Technologien schnell und signifikant an Bedeutung verlieren können. Die Verdrängung der Langspielplatte (LP) durch die CD oder die Ablösung der Braunschen Röhre im Fernseher durch Flüssigkeitskristallbildschirme (LCD) sind nur einige Beispiele.³⁶

314.

³³Vgl. Hinterhuber, H. H., Handlbauer, G., Matzler, K., Kundenzufriedenheit durch Kernkompetenzen: eigene Potentiale erkennen - entwickeln - umsetzen, 1997, S. 27.

³⁴Vgl. Hinterhuber, H. H., Handlbauer, G., Matzler, K., Kundenzufriedenheit durch Kernkompetenzen: eigene Potentiale erkennen - entwickeln - umsetzen, 1997, S. 27 f.

³⁵Vgl. Hamel, G., Leading the revolution: how to thrive in turbulent times, 1992, S. 13.

³⁶Vgl. Hamel, G., Prahalad, C. K., Wettlauf um die Zukunft (competing for the future), 1995, S. 262.

Das *dritte der Kernkompetenzmerkmale* wird am Beispiel der Firma 3M besonders deutlich (vgl. Abbildung 3.9):³⁷

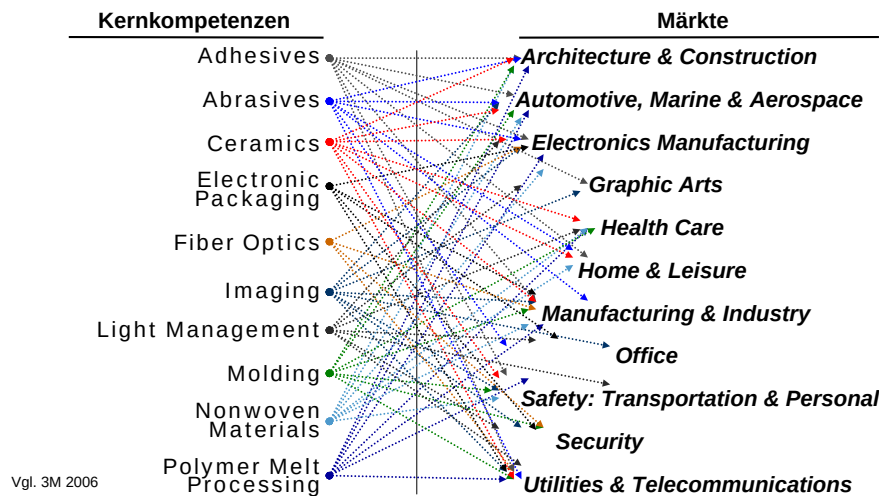


Abbildung 3.9: Kernkompetenzeinsatz in zahlreichen Märkten

Die verschiedenen Kernkompetenzen werden systematisch auf Verwendung in neuen Märkten geprüft. Die Kombinierbarkeit von mehreren bestehenden Kernkompetenzen ist besonders interessant: Einerseits werden bestehende Kompetenzen verwendet, ohne neue aufbauen zu müssen, und andererseits lassen sich durch die Kombination häufig neue System- oder Produkteigenschaften erzeugen, die häufig viel mehr sind als die Summe der einzelnen Bestandteile.

Um die Zusammenhänge zwischen Ressourcen, Fähigkeiten, Kompetenzen und Kernkompetenzen zu verdeutlichen, schlägt ZEHNDER eine Ebenenstruktur vor: auf der untersten Ebene die Ressourcen, darüber die Fähigkeiten, gefolgt von Kompetenzen und schließlich Kernkompetenzen.³⁸

Wissen bezeichnet die Gesamtheit der Kenntnisse [...], die Individuen zur Lösung von Problemen einsetzen; sowohl theoretische Erkenntnisse als auch praktische Alltagsregeln und Handlungsanweisungen gehören dazu. Wissen stützt sich auf Informationen und ist im Gegensatz zu diesen immer an Personen ge-

³⁷Vgl. Kitzer, P., Technology Roadmapping at 3M, 2006.

³⁸Vgl. Rosier, C., Zentrale Technologieentwicklung in diversifizierten Unternehmen, 2006, S. 41 mit Verweis auf Zehnder, T., Kompetenzbasierte Technologieplanung: Analyse und Bewertung technologischer Fähigkeiten im Unternehmen, 1997, S. 137.

bunden, es wird also von Individuen konstruiert und repräsentiert deren Erwartungen über Ursache-Wirkungszusammenhänge.³⁹ Wie Schönheit existiert Wissen also nur im Auge des Betrachters.⁴⁰

KRÜGER unterscheidet drei Wissenskategorien:⁴¹

- Know-how (Anpassungslernen): das Wissen um das „wie“ und „womit“ der Aufgabenerfüllung, das nur bedingt zu kreativ-proaktivem Handeln befähigt.
- Know-what (Veränderungslernen): tiefgreifenderes Wissen als Know-how, welches das „was“ tangiert, also die angestrebten Ziele und zu erfüllenden Aufgaben. Entscheidungen von strategischer Bedeutung bauen auf dieser Wissenskategorie auf.
- Know-why (Verständnislernen): das Wissen um die Ursache-Wirkungs-Beziehungen ist in dieser Wissenskategorie verankert. Erst Know-why ermöglicht proaktives Handeln, wie beispielsweise die Nutzenstiftung beim Kunden durch Erkennen von latenten Bedürfnissen.

Den Schlüssel zur Wissensschaffung und -erweiterung sehen NONAKA und TAKEUCHI in der Komplementarität von implizitem (subjektivem) und explizitem (objektivem) Wissen und in der kontinuierlichen Wissensumwandlung zwischen diesen beiden Formen.⁴²

Für die Untersuchung von Verbesserungsmöglichkeiten der Innovationsproduktivität folgt diese Arbeit der „capability-based view“, wonach Fähigkeiten die zentrale Analyseeinheit der Betrachtung darstellen. Die zielgerichtete Kombination kollektiver Fähigkeiten und individuellen Wissens wird zu Kompetenzen zusammengefasst. Es obliegt der konkreten Unternehmenssituation, inwiefern die betrachteten Kompetenzen von besonderer strategischer Bedeutung sind und daher als Kernkompetenzen eingestuft werden können.

³⁹Vgl. Probst, G. J. B., Raub, S., Romhardt, K., Wissen managen: wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen, 1998, S. 44.

⁴⁰Vgl. Stewart, T. A., Der vierte Produktionsfaktor: Wachstum und Wettbewerbsvorteile durch Wissensmanagement, 1998, S. 78.

⁴¹Vgl. Krüger, W., Homp, C., Kernkompetenz-Management: Steigerung von Flexibilität und Schlagkraft im Wettbewerb, 1997, 219 ff.

⁴²Vgl. Nonaka, I., Takeuchi, H., Mader, F., Die Organisation des Wissens: wie japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen, 1997, S. 72 ff.

3.3 Produktivität, Effektivität, Effizienz und Innovationsproduktivität

Arbeit muss produktiver werden. (Horst Siebert, Präsident a.D. des Instituts für Weltwirtschaft, 2006)

Bei den Determinanten für die Wettbewerbsfähigkeit geht es im Kern um die **Produktivität** der einzelnen Unternehmen.⁴³ Arbeitsproduktivität wird so zum Maß für internationale Wettbewerbsfähigkeit und zum Ausdruck für den erreichten Lebensstandard.⁴⁴ Die Produktivität wandelt sich dabei in eine „globale Produktivität“ - auf der Suche nach kostengünstiger Produktentstehung (billige Orte) und profitabler Produktvermarktung (profitable Gegenden).⁴⁵

Der Begriff **Produktivität** bietet viele Auslegungsmöglichkeiten und bedarf einer genaueren Definition. In der älteren nationalökonomischen Auffassung versteht man unter Produktivität die **Fähigkeit, zu produzieren**. Die qualitativen Merkmale von Faktoren, welche zu einer Leistungserstellung herangezogen werden, stehen dort im Vordergrund. Im weiteren Verlauf sind technisch-ökonomische und quantitative Effizienzmessungen Ziel der Produktivitätsdefinition.⁴⁶ Das allgemeine Konzept der Produktivität dient der Beschreibung der Ergiebigkeit bzw. **Leistungsfähigkeit von Prozessen**. Entsprechend wird darunter die Erfüllung von Aufgaben oder Funktionen in einem System unter Einbringung von Input- bzw. Einsatzfaktoren verstanden. Ein System besteht nach diesem Verständnis aus verschiedenen Elementen, deren Beziehungen durch Funktionen vorgegeben und gleichzeitig äußeren Umwelteinflüssen ausgeliefert sind.⁴⁷ Produktivität lässt sich demnach als **Verhältnis von Ausbringung (Output) zu Einsatzmenge (Input)** einer Wirtschaftseinheit definieren.⁴⁸ Abbil-

⁴³Vgl. Horn, E.-J., Bestimmungsgründe der internationalen Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen und Industrien, Regionen und Volkswirtschaften, 1983, S. 50.

⁴⁴Vgl. Thurow, L. C., The zero-sum solution, 1985, S. 48.

⁴⁵Vgl. Thurow, L., Die Zukunft der Weltwirtschaft, 2004, S. 15 ff.

⁴⁶Vgl. Hoth, H., Beitrag zur Klärung des Produktivitätsbegriffs und zur Produktivitätsmessung im Industriebetrieb, 1968, S. 23 ff.

⁴⁷Vgl. Michaelis, U., Methode zur ganzheitlichen Bestimmung der Arbeitsproduktivität in indirekten Bereichen, 1990, 26 ff.

⁴⁸Vgl. Michaelis, U., Methode zur ganzheitlichen Bestimmung der Arbeitsproduktivität in indirekten Bereichen, 1990, 5.

Abbildung 3.10 veranschaulicht die Definition des allgemeinen Produktivitätsbegriffs eines Prozesses A unter Bedingungen U.⁴⁹

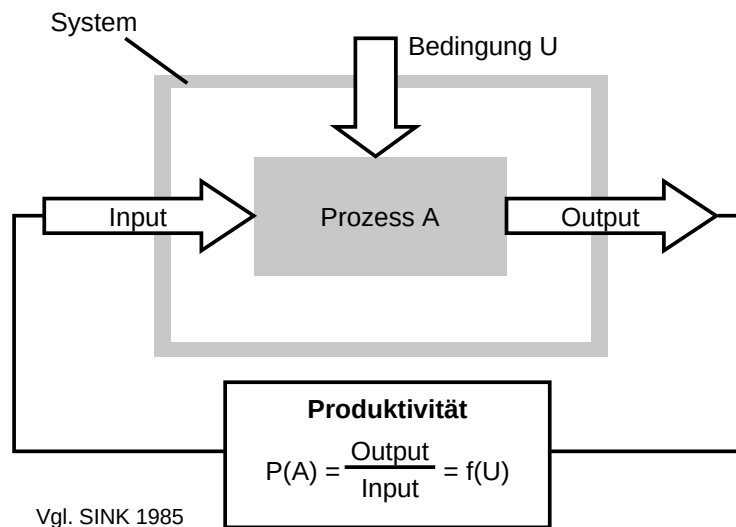


Abbildung 3.10: Grundmodell der Produktivitätsbestimmung

Abhängig von den eingesetzten Produktionsfaktoren (Arbeit, Kapital, Material) lassen sich verschiedene Produktivitätsgrößen unterscheiden. Allgemein ist zwischen partieller, multipler und totaler Faktorproduktivität zu unterscheiden (vgl. Abbildung 3.11). Die jeweilige Bezeichnung gibt Auskunft über die Vollständigkeit der berücksichtigten Input-Faktoren.⁵⁰

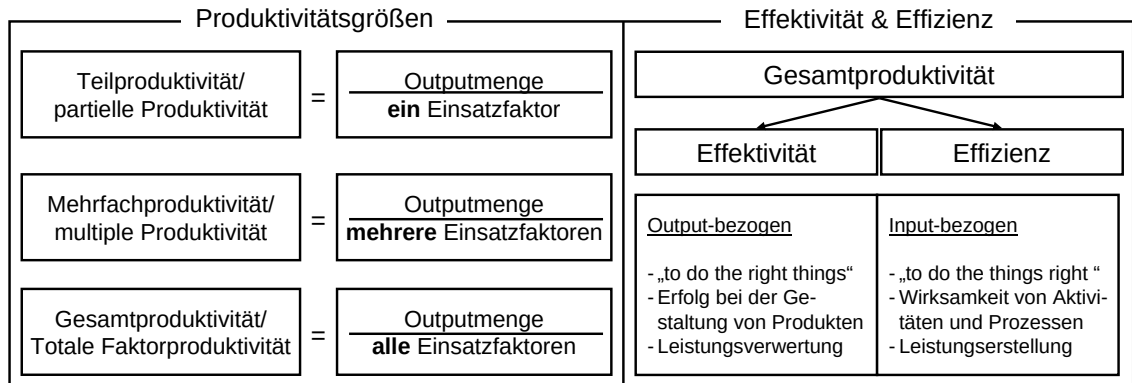
Aus heutiger Sicht wird neben den klassischen Produktionsfaktoren Arbeit, Kapital und Material auch **Wissen** als zentraler Produktionsfaktor berücksichtigt. STEWART bezeichnet Wissen als den wichtigsten Rohstoff und zentralen Produktionsfaktor der Wirtschaft. Wissen lässt sich kaufen und verkaufen und ist eine Quelle für Wohlstand geworden.⁵¹ Bill Gates ist zum Symbol dieser neuen Ära geworden, der ohne die klassischen Produktionsfaktoren durch Kontrol-

⁴⁹Vgl. Michaelis, U., Methode zur ganzheitlichen Bestimmung der Arbeitsproduktivität in indirekten Bereichen, 1990, S. 27 mit Verweis auf Sink, D. S., Productivity management: planning, measurement and evaluation, control and improvement, 1985, S. 3.

⁵⁰Vgl. Dellmann, K., Pedell, K. L., Controlling von Produktivität, Wirtschaftlichkeit und Ergebnis, 1994, S. 16 ff.

⁵¹Vgl. Stewart, T. A., Der vierte Produktionsfaktor: Wachstum und Wettbewerbsvorteile durch Wissensmanagement, 1998, S. 8.

le eines Wissensprozesses märchenhaft reich geworden ist.⁵²



Vgl. DELLMANN 1994

Abbildung 3.11: Unterscheidung von Produktivitätsgrößen

Definierendes Charakteristikum für *partielle Produktivität* ist die Tatsache, dass die gesamte Wertschöpfung auf einen einzigen Produktionsfaktor bezogen wird.⁵³ Es können also so viele partielle Produktivitätskennziffern gebildet werden, wie Produktionsfaktoren explizit betrachtet werden können. Ziel ist es, kausale Zusammenhänge zwischen einzelnen Produktionsfaktoren und dem Produktionsergebnis darzustellen. Wichtige partielle Produktivitätskennzahlen sind z.B. Arbeits-, Kapital- oder Innovationsproduktivität.⁵⁴

Im Gegensatz zu partiellen haben *multiple Produktivitäten* die Eigenschaft, mehrere Einsatzfaktoren in der Inputbilanz zu berücksichtigen. Als dritte Produktivitätsvariante wird schließlich die *totale Faktorproduktivität* definiert. Da häufig nicht sichergestellt werden kann, wirklich alle Faktoren zu aggregieren, ist das Attribut total als konzeptionell, nicht jedoch wörtlich zu verstehen. DEGER und GUTBERLET weisen darauf hin, dass im Sprachgebrauch die totale Faktorproduktivität als Produktionsfaktoren (Input) oft nur Arbeit und Kapital berücksichtigt.⁵⁵

⁵²Vgl. Thurow, L., Die Zukunft der Weltwirtschaft, 2004, S. 36.

⁵³Vgl. Deger, R., Deutschland versus Weltklasse: internationale Wettbewerbsfähigkeit und Unternehmenserfolg, 1995, S. 122 ff.

⁵⁴Vgl. Gutberlet, K., Die Produktivität der japanischen Automobilindustrie: Ausmaß und Ursachen der japanischen Wettbewerbsvorteile gegenüber der deutschen Automobilindustrie, 1993, S. 31 f. und Henzler, H. A., Handbuch Strategische Führung, 1988.

⁵⁵Vgl. Deger, R., Deutschland versus Weltklasse: internationale Wettbewerbsfähigkeit und Un-

In den 1990er Jahren wurden einige wertschöpfungsorientierte Ansätze zur Produktivitätsbestimmung entwickelt. Am bekanntesten ist das EVA-Konzept nach STERN/ STEWART: Wenn man die Wertschöpfung nach Abzug aller Kosten, einschließlich der Kapitalkosten, bewertet, misst EVA tatsächlich die Produktivität aller Produktionsfaktoren.⁵⁶ EVA steht für „Economic Value Added“ und berechnet sich aus dem operativen Profit abzüglich der Kapitalkosten, um diese Profite zu erzielen.⁵⁷ HOSTETTLER setzt die EVA Kennzahl dem betrieblichen Übergewinn gleich.⁵⁸ Weitere vergleichbare Konzepte für die Bestimmung des betrieblichen Übergewinns wurden entwickelt: Economic Profit (MCKINSEY), Added Value (LONDON BUSINESS SCHOOL), Cash Value Added (BCG).⁵⁹

Die Interpretationen und Ausgestaltungen von Produktivität können sehr unterschiedlich sein; im Kern wird Produktivität als Zusammenwirken von *Effizienz* und *Effektivität* gedeutet.⁶⁰ Die realen Erfolgsquellen, die mit der Leistungsseite bzw. Produktseite verbunden sind, werden als Effektivität bezeichnet, während der aus der Verbesserung der Faktorkombination fließende Produktivitätsfortschritt als Effizienz bezeichnet wird.⁶¹

Die *Effektivität* zielt entsprechend auf die Output- bzw. Leistungsseite („die richtigen Dinge zur richtigen Zeit tun“) während sich die *Effizienz* auf die Inputseite („die Dinge richtig tun“) konzentriert - vgl. Abbildung 3.11.⁶²

Veränderungen von Output- und Inputseite sind in der Regel jedoch nicht vollständig unabhängig voneinander: So kann sich der Produkterfolg verstär-

ternehmenserfolg, 1995, S. 122 f. und Gutberlet, K., Die Produktivität der japanischen Automobilindustrie: Ausmaß und Ursachen der japanischen Wettbewerbsvorteile gegenüber der deutschen Automobilindustrie, 1993, S. 33.

⁵⁶Vgl. Ehrbar, A., Mühlfenzl, I., EVA: economic value added - der Schlüssel zur wertsteigernden Unternehmensführung, 1999, S. 143 oder Drucker, P. F., The essential Drucker, 2001, S. 104.

⁵⁷Vgl. Ehrbar, A., Mühlfenzl, I., EVA: economic value added - der Schlüssel zur wertsteigernden Unternehmensführung, 1999, S. 27.

⁵⁸Vgl. Hostettler, S., Das Konzept des Economic Value Added (EVA), 1997, S. 49.

⁵⁹Vgl. Hostettler, S., Das Konzept des Economic Value Added (EVA), 1997, S. 47 f.

⁶⁰Vgl. Dellmann, K., Pedell, K. L., Controlling von Produktivität, Wirtschaftlichkeit und Ergebnis, 1994, S. 25 f.

⁶¹Vgl. Dellmann, K., Pedell, K. L., Controlling von Produktivität, Wirtschaftlichkeit und Ergebnis, 1994, S. 25.

⁶²Vgl. Dellmann, K., Pedell, K. L., Controlling von Produktivität, Wirtschaftlichkeit und Ergebnis, 1994, S. 26.

ken, wenn die Effizienz der Prozesse im Hinblick auf den Kundennutzen gegeben ist (z.B. geringe Durchlaufzeit für eine Applikationsentwicklung). Umgekehrt kann eine verfehlte Produktpolitik nicht durch eine noch so konsequente Inputoptimierung ausgeglichen werden.⁶³

Der Begriff *Innovationsproduktivität* lässt sich als Kombination der beiden Begriffe „Innovation“ und „Produktivität“ auffassen. Da beide Begriffe jedoch eine lange Geschichte haben und häufig unterschiedlich definiert werden, erscheint eine genauere Eingrenzung und spezifische Definition sinnvoll.

Geprägt wurde der Begriff bereits von HENZLER, der ein hohes Maß an Innovationsproduktivität als Voraussetzung für die Schaffung „neuer Bereiche“ ansieht und in diesem Zusammenhang die Erhöhung des Wirkungsgrads der deutschen FuE durch größere Marktnähe, Orientierung am volkswirtschaftlichen Nutzen und verbesserte Effizienz bei der Bearbeitung ausgewählter Bereiche fordert.⁶⁴

BERUVIDES und SUMANTH betrachten „White Collar Work“ und „Knowledge Work“ in Abgrenzung zu „Blue Collar Work“ und entwickeln einen empirisch basierten Formelausdruck für die Gesamtproduktivität in den genannten Bereichen.⁶⁵ Eine ähnliche Vorgehensweise wählt MICHAELIS, der unterschiedlichen Qualifikationsgruppen im Unternehmen unterschiedliche Befähigungswerte zuweist.⁶⁶

BECKER formuliert Innovationsproduktivität monetär als Kennzahl aus Umsatzanteil der Neuprodukte im Verhältnis zum eingesetzten FuE-Budget.⁶⁷ STEWART bemerkt, dass der Umsatzanteil mit Neuprodukten als Kennzahl die Gefahr birgt, dass unmerklich modifizierte Produkte wie Farbvarianten oder ähnliches zu falschen Schlussfolgerungen mit dieser Kennzahl verleiten können und bietet weitere Alternativen an: den „Bruttogewinn aus neuen Produkten im

⁶³Vgl. Dellmann, K., Pedell, K. L., Controlling von Produktivität, Wirtschaftlichkeit und Ergebnis, 1994, S. 26.

⁶⁴Vgl. Deger, R., Deutschland versus Weltklasse: internationale Wettbewerbsfähigkeit und Unternehmenserfolg, 1995, S. 98 mit Verweis auf Henzler, H. A., Handbuch Strategische Führung, 1988.

⁶⁵Vgl. Beruvides, M. G., Knowledge work: a conceptual analysis and structure, 1987, S. 130 ff.

⁶⁶Vgl. Michaelis, U., Methode zur ganzheitlichen Bestimmung der Arbeitsproduktivität in indirekten Bereichen, 1990, S. 80.

⁶⁷Vgl. Becker, D., Mit Innovationen die Produktivität steigern, 2005.

Vergleich zu älteren Produkten“ oder die „Anzahl jährlich neu hinzukommender Patente“. ⁶⁸ Diese Kennzahlen sind laut STEWART ein Maß für die Effizienz und die Schnelligkeit, mit der Humankapital hervorgebracht wird - zentraler Bewertungsmaßstab im Wissenszeitalter. ⁶⁹ PORTER greift für eine volkswirtschaftliche Betrachtung die Patentsituation auf: Er definiert Innovationsoutput mithilfe der Anzahl der erteilten Patente und die „Patentproduktivität“ als Anzahl der erteilten Patente pro Million Einwohner. Seine Untersuchungen zeigen, dass die Innovationsproduktivität höher ist, wenn die entsprechenden Ressourcen stärker fokussiert sind. ⁷⁰ SPECHT stützt seine Definition der Innovationsproduktivität auf das S-Kurven-Konzept nach MCKINSEY - als Quotient aus der Leistungsfähigkeit einer Technologie und dem kumulierten Technologieaufwand. ⁷¹

Arbeitsdefinition: Innovationsproduktivität im engeren und weiteren Sinn

Innovationsproduktivität im engeren Sinn ist ein Maß für das Verhältnis einer innovationsorientierten Outputgröße (z.B. ein Produkt) zu einer Inputgröße (die für die Erzeugung des entsprechenden Outputs erforderlich ist). Die Ermittlung von zugehörigen Input-Größen bzw. die Bildung von Quotienten aus Output und Input ist dann besonders sinnvoll, wenn ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Input und Output besteht. Die dargestellten Ansätze von BECKER, STEWART, PORTER und SPECHT entsprechen prinzipiell dieser Vorgehensweise.

In der Regel geht sehr viel Information verloren, wenn mehrere Einzelkennzahlen zu einer einzigen aggregierten Kennzahl verdichtet werden. Je nach Anwendungszweck sind unterschiedliche Kennzahlen interessanter; die Gesamtheit der verschiedenen relevanten Kennzahlen liefert in der Regel ein wesentlich umfassenderes Bild der Situation.

⁶⁸Vgl. Stewart, T. A., Der vierte Produktionsfaktor: Wachstum und Wettbewerbsvorteile durch Wissensmanagement, 1998, S. 224. Statt Innovationsproduktivität nutzt Stewart den Begriff der Innovationsfähigkeit.

⁶⁹Vgl. Stewart, T. A., Der vierte Produktionsfaktor: Wachstum und Wettbewerbsvorteile durch Wissensmanagement, 1998, S. 141.

⁷⁰Vgl. Porter, M. E., Stern, S., Innovation: Location matters, 2002, S. 245 ff.

⁷¹Vgl. Specht, G., Beckmann, C., Amelingmeyer, J., FuE-Management: Kompetenz im Innovationsmanagement, 2002, S. 70 f.

Auch andere Kennzahlen, die nicht explizit aus einem „Output-Input Quotienten“ gebildet werden, lassen sich teilweise als Maß für die Innovationsproduktivität heranziehen - z.B. wird die „Projektzuverlässigkeit“ (arithmetisches Mittel aus den Prozentwerten für Projekte „on time“, „on budget“ und „on target cost“) sowohl vom Innovations-Output als auch vom Innovations-Input beeinflusst (vgl. Abbildung 3.12). Gleichwohl wird diese Kennzahl *nicht explizit durch einen Quotienten aus Output und Input gebildet*.

Die Kennzahl „Projektzuverlässigkeit“ lässt sich anhand der Projektstandskurve verdeutlichen. Diese stellt die Cashflows eines Projekts über der Zeit dar: Wird der geplante Markteintrittszeitpunkt (Time-to-Market) nicht eingehalten, führt dies in Wettbewerbsmärkten in der Regel zu geringerem Umsatz über den Produktlebenszyklus und dadurch zur Verringerung des Outputs - was einer Verminderung der Innovationsproduktivität entspricht. Eine Vergrößerung des geplanten Budgets im Projekt bedeutet eine Vergrößerung des Inputs und demnach eine Verminderung der Innovationsproduktivität. Die Überschreitung der Zielkosten hat durch die höheren Herstellkosten Auswirkung auf die laufenden Cashflows und reduziert dadurch ebenfalls den Output - auch hier ist eine Verminderung der Innovationsproduktivität die Folge.

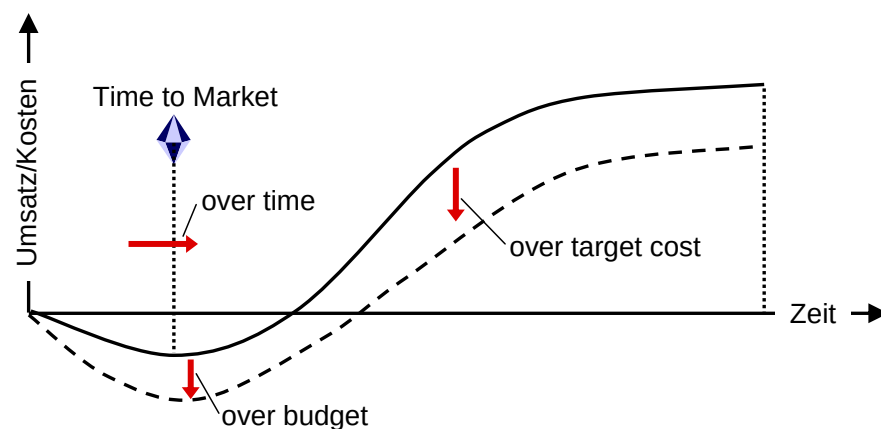


Abbildung 3.12: Einfluss der Zuverlässigkeit auf die Projektstandskurve

Innovationsproduktivität im weiteren Sinn erweitert die „Innovationsproduktivität im engeren Sinn“ um solche Konzepte oder Kennzahlen, die einen Einfluss auf den Quotienten der Innovationsproduktivität haben, ohne explizit

einer solchen Bildungsvorschrift (Output / Input) zu unterliegen.

Im weiteren Verlauf der Arbeit sollen auch die Konzepte und Kennzahlen der Innovationsproduktivität im weiteren Sinn betrachtet werden.

4 Charakterisierung von Ansätzen zur Leistungsmessung

Nachdem im vorherigen Kapitel die begrifflichen Grundlagen gelegt wurden und eine objektorientierte Abgrenzung vorgenommen wurde, wird in diesem Kapitel der Stand der Technik vorgestellt.

Zahlreiche Ansätze zur Leistungsmessung im Unternehmenskontext sind aus der Kritik am traditionellen Rechnungswesen entstanden, das aufgrund von

- primär operativer Ausrichtung,
- Vergangenheitsorientierung,
- Fokussierung auf monetäre Größen und
- fehlender Berücksichtigung der indirekten Bereiche

nur eine mangelhafte Entscheidungsunterstützung für das Management bietet.¹

Um eine übersichtliche Darstellung der wesentlichen Ansätze zur Leistungsmessung zu ermöglichen, wird eine Dreiteilung vorgenommen: Im ersten Teil stehen Ansätze zur Leistungsmessung im Vordergrund, die primär quantitativer Natur sind. Der zweite Teil fokussiert sich auf qualitative Ansätze zur Analyse von Kompetenzen oder vergleichbaren Konzepten und im dritten Teil werden Ansätze zur Modellierung und Simulation von Wirkzusammenhängen diskutiert.

¹Vgl. Hauber, R., Performance Measurement in der Forschung und Entwicklung: Konzeption und Methodik, 2002 S. 45 mit Verweis auf Lockamy, A., Cox, J. F., Reengineering performance measurement: how to align systems to improve processes, products and profits, 1994, S. 39.

4.1 Quantitative Leistungsmessung

4.1.1 Benchmarking als handlungsorientierte Messmethode

Wer aufhört, besser zu werden, hat aufgehört, gut zu sein. (Philip Rosenthal, Unternehmer, 1916)

Benchmarking is the most powerful tool for assessing industrial competitiveness and triggering the change process in companies striving for world class performance. After a benchmarking study one can no longer hide behind excuses or put the clock back - one has to face the facts, however unpleasant, and act. (Arthur Anderson)

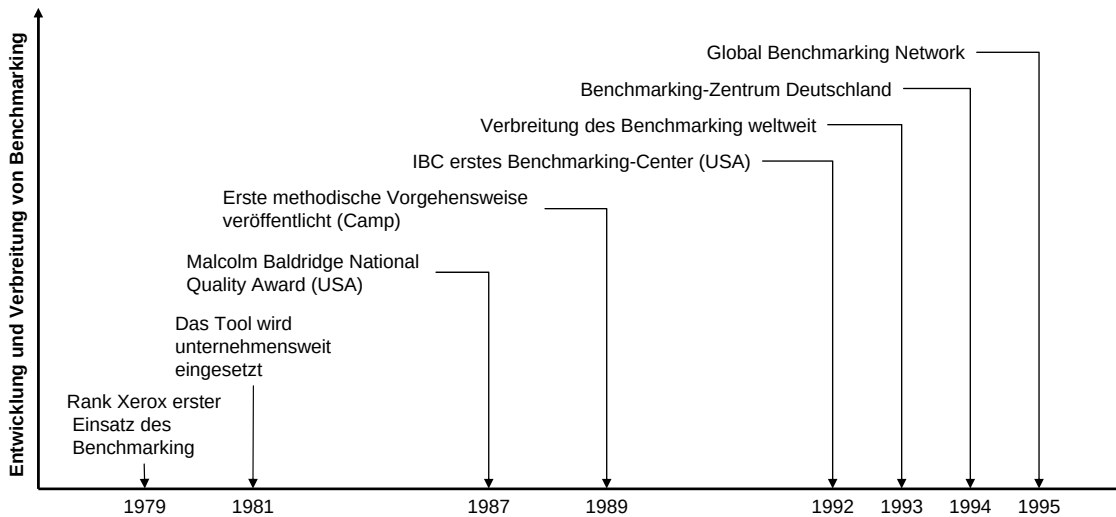
Historisch gesehen hat sich die Benchmarking Methode insbesondere in den USA entwickelt und stark verbreitet. Erst seit Anfang der 1990er Jahre, unterstützt durch die Gründung des Benchmarking Zentrums in Deutschland, ist auch hierzulande der zunehmende Einsatz der Methode zu beobachten. Eine Übersicht über die weiteren historischen Meilensteine bei der Entwicklung und Verbreitung der Benchmarking Methode zeigt Abbildung 4.1.²

Es existieren zahlreiche Definitionen der Benchmarking-Methode, die sich im Detaillierungsgrad und der Schwerpunktsetzung unterscheiden. So betont CAMP den **Prozesscharakter** von Benchmarking und unterstellt, dass nur ein kontinuierliches Durchführen der Methode eine wirkungsvolle Verbesserung ermöglicht und dem dynamischen Wandel in den Unternehmen Rechnung trägt.³ Die Orientierung an den Spitzenunternehmen oder „best practices“ der Branche sieht CAMP ebenfalls als essentiell an, um keine falschen Schlussfolgerungen zu ziehen.⁴ FAHRNI sieht den Aspekt der „best practice“ etwas differenzierter: So erreicht Benchmarking seiner Meinung nach bereits das Methodenziel, wenn erfolgreiche Praktiken, sogenannte „successful practices“, identifiziert und auf das eigene Unternehmen oder den eigenen Unternehmensbereich übertragen

²Vgl. Siebert, G., Kempf, S., Benchmarking: Leitfaden für die Praxis, 2002, S. 11.

³Vgl. Camp, R. C., Benchmarking: the search for industry best practices that lead to superior performance, 1989, S. 13 ff.

⁴Vgl. Camp, R. C., Benchmarking: the search for industry best practices that lead to superior performance, 1989, S. 296 ff.



Vgl. SIEBERT 2002

Abbildung 4.1: Zeitliche Entwicklung der Benchmarking-Methode

werden können. Dadurch wird die Praktikabilität der Methode in den Vordergrund gestellt, da andernfalls im Grunde eine weltweite, lückenlose Analyse auf der Suche nach den „besten“ Praktiken durchgeführt werden müsste.⁵ UL-RICH betont besonders den *Kooperationsaspekt* der Benchmarking-Methode als Voraussetzung für eine hohe Qualität der Ergebnisse.⁶ In der Tat fällt es zahlreichen Unternehmen schwer, sich von Konkurrenten in die Zahlen schauen zu lassen. Es gibt allerdings Ansätze in der Konzeption der Methode, um diesen Widerstand zu entkräften. So ist es möglich, die Datenerhebung durch eine neutrale Stelle, beispielsweise ein unabhängiges Forschungsinstitut, durchführen zu lassen und den teilnehmenden Organisationen lediglich das eigene Abschneiden im Vergleich zum Durchschnitt als Ergebnis zu überlassen, ohne Einblick in ein bestimmtes Unternehmen zu geben. Eine weitere Möglichkeit ist die Konzeption eines Benchmarkings als Konsortialbenchmarking. Dieses zielt darauf ab, Teilnehmer aus unterschiedlichen Branchen zu gewinnen, die keine unmittelbaren Konkurrenten sind, und so branchenübergreifende Lernprozesse

⁵Vgl. Fahrni, F., Völker, R., Bodmer, C., Erfolgreiches Benchmarking in Forschung und Entwicklung, Beschaffung und Logistik, 2002, S. 2 f.

⁶Vgl. Ulrich, P., Organisationales Lernen durch Benchmarking, 1998, S. 25.

in Gang zu setzen. Eine Zusammenfassung zahlreicher unterschiedlicher Definitionen der Benchmarking-Methode ist bei LINNHOF zu finden (vgl. Abbildung 4.2).⁷

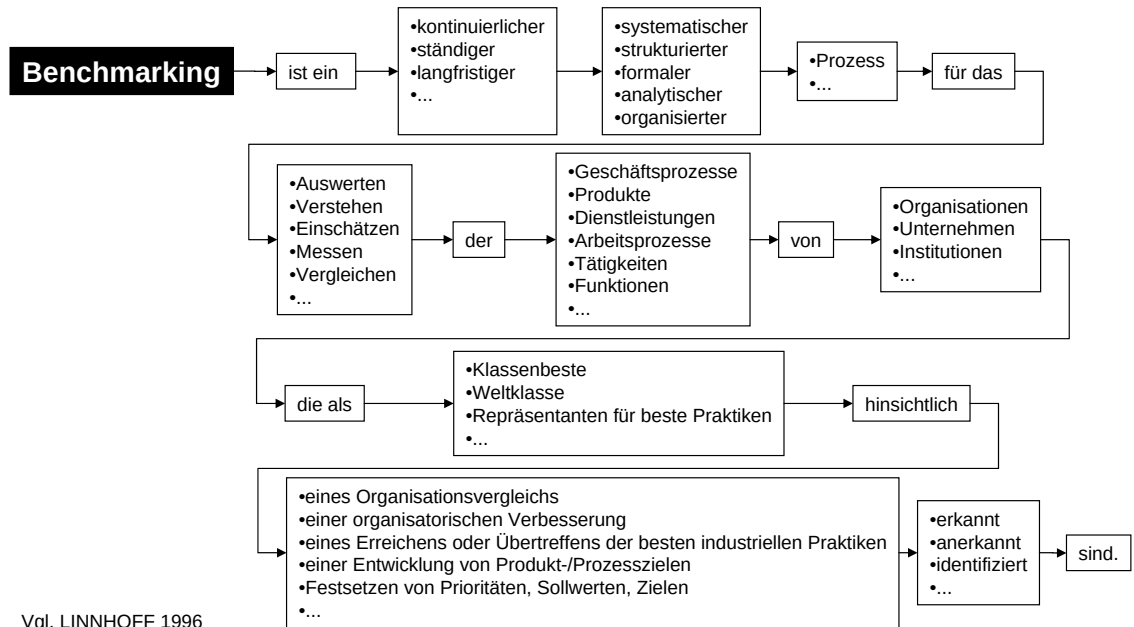


Abbildung 4.2: Zusammenfassung von Benchmarking-Definitionen

*Benchmarking ist eine Analysemethode, die, basierend auf quantitativen Kennzahlen, eine vergleichende Bewertung zwischen Unternehmen oder Teilbereichen von Unternehmen für einen festgelegten Analysebereich unterstützt und dadurch Verbesserungsaktivitäten initiieren kann.*⁸

Als systematische Methode zur vergleichenden Bewertung von Unternehmen oder Unternehmensbereichen ist die Benchmarking-Methode in der Literatur eng mit dem amerikanischen Unternehmen Xerox verknüpft.

Prominent ist das Beispiel Xerox, weil das Unternehmen mit der teilweise selbst entwickelten Methode große Erfolge während eines mehrjährigen Tour-nararound Projektes erzielte:⁹

⁷Vgl. Linnhoff, Eine Methodik für das Benchmarking von Entwicklungskooperationen, 1996, S. 9 f.

⁸Arbeitsdefinition des Autors.

⁹Vgl. Xerox Corporation (Hrsg.), Competitive Benchmarking: The path to leadership, 1986.

Der High-Tech-Kopiergeräte-Hersteller Xerox hatte bis 1979 einen Rückgang des Marktanteils von 49% auf 22% zu verkraften. Japanische Wettbewerber wiesen erhebliche Wettbewerbsvorteile auf. So lagen im Vergleich zu Xerox ihre Stückkosten oder Fehlerquoten bei Zulieferteilen deutlich niedriger und ihre jährlichen Produktivitätssteigerungsraten höher. Xerox reagierte: Umfangreiche Umfragen bei Kunden sowie Prozess- und Produktvergleiche, aber auch Firmenbesuche fanden im Rahmen von Qualitäts- und Produktivitätsverbesserungsprogrammen statt. Auf deren Basis wurden schließlich Ziele und Verbesserungsmaßnahmen erstellt und durchgeführt. Die Erfolge dieser ersten systematischen Implementierung von Benchmarking waren enorm: Stückkostensenkung um 50%, Umsatzsteigerung pro Mitarbeiter um 20%, Reduzierung der Entwicklungszeiten um 25%, Reduzierung der Personalkosten im Kundendienst um 30%, Steigerung der Qualität zugelieferter Teile von 92% auf 99,95%, Rückgewinnung von Marktanteilen und Verleihung des vom US-Präsidenten vergebenen Malcolm Baldrige National Award.

Eine wichtige Fragestellung zu Beginn eines Benchmarking-Projekts ist die Frage nach dem Benchmarking-Objekt. SABISCH unterscheidet die vier Objekte Produkt, Prozess, Organisation und Strategie.¹⁰ Produkt-Benchmarking verfolgt das Ziel, konkurrierende Produktkonzepte anhand von quantitativen Messgrößen zu vergleichen und dadurch den Lösungsfindungsprozess in der Produktentwicklung zu unterstützen. Prozess-Benchmarking hat die Zielsetzung, interne Abläufe in der Auftragsabwicklung, Entwicklung, Produktion o.ä. zu untersuchen. Primär dient die Analyse dem Verständnis von Vorteilen und Problemen der eigenen Prozesse.¹¹ Organisations-Benchmarking durchleuchtet beispielsweise die Aufbauorganisation, interne Segmentierung, Bildung von Fertigungsinseln, Gestaltung von Center-Konzepten und die Anzahl der Führungsebenen.¹² Strategie-Benchmarking hat die Aufgabe, die Positionierung eines Unternehmens am Markt, seine Wettbewerbsstrategie oder sein Marktver-

Weitere frühe Anwender der Benchmarking-Methode in den USA waren u. a. Boeing, Du Pont, General Electric, Hewlett Packard und IBM.

¹⁰Vgl. Sabisch, H., Tintelnot, C., Integriertes Benchmarking für Produkte und Produktentwicklungsprozesse, 1997, S. 22.

¹¹Vgl. Siebert, G., Kempf, S., Benchmarking: Leitfaden für die Praxis, 2002, S. 46 ff.

¹²Vgl. Töpfer, A., Benchmarking: Der Weg zu best practice, 1997, S. 39.

halten zu analysieren.¹³

Der Untersuchungsbereich lässt sich ferner nach der Detaillierungsebene unterscheiden. Es ist möglich, die Benchmarking-Methode auf den folgenden Ebenen durchzuführen:

- Gesamtwirtschaft
- Branche
- Unternehmen
- Unternehmensbereich

Stark verbreitet und für die weitere Vorgehensweise relevant ist Benchmarking auf der Ebene des Unternehmens bzw. des Unternehmensbereichs. Nach der groben Einordnung der Untersuchungsobjekte und -ebenen für eine Benchmarking-Analyse lassen sich weiterhin die verwendeten Kennzahlen in verschiedene Analysebereiche einteilen. Eine weitere Unterscheidung der Analysebereiche lässt sich nach der *Fristigkeit der Kennzahlen* vornehmen (vgl. Abbildung 4.3). Finanzielle Liquiditätskennzahlen sind sehr kurzfristig, Erfolgskennzahlen mittelfristig und Kennzahlen zur Beschreibung der zukünftigen Erfolgspotenziale eher langfristig ausgerichtet.¹⁴

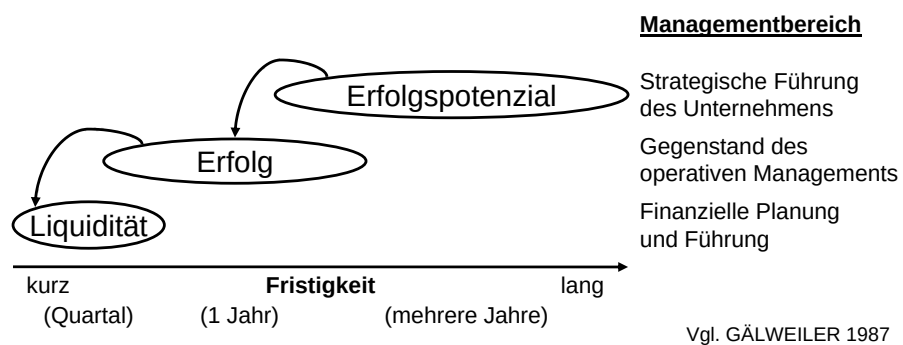


Abbildung 4.3: Fristigkeit von Erfolgspotenzialen, Erfolg und Liquidität

¹³Vgl. Töpfer, A., Benchmarking: Der Weg zu best practice, 1997, S. 39.

¹⁴Vgl. Gälweiler, A., Schwaninger, M., Malik, F., Strategische Unternehmensführung, 1987.

SIEBERT unterscheidet bei der Benchmarking-Vorgehensweise die Phasen Zielsetzung, interne Analyse, Vergleich, Maßnahmen und Umsetzung.¹⁵ Bei der Durchführung von Benchmarking-Projekten legt TÖPFER eine ähnliche Vorgehensweise nahe und schlägt darüber hinaus die Orientierung an Leitfragen vor (vgl. Abbildung 4.4):¹⁶ Was? (legt den Analysebereich fest), Mit wem? (legt die Benchmarking-Partner fest), Wodurch? (spezifiziert die Benchmarking-Analyse), Wie? (initiiert Verbesserungsmaßnahmen) und Wieviel? (spezifiziert den Realisierungsaufwand).

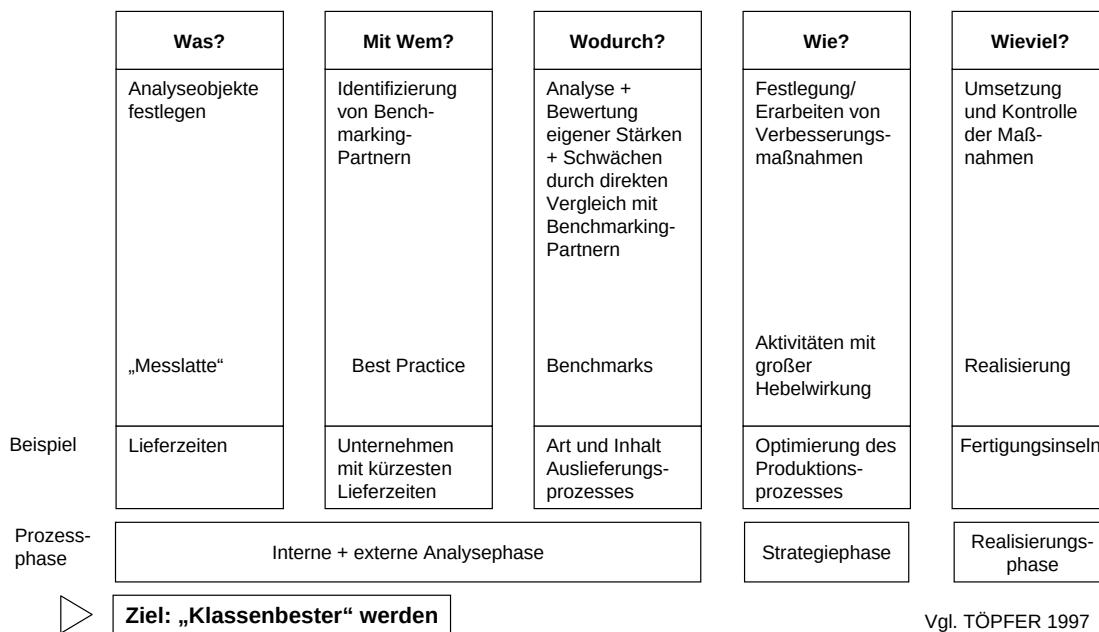


Abbildung 4.4: Vorgehensweise der Benchmarking-Methode

Kritische Reflexion

Die Motivation für die Anwendung der *Benchmarking-Methode* ist naheliegend: Ein Unternehmen oder Unternehmensbereich darf sein Zielsystem nicht von seinem Umfeld losgelöst festlegen. Die Gegenüberstellung der eigenen Position und der des derzeitigen „Best of Class“ ermöglicht es, eigene Defizite

¹⁵Vgl. Siebert, G., Kempf, S., Benchmarking: Leitfaden für die Praxis, 2002, S. 20 ff.

¹⁶Vgl. Töpfer, A., Benchmarking: Der Weg zu best practice, 1997, S. 45.

aufzudecken und das zur Verbesserung erforderliche Potenzial im Unternehmen zu ermitteln. Klar definierte Ziele als Konkretisierung der Vision sind unabdingbar für die Ausrichtung des Handelns der Menschen, die die Ziele realisieren sollen.¹⁷

Allerdings gilt es zahlreiche Herausforderungen zu meistern: Für die Aussagekraft von Benchmarking-Analysen ist es entscheidend, für die Vergleichbarkeit der Analyseobjekte zu sorgen. Darüber hinaus sind die Auswahl von geeigneten Benchmarking-Partnern und der Umgang mit sensiblen Daten für die operative Durchführung entscheidend.¹⁸

Einige Fallstricke sind zu beachten: Benchmarking ist, einmalig durchgeführt, eine Momentaufnahme, die keinen Einblick erlaubt in die Beziehung von Ursachen und Wirkungen und in die zugrundeliegenden Prinzipien.¹⁹

Für die Benchmarking-Methode gibt es zahlreiche Anwendungen und Weiterentwicklungen, von denen an dieser Stelle nur einige genannt werden sollen:

Das American Productivity and Quality Center (APQC) führt im Auftrag von Unternehmen und im Rahmen der „Open Standards Benchmarking Collaborative“ regelmäßige Benchmarking-Untersuchungen durch. Für den Schwerpunkt „Innovation“ stehen Products / Services, Operational, Business Model und Innovation Enablers im Vordergrund.²⁰

SCHRÖDER entwickelt eine Benchmarking-Methodik zur Anwendung in Entwicklungsbereichen im Maschinen- und Anlagenbau. Die einzelnen Bausteine der Methodik sind eine „Vergleichbarkeitsbewertung“, eine „Erfolgsbewertung“, ein „Stellgrößenmodell“ sowie „Auswertung und Interpretation“.²¹

LOCH, STEIN und TERWIESCH führen Benchmarking-Untersuchungen in der Elektronikindustrie durch und differenzieren zwischen Variablen, die den Unternehmenserfolg, Output-Größen und Prozess-Größen beschreiben.²²

¹⁷Vgl. Bullinger, H.-J., Witzgall, E., Qualifikationsmanagement in der Produktion: Pläne und Werkzeuge für die Baustelle Lernende Organisation, 2002, S. 283.

¹⁸Vgl. Siebert, G., Kempf, S., Benchmarking: Leitfaden für die Praxis, 2002, S. 21.

¹⁹Vgl. Drews, R., Organisationsformen der Produktionslogistik: konzeptionelle Gestaltung und Analyse der Wechselbeziehungen zu den Organisationsformen der Teilefertigung, 2005, S. 44 f.

²⁰Vgl. APQC, OSBC on Innovation, 2006 (www.apqc.com).

²¹Vgl. Schröder, J., Benchmarking von Entwicklungsbereichen im Maschinenbau, 2003.

²²Vgl. Loch, C. H., Stein, L., Terwiesch, C., Measuring Development Performance in the Elec-

4.1.2 Erfolgsfaktorenforschung, PIMS, Innovationserfolgsfaktorenforschung

Die *Erfolgsfaktorenforschung* setzt auf der Benchmarking-Methode auf und beschäftigt sich mit der Untersuchung zentraler Einflussfaktoren auf den Unternehmenserfolg.²³ In der Literatur werden häufig die Begriffe kritische oder strategische Erfolgsfaktoren, Schlüsselfaktoren, strategische Faktoren sowie Basisfaktoren weitgehend synonym verwendet.²⁴ Mit Hilfe der Erfolgsfaktorenforschung wird im Gegensatz zur Managementforschung ein Konzept von kritischen Erfolgsfaktoren aufgebaut, das den Unternehmenserfolg ursächlich einigen wenigen, aber dafür ausschlaggebenden Faktoren zuschreibt.²⁵ Die Erfolgsfaktorenforschung ist nicht normiert, sondern umfasst die gesamte Bandbreite empirischer Methoden, von einfachen Interviews über qualitative Fallstudien und standardisierte Umfragen bis zu komplexen Analysen in Datenbanken.²⁶ Bei der empirischen Erfolgsfaktorenforschung werden die allgemeingültigen Erfolgsfaktoren aufgrund eines Vergleichs zwischen erfolgreichen und weniger erfolgreichen Unternehmen festgelegt. Die Unterscheidungsmerkmale zwischen den erfolgreichen und den weniger erfolgreichen Unternehmen werden als Erfolgsfaktoren angesehen.²⁷

Die konzeptionellen Überlegungen bei der Identifikation von Erfolgsfaktoren bilden die Basis der analytischen Erfolgsfaktorenforschung. Zusätzlich zu diesen Erfolgsfaktoren existieren Erfolgspotenziale. Diese Erfolgspotenziale können direkt zum Erfolg eines Unternehmens beitragen, wenn sie aktiviert und

tronics Industry, 1996, S. 3 ff.

²³Vgl. Steinle, C., Kirschbaum, J., Kirschbaum, V., Erfolgreich überlegen: Erfolgsfaktoren und ihre Gestaltung in der Praxis, 1996, S. 9.

²⁴Vgl. Kube, C., Erfolgsfaktoren in Filialsystemen: Diagnose und Umsetzung im strategischen Controlling, 1991 und Krüger, W., Die Erklärung von Unternehmungserfolg: theoretischer Ansatz u. empirische Ergebnisse, 1988, S. 27 ff. Krüger definiert die strategischen Erfolgsfaktoren als Produktionsfaktoren, die als Inputgrößen die Outputgröße Unternehmenserfolg im Wesentlichen bestimmen.

²⁵Vgl. Steinle, C., Kirschbaum, J., Kirschbaum, V., Erfolgreich überlegen: Erfolgsfaktoren und ihre Gestaltung in der Praxis, 1996, S. 10.

²⁶Vgl. Trommsdorff, V., Erfolgsfaktorenforschung, Produktinnovation und Schnittstelle Marketing - FuE, 1990, S. 4.

²⁷Vgl. Trommsdorff, V., Erfolgsfaktorenforschung, Produktinnovation und Schnittstelle Marketing - FuE, 1990, S. 16.

nutzbar gemacht werden. Weitere Aspekte in der Beziehung von Erfolgspotenzialen und Erfolgsfaktoren sind die Fristigkeit und der Kümmerer im Unternehmen (vgl. Abbildung 4.3). Die Entwicklung von Erfolgspotenzialen ist ein langfristiges Unterfangen, das von der strategischen Führung des Unternehmens forciert wird. Erfolgspotenzial ist das Gesamtgefüge aller produkt- und marktspezifischen erfolgsrelevanten Voraussetzungen, die spätestens dann bestehen müssen, wenn es um die Erfolgsrealisierung geht.²⁸ Rückläufige Erfolgspotenziale können als Frühwarnsignale mögliche spätere Erfolgseinbußen andeuten.²⁹ Aus den Erfolgspotenzialen können sich mittelfristig Erfolge ergeben, die im Aufgabenbereich des operativen Managements liegen. Die Unterscheidung von Erfolgspotenzialen und Erfolgsfaktoren ist häufig unscharf. PRILLMANN versteht unter Erfolgspotenzialen extern vorgegebene Marktpotenziale oder relativ zur Konkurrenz vorhandene Kosten- oder Leistungspotenziale. Demgegenüber sind Erfolgsfaktoren als Handlungsempfehlungen bzw. Rezepte für die erfolgreiche Umsetzung von Erfolgspotenzialen zu sehen.³⁰ Die Messung des Erfolgs erfolgt mit Hilfe der entsprechenden Erfolgsfaktoren. Der Erfolg beeinflusst dann wiederum die Liquidität (vgl. Abbildung 4.3).³¹

In der operativen Erforschung von Erfolgsfaktoren aus Benchmarking Ergebnissen spielt die Frage nach der Repräsentativität bzw. Stichprobengröße eine wichtige Rolle. Sie erweitert daher die Vorgehensweise eines reinen Benchmarkings ohne Erfolgsfaktorenuntersuchung:

Prinzipiell lassen sich zwei Arten der Erhebung statistischer Daten unterscheiden: primär- und sekundärstatistische Erhebungen. Primärstatistische Untersuchungen greifen auf Daten zurück, die eigens für die jeweilige Studie generiert worden sind (Primärquellen). Sekundärstatistische Erhebungen dagegen verwenden bereits vorliegendes Datenmaterial, beispielsweise aus existierenden Datenbanken vergangener Untersuchungen (Sekundärquellen).³² Die Ver-

²⁸Vgl. Gälweiler, A., Schwaninger, M., Malik, F., Strategische Unternehmensführung, 1987, S. 26.

²⁹Vgl. Ansoff, H. I., Managing surprise and discontinuity: strategic response to weak signals, 1976, S. 130 ff.

³⁰Vgl. Deger, R., Deutschland versus Weltklasse: internationale Wettbewerbsfähigkeit und Unternehmenserfolg, 1995, S. 102 mit Verweis auf Prillmann, 1993, S.12.

³¹Vgl. Gälweiler, A., Schwaninger, M., Malik, F., Strategische Unternehmensführung, 1987.

³²Vgl. Kobelt, H., Steinhausen, D., Wirtschaftsstatistik für Studium und Praxis, 2000, S. 7.

wendung sekundärstatistischer Daten kann aufgrund unterschiedlicher Erhebungsmotivation oder veralteter Datengrundlage Ungenauigkeiten und fehlerhafte Aussagen zur Folge haben.

Die Zielgruppe, für welche die Untersuchung gelten soll, wird als *Grundgesamtheit* bezeichnet. Ferner lassen sich Erhebungen nach ihrem Umfang in Bezug auf die Grundgesamtheit in Vollerhebung und Stichprobe unterscheiden.³³ Die Vollerhebung betrachtet alle Elemente einer Grundgesamtheit, während die Stichprobe (Teilerhebung) nur einen Teil davon berücksichtigt. Repräsentativität bedeutet entsprechend, dass die Stichprobe ein verkleinertes Abbild der Grundgesamtheit darstellt. Die Teilerhebung lässt sich gliedern in willkürliche und bewusste Auswahl der Stichprobe. Die willkürliche Auswahl einer Stichprobe (auch Zufallsstichprobe) kann anhand verschiedener statistischer Verfahren erfolgen.³⁴

Der *PIMS-Ansatz* (Profit Impact of Market Strategies) war lange Zeit der bekannteste Ansatz der Erfolgsfaktorenforschung. Ziel des Ansatzes ist die Gewinnung von branchenübergreifend gültigen Aussagen über Einflussfaktoren des Geschäftserfolgs einer strategischen Geschäftseinheit.³⁵

1999 wurde das PIMS-Projekt eingestellt. Dies lag zum Teil daran, dass der grundlegende Ansatz von PIMS, aus vergangenheitsbezogenen Daten Aussagen über den Erfolg zukünftiger Strategien abzuleiten, in dynamischen Umfeldern nur bedingt funktioniert.³⁶

Die Innovationserfolgswissenschaft, häufig auch nur Innovationsforschung genannt, beschäftigt sich mit den Ursachen für den Erfolg bzw. Misserfolg von Innovationen und dem Beitrag, den Innovationen zum Unternehmenserfolg leisten.³⁷ In der Regel ist es das Ziel, verallgemeinerungsfähige Zusammenhänge zwischen abhängigen und unabhängigen Variablen und dem Ergebnis darzu-

³³Vgl. Schnell, R., Methoden der empirischen Sozialforschung, 2005, S. 267.

³⁴Vgl. Schnell, R., Methoden der empirischen Sozialforschung, 2005, S. 273 ff.

³⁵Vgl. Homburg, C., Krohmer, H., Homburg, K., Marketingmanagement: Strategie - Instrumente - Umsetzung - Unternehmensführung, 2003, S. 351.

³⁶Vgl. Homburg, C., Krohmer, H., Homburg, K., Marketingmanagement: Strategie - Instrumente - Umsetzung - Unternehmensführung, 2003, S. 356.

³⁷Vgl. Gerybadze, A., Technologie- und Innovationsmanagement: Strategie, Organisation und Implementierung, 2004, S. 154.

stellen.³⁸ Das Wissen um die identifizierten Einflussgrößen und deren Wirkrichtung soll den Erfolg zukünftiger Innovationen verbessern.³⁹ Es handelt sich meistens um empirische Untersuchungen laufender bzw. abgeschlossener Innovationsprozesse, wie z.B. die NewProd III-Studie.⁴⁰ Die Innovationsforschung bezieht sich demnach primär auf die Identifikation von Faktoren, die die Erfolgswahrscheinlichkeit von Innovationen steigern.⁴¹

Kritische Reflexion

Die Qualität eines *Erfolgsfaktorenansatzes* ist abhängig von der Konzeption einer ausreichenden theoretischen Grundlage. MCCLOSKEY und ZILIAK sprechen in diesem Zusammenhang von „economic reasoning“ gegenüber „statistical reasoning“ und erheben gleichzeitig den Vorwurf, dass zahlreiche Wissenschaftler ihre Analysen rein auf statistische Untersuchungen stützen ohne die dahinterliegende ökonomische Modellbildung voranzutreiben.⁴² Zudem sollten die Mehrdimensionalität und die Komplexität des Erfolgs berücksichtigt werden, um einer selektiven Wahrnehmung vorzubeugen.

Der *PIMS-Ansatz*, dessen Wurzeln bis in die 1950er Jahre zurückreichen, hat insbesondere im Kontext einer empirischen Durchdringung von Unternehmens- und Marketingstrategien eine hohe Bedeutung erlangt. Regelmäßige Umstrukturierungen in zahlreichen Unternehmen haben die Datenerhebung jedoch permanent erschwert; auch wurde die Aussagekraft der Ergebnissen für dynamische Märkte immer wieder angezweifelt, sodass die teilnehmen Unternehmen

³⁸Vgl. Gerybadze, A., Technologie- und Innovationsmanagement: Strategie, Organisation und Implementierung, 2004, S. 52.

³⁹Vgl. Specht, G., Beckmann, C., Amelingmeyer, J., FuE-Management: Kompetenz im Innovationsmanagement, 2002, S. 30 ff.

⁴⁰Vgl. Vahs, D., Burmester, R., Innovationsmanagement: von der Produktidee zur erfolgreichen Vermarktung, 1999, S. 154 f.

⁴¹Vgl. Specht, G., Beckmann, C., Amelingmeyer, J., FuE-Management: Kompetenz im Innovationsmanagement, 2002, S. 154.

⁴²Vgl. MacCloskey, D. N., Ziliak, S. T., The standard error of regressions, 1996, S. 97 ff. Zahlreiche Fehlinterpretationen sind bereits aus der Geschichte bekannt: Die Korrelation zwischen der Anzahl der Störche auf dem Dach und der Anzahl der Kinder im Haus wurde beispielsweise im Holland des Mittelalters als nicht zufällig angesehen. Obwohl die Vorteile eines Arbeitsmarktprogramms in Illinois in den 1980er Jahren als 4x so hoch berechnet wurden wie die Nachteile, haben die Autoren einer empirischen Studie die Ergebnisse als statistisch nicht signifikant abgelehnt, vgl. The Economist, 24.01.2004.

das Projekt 1999 beendet haben.

Kritikpunkte an der allgemeinen *Innovationserfolgsfaktorenforschung* sind u.a. die Vernachlässigung situativer Einflüsse, die oftmals vereinfachte, monokausale Betrachtung⁴³ und die unzureichende Operationalisierbarkeit der abhängigen Variablen Innovationserfolg, da der Innovationserfolg sowohl mittels ökonomischer als auch mittels nicht-ökonomischer Erfolgskriterien bewertet werden kann.⁴⁴ Bestimmte Strukturvariablen (z.B. Unternehmensgröße, FuE-Aufwand etc.) werden aufgrund ihrer einfacheren Messbarkeit in ihrer Bedeutung für den Innovationserfolg häufig überbewertet, obwohl sie die Komplexität und Dynamik von Innovationsprozessen sowie bestimmte Kontextbedingungen nur unzureichend berücksichtigen.⁴⁵

4.1.3 Balanced Scorecard

Die Balanced Scorecard (BSC) nach KAPLAN und NORTON⁴⁶ ist ein Instrument zur Erfolgsmessung mit dem Ziel, einen Ausgleich zwischen

- unternehmensinternen und unternehmensexternen,
- monetären und nicht-monetären sowie
- vorlaufenden und nachlaufenden

Leistungsmaßen zu erzielen.⁴⁷ Die *vier Sichten der Balanced Scorecard - Finanzen, Kunden, interne Abläufe, Mitarbeiter* - repräsentieren die Stakeholder eines Unternehmens, die Ziele mit ihren zugehörigen Leistungsmaßen werden von den Interessen der Stakeholder sowie der Unternehmensstrategie abgeleitet.⁴⁸

⁴³Vgl. Gerybadze, A., Technologie- und Innovationsmanagement: Strategie, Organisation und Implementierung, 2004, S. 52.

⁴⁴Vgl. Specht, G., Beckmann, C., Amelingmeyer, J., FuE-Management: Kompetenz im Innovationsmanagement, 2002, S. 31.

⁴⁵Vgl. Gerybadze, A., Technologie- und Innovationsmanagement: Strategie, Organisation und Implementierung, 2004, S. 52 f.

⁴⁶Vgl. Kaplan, R. S. et al., Balanced scorecard : Strategien erfolgreich umsetzen, 1997.

⁴⁷Vgl. Klingebiel, N., Performance Measurement: Grundlagen, Ansätze, Fallstudien, 1999, S. 57.

⁴⁸Vgl. Hauber, R., Performance Measurement in der Forschung und Entwicklung: Konzeption und Methodik, 2002 mit Verweis auf Kaplan, R. S., Norton, D. P., Balanced Scorecard - Measures That Drive Performance, 1992, S. 72.

Dadurch wird eine Verknüpfung konfliktionärer Interessen unterstützt und die ausschließliche Orientierung an Finanzkennzahlen beseitigt. Der einfache Aufbau der BSC hat zu einer weiten Verbreitung dieser Methode sowie zahlreichen Anpassungen und Adaptionen auf bestimmte Analysebereiche beigetragen.

Von der Konzeption her ist die BSC ein Steuerungsinstrument für das Top-Management, das sehr weite Verbreitung gefunden hat.⁴⁹ Problematisch dabei ist die starke Verdichtung der Leistungsmaße zu wenigen aggregierten Kennzahlen, die lediglich ein oberflächliches Bild ermöglichen. Eine operative Steuerung wird nicht unmittelbar unterstützt. Eine sinnvolle Anwendung setzt daher voraus, dass die spezifischen Werttreiber des Unternehmens und der Branche treffsicher ausgewählt und regelmäßig überprüft werden. Nicht selten unterliegen die Nutzer der einmal aufgebauten Balanced Scorecard einer Scheinsicherheit bei der Steuerung des Unternehmens. Ein weiteres Defizit der BSC liegt in der Isolierung einzelner Kennzahlen, die häufig dazu führt, dass die Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge nur unzureichend verstanden werden - vgl. Abbildung 4.5.⁵⁰

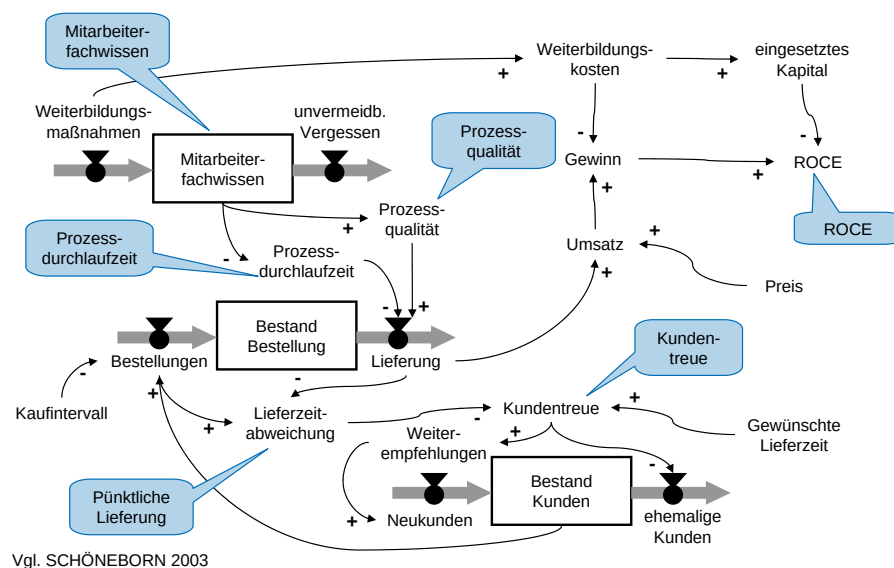


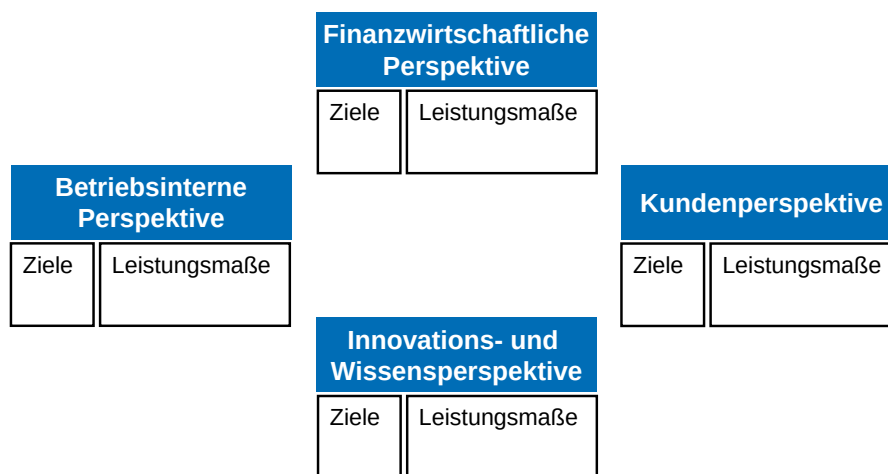
Abbildung 4.5: Größenisolation in der Balanced Scorecard

⁴⁹Vgl. Hauber, R., Performance Measurement in der Forschung und Entwicklung: Konzeption und Methodik, 2002, S. 74.

⁵⁰Vgl. Schöneborn, F., Strategisches Controlling mit System Dynamics, 2004, S. 50.

4.1.4 Kennzahlensystem nach Hauber

Der Ansatz zur Leistungsmessung der FuE nach HAUBER⁵¹ basiert auf dem Konzept der Balanced Scorecard und besteht aus drei Performance-Ebenen. Die erste Ebene (FuE-Leitung) ist klassisch in Anlehnung an die Balanced Scorecard konzipiert (vgl. Abbildung 4.6) und detailliert diese für den Entwicklungsbereich. Die zweite Ebene (Produktprojekte) betrachtet einige Effektivitäts- und Effizienzkennzahlen. Auf der dritten Ebene (Projekte ohne direkten Marktbezug) werden Zeit- und Kosteneffizienz betrachtet.



Vgl. HAUBER 2002 in Anlehnung an NORTON/KAPLAN

Abbildung 4.6: Die Balanced Scorecard (BSC) der FuE

Der Ansatz ist interessant, weil Nachteile der oben beschriebenen Balanced Scorecard berücksichtigt werden und durch die Wahl der Kennzahlen ein Ausgleich angestrebt wird - zwischen zukunftsorientierten und vergangenheitsorientierten sowie zwischen finanziellen und nicht-finanziellen Kennzahlen. Die starke Trennung zwischen Produktprojekten und solchen ohne direkten Marktbezug wirkt etwas künstlich, zumal auch an letztere Effektivitätsanforderungen gestellt werden können. Die ausgewählten Kennzahlen sind teilweise sehr speziell (Zitierungshäufigkeit von Patenten), andererseits ergeben sich aus den Betrachtungsbereichen Effektivität und Effizienz keine unmittelbaren Verbes-

⁵¹Vgl. Hauber, R., Performance Measurement in der Forschung und Entwicklung: Konzeption und Methodik, 2002.

serungshinweise, da diese Bereiche nur ansatzweise für die Belange der FuE detailliert sind.

4.1.5 Quantum Performance Modell

Kernelement dieses Ansatzes ist die Quantum Performance Measurement Matrix, welche die drei Kategorien Zeit, Kosten und Qualität sowie die Ebenen Organisation, Prozess und Mitarbeiter unterscheidet.⁵² Dieser Ansatz hat den Vorteil, dass er explizit für die Mitarbeiter Leistungsmaße zur Selbststeuerung bereithält und sich nicht auf eine Top-down Managementsicht beschränkt. Die starke Orientierung auf Mitarbeiter und Prozesse hat allerdings den Nachteil, dass Maßnahmen der Effektivitätssteigerung zur Verbesserung der Leistungsposition ausgeblendet werden.

4.1.6 3E-Kennzahlensystem nach Gentner

Das 3E-Kennzahlensystem nach GENTNER (die drei E's stehen für Entwicklung, Effektivität und Effizienz) setzt sich explizit mit der Leistungsmessung im Entwicklungsumfeld auseinander. Für die automobilen Serienentwicklung werden spezifische phasenbezogene Kennzahlen definiert.⁵³

Nachteilig an diesem Ansatz ist der ausschließliche Fokus auf die Serienentwicklung in der Automobilindustrie, wodurch eine Übertragung auf andere Branchen erschwert wird. Effektivitätssteigernde Aspekte wie die Kundenorientierung oder der Einsatz neuer Technologien, die in den frühen Entwicklungsphasen maßgeblich entschieden werden, sind in diesem Ansatz komplett ausgeblendet. Einige Kennzahlen wie die Anzahl der Zeichnungen oder die Anzahl der Stücklisten als Outputmaße lassen nur bedingt Aussagen über die Qualität der Entwicklung zu. Die primäre Auflistung von Kennzahlen lässt darüber hinaus einen Rahmen oder eine Methodik zur Generierung von Kennzahlen vermissen. Auch die Wirkzusammenhänge zwischen den Kennzahlen werden

⁵²Vgl. Hronec, S. M., Vital signs: using quality, time, and cost performance measurements to chart your company's future, 1993, S. 31.

⁵³Vgl. Gentner, A., Entwurf eines Kennzahlensystems zur Effektivitäts- und Effizienzsteigerung von Entwicklungsprojekten, 1994.

nicht explizit dargestellt.

4.1.7 NIMcube

NIMCube (new-use, innovation management and measurement methodology for R and D) basiert auf einem EU-Forschungsprojekt und beinhaltet Methoden zur Unterstützung wissensintensiver Produktentwicklungsprozesse.⁵⁴ Die Generierung von neuem Wissen (Invention) und die Wiederverwendung bestehenden Wissens (Re-use) stehen im Fokus. Die Darstellung der Messperspektiven erfolgt in Form eines Würfels.

Der Ansatz weist durch seine Stakeholder-Orientierung Ähnlichkeiten zum Balanced Scorecard Ansatz auf. Neben Stakeholderbeiträgen und Prozessleistung werden allerdings auch Invention und Wiederverwendung (Re-use) sowie Wissenskontext und Kommerzialisierung betrachtet. Konzeptionell steht die Balance zwischen den beiden Aspekten Invention und Re-use im Vordergrund. Die Operationalisierung von Messgrößen und die Darstellung von Wirkzusammenhängen zwischen den Messgrößen sind nur ansatzweise detailliert ausgearbeitet.

4.1.8 Methodik nach Golm

GOLM entwickelt, basierend auf einem Kennzahlensystem, eine Methodik zur Gestaltung und Optimierung von Entwicklungsprozessen. Das Kennzahlensystem unterscheidet die drei Ebenen Unternehmen (Liquidität, Rentabilität etc.), Geschäftsprozess (Zeit, Kosten, Qualität) und Gestaltung (Durchlaufzeit, Ressourcennutzungsgrad etc.).⁵⁵

Die Optimierung kann auf Basis projekt- oder szenariospezifischer Randbedingungen durchgeführt werden. Die Unterscheidung in prozessbeschreibende und prozessbestimmende Kennzahlen ist nicht immer ganz trennscharf.

⁵⁴Vgl. Roth, N., Prieto, J., Pilarek, D., Ein Performance Measurement System für wissensintensive Produktentwicklungsprozesse, 2001, 34 ff.

⁵⁵Vgl. Golm, F., Gestaltung von Entscheidungsstrukturen zur Optimierung von Produktentwicklungsprozessen, 1996.

4.1.9 Effizienzmessung nach Omagbemi

OMAGBEMI fokussiert sich auf die Messung der Effizienz von FuE-Projekten.⁵⁶ Er untersucht detailliert die Probleme bei der Effizienzmessung der FuE und führt Effizienzindikatoren zur Bewertung von FuE-Projekten ein. Für die Bewertung werden neben technischen Dimensionen (Bedienbarkeit, Zuverlässigkeit etc.) auch finanzielle Kennzahlen wie Kosten oder Erlöse betrachtet.

Das vorgeschlagene Indikatorensystem ist unternehmensspezifisch anzupassen. Für die Gewichtung und Auswertung des Indikatorensystems werden klassische Verfahren wie die Nutzwertanalyse als Entscheidungshilfe vorgeschlagen.

4.1.10 Weitere quantitative Ansätze

Neben den bisher dargestellten und diskutierten Ansätzen zur primär quantitativen Leistungsmessung seien an dieser Stelle noch einige weitere Ansätze erwähnt:

WERNER konzipiert ein Instrumentarium zur Messung der Innovationsleistung im Innovationsprozess. Das entwickelte Kennzahlensystem unterscheidet Input-Kenngrößen, Output-Kenngrößen sowie Prozessgrößen und basiert auf einer breit angelegten Literaturrecherche.⁵⁷

SCHMELZER entwickelt einen FuE-Controlling Ansatz basierend auf FuE Kennzahlen, bei denen er zwischen FuE Bereich, FuE Prozessen und FuE Projekten unterscheidet. Innerhalb dieser Bereiche werden Strukturkennzahlen und Leistungskennzahlen differenziert, wobei letztere den Stand der Leistungserstellung angeben.⁵⁸

⁵⁶Vgl. Omagbemi, R., Die Messung und Beurteilung der Effizienz von Projekten der angewandten Forschung und Entwicklung, 1994.

⁵⁷Vgl. Werner, B. M., Messung und Bewertung der Leistung von Forschung und Entwicklung im Innovationsprozess, 2002.

⁵⁸Vgl. Schmelzer, H. J., Möglichkeiten und Grenzen der Anwendbarkeit von Kennzahlen in FuE, 1999.

4.2 Qualitative Ansätze zur Analyse von Kompetenzen

Nicht alles, was man zählen kann, zählt auch. Und nicht alles, was zählt, kann man zählen. (Albert Einstein)

4.2.1 Kernkompetenzanalyse

Kernkompetenzen tragen signifikant zum Kundennutzen bei.⁵⁹ Die Frage stellt sich, wie sich dieser Nutzenbeitrag für den Kunden messen lässt. Üblicherweise werden dazu Skalen eingeführt, die das qualitative Kriterium „Kundennutzen“ messbar machen sollen. Grundsätzlich gibt es dafür zwei unterschiedliche Möglichkeiten:

a) Der Kundennutzen wird durch eine messbare Kennzahl repräsentiert. Für Automobilzulieferer mit starkem Optionsgeschäft (die Komponenten werden als Option angeboten und nur auf ausdrücklichen Wunsch des Kunden eingebaut) ist zum Beispiel der „Ausrüstungsgrad im Fahrzeug“ eine häufig verwendete Kennzahl, die angibt, wie häufig (0 ... 100 %) eine bestimmte Komponente (z. B. ein Schiebedach) in die verkauften Fahrzeuge eingebaut wurde.

b) Der Kundennutzen wird durch eine qualitative Skala (z.B. hoch-mittel-niedrig) angegeben, wenn die Verwendung einer quantitativen Kennzahl nicht möglich oder sinnvoll ist.

Um den durch Kompetenzen beeinflussten Kundennutzen in Beziehung zu setzen, werden im Rahmen einer Kernkompetenzanalyse sehr häufig Portfolio-darstellungen verwendet. Eine weit verbreitete Möglichkeit ist die Darstellung des Kundennutzens im Vergleich zur relativen Kompetenzstärke (vgl. Abbildung 4.7).⁶⁰

Die relative Kompetenzstärke wird in diesem Fall relativ (im Vergleich zum Wettbewerb) angegeben. Im Portfolio lassen sich die vier Bereiche Kompetenz-

⁵⁹Vgl. Hamel, G., Prahalad, C. K., Wettlauf um die Zukunft (competing for the future), 1995, S. 340 ff.

⁶⁰Vgl. Hinterhuber, H. H., Handlbauer, G., Matzler, K., Kundenzufriedenheit durch Kernkompetenzen: eigene Potentiale erkennen - entwickeln - umsetzen, 1997, S. 86.

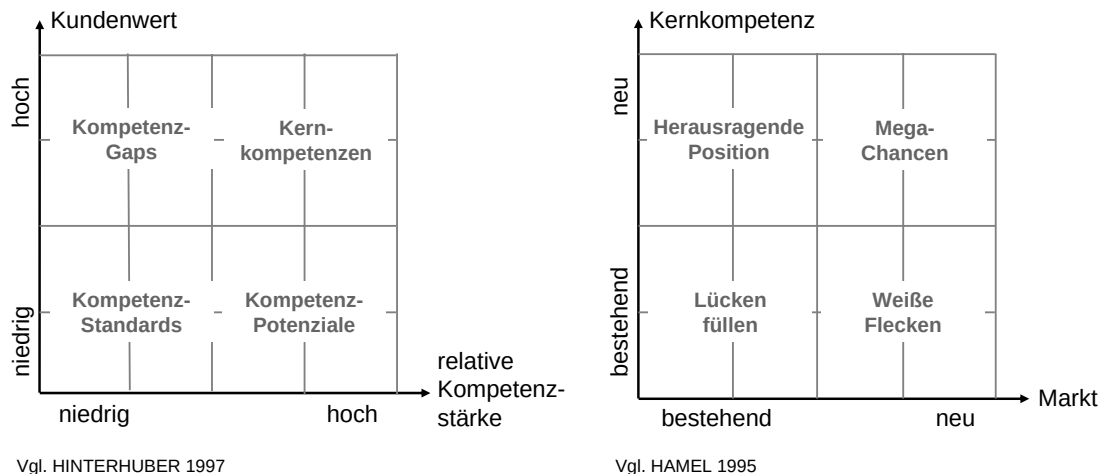


Abbildung 4.7: Kernkompetenzanalyse in den Kompetenzportfolios

Standards, Kompetenz-Gaps, Kompetenz-Potenziale und Kernkompetenzen unterscheiden:⁶¹

- **Kompetenz-Standards:** Dies sind schwache Kompetenzen, die sich auf Basiseigenschaften beziehen und für den Kunden keine große Bedeutung haben. Die Konkurrenz beherrscht diese Kompetenzen gleich gut oder besser, daher dienen diese Basisfähigkeiten nicht dem Aufbau von Wettbewerbsvorteilen.
- **Kompetenz-Gaps:** Diese Kompetenzen stellen für den Kunden Leistungs- oder sogar Begeisterungsmerkmale dar. Die Kompetenzstärke relativ zu Wettbewerbern ist jedoch eher niedrig. Kompetenz-Gaps existieren zwischen den vom Markt geforderten und den vom Unternehmen beherrschten Kompetenzen. Feststellen lassen sich diese Gaps durch die Überprüfung der Bedeutung von Fähigkeiten durch den Kunden. Diesen Kernkompetenzen kann entsprechend eine strategische Bedeutung zugeschrieben werden.
- **Kompetenz-Potenziale:** Kompetenz-Potenziale beschreiben die Kompetenzführerschaft eines Unternehmens bei Fähigkeiten, die einen eher geringen

⁶¹Vgl. Hinterhuber, H. H., Handlbauer, G., Matzler, K., Kundenzufriedenheit durch Kernkompetenzen: eigene Potentiale erkennen - entwickeln - umsetzen, 1997, S. 86.

Kundenwert haben. Häufig handelt es sich dabei um „Over-Engineering“, d.h. vom Kunden nicht honorierte Überperfektionierung von Leistungen. Weiterhin fallen hierunter Kompetenzen, deren Märkte sich gewandelt haben bzw. deren Kernprodukte sich bereits im reifen Stadium befinden.

- Kernkompetenzen: Die hohe Kompetenzstärke einer Fähigkeit relativ zum Wettbewerb mit hohem Kundenwert entspricht einer Kernkompetenz. Dabei ist die Veränderung der Bedeutung der Kernkompetenz im dynamischen Wettbewerbsumfeld zu beachten, um auch in Zukunft die Kompetenzführerschaft halten zu können.

Demnach sind Kernkompetenzen solche Kompetenzen, die einen signifikanten Beitrag zum Kundennutzen leisten (Merkmal 1) und die vom Unternehmen besser beherrscht werden als von den Wettbewerbern (Merkmal 2). Um das dritte Merkmal (Erschließung neuer Märkte) gemäß der Kernkompetenzdefinition nach HAMEL und PRAHALAD (siehe Definition von Kernkompetenzen im vorherigen Kapitel) explizit zu berücksichtigen, findet das Kompetenzportfolio nach HAMEL Anwendung (vgl. Abbildung 4.7).⁶²

Die folgenden Bereiche lassen sich in diesem Portfolio unterscheiden.⁶³

- Lücken füllen: Werden bestehende Kompetenzen auf bestehenden Märkten angewandt, stellt sich die Frage, welche Chancen die bestehenden Kernkompetenzen bieten, um dadurch die aktuelle Wettbewerbsposition auszubauen.
- Herausragende Position: Welche Kernkompetenzen müssen aufgebaut werden, sodass die aktuelle Marktposition im bestehenden Produkt- / Markt-Segment gehalten bzw. ausgebaut werden kann? Dabei spielt die Berücksichtigung der Einflüsse von Technologien und sich ändernder Kundenbedürfnisse auf die bestehenden Kernkompetenzen eine entscheidende Rolle.

⁶²Vgl. Hamel, G., Prahalad, C. K., Wettlauf um die Zukunft (competing for the future), 1995, S. 341.

⁶³Vgl. Hamel, G., Prahalad, C. K., Wettlauf um die Zukunft (competing for the future), 1995, S. 341 f.

- Weiße Flecken: In Bezug auf Kernkompetenzen, die bereits im Unternehmen vorhanden sind, lautet das Ziel, neue Märkte zu bedienen. Dies entspricht der umfangreicheren Anwendung von Kernkompetenzen in Produkten, um das Entwicklungspotenzial und die Entwicklungsgeschwindigkeit von Kernkompetenzen zu vergrößern. Bei der Orientierung an den bestehenden Kernkompetenzen ist eine Innovations- und Diversifikationsmöglichkeit gegeben.
- Mega-Chancen: Neue Kompetenzen aufzubauen und damit gleichzeitig neue Märkte zu erschließen, gilt als besondere Herausforderung. In vielen Fällen ist es sinnvoll, durch gezielte Akquisitionen oder strategische Allianzen das Risiko zu reduzieren. Entscheidend ist die Fähigkeit des Unternehmens, Kompetenzen weiterzuentwickeln oder in einen Verbund zielführend einzubringen.

Kritische Reflektion

Das Erkennen, Verstehen, Messen und Managen von Kernkompetenzen wird zu einem immer wichtigeren Teil des Managements; das Kernkompetenzmanagement ist eine Form des Wissensmanagements, das dieses nicht auf reines Datenmanagement reduziert.⁶⁴ Darüber hinaus wird die Kompetenzmessung für die Bewertung der immateriellen Vermögenswerte in modernen Unternehmen immer wichtiger.⁶⁵ Das Council-on-Competitiveness prognostiziert, dass die Entwicklung der Kompetenzen zum wichtigsten Wettbewerbsfaktor der nächsten Dekade wird, in der der Konkurrenzkampf zunehmend als Kompetenzkampf geführt wird.⁶⁶

Neben der vorgestellten Vorgehensweise zur Kernkompetenzanalyse gibt es Weiterentwicklungen oder angrenzende Methoden, die im Folgenden vorgestellt werden.

⁶⁴Vgl. Probst, G. J. B., Kompetenz-Management: wie Individuen und Organisationen Kompetenz entwickeln, 2000, S 20.

⁶⁵Vgl. Erpenbeck, J., Wozu muss eine Organisation die Kompetenzen ihrer Mitarbeiter kennen, 2005, S. 14.

⁶⁶Vgl. Council-on-Competitiveness, Winning the skills race, 1998.

4.2.2 EFQM Modell

Das Modell der European Foundation for Quality Management (EFQM) ist ein System der Leistungsmessung, das dem Prinzip der Selbstbewertung anhand festgelegter Befähigerkriterien und Ergebniskriterien folgt - vgl. Abbildung 4.8.⁶⁷ Aufgrund der einfachen Anwendbarkeit hat das EFQM Modell große Verbreitung gefunden; der EFQM Excellence Award (EEA) gilt als prestigeträchtige Auszeichnung.

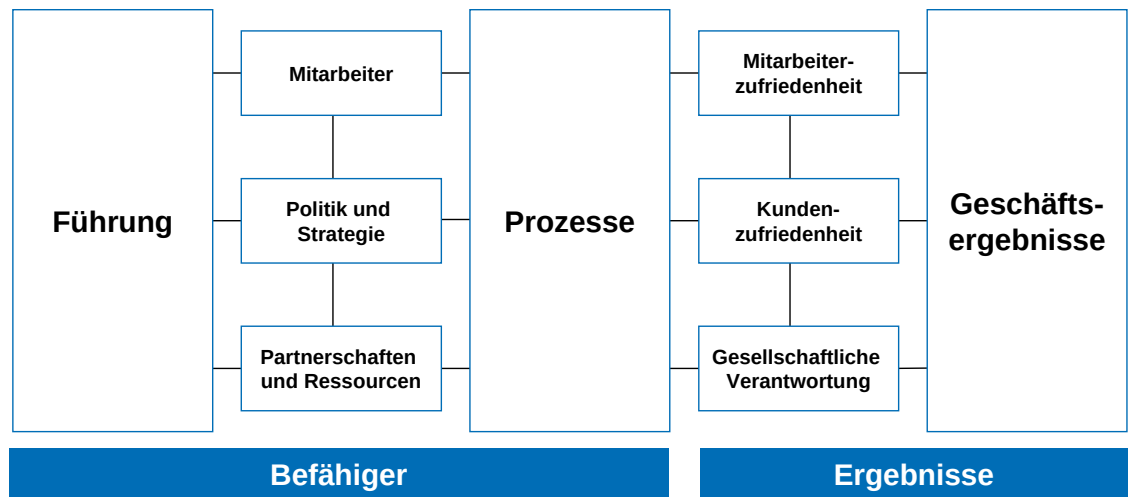
Das EFQM Modell besitzt keinen expliziten Fokus auf Innovationstätigkeit und die Bewertung in den einzelnen Kategorien ist durch eine starke Aggregation gekennzeichnet. Die Gewichtungskriterien sind fest verdrahtet und implizieren dadurch ein statisches Zielsystem für ein Musterunternehmen.

Zwei weitere renommierte Qualitätspreise sind der Malcolm Baldrige National Quality Award (MBNQA) und der Deming Preis. Der vom US-Präsidenten verliehene MBNQA geht auf den amerikanischen Handelsminister Malcolm Baldrige zurück und zielt auf die Verbesserung der US-amerikanischen Wettbewerbsfähigkeit in den Kategorien „produzierende Unternehmen“, „Dienstleistungsunternehmen“ und „kleine Unternehmen“. Während der MBNQA auf einem ähnlichen Modell wie das EFQM Modell aufbaut, basiert der älteste Qualitätspreis (Deming Preis) nicht auf einem festgelegten Modell.

4.2.3 Bewertungstechnik nach Pappas und Remer

PAPPAS und REMER differenzieren bei der Messung von FuE-Produktivität qualitative, semi quantitative und quantitative Bewertungstechniken. Diese Dreiteilung wird den grundsätzlichen Phasen im Produktentstehungsprozess zugeordnet, wonach qualitative Bewertungstechniken insbesondere für Grundlagenforschung und explorative Forschung verwendet werden. Die semi quantitativen Bewertungstechniken kommen im Umfeld von angewandter Forschung und Entwicklung zum Einsatz, während die quantitativen Bewertungstechniken der Bewertung von Produktverbesserungen vorbehalten sind (vgl. Abbil-

⁶⁷Vgl. EFQM, Das EFQM Modell für Excellence: European Foundation for Quality Management, 1999 (www.efqm.org).



Vgl. European Foundation for Quality (EFQM) 2006

Abbildung 4.8: Das EFQM-Modell

dung 4.9).⁶⁸

Einen ähnlichen Ansatz wählt WERNER⁶⁹, der die Leistungsmessung ebenfalls an Prozessphasen koppelt.

Die prinzipielle Trennung von qualitativen (in den frühen Phasen) und quantitativen (in den späten Phasen) Messmethoden entlang des Produktentstehungsprozesses wird häufig damit begründet, dass in den frühen Phasen besonders große Unsicherheit in Bezug auf wesentliche Annahmen herrscht.⁷⁰ Dennoch wirkt die Trennung künstlich und sie suggeriert darüber hinaus, dass in den späteren Phasen die Leistungsfähigkeit vollständig mit Hilfe quantitativer Ansätze erfasst werden kann. Zahlreiche Autoren widersprechen dieser Annahme und sprechen im Gegenteil von einer Überbewertung von quantitativen, leicht erfassbaren Kennzahlen.⁷¹

⁶⁸Pappas, R. A., Remer, D. S., Measuring R and D Productivity, 1985, S. 16.

⁶⁹Vgl. Werner, B. M., Messung und Bewertung der Leistung von Forschung und Entwicklung im Innovationsprozess, 2002.

⁷⁰Vgl. Werner, B. M., Messung und Bewertung der Leistung von Forschung und Entwicklung im Innovationsprozess, 2002, S. 286 f. Häufig wird die frühe Phase dementsprechend auch als „fuzzy front-end“ in der Literatur bezeichnet.

⁷¹Vgl. Gerybadze, A., Technologie- und Innovationsmanagement: Strategie, Organisation und Implementierung, 2004, S. 52 f, König, M., Völker, R., Innovationsmanagement in der Industrie: Lehr- und Praxisbuch für Wirtschaftsingenieure, Betriebswirtschaftler und Ingenieure,

Phase	Bewertungstechnik
Grundlagenforschung Explorative Forschung	Qualitativ
Angewandte Forschung Entwicklung	Semi-quantitativ
Produktverbesserungen	Quantitativ

Vgl. PAPPAS 1985

Abbildung 4.9: Qualitative und quantitative Bewertungstechniken entlang des Produktentstehungsprozesses

4.2.4 Modell von Szakonyi

Das Modell von Szakonyi beinhaltet einerseits zehn Aktivitäten, die die FuE-Effektivität bestimmen und andererseits ein 6-stufiges Messsystem, das deren Verankerung in der FuE-Organisation misst - vgl. Abbildung 4.10.⁷²

Gemessen wird in erster Linie die Kompetenz des Managements hinsichtlich bestimmter Managementtechniken und Methoden. Die Wirkbeziehung zur Leistungsfähigkeit von FuE wird allerdings nicht transparent dargestellt und die Liste der zehn Aktivitäten wirkt starr gegen Veränderung.

2002, Graaf, R. D., Assessing product development: visualizing process and technology performance with RACE, 1996.

⁷²Vgl. Hauber, R., Performance Measurement in der Forschung und Entwicklung: Konzeption und Methodik, 2002, S. 84 mit Verweis auf Szakonyi, R., Measuring R and D Effectiveness, 1994, S. 31 f.

Effektivitätssteigernde Aktivitäten	Performance Measurement System
1. Selektion von Projekten 2. Planung und Kontrolle von Projekten 3. Generierung neuer Projektideen 4. Beherrschung von Prozessen 5. Motivation der Mitarbeiter 6. Etablieren interdisziplinärer Teams 7. Koordination von FuE und Marketing 8. Transfer von Technologien in der Produktion 9. Pflege der Zusammenarbeit zwischen FuE und Finanzen 10. Verknüpfung der FuE mit der Unternehmensplanung	A. Aspekt noch nicht erkannt B. Erste Auseinandersetzungen mit der Thematik C. Erforderliches Wissen ist vorhanden D. Entsprechende Methoden werden verwendet E. Verantwortlichkeiten sind zugeordnet F. Kontinuierliche Verbesserung in Gang

Vgl. SZAKONYI 1994

Abbildung 4.10: Effektivitätssteigerung von FuE

4.2.5 Capability Maturity Model

Das Capability Maturity Model (CMM) wurde auf Initiative des US-Kongresses in den 1980er Jahren vom eigens gegründeten Software Engineering Institute (SEI) an der Carnegie Mellon Universität entwickelt.⁷³ Das ursprüngliche Ziel war eine systematischere Softwareentwicklung, um Fehlerrisiken zu reduzieren und die Reproduzierbarkeit und Vorhersagbarkeit von Produktergebnissen zu verbessern. Das CMM unterscheidet fünf Stufen zur Einordnung von Unternehmen gemäß ihrem Reifegrad:⁷⁴

- Optimizing (5)
- Managed (4)
- Defined (3)
- Repeatable (2)
- Initial (1)

⁷³Vgl. Persse, J. R., Implementing the capability maturity model, 2001, S. 3.

⁷⁴Vgl. Persse, J. R., Implementing the capability maturity model, 2001, S. 4.

Der Reifegrad wird anhand von Praktiken in bestimmten Kernprozessbereichen festgelegt. Unternehmen der Stufe 1 sind durch Ad-hoc Initiativen und starke Instabilität von Prozessen (sofern überhaupt vorhanden) geprägt. Reproduzierbarkeit und Wiederverwendung von Ergebnissen sind genauso wie systematisches Lernen sehr schwer möglich. Unternehmen der Stufe 2 formalisieren die Planung und das Management von einzelnen Projekten entlang eines Prozesses. Darüber hinaus werden Erfahrungen aus abgeschlossenen Projekten verfügbar gemacht sowie Zeit, Kosten und Funktionalität im Projektverlauf regelmäßig kontrolliert. Während in Stufe 2 die Formalisierungen in erster Linie für das Projektgeschäft gelten, werden die entsprechenden Prozesse in Stufe 3 auf Planung, Entwicklung und Wartung (von Software) ausgeweitet. Neben organisationsweiten Standardisierungsbemühungen gibt es eine Training-Gruppe und eine Software-Engineering-Prozess-Gruppe, die entsprechende Trainings bereithalten bzw. die Evolution der vorhandenen und klar definierten Prozesse managen. In Stufe 4 steht ergänzend die Messung von Prozessen anhand von Leistungskennzahlen auf der Agenda, im Hinblick auf kontinuierliche Prozessverbesserungen. Prozesse und Tools gelten als abgesichert, da sie sich in der Praxis bewährt haben. Die Vorhersage von Qualitätstrends wird möglich und die Sicherheit in der Projektabwicklung steigt. Die Stufe 5 als Optimierungs-Level ist eine fortwährende Weiterentwicklung, die auf kontinuierliche Verbesserung, Fehleranalyse und -reduzierung in der gesamten Organisation ausgerichtet ist.

Das CMM hat aufgrund der zahlreichen Unterstützung, insbesondere in den USA, sehr starke Verbreitung gefunden. Die Einteilung von Unternehmen in fünf Stufen gemäß ihrem Reifegrad ist eine sehr pragmatische Vorgehensweise. Für eine **Kernkompetenzanalyse** lässt sich zum Beispiel die Operationalisierung der Dimension „Kompetenzstärke“ entsprechend der 5-stufigen Skala des CMM ausführen. Darüber hinaus lassen sich die Kernprozessbereiche wie Anforderungsmanagement, Softwareprojektplanung oder Management von Subkontraktoren mit Fähigkeiten oder Kompetenzen vergleichen, die im Rahmen einer Kernkompetenzanalyse zur Diskussion stehen können. Das CMM ist demnach als eine generische Vorgehensweise zu verstehen, die keine verbindlichen Regeln vorschreibt, sondern Handlungsempfehlungen gibt und einen Rahmen

für die eigene Gestaltung steckt. Vor dem Hintergrund der Zielsetzung dieser Arbeit wird das CMM nicht explizit weiterverfolgt, da es den Schwerpunkt auf die eigentliche Gestaltung von besseren Prozessen legt⁷⁵, während hier in erster Linie die Analyse der Innovationsproduktivität im Vordergrund steht.

4.2.6 Innovations-Check nach Völker und Call

Der Innovations-Check nach Völker und Call bestimmt die Innovationsfähigkeit anhand von sieben Erfolgsfaktoren: Strategie, Kundennutzen, Kommunikation, Ablauforganisation, Methodeneinsatz, Projektteams und Innovationsklima.⁷⁶ Die Fragen zur Evaluation der Innovationsfähigkeit werden fragebogengestützt erhoben und ermöglichen eine Einordnung auf einer Skala von 1 bis 4.

Das Konzept des Innovations-Checks ist entsprechend einfach anwendbar und ermöglicht eine Spezialisierung auf bestimmte Branchen. Die Fragebögen behandeln detailliert verschiedene Aspekte von Innovationsfähigkeit und müssen unter Umständen unternehmensspezifisch angepasst werden. Die individuelle Anpassung wiederum schränkt unter Umständen die Vergleichbarkeit mit anderen Unternehmen ein.

4.2.7 Product Innovation Assessment

Eine weitere Möglichkeit der Bewertung der Innovationsfähigkeit mit Hilfe einer qualitativen Bewertungsmethode ist das „Product Innovation Assessment (PIA)“ von HÖFLER und FRITSCHI.⁷⁷

Auch diese Bewertungsmethode formuliert Erfolgsfaktoren, die für Produktinnovationen relevant sind: Unternehmenskurs, Innovationsanstoß, Projektmanagement, marktgerechte Produkt- und Prozessgestaltung, Schnelligkeit, Ver-

⁷⁵Vgl. Persse, J. R., Implementing the capability maturity model, 2001, S. 10.

⁷⁶Vgl. Völker, R., Call, G., Innovations-Check: Wie Innovationsfähigkeit nachhaltig verbessert werden kann, 1999, S. 58 ff. und König, M., Völker, R., Innovationsmanagement in der Industrie: Lehr- und Praxisbuch für Wirtschaftsingenieure, Betriebswirtschaftler und Ingenieure, 2002.

⁷⁷Vgl. Höfler, K., Fritschi, I., PIA bewertet die Erfolgsfaktoren der Produktinnovation, 1999, S. 71 ff.

marktung, Wettbewerbsfähigkeit der FuE und Produktinnovation. Die Erfolgsfaktoren werden in bis zu zehn „Gesichtspunkten“ operationalisiert und anschließend zu einer Gesamtpunktzahl je Erfolgsfaktor aggregiert.

Diese Methode ist einfach anwendbar; die geforderte Einbeziehung des Managements hilft darüber hinaus, die Akzeptanz der Ergebnisse zu erhöhen. Allerdings besteht die Gefahr, dass durch die starke Aggregation von bis zu zehn Einzelaspekten auf eine Punktzahl je Erfolgsfaktor wichtige Informationen aus den Teilbewertungen verloren gehen. Da PIA originär die Fähigkeit zur Generierung von Produktinnovationen messen soll, erscheint es konzeptionell ungeschickt, dass einer der acht definierten Erfolgsfaktoren den gleichen Namen trägt.

4.2.8 Readiness Assessment for Concurrent Engineering

Das RACE-Modell wurde vom Concurrent Engineering Research Center an der West Virginia Universität 1993 entwickelt und von DE GRAAF 1996 zu RACE II weiterentwickelt. RACE und RACE II kombinieren mehrere bestehende Ansätze - insbesondere das Capability Maturity Modell (CMM) und den Malcolm Baldrige National Quality Award - zu einem umfassenden Bewertungsmodell für die Entwicklung komplexer Produkte.⁷⁸

Das Modell ist auf der obersten Ebene in die beiden Bereiche „Prozess“ und „Technologie“ unterteilt; die Bewertung erfolgt in mehreren Dimension anhand eines 5-stufigen (Prozess) bzw. 3-stufigen (Technologie) Reifemodells. Die Dimensionen im Bereich Prozess sind: Kundenfokus, Produktsicherheit, Leadership, Teambildung, Strategieumsetzung, Agilität, Teams in der Organisation, Prozessfokus, Management Systeme und Disziplin. Für den Bereich Technologie werden die folgenden Dimensionen betrachtet: Produktarchitektur, Anwendungswerkzeuge, Kommunikationsunterstützung, Koordinationsunterstützung, Informationsaustausch und Integration.⁷⁹

Der Ansatz ist interessant, weil er das Capability Maturity Modell auf die

⁷⁸Vgl. Graaf, R. D., Assessing product development: visualizing process and technology performance with RACE, 1996, S. 102 ff.

⁷⁹Graaf, R. D., Assessing product development: visualizing process and technology performance with RACE, 1996, S. 106.

Produktentwicklung anwendet. Bedingt durch den Reifegradansatz stehen solche Kriterien im Vordergrund, die eine Optimierungsrichtung entlang der Reifegradstufen aufweisen. Da der Autor die gleichzeitige Optimierung vieler Dimensionen als nicht sinnvoll einstuft, ermöglicht das Modell in erster Linie die Identifikation besonders ausgeprägter Schwächen. Die ganzheitliche Betrachtung der Dimensionen erweckt den Eindruck, dass diese teilweise nicht auf einer Ebene sind: während beispielsweise „Agilität“ und „Disziplin“ bestimmte Werte darstellen, betrachtet die Dimension „Management Systeme“ die operative (informationstechnische) Ausgestaltung von Prozessen.

4.2.9 Carter und Stilwell Baker

Der Ansatz von Carter und Stilwell Baker bewertet die Rahmenbedingungen von Concurrent Engineering im Unternehmen. Die Bewertungsmethode basiert auf einem Fragenkatalog, der in die vier Dimensionen „Organisation“, „Kommunikation“, „Produktentwicklung“ und „Anforderungen“ unterteilt ist. Der Fragenkatalog bewertet die Ist-Situation und anhand einer Methodenmatrix lässt sich eine Soll-Situation ableiten.⁸⁰

Nachteilig ist, dass die Fragen geschlossen gestellt sind und nur eine Antwort mit ja oder nein ermöglichen. Dennoch bleibt der Fragenkatalog recht allgemein gehalten und eher auf Großkonzerne zugeschnitten, was eine Anwendung in kleineren Unternehmen erschweren dürfte.

4.2.10 Weitere qualitative Ansätze

Weitere qualitative Ansätze gehen beispielsweise auf ULLMAN, STIENEN und GUPTA zurück.⁸¹ Diese Ansätze stellen Weiterentwicklungen der zuvor beschriebenen Ansätze dar oder unterscheiden sich nicht grundsätzlich von diesen in der gewählten Vorgehensweise. Auf die detaillierte Darstellung dieser

⁸⁰Vgl. Carter, D. E., Baker, B. S., CE, concurrent engineering: the product development environment for the 1990s, 1992, S. 71 ff.

⁸¹Vgl. beispielsweise Ullman, D., Metrics for evaluation of the product design process, 1997, S. 563 ff., Stienen, H., Nach CMM und BOOTSTRAP: SPICE - die neue Form für Prozessbewertungen, 1999, S. 67 ff. und Gupta, A. K., Wileman, D., Changing Patterns in Industrial R and D Management, 1996, S. 508.

oder weiterer qualitativer Ansätze wird daher an dieser Stelle verzichtet.

4.3 Ansätze zur Modellbildung und Simulation von Wirkzusammenhängen

Nachdem zuvor Ansätze zur quantitativen und qualitativen Leistungsmessung vorgestellt wurden, liegt der Schwerpunkt im Folgenden auf der Modellierung von Wirkzusammenhängen. Dadurch wird die Grundlage gelegt, um die Beziehung von Ursachen und Wirkungen bei der Leistungsmessung beschreiben zu können.

Zunächst wird die grundsätzliche Motivation für eine systematische Modellierung dargelegt. Anschließend werden die Prinzipien der Modelltheorie und der Systemtechnik vorgestellt und es werden verschiedene Methoden zur Modellierung von Wirkzusammenhängen dargestellt.

4.3.1 Motivation für eine systematische Modellierung

Grundsätzlich lassen sich bei der Klassifizierung von komplexen Systemen kombinatorische Komplexität (Vielzahl) und dynamische Komplexität (Dynamik) unterscheiden.⁸² Die *kombinatorische Komplexität* ergibt sich aus der Schwierigkeit, die beste Lösung aus einer sehr großen Anzahl von möglichen Lösungen zu finden, wie beispielsweise bei „Scheduling Problemen“ von Airlines zur Festlegung des Flugplans.⁸³ *Dynamische Komplexität* kann allerdings bereits in Systemen mit geringer kombinatorischer Komplexität auftreten, wenn die Komplexität aus der Interaktion der Einflussgrößen über die Zeit entsteht.⁸⁴

Die Bewältigung von dynamischer Komplexität im Unternehmen zählt zu den schwierigsten planerischen Aufgaben. Lineares und monokausales Denken wird dieser Herausforderung oft nicht gerecht. Insbesondere die Fähigkeit der Entscheider, auftretende Effekte auf vergangenes Handeln zurückführen zu

⁸²Vgl. Schuh, G., Produktkomplexität managen: Strategien - Methoden - Tools, 2005, S. 6.

⁸³Vgl. Beasley, J., Introduction to Operational Research, 2000.

⁸⁴Vgl. Sterman, J. D., Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world, 2000, S. 21.

können anstatt als nicht beeinflussbare Fremdeinwirkung aufzufassen, ist entscheidend, um Stabilität und Kontrolle über ein dynamisches System (z. B. ein Unternehmen) zu erlangen.⁸⁵

Die Ursachen dynamischer Komplexität sind vielfältig:⁸⁶

- enge Kopplung: Akteure in einem System interagieren untereinander und mit der Umgebung.
- Feedbackstruktur: Aktionen von Akteuren wirken schließlich wieder auf die Akteure zurück.
- Nichtlinearität: Folgen in natürlichen oder menschlichen Systemen sind nur sehr selten proportional zu den Ursachen (Ein Lagerbestand kann nicht negativ werden oder Wachstumsphasen verlaufen häufig exponentiell).
- Pfadabhängigkeit: Viele Aktionen sind irreversibel (ein aufgeschlagenes Ei kann nicht in den Ausgangszustand zurückversetzt werden).
- Selbstorganisation: Das dynamische Verhalten ergibt sich spontan aus der Systemstruktur.
- Adaption: Fähigkeiten und Entscheidungsregeln der Akteure ändern sich mit der Zeit.
- Kontra-intuitiv: Die Aufmerksamkeit wird nicht selten den unmittelbaren Symptomen geschenkt, anstatt die Ursachen zu ergründen.
- Entscheidungsresistenz: Eingriffe in komplexe Systeme verfehlen nicht selten das Ziel und verschlimmern im schlimmsten Fall die Situation.

Besonders schwierig zu handhaben wird die dynamische Komplexität, wenn es zu Zeitverzögerungen zwischen Ursache und Wirkung kommt.⁸⁷ Der Aufbau

⁸⁵Vgl. Schöneborn, F., Strategisches Controlling mit System Dynamics, 2004, S. 20 ff. mit Verweis auf Dörner, D., 1992, S. 98 ff.

⁸⁶Vgl. Sterman, J. D., Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world, 2000, S. 22.

⁸⁷Vgl. Sterman, J. D., System Dynamics Workshop, 2004.

von Systemverständnis wird dadurch verlangsamt und gezielte Verbesserungsmaßnahmen sind sehr viel schwieriger abzuleiten. Zeitverzögerungen lassen sich nach der Halbwertszeit klassifizieren. Untersuchungen zur Verbesserungshalbwertszeit (Zeit zur Halbierung von Fehlern) haben beispielsweise ergeben, dass sich Bedienungsfehler in einem Produktionsprozess innerhalb von wenigen Monaten reduzieren lassen, während dies in besonders komplexen Prozessen wie der Produktentwicklung mehrere Jahre dauern kann.⁸⁸

Darüber hinaus ist der menschliche Beobachter aufgrund seiner mentalen Fähigkeiten nur begrenzt in der Lage, dynamische Komplexität gedanklich zu verarbeiten und Einsichten in ein System zu erhalten. Wenn Korrelationen nicht unmittelbar auf der Hand liegen (linear und positiv) werden sie häufig übersehen. Feedback, d.h. die gegenseitige Abhängigkeit von Variablen über Loop-Strukturen, wird sehr häufig nicht betrachtet. Mit der gedanklichen Simulation einfachster Feedback-Loops ist der menschliche Beobachter überfordert. Nur die rigorose Simulation entsprechender Modelle kann Abhilfe schaffen.⁸⁹

4.3.2 Modelltheorie und Systemtechnik

Die allgemeine Modelltheorie und die Systemtechnik stellen grundlegende Theorien und Hilfsmittel bereit, die sich in Theorie und Praxis bei der Modellierung von komplexen Systemen bewährt haben.⁹⁰ Modelle helfen, komplexe Zusammenhänge der Wirklichkeit zu vereinfachen und so am Modell zu Erkenntnissen von Grundzusammenhängen zu gelangen.⁹¹

STACHOWIAK unterscheidet drei Hauptmerkmale des allgemeinen *Modellbegriffs*: das Abbildungsmerkmal, das Verkürzungsmerkmal und das pragmatische Merkmal.⁹² Das Abbildungsmerkmal ist erfüllt, wenn das Modell natürliche (z.B. ein Naturphänomen) oder künstliche (z.B. ein Unternehmen) Originale durch eine Abbildung repräsentiert, die durch entsprechende Attribute charak-

⁸⁸Vgl. Sterman, J. D., Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world, 2000, S. 21.

⁸⁹Vgl. Sterman, J. D., Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world, 2000, S. 28 ff.

⁹⁰Vgl. Zelewski, S., Grundlagen, 1999, S. 54.

⁹¹Vgl. Wöhe, G., Döring, U., Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 2002, S. 36.

⁹²Vgl. Stachowiak, H., Allgemeine Modelltheorie, 1973, S. 131 f.

terisiert werden kann. Das Verkürzungsmerkmal betont, dass ein Modell im allgemeinen nicht alle Attribute des Originals berücksichtigt und insofern nur die vom Modellbildner als relevant eingestuften Attribute enthält. Dieses Merkmal erübrigt die Frage nach der Vollständigkeit von Modellen.⁹³ Die Vernachlässigung der nicht relevanten Attribute wird im Rahmen der Modellbildung auch als Reduktion bezeichnet.⁹⁴ Modelle gelten ferner als pragmatisch, wenn sie darüber hinaus den Nutzer, den Zeithorizont und den Zweck genauer spezifizieren.⁹⁵

ZELEWSKI klassifiziert Modelle als physikalische und sprachliche Modelle und unterscheidet die sprachlichen Modelle in Beschreibungsmodelle und Analysemodelle.⁹⁶ Ein Beschreibungsmodell bildet bestimmte Größen ab, ohne dabei Erklärungen zu liefern.⁹⁷ Liegt stattdessen das Erkenntnisziel in der Erklärung von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen, wird von einem Erklärungsmodell gesprochen⁹⁸, das neben Entscheidungsmodell und Prognosemodell zu den Analysemodellen gehört - vgl. Abbildung 4.11.

Im einfachsten Fall kann ein **System** als ein Geflecht miteinander verknüpfter Variablen angesehen werden.⁹⁹ Wissenschaftliche Modelle sind in der Regel als Systeme zu betrachten.¹⁰⁰ Um Systeme zweckmäßig zu gestalten und dadurch Probleme zu lösen, liefert die Systemtechnik (engl. systems engineering) entsprechende Hilfsmittel.¹⁰¹ Die Philosophie der Systemtechnik lässt sich in zwei Leitgedanken untergliedern: das **Systemdenken** und das **Vorgehensmodell**.¹⁰² Das Systemdenken beinhaltet die Systemstruktur und das „Vernetzte Denken“ - vgl. Abbildung 4.12. Die Systemstruktur unterstützt die Strukturierung des Systems. Über die Systemgrenze ist das System mit dem Umfeld verbunden, das

⁹³Vgl. Sterman, J. D., All models are wrong: reflections on becoming a systems scientist, 2002.

⁹⁴Vgl. Wöhe, G., Döring, U., Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 2002, S. 36.

⁹⁵Vgl. Stachowiak, H., Allgemeine Modelltheorie, 1973, S. 133.

⁹⁶Vgl. Zelewski, S., Grundlagen, 1999, S. 46.

⁹⁷Vgl. Wöhe, G., Döring, U., Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 2002, S. 38.

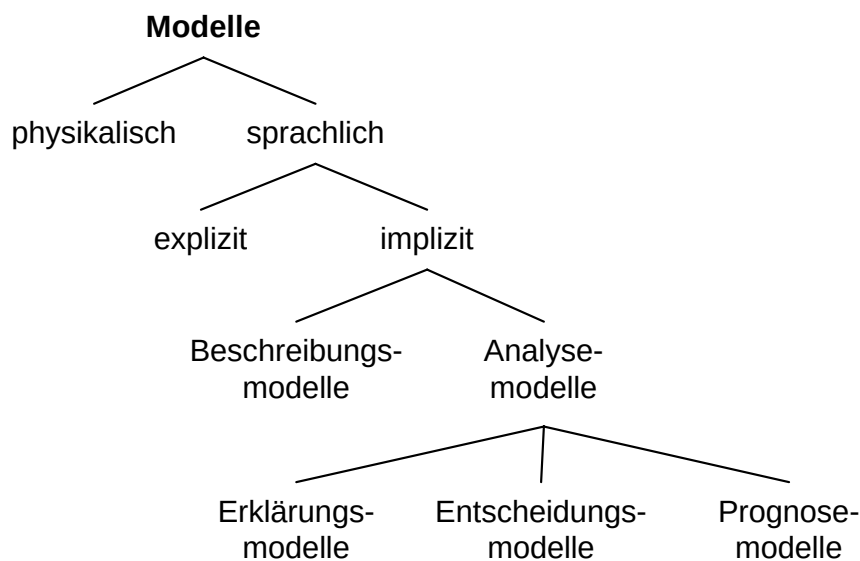
⁹⁸Vgl. Zelewski, S., Grundlagen, 1999, S. 47.

⁹⁹Vgl. Dörner, D., Die Logik des Mißlingens: strategisches Denken in komplexen Situationen, 1997, S. 109.

¹⁰⁰Vgl. Stachowiak, H., Allgemeine Modelltheorie, 1973, S. 138.

¹⁰¹Vgl. Habermas, R., Nagel, P., Becker, M., Büchel, A., Von Massow, H., Systems Engineering: Methodik und Praxis, 1999, S. XVIII.

¹⁰²Vgl. Habermas, R., Nagel, P., Becker, M., Büchel, A., Von Massow, H., Systems Engineering: Methodik und Praxis, 1999, S. 5 f.



Vgl. ZELEWSKI 1999

Abbildung 4.11: Klassifizierung von Modellen

wiederum selbst ein System darstellt. Bei offenen Systemen ist eine Interaktion zwischen Umfeld und Betrachtungsobjekt möglich.¹⁰³ Die Lösung komplexer Probleme wird durch das „Vernetzte Denken“ unterstützt, indem die wesentlichen Elemente und Abhängigkeiten in Netzwerken zueinander in Beziehung gesetzt werden.¹⁰⁴

Neben dem Systemdenken ist das Vorgehensmodell das zweite Grundelement der Systemtechnik. Es umfasst vier Bausteine: **Dekomposition, Variantenbildung, Phasengliederung und Problemlösungszyklus**.¹⁰⁵ Die Dekomposition dient der Strukturierung des Systems in Subsysteme - vom Groben ins Detail.¹⁰⁶ Die Zerlegung erfolgt so weit, bis keine weitere Zerlegung mehr möglich

¹⁰³Vgl. Probst, G. J. B., Gomez, P., Vernetztes Denken: ganzheitliches Führen in der Praxis, 1991, S. 9 f.

¹⁰⁴Vgl. Probst, G. J. B., Gomez, P., Vernetztes Denken: ganzheitliches Führen in der Praxis, 1991, S. 10.

¹⁰⁵Vgl. Habermellner, R., Nagel, P., Becker, M., Büchel, A., Von Massow, H., Systems Engineering: Methodik und Praxis, 1999, S. 53.

¹⁰⁶Vgl. Habermellner, R., Nagel, P., Becker, M., Büchel, A., Von Massow, H., Systems Engineering: Methodik und Praxis, 1999, S. 17.

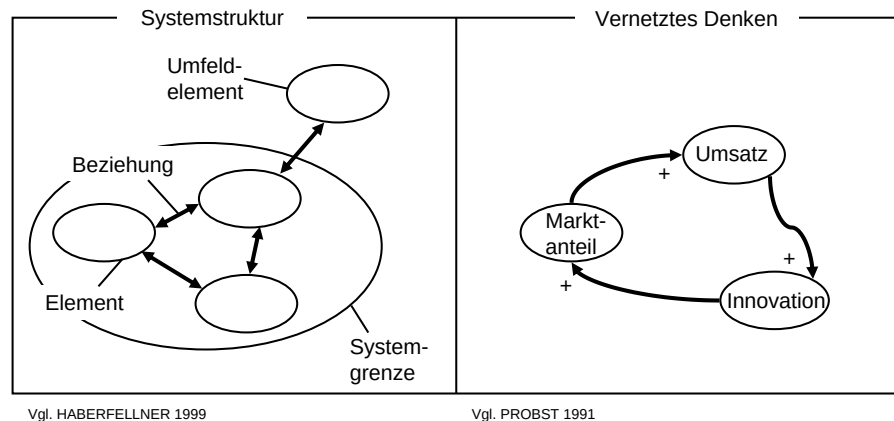


Abbildung 4.12: Grundbegriffe des Systemdenkens

oder sinnvoll ist.¹⁰⁷ Durch die Zerlegung in Subsysteme wird die Problemkomplexität reduziert und einzelne Subsysteme können individuell betrachtet werden. Die Variantenbildung ist nützlich, um bessere Lösungsmöglichkeiten nicht a priori auszuschließen und ein insgesamt besseres Problemverständnis aufzubauen. Dieser Aspekt ist vor dem Hintergrund der Benchmarking-Methode sehr wichtig, da eine zu einseitige Betrachtung weniger einzelner Kennzahlen zu falschen Schlussfolgerungen verleiten kann. Zur Auswahl der erfolgversprechenden Varianten muss der Modellbildner die Varianten so weit strukturieren, dass Wirkungen, Voraussetzungen und Konsequenzen erkennbar sind.¹⁰⁸ Die Phasengliederung hat den Zweck, den Entstehungsprozess einer Lösung in einem stufenweisen Konkretisierungsprozess zu realisieren.¹⁰⁹ Überlagert bzw. der Phasengliederung vorangestellt ist der iterative Problemlösungszyklus zur Behandlung konkreter Aufgabenstellungen.¹¹⁰

Mit den Hilfsmitteln der Modelltheorie und der Systemtechnik lässt sich ein allgemeiner Bezugsrahmen für die Problemlösung beschreiben; diesen Rahmen gilt es mit einer passenden Modellierungsmethodik zu füllen. Die Modellie-

¹⁰⁷Vgl. Stahlknecht, P., Hasenkamp, U., Einführung in die Wirtschaftsinformatik, 2005, S. 258.

¹⁰⁸Vgl. Haberfellner, R., Nagel, P., Becker, M., Büchel, A., Von Massow, H., Systems Engineering: Methodik und Praxis, 1999, S. 34.

¹⁰⁹Vgl. Haberfellner, R., Nagel, P., Becker, M., Büchel, A., Von Massow, H., Systems Engineering: Methodik und Praxis, 1999, S. 37.

¹¹⁰Vgl. Haberfellner, R., Nagel, P., Becker, M., Büchel, A., Von Massow, H., Systems Engineering: Methodik und Praxis, 1999, S. 47.

rungsmethodik unterstützt die Formulierung des Problems und dessen Lösung. Diese Modellierungsmethodik beinhaltet neben den rein beschreibenden Konstrukten eine Vorgehensweise zur Beantwortung einer konkreten Fragestellung.¹¹¹

Der allgemeine Bezugsrahmen sowie die Bestandteile der hier vorgestellten Analysemethodik der Innovationsproduktivität werden im nachfolgenden Kapitel (Konzeption der Analysemethodik) ausführlich vorgestellt. Im Folgenden sollen verschiedene Ansätze zur Beschreibung von Ursache-Wirkungs Zusammenhängen diskutiert werden, um die Grundlagen für die Modellierung von Wirkzusammenhängen zu schaffen.

4.3.3 Methodik des ganzheitlichen und vernetzten Denkens

Ein Ansatz zur Beschreibung und Lösung von komplexen dynamischen Problemen im Unternehmen ist die Methodik des ganzheitlichen und *vernetzten Denkens* und Handelns.¹¹² In diesem Ansatz zum vernetzten Denken werden Wirkungsdiagramme verwendet. Der Nutzen liegt für GOMEZ in den zusätzlichen Informationen und Schlussfolgerungen, die mit diesen Diagrammen gewonnen werden können. Richtige Entscheidungen über das Unternehmen können demnach nur getroffen werden, wenn das Unternehmen in seiner Vernetztheit nahezu vollständig erfasst wurde.¹¹³

Unterschieden wird ferner zwischen beeinflussbaren und nicht beeinflussbaren Variablen; von einer quantifizierten Untersuchung kann jedoch nicht gesprochen werden.¹¹⁴ SCHWARZ spricht in diesem Zusammenhang auch von qualitativem System Dynamics.¹¹⁵

¹¹¹Vgl. Spur, G., Mertins, K., Jochem, R., Integrierte Unternehmensmodellierung, 1993, S. 12.

¹¹²Vgl. Ulrich, H., Probst, G. J. B., Anleitung zum ganzheitlichen Denken und Handeln: ein Brevier für Führungskräfte, 1995 und Gomez, P., Wertmanagement: vernetzte Strategie für Unternehmen im Wandel, 1993.

¹¹³Vgl. Gomez, P., Wertmanagement: vernetzte Strategie für Unternehmen im Wandel, 1993, S. 46.

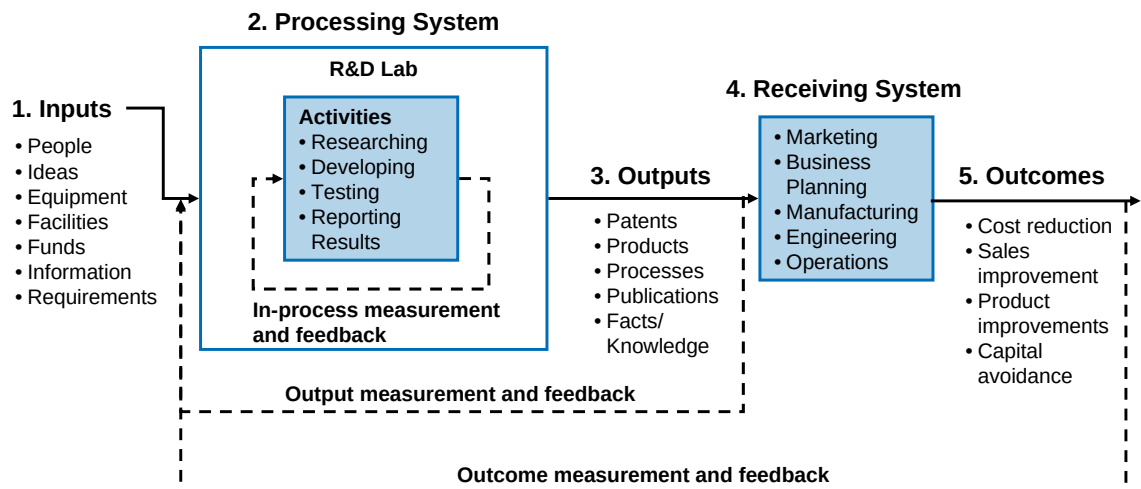
¹¹⁴Vgl. Schöneborn, F., Strategisches Controlling mit System Dynamics, 2004, S. 56.

¹¹⁵Vgl. Schwarz, R., Controlling-Systeme: eine Einführung in Grundlagen, Komponenten und Methoden des Controlling, 2002, S. 153.

4.3.4 Innovationsmodell nach Brown und Svenson

Das Innovationsmodell nach BROWN und SVENSON unterscheidet ein „processing system“ das verschiedene „inputs“ wie Ideen und Anforderungen verarbeitet und das Ergebnis als „output“ einem „receiving system“ übergibt - vgl. Abbildung 4.13. Dabei wird das Konzept des unternehmensinternen Kunden für FuE-Leistungen deutlich. Die FuE-Outputs werden anschließend hergestellt und vermarktet und führen für das Unternehmen zu „outcomes“ wie Kosteneinsparung oder Umsatzsteigerung.¹¹⁶

Das Modell berücksichtigt explizite Messungen von „in-process“, „output“ und „outcome“ Variablen und spielt die Messergebnisse zurück als Input für die zukünftigen FuE Aktivitäten - vgl. Abbildung 4.13. Die Wirkzusammenhänge und insbesondere die notwendigen Rückkopplungen für ein sich kontinuierlich verbesserndes System werden exemplarisch und vereinfacht darstellt. Das Innovationsmodell nach BROWN und SVENSON ist für diese Arbeit insofern ein interessanter Ansatz, als dass es existierende Wirkzusammenhänge aus der Sicht des Innovationsgeschehens im Unternehmen darstellt.



Vgl. BROWN 1988

Abbildung 4.13: Innovationsmodell mit Vernetzung und Feedbackstrukturen

¹¹⁶Vgl. Brown, M. G., Svenson, R. A., Measuring R and D Productivity, 1988, S. 11 ff.

4.3.5 System Dynamics

Der Schwerpunkt beim systemdynamischen Ansatz¹¹⁷ gilt nicht der Betrachtung einer einzelnen isolierten Größe und deren Entwicklung. Stattdessen werden Wechselwirkungen zwischen unterschiedlichen Faktoren und Größen in ihrer zeitlichen Entwicklung untersucht. Größen werden dabei nicht über den gesamten Vorhersagezeitraum vorgegeben, sondern bekommen einen Startwert zugeordnet, der das System initialisiert.¹¹⁸ Die Systemmodellierung mit Hilfe des System Dynamics Ansatzes hat demnach den Vorteil, dass Größen kausal verknüpft werden können. Auf diese Weise können dynamische und zeitverzögerte Wechselwirkungen zwischen Größen abgebildet und bei der Vorhersage der zukünftigen Entwicklung des Systems berücksichtigt werden.¹¹⁹

Der systemdynamische Ansatz basiert auf drei Teilschritten:¹²⁰

1. Entwerfen von Wirkungsdiagrammen,
2. Übertragung in Flußdiagramme (stock-and-flow-diagrams),
3. Formulierung als System von Gleichungen.

Mit Hilfe von *Wirkdiagrammen* werden alle Elemente über Pfeile miteinander verbunden. Die Wirkungsrichtung wird mit Polaritäten („+“ oder „-“) beschrieben (vgl. Abbildung 4.14 rechts)¹²¹ und die Polarität sollte eindeutig formuliert werden (anstatt +/-).

¹¹⁷System Dynamics wurde in den fünfziger Jahren von J. W. Forrester entwickelt, der am MIT als Professor lehrte. Im Mittelpunkt stand die Fragestellung, wie sich komplexe und dynamische Systeme modellhaft abbilden und simulieren lassen, für die extrapolierende Aussagen ungeeignet sind. Bekannt wurde System Dynamics durch die Veröffentlichung der vom CLUB OF ROME beauftragten Studie „Die Grenzen des Wachstums“-vgl. Meadows, D. H., The limits to growth: a report for the club of rome's project on the predicament of mankind, 1972. Nachfolger von Forrester am MIT ist J. D. Sterman, Direktor der System Dynamics Group an der MIT Sloan School of Management.

¹¹⁸Vgl. Möhrle, M. G. et al., Technologie-Roadmapping: Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen, 2005, S. 369.

¹¹⁹Vgl. Schöneborn, F., Strategisches Controlling mit System Dynamics, 2004, S. 34.

¹²⁰Vgl. Möhrle, M. G. et al., Technologie-Roadmapping: Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen, 2005, S. 370.

¹²¹Vgl. Sterman, J. D., Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world, 2000, S. 137 ff.

Wenn beispielsweise der Preis kausal mit dem Umsatz verknüpft ist, stellt sich die Frage nach der richtigen Polarität: steigt der Umsatz, wenn der Preis steigt oder sinkt der Umsatz bei steigendem Preis? Da rein logisch beide Konstellationen denkbar sind, sollte man auch beide Wirkmechanismen darstellen: Preis und Umsatz werden mit einer positiven Polarität verknüpft, darüber hinaus werden Preis und Umsatz über die Variable Verkauf negativ verknüpft (Preis und Verkauf negativ und anschließend Verkauf und Umsatz positiv).

Wenn starke Verzögerungen auftreten, werden diese durch einen gebrochenen Pfeil (Doppelstrich) dargestellt. Die Wirkdiagrammdarstellung ist besonders hilfreich und vielen anderen Darstellungsmöglichkeiten überlegen, wenn sogenannte Loop-Strukturen (Rückkopplungsschleifen) modelliert werden, wie in Abbildung 4.14 links dargestellt. Die eindeutige Festlegung der Polaritäten ermöglicht Aufschluss über die Natur einer Loop-Struktur: eine ungerade Anzahl von „-“ Zeichen deutet auf einen „balancing (B)“ bzw. ausgleichenden oder selbstregulierenden Loop hin, während ein Loop mit einer geraden Anzahl „-“ Zeichen einen „reinforcing (R)“ oder selbstverstärkenden Loop darstellt. Der selbstverstärkende Loop kann je nach Anfangsrichtung (z.B. Gewinn steigt oder Gewinn sinkt) eine erwünschte oder unerwünschte Wirkung haben. Die Rückkopplungsschleifen sind für das dynamische Verhalten des Systems entscheidend und blieben bei einer Partialbetrachtung unentdeckt.¹²²

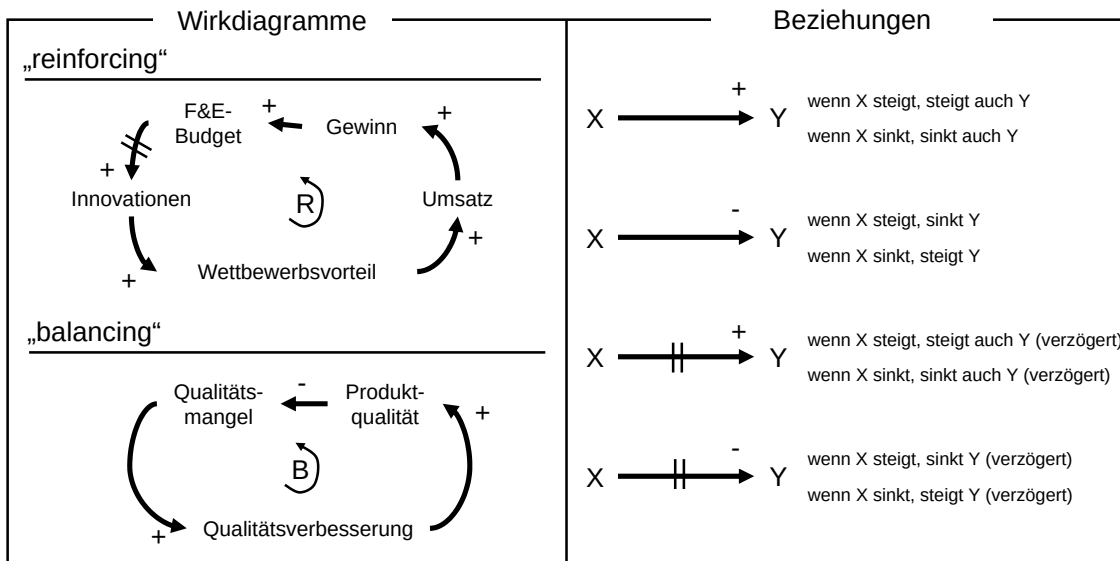
Bereits mit den rein qualitativen Wirkdiagrammen lassen sich wiederkehrende Basisstrukturen in Systemen abbilden und anschaulich und nachvollziehbar erklären.¹²³ Natürlich handelt es sich bei den Beispielen um vereinfachte Abbildungen der Realität, bei denen nicht alle real auftretenden Größen und Abhängigkeiten enthalten sind.

Im zweiten Schritt werden die Wirkdiagramme in *Flussdiagramme (stock-and-flow-diagrams)* übertragen. Im Rahmen des System Dynamics Ansatzes muss unterschieden werden zwischen Bestandsgrößen und Flussgrößen. Die Bestandsgrößen sind akkumulierbare Zustandsgrößen, während die Flussgrößen als Zustandsänderungsgrößen interpretiert werden. In Abbildung 4.15 zeigt

¹²²Vgl. Möhrle, M. G. et al., Technologie-Roadmapping: Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen, 2005, S. 370.

¹²³Vgl. Senge, P. M., Die fünfte Disziplin: Kunst und Praxis der lernenden Organisation, 2001, S. 455 ff.

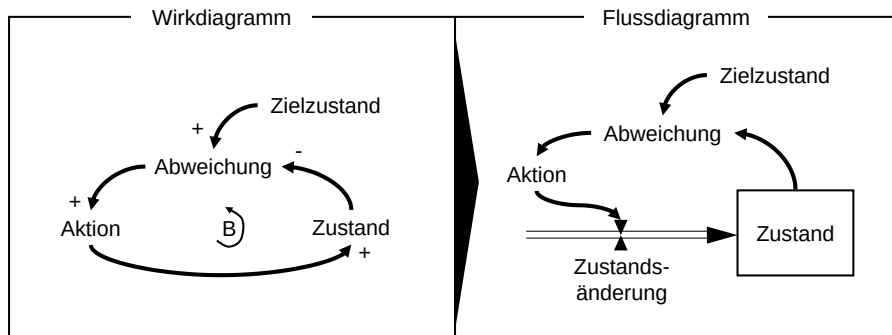
4.3 Ansätze zur Modellbildung und Simulation von Wirkzusammenhängen



Vgl. STERMAN 2000

Abbildung 4.14: Elemente und ihre Beziehungen im Wirkdiagramm

sich die Verwandtschaft von System Dynamics zur Regelungstechnik: je mehr Aktionen zur Korrektur von Abweichungen getroffen werden, desto mehr nähert sich der Zustand dem Zielzustand und die Abweichung wird immer geringer. In Bezug auf das Flussdiagramm ergibt sich eine Zustandsänderung des Systems aus der Veränderung von Zustandsänderungsgrößen (Flussgrößen).¹²⁴



Vgl. STERMAN 2000

Abbildung 4.15: Übertragung vom Wirkdiagramm ins Flussdiagramm

¹²⁴Vgl. Sterman, J. D., Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world, 2000, S. 191 ff.

Im dritten Schritt werden die Variablen des Systems durch *funktionale Zusammenhänge* repräsentiert. So lässt sich der funktionale Zusammenhang für den Folgezustand einer Zustandsvariablen berechnen - aus dem Zustand der aktuellen Periode plus der Summe aller Zuflüsse minus der Summe aller Abflüsse:

$$x_{t+1} = x_t + \text{Zufluss} * dt - \text{Abfluss} * dt$$

Die Gesamtheit aller Gleichungen bildet ein System von nichtlinearen Differenzialgleichungen, das sich durch Integration und simultane Berechnung aller Variablen lösen lässt. Die rigorose Simulation des Systemverhaltens über die Zeit wird dadurch möglich.¹²⁵

In den 1990er Jahren wurden leistungsfähige und benutzerfreundliche Computerprogramme entwickelt, um die Modellierung und Simulation von System Dynamics Modellen zu unterstützen (besonders bekannt sind: Powersim, VEN-SIM, ITHINK und STELLA).¹²⁶

Kritische Reflexion

Der eigentliche Erkenntnisgewinn bei der Nutzung von systemdynamischen Modellen wird durch die Modellsimulation erzielt, die im Gegensatz zu diskreten Simulationen eine kontinuierliche Simulation und Nachverfolgung der Systemvariablen über den ausgewählten Untersuchungszeitraum ermöglicht.¹²⁷

Wenn Simulationsergebnisse dem intuitiv erwarteten Systemverhalten widersprechen, sollten im ersten Schritt die Annahmen und das Modell überprüft werden. Besondere Herausforderungen ergeben sich durch die Quantifizierung von qualitativen Zusammenhängen und die Schätzung von Parametern. Die Durchführung von Sensitivitätsanalysen ist entsprechend sehr nützlich, um eine Absicherung und Akzeptanz von Simulationsergebnissen zu erzielen.¹²⁸

¹²⁵Vgl. Sterman, J. D., Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world, 2000, S. 231 ff.

¹²⁶Vgl. Schöneborn, F., Strategisches Controlling mit System Dynamics, 2004, S. 44.

¹²⁷Vgl. Bea, F. X., Simulation, 1977, S. 201.

¹²⁸Vgl. Zwicker, E., Simulation und Analyse dynamischer Systeme in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, 1981, S. 444.

Kritik am System Dynamics Ansatz entzündet sich hauptsächlich an der Scheingenauigkeit von Simulationsergebnissen (insbesondere für qualitative Zusammenhänge) und an der teilweise unvollständigen Dokumentation der verwendeten Modelle.¹²⁹ Aus den Kritikpunkten leitet STERMAN Prinzipien (Fokus auf Implementierung, Vermeidung von „Black-Box“ Modellierung, frühes vereinfachtes und lauffähiges Modell etc.) für den erfolgreichen Einsatz von System Dynamics Modellen ab.¹³⁰

4.3.6 Weitere Modellierungsansätze

Es gibt zahlreiche weitere in der Praxis verbreitete Modellierungsmethodiken.¹³¹ Die Entity-Relationship-Modellierung (ERM) ist ein Ansatz zur Darstellung von Netzwerkmodellen für den Systementwurf. EXPRESS bzw. EXPRESS-G ist eine Methode zur Informationsmodellierung, die bei der Normung für die Schnittstelle STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data) verwendet wird. Die IDEF0-Methode dient der hierarchischen Dekomposition von Systemen und ist eine Weiterentwicklung der SADT-Methode (Structured analysis and design technique). Mit der Object Modelling Technique (OMT) lassen sich Klassen für die objektorientierte Programmierung modellieren und mit der Unified Modeling Language (UML) lassen sich Modelle für Softwaresysteme oder Geschäftsmodelle spezifizieren und visuell darstellen.

Diese Ansätze sind sehr gut zur Datenmodellierung geeignet, um Informationen strukturiert darzustellen¹³² und Beziehungen zwischen Objekten (hierarchische Strukturen, Vererbungen, Aggregationen etc.) kompakt zu modellieren. Auch komplizierte Systeme (durch große Vielfalt geprägt)¹³³ lassen sich

¹²⁹Vgl. Möhrle, M. G. et al., Technologie-Roadmapping: Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen, 2005, S. 377 ff.

¹³⁰Vgl. Sterman, J. D., Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world, 2000, S. 79 ff.

¹³¹Vgl. Güthenke, G. K.-H. H., Center-Konzeption für produzierende Unternehmen: ein Entscheidungsmodell zur kontextspezifischen Gestaltung technologieintensiver Geschäftseinheiten, 2000, S. 41 ff. und Schöning, S., Potenzialbasierte Bewertung neuer Technologien, 2006, S. 50 ff.

¹³²Vgl. Güthenke, G. K.-H. H., Center-Konzeption für produzierende Unternehmen: ein Entscheidungsmodell zur kontextspezifischen Gestaltung technologieintensiver Geschäftseinheiten, 2000, S. 41 ff.

¹³³Vgl. Schuh, G., Produktkomplexität managen: Strategien - Methoden - Tools, 2005, S. 6.

entsprechend strukturieren und beschreiben. Für die Betrachtung von dynamischer Komplexität¹³⁴ sind diese Methoden allerdings nur sehr eingeschränkt sinnvoll einsetzbar, wenn es beispielsweise auf die Darstellung von „Feedback-Loops“ und „Verzögerungsgliedern“ ankommt, um das dynamische Systemverhalten modellieren und verstehen zu können.

4.4 Zwischenfazit und Handlungsbedarf

Zielsetzung dieses Kapitels war es, die für die Problemstellung dieser Arbeit relevanten Ansätze aus der Literatur zu diskutieren. Dadurch können relevante Konzepte und Methoden in diese Arbeit einfließen. Die Analyse der Ansätze aus der Literatur wurde in drei Teilen vorgenommen: Der erste Teil konzentriert sich auf die primär quantitativen Methoden, der zweite Teil fokussiert sich auf die primär qualitativen Methoden und der dritte Teil beschreibt primär Ansätze zur Modellierung von Wirkzusammenhängen.

Bei der Diskussion der Forschungsbeiträge wurde deutlich, dass eine durchgängige Analysemethodik der Innovationsproduktivität - von qualitativen Fähigkeiten und Kompetenzen über quantitative Messgrößen bis zur Vernetzung von Ursachen und Wirkungen im Unternehmenskontext - von den dargestellten Ansätzen nicht umfassend abgedeckt wird.

Viele der beschriebenen Ansätze leiten empirisch Erfolgsfaktoren ab, die allerdings eine Momentaufnahme zum Zeitpunkt der Datenerhebung darstellen. Insbesondere im dynamischen Marktumfeld sind solche Erklärungsansätze nur bedingt hilfreich; ein Indiz hierfür ist der Abbruch der renommierten PIMS-Initiative. Insbesondere die rein quantitativen Ansätze neigen zur Überbetonung von leicht messbaren Kennzahlen und lassen weniger leicht messbare Aspekte außer Acht. Insbesondere im Umfeld des Innovationsgeschehens spielen jedoch auch „weiche Faktoren“ eine bedeutende Rolle und das nicht nur in den frühen Phasen der Grundlagenforschung.

Von den ressourcenorientierten Ansätzen ist der Kompetenzansatz sehr gut

¹³⁴Vgl. Schuh, G., Produktkomplexität managen: Strategien - Methoden - Tools, 2005, S. 6 oder Sterman, J. D., Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world, 2000, S. 21.

in seiner Wirkung beschrieben und Kompetenzen und Fähigkeiten sind als Analyseeinheiten dafür besonders gut geeignet (vergleiche Kap. „Begriffliche Grundlagen“). Eine hinreichende Operationalisierung des Kompetenzansatzes für die Belange der Innovationsproduktivität konnte nicht in ausreichender Form in der Literatur ausfindig gemacht werden. Die diskutierten qualitativen Ansätze definieren in der Regel einige Erfolgsfaktoren für Innovationsfähigkeit auf der obersten Ebene. Die Operationalisierung beschränkt sich meist auf die Aggregation von einzelnen Punktbewertungen für zahlreiche unterschiedliche Aspekte. Die Identifikation von besonderen Schwächen wird so ermöglicht, ohne allerdings einen kompetenzbasierten Erklärungsansatz zu liefern, der sich auf wenige, aber bedeutsame Fähigkeiten beschränkt und aus dem sich Handlungsempfehlungen ableiten lassen. Es fehlt also an Konzepten, die relevanten Kompetenzen für die Innovationsproduktivität ganzheitlich und integriert zu erfassen.

Ein wesentlicher Leitgedanke der Systemtechnik ist das Systemdenken, das aus der Systemstruktur und dem vernetzten Denken besteht. Zahlreiche Ansätze besitzen zwar eine durchdachte Systemstruktur zur Strukturierung des Problems, der Aspekt des vernetzten Denkens wird allerdings meistens vernachlässigt. Die Beschreibung der Innovationsproduktivität im Unternehmen ist aufgrund der Verzögerungszeiten (bedingt durch die langen Entwicklungszeiten) und die zahlreichen Rückkopplungen der Einflussgrößen als dynamisch komplexes Problem einzustufen. Das Problem lässt sich daher nur sehr schwer ohne die etablierten Konzepte des vernetzten Denkens und der Darstellung von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen lösen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass ein Forschungsbedarf für die Entwicklung einer *durchgängigen* Analysemethodik der Innovationsproduktivität besteht.

5 Konzeption der Analysemethodik der Innovationsproduktivität

Der Aufbau des Grobkonzepts orientiert sich an der eingangs formulierten Zielsetzung dieser Arbeit und den spezifischen Anforderungen an die Analysemethodik, die im Folgenden genauer spezifiziert werden.

5.1 Anforderungen an die Analysemethodik

Die Anforderungen fungieren als Leitbild für die Konzeption der Methodik und sind gleichzeitig Maßstab für die spätere Verifizierung. Grundsätzlich werden inhaltliche und formale Anforderungen unterschieden.

5.1.1 Inhaltliche Anforderungen

Die inhaltlichen Anforderungen unterstützen die Sicherstellung der Leistungsfähigkeit der Methodik. Grundlage für diese Anforderungen ist zunächst die Berücksichtigung von Defiziten und Problemstellungen aus der Praxis. Aus diesen leitet sich die Zielsetzung ab; Die Betrachtungsobjekte spezifizieren den Untersuchungsgegenstand und legen dadurch den Fokus der Arbeit fest. Anwendung soll die Methodik in produzierenden Unternehmen finden, die sich den Herausforderungen auf dem Weg zu einer produktiven Forschung und Entwicklung stellen möchten und dazu Erklärungs- und Entscheidungsunterstützung benötigen. Problemstellungen, Zielsetzung und Betrachtungsobjekte sind in der nachfolgenden Abbildung 5.1 dargestellt.

Eine grundsätzliche Herausforderung von neuen Stoßrichtungen und dazugehörigen Veränderungsprozessen ist in der hinreichenden Motivation hierfür

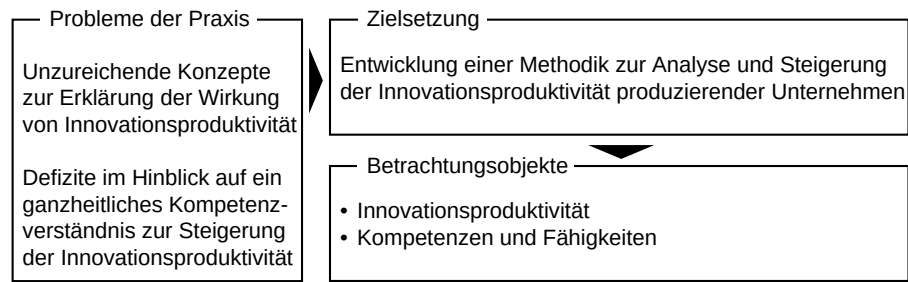


Abbildung 5.1: Bestimmung der inhaltlichen Anforderungen

begründet.¹ Zunächst stellt sich die Frage, warum die Innovationsproduktivität gesteigert werden sollte. Aus dieser Fragestellung leitet sich die Forderung ab, die Transparenz über die Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge von Innovationsproduktivität zu erhöhen. Nur dadurch wird es möglich, Potenziale einer Steigerung der Innovationsproduktivität realistisch einzuschätzen. Die in der Praxis vorhandenen Defizite in der Innovationsproduktivität und die mangelnden Ansätze zur deren Verbesserung lassen sich nur bedingt mit Hilfe von Kennzahlen beschreiben und erklären. Während Kennzahlen zur Messung der Symptome geeignet sind, liegen die Ursachen häufig tiefer in der Ressourcen- und Fähigkeitsausstattung des Unternehmens begründet. Ansätze zur systematischen Steigerung der Innovationsproduktivität bei einer ressourcenorientierten Betrachtungsweise erheben die Forderung nach einer Untersuchung der Kompetenzen und Fähigkeiten, die einen Einfluss auf das Niveau der Innovationsproduktivität haben. Um die angesprochenen Kennzahlen zur Messung der Innovationsproduktivität richtig deuten zu können, ist es ferner notwendig, die Kennzahlen im richtigen Kontext zu interpretieren und dazu ggf. unterschiedliche Innovationstypen zu unterscheiden. Dies ist insbesondere dann notwendig, wenn die entsprechenden Typen signifikante Unterschiede bezüglich des Innovationsgrads aufweisen.²

Durch die Berücksichtigung der genannten Forderungen wird die Möglichkeit einer durchgehenden Logik der Innovationsproduktivität geschaffen - an-

¹Vgl. Müller-Stewens, G., Lechner, C., Strategisches Management: wie strategische Initiativen zum Wandel führen, 2005, S. 66.

²Vgl. Hamel, G., Leading the revolution: how to thrive in turbulent times, 1992, S. 291.

gefangen von Fähigkeiten und Kompetenzen zur Steigerung der Innovationsproduktivität, über die adäquate Messung derselben bis hin zur Analyse von Ursache-Wirkungs-Beziehungen im System „Unternehmen“.

5.1.2 Formale Anforderungen

Die formalen Anforderungen werden unter dem Blickwinkel der hinreichenden Allgemeingültigkeit der Ergebnisse formuliert. Die Berücksichtigung dieser Anforderungen unterstützt dadurch die optimale Wirksamkeit³ und Übertragbarkeit der Methodik auf andere Anwendungsfälle als die in den zur Validierung genannten Fallbeispielen. Die formalen Anforderungen für ein systematisches Vorgehen sind im Folgenden in Anlehnung an PATZAK zusammenfassend dargestellt:⁴ Die *empirische Richtigkeit* beinhaltet den Realitätsbezug, d.h. ein Modell soll mit den realen Beobachtungen möglichst gut übereinstimmen. Die *formale Richtigkeit* stellt die Widerspruchsfreiheit des Modells sicher, die durch klare Struktur und Konsistenz erzielt werden kann. Der *Praxisbezug* plädiert für die Anwendbarkeit der Modelle in einer konkreten Anwendungssituation und steht im Zusammenhang mit der Forderung nach hohem *Nutzen-Aufwand-Verhältnis*, d.h. der Aufwand für die Anwendung der Modelle sollte in einem gesunden Verhältnis zum gestifteten Nutzen stehen. Eine weitere Forderung ist die *Anpassungsfähigkeit* der Methodik bei Veränderungen der Annahmen oder der Ausgangssituation durch Anpassung oder Austausch von Bausteinen der Methodik.

5.2 Entwicklung des Grobkonzepts

Prinzipiell lassen sich je nach Verwendungszweck eines Modells unterschiedliche Modelltypen unterscheiden. Wie bereits in Abbildung 4.11 dargestellt, lassen sich Analysemodelle in Erklärungs-, Entscheidungs- und Prognosemodelle differenzieren.

³Vgl. Patzak, G., Systemtechnik - Planung komplexer innovativer Systeme: Grundlagen, Methoden, Techniken, 1982, S. 309 f.

⁴Vgl. Patzak, G., Systemtechnik - Planung komplexer innovativer Systeme: Grundlagen, Methoden, Techniken, 1982, S. 309 ff.

Nach PATZAK⁵ liefern

- **Erklärungsmodelle** (Warum ist etwas so?) Erklärungen für das Auftreten bestimmter Zustände unter Berücksichtigung der Voraussetzungen und Beschränkungen. Aufbauend auf einer Beschreibung findet eine Hypothesenbildung statt, die vorwiegend induktive Schritte beinhaltet.
- **Prognosemodelle** (Wie wird etwas sein?) Vorhersagen über zukünftige Systemzustände und zukünftiges Systemverhalten. Die Vorhersagen werden hauptsächlich durch logisch-deduktive Spezialisierung allgemeiner Hypothesen ermittelt.
- **Entscheidungsmodelle** (Was soll sein?) Handlungsalternativen. Sie enthalten entsprechend eine Zielsetzung und Randbedingungen der zu beeinflussenden Situation sowie explizite Entscheidungsvariablen.

Aus den inhaltlichen Anforderungen an die zu entwickelnde Methodik ergibt sich, dass ein Erklärungsmodell für die Innovationsproduktivität im Vordergrund der Zielsetzung steht. Entscheidend ist das Verständnis, warum ein bestimmtes Niveau in Bezug auf die Innovationsproduktivität vorherrscht und welchen Einfluss dieses Niveau auf die Leistungsfähigkeit des Unternehmens hat. Darüber hinaus ist zu erwarten, dass Bausteine der Methodik ebenfalls Eigenschaften eines Prognosemodells aufweisen (welche Auswirkung wird eine Steigerung der Innovationsproduktivität nach sich ziehen?) oder im Ansatz Grundzüge eines Entscheidungsmodells aufweisen (auf welche der alternativen Stellhebel soll Einfluss genommen werden?).

5.2.1 Ableitung des Grobkonzepts

Das Grobkonzept wird empirisch-induktiv aus quantitativen Studien motiviert und analytisch-deduktiv abgeleitet. Um das Potenzial von Steigerungen der Innovationsproduktivität abschätzen zu können und den Einfluss zentraler Kompetenzen und Fähigkeiten auf die Innovationsproduktivität zu untersuchen,

⁵Vgl. Patzak, G., Systemtechnik - Planung komplexer innovativer Systeme: Grundlagen, Methoden, Techniken, 1982, S. 301 ff.

wurden zwei empirische Studien am WZL durchgeführt, die sich auf die beiden Branchen Maschinen- und Anlagenbau sowie Automobilzulieferer konzentriert haben:

1. *Innovationsagenda 2006* (in 2004) - Die Innovationsagenda 2006 wurde als globale Studie konzipiert, mit Teilnehmern aus Nordamerika (55%), Europa (40%) und Asien (5%). 63% der insgesamt 205 Teilnehmer sind Unternehmen aus dem Maschinen- und Anlagenbau. Neben Finanzkennzahlen auf Unternehmensebene wurden Kennzahlen zur Innovationsproduktivität untersucht. Darüber hinaus wurde ein ressourcenbasiertes Modell entwickelt, bestehend aus Fähigkeiten, die neben Innovationsstrategien ebenfalls im Rahmen dieser Studie getestet wurden.
2. *Forschung und Entwicklung managen* (in 2005) - Die Studie „Forschung und Entwicklung managen“ wurde im deutschsprachigen Raum mit 98 Teilnehmern aus der Automobilzulieferindustrie und dem Maschinen- und Anlagenbau durchgeführt. Während die Innovationsagenda 2006 stärker auf die Untersuchung von Effizienzsteigerungen ausgerichtet war, wurden in dieser Studie auch effektivitätssteigernde Aspekte wie Marktorientierung und Technologiekompetenz untersucht und die Gründe für Verzögerung und Abbruch von Innovationsprojekten explizit analysiert.

Die Untersuchung im Rahmen der *Innovationsagenda 2006* findet auf drei Ebenen statt: auf der finanziellen Ebene, auf der Innovationsproduktivitätsebene und auf der Ebene der Innovationsfähigkeiten. Im Rahmen der Korrelationsuntersuchungen wird eine Erfolgsdifferenzierung in das obere Drittel (erfolgreiche Unternehmen), das mittlere Drittel und das untere Drittel (weniger erfolgreiche Unternehmen) vorgenommen - bezogen auf den jeweils ausgewählten Erfolgsfaktor. Im Fokus stehen die beiden Fragestellungen, wie der Innovationserfolg mit dem Unternehmenserfolg korreliert und welche Fähigkeiten einen Einfluss auf die Innovationsproduktivität haben (vgl. Abbildung 5.2).

Die Kernaussagen der Innovationsagenda lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Innovationsproduktivität beeinflusst signifikant den Unternehmenserfolg (Abbildung 5.3).
- Innovationsfähigkeiten beeinflussen die Innovationsproduktivität (Abbildung 5.4 und 5.8).
- Selbst erfolgreiche Unternehmen sehen sich erheblichen Herausforderungen gegenüber (Abbildung 5.5).

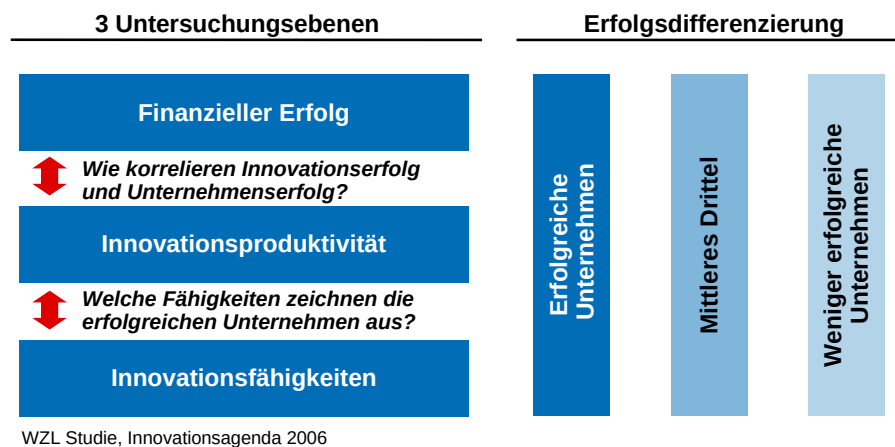


Abbildung 5.2: Untersuchungsebenen und Erfolgsdifferenzierung

Während die finanziell erfolgreichen Unternehmen nur geringfügig mehr für FuE aufwenden, sind die Unterschiede in der Innovationsproduktivität (gemessen am Umsatz aus Neuprodukten⁶ bzw. der Gesamtprojektzuverlässigkeit⁷) signifikant - vgl. Abbildung 5.3. Darüber hinaus setzen die finanziell erfolgreichen Unternehmen das FuE-Budget fokussierter auf eine geringere Anzahl Vollzeitmitarbeiter ein.

Die Innovationsproduktivität lässt sich in einer stringenten Erfolgslogik im Sinn eines Kennzahlensystems exemplarisch aufbauen - vgl. Abbildung 5.4. Gemäß der allgemeinen Definition, wonach sich Produktivität aus dem Quotienten von Output und Input berechnet, kann die Innovationsproduktivität exem-

⁶Neuprodukte sind hier als solche Produkte definiert, die in den letzten drei Jahren auf den Markt gekommen sind.

⁷Arithmetisches Mittel aus on time, on budget und on target cost.

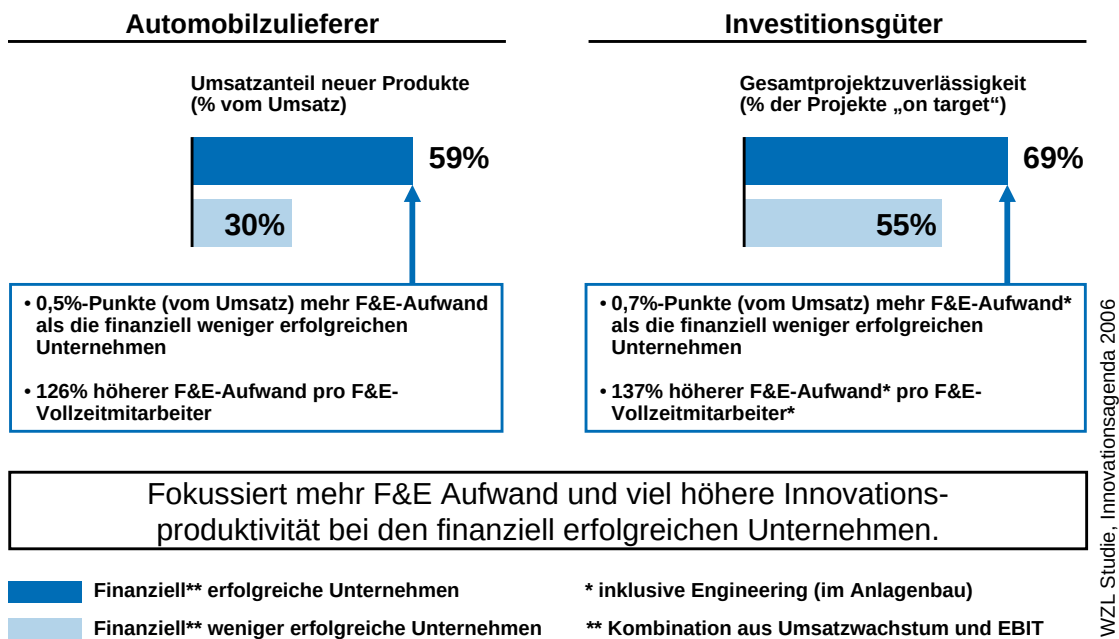


Abbildung 5.3: Korrelation von Innovationsproduktivität und finanziellem Erfolg

plarisches als Umsatz aus Neuprodukten bezogen auf den FuE Aufwand dargestellt werden. Der Umsatz aus neuen Produkten ergibt sich aus der Anzahl neuer Produkte multipliziert mit dem jeweiligen Umsatz des Neuprodukts. Das Produkt- und Projektportfolio legt die Produkte und Projekte fest. Die Anzahl der Projekte multipliziert mit dem Aufwand je Projekt ergibt den FuE Aufwand. Der Aufwand pro Projekt wiederum kann in einen „First Pass“ Aufwand und einen Änderungsaufwand differenziert werden. Die Innovationsfähigkeiten haben wiederum Einfluss auf die Projektaufwände.

Bei der Verbesserung der Innovationsproduktivität haben auch die aktuell erfolgreichen Unternehmen Handlungsbedarf. Über alle Teilnehmer wurde die Zeit untersucht, die Konstrukteure für das Auffinden von Informationen benötigen - vgl. Abbildung 5.5. Diese Suchzeit reduziert entsprechend die Produktivzeit der Mitarbeiter. Ebenfalls untersucht wurde der Anteil der Konstruktionsänderungen, die nach Fertigungsfreigabe umgesetzt werden. Es zeigte sich, dass etwa zwei Drittel der befragten Unternehmen mehr als 20% der Änderungen nach der eigentlichen Fertigungsfreigabe umsetzen.

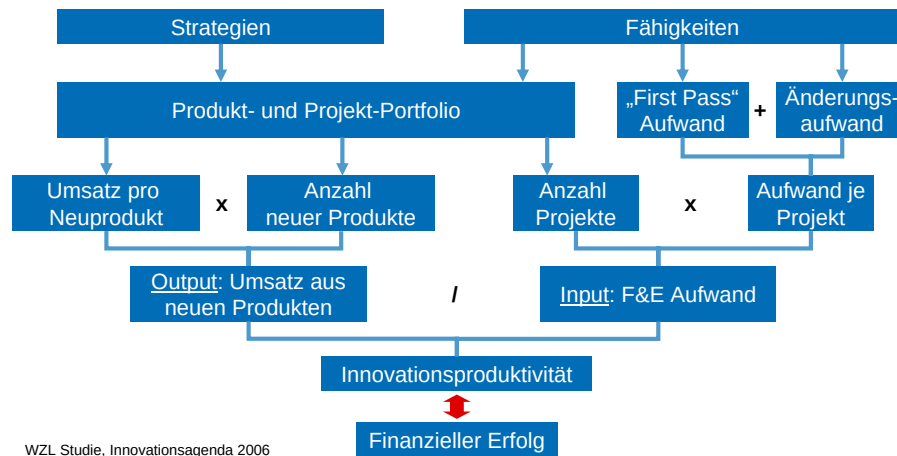
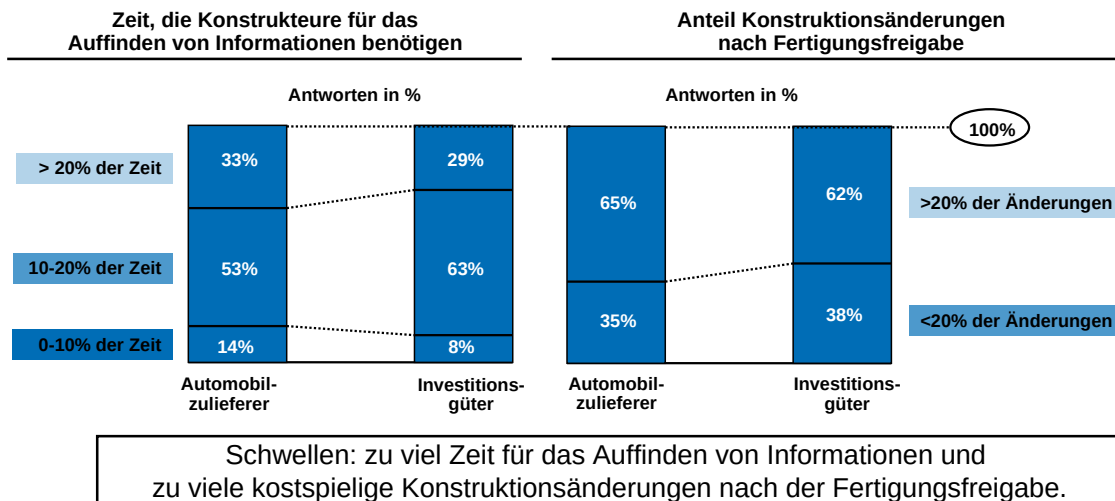


Abbildung 5.4: Stringente Erfolgslogik für die Innovationsproduktivität

Wie bereits angedeutet, ist auch die Projektzuverlässigkeit ein erfolgsrelevantes Kriterium und als Maß für die Innovationsproduktivität geeignet. Die Untersuchungen bestätigen ferner, dass ein Zusammenhang zwischen der Durchlaufzeit (Zeit bis zur Vermarktung) und der Projektzuverlässigkeit besteht - vgl. Abbildung 5.6. Die Projektzuverlässigkeit beträgt im Durchschnitt über alle untersuchten Unternehmen der Investitionsgüterindustrie 59%. Das „obere Drittel“ der bezüglich Projektzuverlässigkeit erfolgreichen Unternehmen hat Werte für die Projektzuverlässigkeit von über 72%, das untere Drittel Werte kleiner 56%. Überraschend ist auch das Niveau der Projektzuverlässigkeit; ein großes Optimierungspotenzial (bis zu 100%) ist erkennbar. Diese Zahlenwerte gelten für die Investitionsgüterbranche, die Werte in der Automobilzulieferindustrie sind nur geringfügig höher.

Nachdem nun empirisch ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Innovationsproduktivität und dem Unternehmenserfolg nachgewiesen werden konnte, werden im Folgenden weitere Vorüberlegungen diskutiert.

Benchmarking-Analysen und Erfolgskorrelationen sind Momentaufnahmen, die zum Zeitpunkt der Erhebung Gültigkeit besitzen. Um das Verständnis über die zugrundeliegenden Zusammenhänge zu vertiefen, lohnt ein Blick in die



WZL Studie, Innovationsagenda 2006

Abbildung 5.5: Schwellen bei der Verbesserung der Innovationsproduktivität

Systemtheorie.⁸ Komplexe Systeme lassen sich einerseits in Vielzahl bzw. Vielfalt und andererseits in Veränderlichkeit / Dynamik einteilen. Diese beiden Dimensionen ermöglichen eine Einordnung und Diskussion von Systemen (vgl. Abbildung 5.7). Methoden zur Beschreibung und Erklärung von Systemen sollten der entsprechenden Einordnung des zu untersuchenden Systems Rechnung tragen. Im vorliegenden Fall handelt es sich um ein System mit hinreichend großer Vielfalt. Wäre das System nur wenig zeitveränderlich, könnten klassische Methoden wie ABC-Analysen oder vielfaltsreduzierende Kennzahlensysteme ausschließliche Verwendung finden. Aufgrund der inhärent dynamischen Komponente durch die Zeitveränderlichkeit der betrachteten Variablen und der vielfältigen Zeitverzögerungen in der Ursache-Wirkungs-Verknüpfung von Kennzahlen erscheint eine rigorose Modellierung zweckmäßig. Besonders geeignet ist der System Dynamics Ansatz, der eine rigorose Modellierung der Zusammenhänge unterstützt und darüber hinaus mit Hilfe von entsprechenden Software-Tools eine Simulation ermöglicht.

Um die Auswirkungen der Innovationsproduktivität auf das „System Unternehmen“ entsprechend zu modellieren, erscheint es zweckmäßig, das Un-

⁸Vgl. Schuh, G., Produktkomplexität managen: Strategien - Methoden - Tools, 2005, S. 6 und Unterkapitel 3.4.

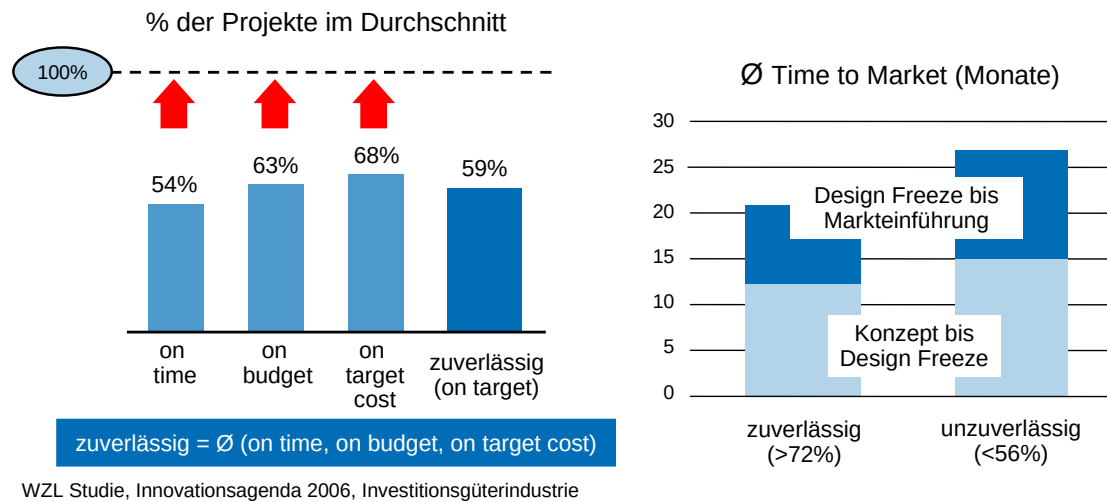
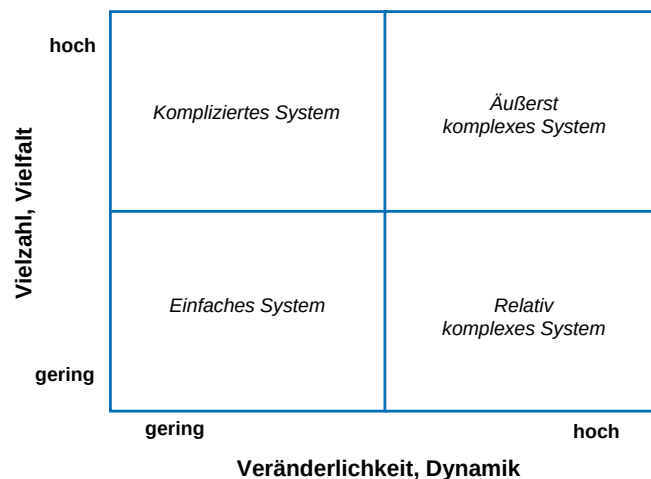


Abbildung 5.6: Zuverlässigkeit als Erfolgskriterium und Maß für die Innovationsproduktivität

ternehmenssystem in Subsysteme einzuteilen. Dadurch wird die Modellierung handhabbarer und für den Nutzer einfacher zu verstehen (vgl. Abbildung 5.8).

Darüber hinaus erleichtert die Betrachtung der Subsysteme auch die Beschreibung der Zusammenhänge zwischen Innovationsproduktivität und den beeinflussenden Innovationsfähigkeiten (vgl. Abbildung 5.2). Zahlreiche der untersuchten Fähigkeiten sind „Schnittstellenfähigkeiten“⁹ und tragen dem Umstand Rechnung, dass der Innovationserfolg vom erfolgreichen Zusammenspiel zahlreicher funktionaler Bereiche im Unternehmen abhängt (vgl. Abbildung 5.8). Das Niveau bei der Beherrschung der entsprechenden Fähigkeiten wurde in der empirischen Studie „Innovationsagenda 2006“ von den teilnehmenden Unternehmen auf einer Skala von 0 (Fähigkeit nicht existent) bis 4 (sehr hohe Beherrschung der entsprechenden Fähigkeit) angegeben. Die Ergebnisse differenzieren zwischen zuverlässigen und weniger zuverlässigen Unternehmen; sie sind für Unternehmen der Investitionsgüterbranche dargestellt. Mit Ausnahme der Partnerkollaboration konnten signifikante Unterschiede für „Cross functional teams“, „Kundenorientierung“ und „Design for Manufacture“ nachgewiesen werden.

⁹Bezeichnung des Autors.



Vgl. SCHUH 2005

Abbildung 5.7: Klassifizierung von komplexen Systemen

Im Rahmen der Studie *Forschung und Entwicklung managen* wurden Hindernisse in der Projektabwicklung untersucht. Die Gründe für eine Projektverzögerung und einen Projektabbruch sind in Abbildung 5.9 dargestellt. Die Untersuchung hat ergeben, dass insbesondere der Mangel an qualifiziertem Personal zu einer Verzögerung in der Projektabwicklung führt. Darüber hinaus ergeben sich Verzögerungen aus fehlendem Technologiewissen und unerwartetem Kostenanstieg im laufenden Projekt. Auf der anderen Seite führt in erster Linie die mangelnde Marktkennntnis zum Abbruch von Innovationsprojekten. Weiterhin führen fehlendes Technologiewissen, unerwarteter Kostenanstieg im Projekt, ungenügende Möglichkeit zur Finanzierung und die fehlende Reaktion von Testkunden zum Abbruch von Projekten. Der Projektabbruch ist nicht zwangsläufig negativ einzuschätzen. Im Gegenteil tun sich viele Unternehmen schwer, schlecht laufende Projekte konsequent abzubrechen.¹⁰

Die dargestellten empirisch untersuchten Fähigkeiten und Hindernisse motivieren den Aufbau eines *Bezugsrahmens* für die Innovationsfähigkeiten.

¹⁰ „Throwing good money after bad one“ ist demnach ein weit verbreitetes Phänomen.

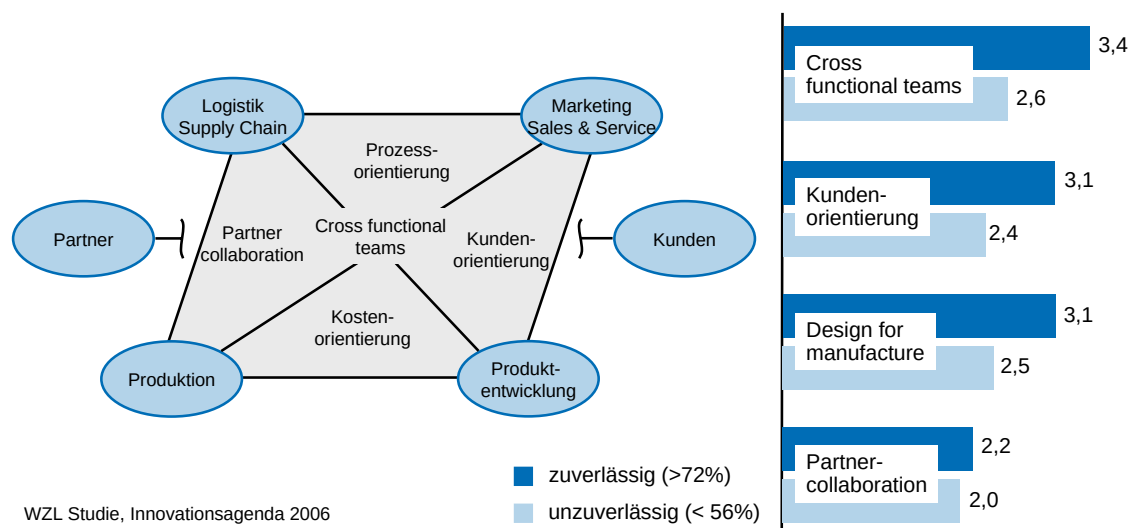


Abbildung 5.8: Integrierte Systembetrachtung und Unterschiede in der Beherrschung zentraler Schnittstellen-Fähigkeiten

Darüber hinaus konnten im Rahmen der Untersuchungen zu *Lean Products*¹¹ und durch eine weitere interviewbasierte Studie zum Thema *Standortmanagement von FuE*¹² weitere wichtige Impulse durch Fallbeispiele und Detaillierung relevanter Fähigkeiten abgeleitet werden.

Um die zahlreichen Fähigkeiten zu systematisieren und auf die Unterstützung der Innovationsproduktivität auszurichten, wird die folgende Vorgehensweise gewählt: Es werden insgesamt acht Kompetenzen differenziert, wovon jeweils vier den Fokus auf die Effektivitätssteigerung und die Effizienzsteigerung legen. Die Erfahrung aus den empirischen Studien und Experteninterviews zeigt, dass dadurch die wesentlichen relevanten Kompetenzen der Innovationsproduktivität erfasst werden können. Unterstützt wurde der Konzeptionsprozess durch eine gründliche Literaturrecherche, deren wesentliche Ergebnisse im folgenden Kapitel 6 („Detaillierung der Analysemethodik“) dargestellt sind. Die Kompetenzen wiederum setzen sich aus Fähigkeiten zusammen, die

¹¹Vgl. Assmus, D., Brecher, C., Eversheim, W., Güthenke, G., Nonn, C., Meidlinger, R., Paulukuhn, L., Ritz, P., Schuh, G., Stahuber, A., Weisbecker, L., Winkler, H., Lean Products. Maximierung von Kundennutzen und Skaleneffekten., 2005, S. 53 ff.

¹²Vgl. WZL-Studie, Erfolgreiches Standortmanagement von Forschung und Entwicklung, 2006.

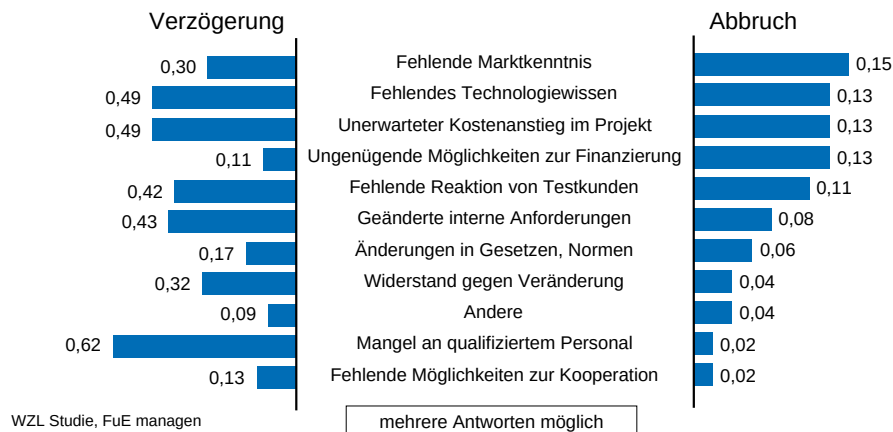


Abbildung 5.9: Hindernisse in der Projektabwicklung

ebenfalls im folgenden Kapitel ausführlich detailliert werden. Die Grobstruktur der die Innovationsproduktivität unterstützenden Kompetenzen ist zusammenfassend in Abbildung 5.10 dargestellt.

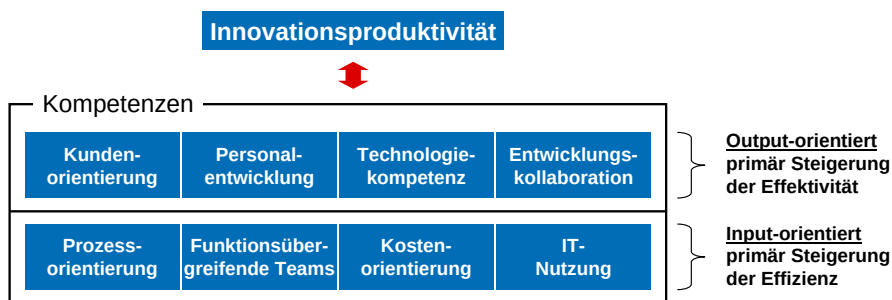


Abbildung 5.10: Kompetenzen zur Unterstützung der Innovationsproduktivität

5.2.2 Grobkonzept der Analysemethodik

Nach den Vorüberlegungen zur Gestaltung des Grobkonzepts kann dieses nun aus den einzelnen Bestandteilen aufgebaut werden. Das Grobkonzept umfasst vier Teilmodelle, die drei unterschiedlichen Ebenen zugeordnet sind (vgl. Abbildung 5.11).

Inhalt des *Typologiemodells* ist die Unterscheidung von Innovationstypen,

die vor dem Hintergrund des Kennzahlensystems differenziert werden sollen. Dadurch wird ermöglicht, dass bei der Interpretation von Kennzahlen im Kennzahlensystem oder während Benchmarking Analysen keine völlig unterschiedlichen Projekte verglichen und dadurch möglicherweise falsche Schlussfolgerungen gezogen werden.

Das **Kennzahlensystem** beinhaltet die relevanten Kennzahlen zur Messung der Innovationsproduktivität. Diese Kennzahlen werden unterschiedlichen Betrachtungsebenen zugeordnet und teilweise miteinander verknüpft. Wie bereits im Grundlagenteil im Rahmen der Benchmarking Methode dargestellt, ist die Aggregation und Fokussierung auf eine einzige Kennzahl zur Messung der Innovationsproduktivität nicht zielführend. Stattdessen werden unterschiedliche Kennzahlen betrachtet, die in der Gesamtsicht eine vernünftige Interpretation über den Stand der Innovationsproduktivität im Unternehmen ermöglichen sollen.

Zur Analyse und Simulation der Wirkzusammenhänge zwischen den Kennzahlen der Innovationsproduktivität und den finanzwirtschaftlichen Kennzahlen wird ein **System Dynamics** Modell entwickelt. Das Modell wird aus Teilmodellen aufgebaut; diese Teilmodelle werden über ein Wertmodell verknüpft, das die Teilmodelle auf der Ebene von Finanzkennzahlen verbindet.

Um Einfluss auf das zuvor gemessene Niveau der Innovationsproduktivität zu nehmen, werden verschiedene Kompetenzen diskutiert, welche die Innovationsproduktivität beeinflussen können. Unterschieden werden die **Kompetenzen** in solche, die primär output-orientiert (Effektivität) sind, und solche, die in erster Linie input-orientiert (Effizienz) sind. Dadurch wird, abhängig vom zuvor ermittelten Potenzial, eine gezieltere Steigerung der Innovationsproduktivität möglich. Da die Ebene der Kompetenzen teilweise zu abstrakt für die spätere Ableitung von konkreten Entscheidungen und Handlungsempfehlungen ist, werden die Kompetenzen durch mehrere relevante Fähigkeiten auf einer Subebene detailliert.

In der vorliegenden Konzeption der Analysemethodik richtet sich diese bewusst an alle involvierten Funktionen (Entwicklung, Marketing / Vertrieb, Service, Produktion, Logistik, IT), die einen Beitrag zur Steigerung der Innovationsproduktivität leisten können. Eine isolierte Betrachtung würde unweiger-

lich zu suboptimalen Lösungen führen und die Akzeptanz von aus der Analysemethodik abgeleiteten Entscheidungen schmälern. Vor diesem Hintergrund ist auch eine Unterstützung durch das Top-Management wichtig. In der Praxis würde die Methodik insbesondere die Arbeit von Projektleitern für Entwicklungsprojekte unterstützen, die mittlerweile häufig ein interdisziplinäres Team verantworten. Angewendet als regelmäßig verwendetes „Monitoring-Tool“, könnten insbesondere Entwicklungsleiter, Chief Technology Officers (CTO) oder unterstützende Funktionen (Planung, Qualitätsmanagement etc.) davon profitieren.

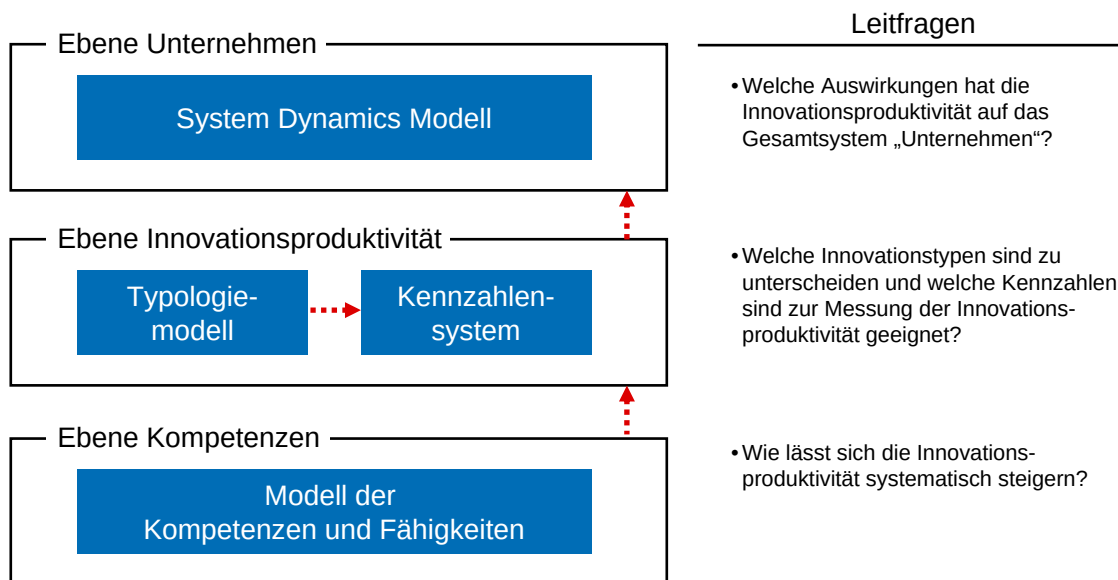


Abbildung 5.11: Lösungsansatz und Konzeption der Analysemethodik

5.2.3 Zwischenfazit zur Konzeption

Ausgehend von Defiziten in der Praxis und der Zielsetzung der vorliegenden Arbeit wurden formale und inhaltliche Anforderungen an die Methodik formuliert. Verschiedene Modelltypen von Analysemethoden wurden diskutiert. Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt entsprechend auf der Entwicklung einer Erklärungsmethodik.

Vorüberlegungen zur ressourcenorientierten Sichtweise wurden bereits mit

der Kernkompetenzanalyse im Grundlagenkapitel motiviert. Dadurch wird die Lücke zwischen „harten“ Kennzahlen und „weichen“ Fähigkeiten geschlossen. Darüber hinaus wurden die Vorteile einer rigorosen Modellierung mit dem System Dynamics Ansatz dargestellt, um die Wirkzusammenhänge zwischen Innovationsproduktivität und Finanzkennzahlen gründlicher analysieren zu können.

Mit Hilfe von quantitativen Studien wurden das Thema und das Grobkonzept der Methodik auf empirischem Weg motiviert und abgeleitet. Die Formulierung des Grobkonzepts wurde entsprechend auf drei Ebenen vorgenommen, die im Kontext zueinander beschrieben wurden. Die Teilmodelle der Methodik wurden vorgestellt und verknüpft, um die anschließende Detaillierung zu erleichtern. Modelltheorie, Systemtechnik und Modellierungsmethoden wurden bereits im Grundlagenkapitel ausführlich erörtert und unterstützen ebenfalls die nachfolgende effiziente Detaillierung der Methodik. Mit dem Grobkonzept wurde ein Rahmen aufgebaut, der eine anwendungsorientierte Interpretation und Vertiefung ermöglicht. Dieser Rahmen wird im folgenden Kapitel in den einzelnen Teilmodellen inhaltlich ausgestaltet.

6 Detaillierung der Analysemethodik der Innovationsproduktivität

„Das Aufholen von Produktivitätsnachteilen oder die Erarbeitung einer führenden Produktivitätsposition ist mit einer Vorlaufzeit von einigen Jahren verbunden“. (Abbeglen, 1985) „Wie bei jeder Kennzahl gewinnt man sinnvolle Aussagen über Produktivität nur durch Vergleiche“.(Davis, 1978)

Entsprechend der Konzeption im vorherigen Kapitel wird die Detaillierung der Analysemethodik der Innovationsproduktivität in vier Teilschritten durchgeführt. Zunächst wird ein Bezugsrahmen für die Kompetenzen und Fähigkeiten zur Steigerung der Innovationsproduktivität vorgestellt und exemplarisch mit relevanten Fähigkeiten gefüllt. Dadurch wird auf der Ebene von Fähigkeiten und Kompetenzen die Identifizierung von Fähigkeitslücken in Bezug auf die Innovationsproduktivität möglich.

Im zweiten Teil wird ein Typologiemodell vorgestellt, das die Unterscheidung von Innovationsprojekten unterstützt. Das anschließende Kennzahlensystem der Innovationsproduktivität (dritter Teil) kann so vor dem Hintergrund der jeweiligen Projekttypen interpretiert werden.

Auf der Ebene des Unternehmens wird im vierten Teil ein System Dynamics Modell entwickelt, um den Bezug zwischen der Innovationsproduktivität und der Leistungsfähigkeit des Unternehmens herzustellen.

6.1 Identifizierung von Fähigkeitslücken

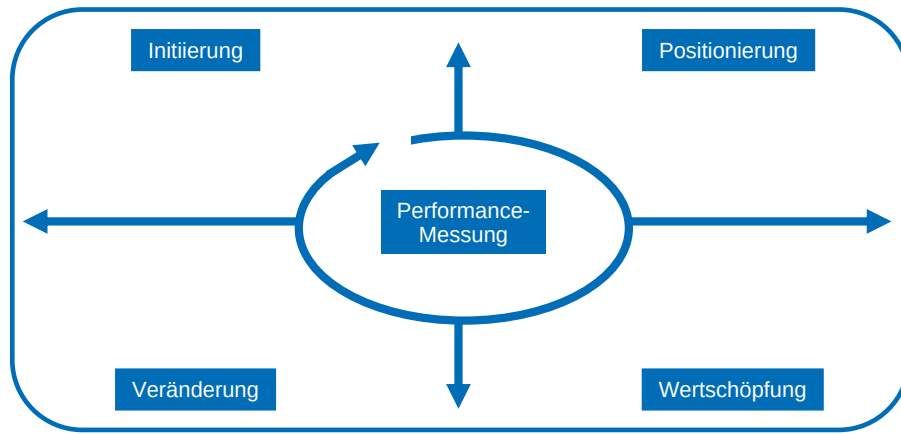
Der Rahmen für die Fähigkeits- und Kompetenzdiskussion lehnt sich an den General Management Navigator nach MÜLLER-STEWENS und LECHNER an - vgl. Abbildung 6.1.¹ An erster Stelle steht die *Initiierung*, in der Impulse aus dem Unternehmen oder seinem Umfeld genutzt werden, um Initiativen zur Beeinflussung des Unternehmens zu starten. In der anschließenden Phase der *Positionierung* wird das Verhältnis zu den Stakeholdern festgelegt und entsprechend Position bezogen. Während der Phase der *Wertschöpfung* wird das Innenverhältnis durch Konstituierung der wertschöpfenden Prozesse ausgestaltet. Die Phase der *Veränderung* sorgt für die operative Wirksamkeit der Initiativen und schließt durch Verbesserungsanstrengungen den Kreis zur Initiierung. Das fünfte Element behandelt die Performance Messung, die explizit im übernächsten Unterkapitel (Kennzahlensystem) behandelt wird.

Die Kompetenz „Prozessorientierung“ wird beispielsweise durch die Fähigkeiten „Lean Thinking“, „Risikomanagement“, „Prozessverantwortung“ und „kontinuierliche Verbesserung“ beschrieben. Die Fähigkeit zu „Lean Thinking“ verankert die Prinzipien für eine stärkere Prozessorientierung sowie die Vermeidung von Verschwendung und setzt dadurch die entsprechenden Impulse in der Initiierungsphase. Die Fähigkeit zum „Risikomanagement“ bezieht die verschiedenen Teilnehmer am Produktentstehungsprozess mit ein und legt eine adäquate Risikostrategie fest, die dann entsprechend umgesetzt wird. Die Ausgestaltung der wertschöpfenden Prozesse während der Wertschöpfungsphase wird maßgeblich durch die Fähigkeit zur Implementierung von „Prozessverantwortung“ unterstützt - die Prozessverantwortlichen treiben und verbessern die entsprechenden Prozesse. Die Fähigkeit zur „kontinuierlichen Verbesserung“ ist Gegenstand der Veränderungsphase, in der durch entsprechende kontinuierliche Verbesserungsanstrengungen die operative Wirksamkeit der Initiativen sichergestellt wird - vgl. Abbildung 6.4.

Übertragen auf die Kompetenzdiskussion werden im Folgenden die Kompetenzen zur Steigerung der Innovationsproduktivität durch jeweils vier rele-

¹Vgl. Müller-Stewens, G., Lechner, C., Strategisches Management: wie strategische Initiativen zum Wandel führen, 2005, S. 27 ff.

vante Fähigkeiten auf einer Subebene repräsentiert. Die Fähigkeiten orientieren sich an dem zuvor beschriebenen Rahmen des General Management Navigators und werden exemplarisch für die einzelnen Kompetenzen mit Leben gefüllt.



Vgl. MÜLLER-STEWENS 2005

Abbildung 6.1: General Management Navigator als Bezugsrahmen

Wie bereits in der Konzeption der Analysemethodik erwähnt, lassen sich jeweils vier der insgesamt acht Kompetenzen schwerpunktmäßig entweder der Verbesserung der Effektivitätsposition oder der Verbesserung der Effizienzposition zuordnen. Entsprechend können die Kompetenzen auch als Potenziale aufgefasst werden, im Hinblick auf die Verbesserung der Innovationsproduktivität (Abbildung 6.2). Die Kompetenzen „Prozessorientierung“, „Funktionsübergreifende Teams“, „Kostenorientierung“ und „IT-Nutzung“ zielen primär auf die Verbesserung der Effizienzposition, während „Kundenorientierung“, „Personalentwicklung“, „Technologiekompetenz“ und „Entwicklungskollaboration“ zur Verbesserung der Effektivitätsposition beitragen.

Effektivitätssteigernde und effizienzsteigernde Maßnahmen lassen sich gleichzeitig durchführen, um so möglichst schnell entsprechende Steigerungen der Innovationsproduktivität zu erzielen. Die primär effizienzsteigernden Kompetenzen legen den Schwerpunkt auf die Reduzierung der Inputbasis, während die effektivitätssteigernden Kompetenzen den Output bei zunehmendem Input überproportional steigern.

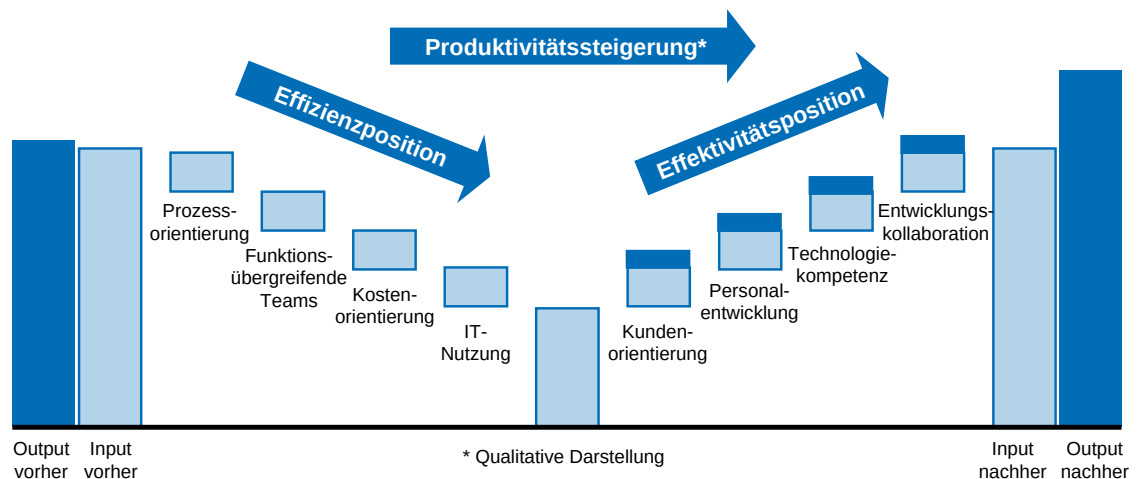


Abbildung 6.2: Steigerung der Innovationsproduktivität

Im Folgenden werden die einzelnen Fähigkeiten exemplarisch detailliert. Ausgangsbasis sind die im Rahmen der Konzeption dargestellten Untersuchungen sowie die einschlägige Literatur.

6.1.1 Prozessorientierung

Das Thema Prozessorientierung wird häufig von der „Lean Philosophie“ nach WOMACK und JONES motiviert.² Lean Management ist demnach keine einzelne Methode, sondern ein Denkansatz bzw. Konzept mit verschiedenen Wirkprinzipien, das im Unternehmen individuell umgesetzt werden muss. Im Zentrum des Lean Managements stehen die Konzentration auf Wertschöpfung und die Eliminierung von Verschwendung. Die konsequente Anwendung von Lean Management führt zur Produktivitätssteigerung.³

Lean Thinking - Das Konzept basiert auf fünf zentralen Schlüsselprinzipien zur Vermeidung von Verschwendung - vgl. Abbildung 6.4 - die aufgrund ihrer Einfachheit weite Verbreitung gefunden haben:⁴

²Vgl. Womack, J. P. et al., Die zweite Revolution in der Autoindustrie: Konsequenzen aus der weltweiten Studie aus dem Massachusetts Institute of Technology, 1992.

³Vgl. Womack, J. P., Jones, D. T., Lean thinking: Ballast abwerfen, Unternehmensgewinne steigern, 2004, S. 7 ff.

⁴Vgl. Womack, J. P., Jones, D. T., Lean thinking: Ballast abwerfen, 2004, S. 23 ff.

Der *Wertschöpfungsstrom* besteht nach WOMACK und JONES aus allen Tätigkeiten, um ein Produkt durch die drei entscheidenden Managementaufgaben in einem Unternehmen zu führen: Produktentwicklung, Informationsmanagement für die Auftragsabwicklung und physische Transformation der Rohstoffe in die Produkte. Der Wertschöpfungsstrom der Produkte oder Produktfamilien muss vom Rohstoff bis zum Kunden bekannt sein, um Verschwendung insbesondere in der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit zu identifizieren.

Auf Basis der definierten Wertströme muss die Wertschöpfung fließen (*Flow-Prinzip*), anstatt durch eine „stapelweise“ Weitergabe an Abteilungsgrenzen unterbrochen zu werden. Die Anwendung des Flussprinzips erfordert ein radikales Umdenken in funktional gegliederten Unternehmen. Die Arbeitspraktiken und Werkzeuge müssen überdacht werden, um jedwede Art von Rückfluss und Stillstand zu unterbinden. In interdisziplinären Produktteams kann sowohl die Produktentwicklung als auch die Auftragsabwicklung deutlich beschleunigt werden.

Das *Pull-Prinzip* verlangt, dass keine Ware oder Dienstleistung von einer vorgelagerten Stufe erzeugt wird, ohne dass diese von einer nachgelagerten Stufe nachgefragt wird. Für die Umsetzung dieses Prinzips ist es erforderlich, auch Waren in kleinen Mengen produzieren zu können. Insbesondere die Rüstaufwendungen in der Produktion müssen hierfür reduziert werden. Die Produktion wird nur auf grober Ebene geplant, der Materialfluss innerhalb der Produktion wird mit dem Pull-Prinzip gesteuert.

Letztes Prinzip ist das Streben nach *Perfektion*. Nach der radikalen Umstellung entsprechend der Lean-Prinzipien (kaikaku) sind die Prozesse im Unternehmen in Form eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (kaizen) zu optimieren. Für die Umsetzung der radikalen und kontinuierlichen Verbesserung ist es entscheidend, dass die Führung die ersten vier Prinzipien konsequent zur Erzeugung eines Bildes der Perfektion anwendet.

Nach sehr guten Erfahrungen mit Lean Management bei der Gestaltung effizienter Produktionssysteme wird die Anwendbarkeit des Konzepts auch für andere Bereiche im Unternehmen bestätigt. Insbesondere im Entwicklungsbe-

reich ist eine Anwendung der Prinzipien möglich.⁵

Risikomanagement - Gerade der Prozess der Produktentstehung ist mit hohen Unsicherheiten behaftet. Eine grundsätzliche Betrachtung von Entwicklungsrisiken in der Projektabwicklung ist daher nützlich, um die Entstehung von Blindleistung im Vorfeld zu vermeiden. Ein entsprechendes Risikobewusstsein ist vielen Firmen allerdings fremd.⁶

LOCH, DEMEYER und PICH haben zahlreiche Projekte analysiert und kommen zu dem Ergebnis, dass unsichere Entwicklungsprojekte unter Umständen eine grundsätzlich andere Herangehensweise erfordern. Unsicherheit wird dazu in die Bereiche „Variation“, „vorhersehbare Unsicherheit“ und „unvorhersehbare Unsicherheit“ klassifiziert.⁷

Während Variation und vorhersehbare Unsicherheit mit klassischen Methoden des Projektmanagements in der Regel abgedeckt werden können („instructionism“), ist dies bei unvorhersehbarer Unsicherheit nicht der Fall. Neben „instructionism“ gibt es zwei weitere grundsätzlich verschiedene Risikostrategien - „learning“ und „selectionism“ - die für Projekte mit unvorhersehbarer Unsicherheit geeignet sind - vgl. Abbildung 6.4.⁸

„Learning“ bedeutet, dass man sich bewusst keiner falschen Sicherheit durch einen detaillierten Projektplan hingibt, sondern Entscheidungen vielmehr fortlaufend aus dem Projekt heraus trifft, da jede Aktivität neue Informationen generiert, die wiederum für die Anpassung von Projektplan, Ressourcen oder Stakeholdern genutzt werden kann. Auch wenn die einzelnen Korrekturen marginal sind, kann der Projektplan am Ende vom ursprünglichen Plan stark abweichen.⁹

„Selectionism“ bedeutet, dass mehrere Lösungsversuche gleichzeitig gestartet werden, mit jeweils unterschiedlicher Lösungsstrategie. Das Ziel ist, dass

⁵Vgl. Ward, A., Liker, J. K., Christiano, J. J., Sobek, D. K., The Second Toyota Paradox: How Delaying Design Decisions Can Make Cars Faster, 1995, S. 51 und Schuh, G., Erfolgsfaktor Lean Innovation - Initiierung eines Veränderungsprozesses bei produzierenden Unternehmen, 2006, S. 7 ff.

⁶Vgl. Schuh, G., Klotzbach, C., Hein, D., Der eigenen Stärken und Schwächen bewusst sein, 2006, S. 10 ff.

⁷Vgl. Loch, C. H., Demeyer, A., Pich, M. T., Managing the Unknown, 2006, S. 95.

⁸Vgl. Loch, C. H., Demeyer, A., Pich, M. T., Managing the Unknown, 2006, S. 141.

⁹Vgl. Loch, C. H., Demeyer, A., Pich, M. T., Managing the Unknown, 2006, S. 103.

zumindest eine Lösungsstrategie ein erfolgreiches Ergebnis liefert.¹⁰ Dieser Ansatz impliziert allerdings, dass sich die erforderlichen Ressourcen mit der Anzahl paralleler Lösungsstrategien multiplizieren.

„Selectionism“ und „Learning“ können für ein Projekt, ein Teilprojekt oder für individuelle Probleme innerhalb eines Projekts angewendet werden. Insbesondere in großen Organisation ist es schwierig, „selectionism“ auf ein gesamtes Projekt anzuwenden, da die „Fehlversuche“ oft als Verschwendung angesehen werden. In Teilbereichen eines Projekts ist dies allerdings einfacher möglich und auch die Kombination mit „learning“ ist denkbar.¹¹

In der Tat gibt es in der Praxis Ansätze der beiden Risikostrategien „selectionism“ und „learning“. Toyota ist dafür bekannt, dass es in der frühen Phase des Produktentstehungsprozesses den Lösungsraum weit offen lässt und bewusst alternative Lösungskonzepte in Form von konkurrierenden Prototypen entwickeln lässt („selectionism“).¹² Ausgewählte Entwicklungspartner haben darüber hinaus die Möglichkeit, mit sehr weichen Spezifikationen vor dem eigentlichen Beginn des Toyota Produktentstehungsprozesses zu experimentieren und Erfahrungen zu sammeln.¹³ Im Toyota-Umfeld wird dabei üblicherweise von „set-based design“ gesprochen.¹⁴

Prozessverantwortung - Zahlreiche Firmen realisieren, dass eine konsequente Prozessorientierung eine entsprechende Verankerung im Unternehmen notwendig macht. Untersuchungen in der deutschen Automobilindustrie und im Maschinen- und Anlagenbau haben gezeigt, dass bereits zahlreiche Firmen Pools aus hauptberuflichen Projektleitern eingerichtet haben, die innerhalb des Produktentstehungsprozesses konkrete Projekte leiten und aufgrund der Verankerung in der Organisation und der entsprechenden Befugnisse für eine effiziente Projektabwicklung sorgen können - vgl. Abbildung 6.3.¹⁵

¹⁰Vgl. Loch, C. H., Demeyer, A., Pich, M. T., Managing the Unknown, 2006, S. 124.

¹¹Vgl. Loch, C. H., Demeyer, A., Pich, M. T., Managing the Unknown, 2006, S. 142 f.

¹²Vgl. Ward, A., Liker, J. K., Christiano, J. J., Sobek, D. K., The Second Toyota Paradox: How Delaying Design Decisions Can Make Cars Faster, 1995, S. 51.

¹³Vgl. Ward, A., Liker, J. K., Christiano, J. J., Sobek, D. K., The Second Toyota Paradox: How Delaying Design Decisions Can Make Cars Faster, 1995, S. 54.

¹⁴Vgl. Ward, A., Liker, J. K., Christiano, J. J., Sobek, D. K., The Second Toyota Paradox: How Delaying Design Decisions Can Make Cars Faster, 1995, S. 51 ff.

¹⁵Vgl. WZL-Studie, Forschung und Entwicklung managen, 2005.

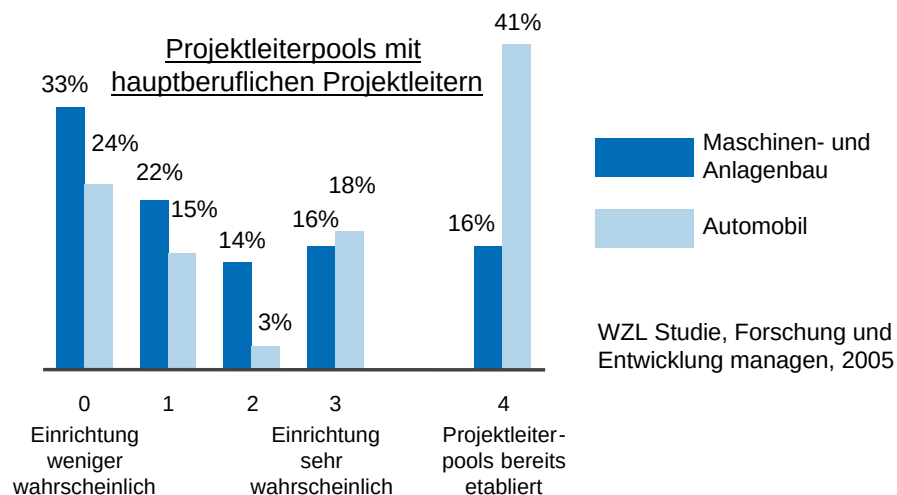


Abbildung 6.3: Professionalisierung von Prozess- und Projektmanagement

Um die Möglichkeit zur Verbesserung der definierten Prozesse im Unternehmen zu nutzen, gibt es häufig einen „Process Owner“, der für den entsprechenden Prozess und dessen Verbesserung verantwortlich ist und als Ansprechpartner für andere Beteiligte zur Verfügung steht:¹⁶

Bei Dräger Safety orientiert sich die permanente Überprüfung und gegebenenfalls Anpassung des Entwicklungsprozesses am Ansatz der European Foundation for Quality Management (EFQM-Modell). Die Verbesserung des Entwicklungsprozesses ist einem verantwortlichen Process Owner zugeordnet, der das Vorgehen festlegt (approach), die Umsetzung koordiniert (deployment) und die Prozessverbesserung bewertet (assessment and review).

Kontinuierliche Verbesserung - Der Anspruch der Perfektion wurde bereits mit der Fähigkeit zum „Lean Thinking“ initiiert und motiviert. Umgesetzt wird dieser Aspekt in der Regel durch Ansätze zur kontinuierlichen Prozessverbesserung.

Die Bezeichnung „Kontinuierlicher Verbesserungsprozess“ (engl. Continuous Improvement Process) ist abgeleitet vom japanischen Wort „Kaizen“. Wörtlich übersetzt bedeutet Kai „Veränderung“ oder „Wandel“ und Zen „zum Guten“

¹⁶Vgl. WZL-Studie, Erfolgreiches Standortmanagement von Forschung und Entwicklung, 2006.

oder „zum Besseren“, also Veränderung zum Besseren oder entsprechend dem japanischen Wortverständnis Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP).¹⁷

Kaizen hat seine Ursprünge im Qualitätsmanagement in Japan in der Nachkriegszeit. Dort entstanden unter dem Druck großer Qualitätsprobleme und einer ungünstigen Wettbewerbssituation in den 1950er Jahren Methoden und Verfahren, die in dem heute als Kaizen bezeichneten Prinzip mündeten.¹⁸ Der Begriff Kaizen wurde vor allem von IMAI geprägt.¹⁹

Kaizen wird als eine der wesentlichen Grundlagen der Leistungsfähigkeit japanischer Unternehmen angesehen²⁰ und hat in verschiedenen Formen Einzug in das Management amerikanischer und europäischer Firmen gehalten, beispielsweise als Element von Qualitätsaudits.

Verbesserungsaktivitäten im KVP können stets nach dem gleichen Schema beschrieben werden. Dieses Schema wird PDCA-Kreislauf oder Deming Rad, nach seinem Urheber, genannt.²¹ Der Kreislauf besteht aus den vier Schritten Planen, Durchführen, Checken und Aktion. Der Kontinuierliche Verbesserungsprozess in einem Unternehmen besteht aus einer Vielzahl von PDCA-Kreisläufen, die immer wieder durchlaufen werden. Im Grundverständnis des KVP ist kein Zustand gut genug, um nicht mehr verbesserungswürdig zu sein.²² Eine Variante des PDCA-Kreislaufes ist der SDCA-Kreislauf, in dem das Planen durch Standardisieren ersetzt ist. Diese Variante wird bei einem noch nicht standardisierten Prozess verwendet, bei dem zunächst ein Prozessstandard erarbeitet werden muss. Erst dadurch kann der PDCA-Kreislauf zur Verbesserung durchlaufen werden.²³

Die Kompetenz **Prozessorientierung** lässt sich durch die Fähigkeiten „Lean

¹⁷Vgl. Howaldt, J., Kopp, R., Winther, M., Kontinuierlicher Verbesserungsprozess: KVP als Motor der lernenden Organisation, 1998, S. 240.

¹⁸Vgl. Gábor, S. O., Management "Geheimnis"Kaizen: Der japanische Weg zur Innovation, 1994, S. 9 f.

¹⁹Vgl. Imai, M., Kaizen: der Schlüssel zum Erfolg der Japaner im Wettbewerb, 1992, S. 5 ff. und Schweitzer, G., Kostenorientierte Produktoptimierung, 2000, S. 19 f.

²⁰Vgl. Gendo, F., Konschak, R., Mythos Lean Production: die wahren Gründe des japanischen Erfolgs, 1999, S. 42 f.

²¹Vgl. Gábor, S. O., Management "Geheimnis"Kaizen: Der japanische Weg zur Innovation, 1994, S. 35.

²²Vgl. Colenso, M., Kaizen strategies for successful organisational change: enabling evolution and revolution in the organization, 2000, S. 82.

²³Vgl. Imai, M., Kaizen: der Schlüssel zum Erfolg der Japaner im Wettbewerb, 1992, S. 19 f.

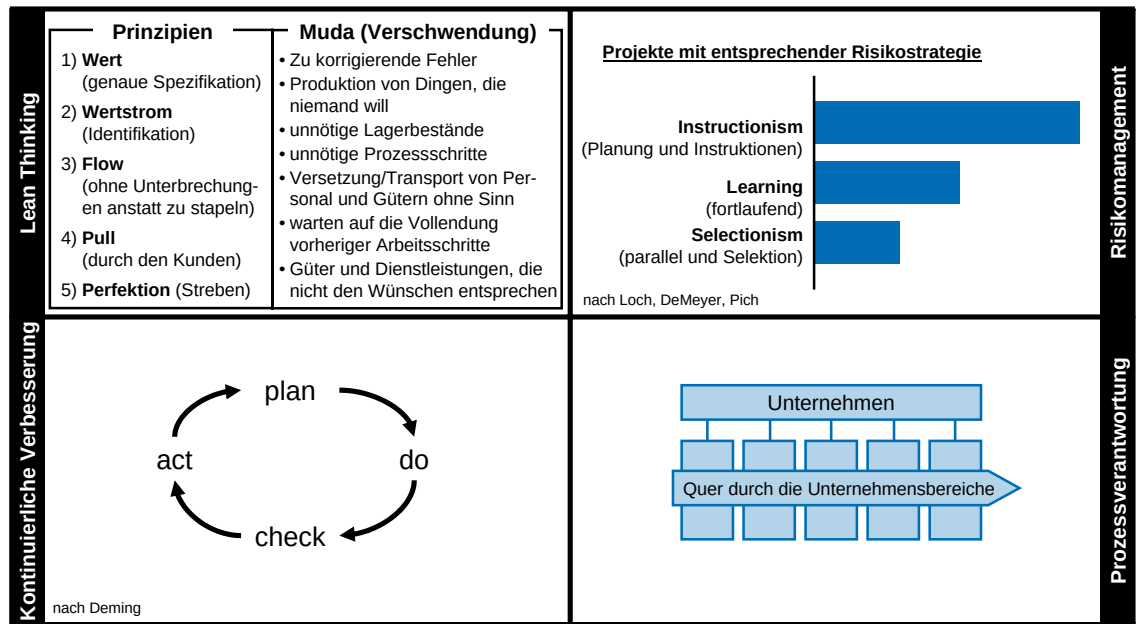


Abbildung 6.4: Fähigkeiten zur Unterstützung der Prozessorientierung

Thinking“, „Risikomanagement“, „Prozessverantwortung“ und „kontinuierliche Verbesserung“ beschreiben (vgl. Abbildung 6.4). Für die Initiierung sind klare Prinzipien als Grundlage der Prozessorientierung erforderlich. Das Risikoprofil der betrachteten Projekte legt die Positionierung innerhalb der grundsätzlichen Risikostrategien fest. Dem Wertschöpfungsaspekt wird durch klare Prozessdefinition und Verantwortlichkeiten („Process Owner“) Rechnung getragen und die kontinuierliche Verbesserung sorgt für die permanent notwendige Veränderung.

6.1.2 Funktionsübergreifende Teams

In der Tat konnte die Relevanz von erfolgreichen „Cross-functional Teams“ auch in der empirischen Studie „Innovationsagenda 2006“ nachgewiesen werden. Gefragt nach der Fähigkeit zur Bildung von *funktionsübergreifenden Teams* im Unternehmen (0: Fähigkeit nicht existent; 4: sehr stark ausgeprägte Fähigkeit), haben die Unternehmen mit hoher *Projektzuverlässigkeit* diese Fähigkeitsbeherrschung im Durchschnitt mit 3,4 angegeben. Die nach Projektzuver-

lässigkeit weniger erfolgreichen Unternehmen haben die Beherrschung dieser Fähigkeit signifikant niedriger mit 2,6 im Durchschnitt angegeben.²⁴ Da es sich bei „funktionsübergreifenden Teams“ eher um ein abstraktes Konzept handelt, soll im weiteren Verlauf von einer Kompetenz gesprochen werden. Die konstituierenden Bestandteile (Fähigkeiten) werden im Folgenden dargestellt.

Teamintegration - Viele Unternehmen haben funktionsübergreifende Teams etabliert, sind mit dem Ergebnis aber nicht zufrieden. Zahlreiche organisatorische Hindernisse müssen überwunden werden.²⁵ Der Leiter eines entsprechenden Teams hat weniger Macht als die funktionale Unternehmensleitung, muss aber erfolgreich die unterschiedlichen Funktionen in einem motivierenden Verbund vereinen. Personen, die von den Teamergebnissen profitieren, sollten konsequent als Schlüsselpersonen für ein Projekt identifiziert werden. Andererseits darf ein Team nicht zu groß werden, um effizient arbeiten zu können. Die Unterstützung durch das Management und ausreichende Kapazitäten für das Team werden häufig als Erfolgsfaktor genannt.²⁶

Virtuelle Teams - Nach ORLIKOWSKI sind virtuelle Teams eine spezielle Form betrieblicher Arbeitsgruppen, die im Gegensatz zu nicht-virtuellen Teams überwiegend dezentral zusammenarbeiten und zur Kommunikation überwiegend elektronische Kommunikationsmedien einsetzen.²⁷

Ein etabliertes Konzept zur Wahl des richtigen Kommunikationsmediums zwischen verteilten Teammitgliedern ist die Media-Richness Theorie.²⁸ Untersuchungen von DAVENPORT zur durchschnittlichen Informationsverarbeitungszeit, aufgeteilt auf die verschiedenen Medien, ergaben, dass das Medium E-Mail fast 50 Prozent der Informationsverarbeitungszeit in der Kommunikationszeit

²⁴Vgl. WZL-Studie, Innovationsagenda 2006, 2004. Projektzuverlässigkeit wurde als prozentualer Durchschnittswert von on time, on budget und on target cost gemessen.

²⁵Vgl. Denison, D. R., Hart, S. L., Kahn, J. A., From Chimneys to Cross-Functional Teams. Developing and Validating a Diagnostic Model, 1996, S. 1006 ff.

²⁶Vgl. Mcdonough, E. F., Investigation of Factors Contributing to the Success of Cross-Functional Teams, 2000, S. 221, Parker, G. M., Cross-functional teams: working with allies, enemies and other strangers., 2003, S. 12 ff.

²⁷Vgl. Orlikowski, B., Management virtueller Teams: der Einfluss der Führung auf den Erfolg, 2002, S. 10 ff.

²⁸Vgl. Draft, R. L., Lengel, R. H., Information richness: a new approach to managerial behavior and organizational design, 1984, S. 191 ff.

verschlingt - vgl. Abbildung 6.5.²⁹

Die Produktivität in der Zusammenarbeit virtueller Teams berechnet ORLIKOWSKI aus der potenziellen Leistung abzüglich Prozessverlusten und zuzüglich Prozessgewinnen. Prozessverluste resultieren häufig aus Motivations- und Koordinationsverlusten, die beispielsweise durch Anonymität und verringerte soziale Kontrolle entstehen können. Prozessgewinne entstehen in erster Linie durch die Bündelung von Fähigkeiten und die stärkere Transparenz über individuelle Leistungen bis hin zum Wettbewerbsstreben nach Anerkennung.³⁰ Die Risiken in der Teamzusammenarbeit, die sich beispielsweise in Prozessverlusten äußern können, sind laut SENCAR kontextgebunden und abhängig vom jeweiligen Führungssystem, das die Risiken beeinflussen kann.³¹

Ad-hoc Communities - Die Geschwindigkeit und Effizienz, mit der effektive Teams zusammengebracht werden können um Probleme zu lösen, wird als erfolgskritisch für moderne Organisationen betrachtet. Aus dieser Herausforderung heraus werden nicht selten Headhunter damit beauftragt, komplette Teams zusammenzustellen, anstatt einzelne Experten aufzuspüren.³² Beispielsweise wird das Betriebssystem Linux gemeinschaftlich als sogenanntes „open-source software“ Projekt entwickelt.³³ Trotz höchster Sicherheitsanforderungen haben sich 20 Softwareentwickler aus unterschiedlichen Zeitzeonen, die für unterschiedliche Firmen arbeiten, ad hoc zusammengefunden, um fernab ihrer eigentlichen Arbeitsbeschreibung eine Barriere gegen einen Linux-Virus zu entwickeln. Das Projekt konnte innerhalb von 29 Stunden erfolgreich abgeschlossen werden.

Die Autoren sind sich einig, dass sich in solchen Communities „Leadership“ in erster Linie aus der Fähigkeit zu vorbildlichem Lösungsbeitrag von Prakti-

²⁹Vgl. Davenport, T. H., Thinking for a living : how to get better performance and results from knowledge workers, 2005.

³⁰Vgl. Orlikowski, B., Management virtueller Teams: der Einfluss der Führung auf den Erfolg, 2002, S. 15 ff.

³¹Vgl. Sencar, P., Innovationsorientiertes Team-Management im Rahmen eines Management-Konzeptes für Zeiten turbulenten Wandels: eine vernetzte, empirische Untersuchung am Beispiel der High-Tech-Industrie, 1999, S. 167.

³²Vgl. o.V., The new organisation: A survey of the company, 2006, S. 15 ff.

³³Vgl. o.V., The new organisation: A survey of the company, 2006, S. 15 mit Verweis auf Philip Evans und Bob Wolf.

kern ableitet.³⁴ Nicht selten geht einer gut funktionierenden Zusammenarbeit über große Distanz ein „face-to-face“ Kontakt voraus, um den Grundstein für eine vertrauensvolle Zusammenarbeit zu legen.³⁵

Informelle Netzwerke - Effiziente „Wissensarbeiter“ investieren in den Aufbau und die Pflege von Beziehungen, die über die Zeit von gegenseitigem Nutzen sind und die Möglichkeiten und Ressourcen bei Bedarf unmittelbar verfügbar machen.³⁶ Neben der erfolgreichen ad-hoc Teamzusammenarbeit interessieren sich demnach Unternehmen verstärkt für die informellen Netzwerke ihrer Mitarbeiter, die indirekt nicht selten einen entscheidenden Beitrag am Projekterfolg haben. Besonders wertvoll sind dabei die sogenannten Informationsbroker³⁷, die Ideen innerhalb der Firma zusammenbringen. Diese Personen gelten als Schlüsselfiguren für die über Funktionsgrenzen hinweg funktionierende Zusammenarbeit. Insgesamt geht die Organisationsforschung davon aus, dass die Arbeitsstrukturen der Zukunft netzwerkartig ausgebildet sein werden.³⁸

Für bedeutende Themen im Unternehmen wird häufig der Versuch unternommen, informelle Netzwerke in bestimmten thematischen Communities zu kanalisieren - beispielsweise „best practice communities“, „innovation communities“ etc. Communities oder „practice center“ sind in Beratungsunternehmen seit langem üblich und werden von den Mitarbeitern und Kunden gleichermaßen als wichtige Säule zur Wertschöpfung angesehen.³⁹

Die Kompetenz *funktionsübergreifende Teams* (vgl. Abbildung 6.5) wird durch die „Teamintegration“ initiiert, indem ein Selbstverständnis für die Teamorganisation im Unternehmen verankert wird. Die geographische Verteilung der Mitarbeiter und die Kommunikationsaufgaben legen die adäquate Form der Zusammenarbeit in den „virtuellen Teams“ fest. Neben der etablierten Projektorganisation unterstützen „Ad-hoc communities“ die Wertschöpfung. „Informelle Netzwerke“ der Mitarbeiter sind dynamisch und haben Einfluss auf die

³⁴Vgl. o.V., The new organisation: A survey of the company, 2006, S. 15 ff.

³⁵Vgl. o.V., The new organisation: A survey of the company, 2006, S. 16.

³⁶Vgl. Cross, R., Davenport, T. H., Cantrell, S., The social side of performance, 2003, S. 20.

³⁷In Anlehnung an Brian Uzzi von der Kellogg Business School - vgl. o.V., The new organisation: A survey of the company, 2006, S. 16.

³⁸Vgl. Milberg, J., Erfolg in Netzwerken, 2002, S. 5.

³⁹Vgl. Wenger, E., Mc Dermott, R., Snyder, W., Cultivating communities of practice: a guide to managing knowledge, 2002, S. 76 f. und S. 161 ff.

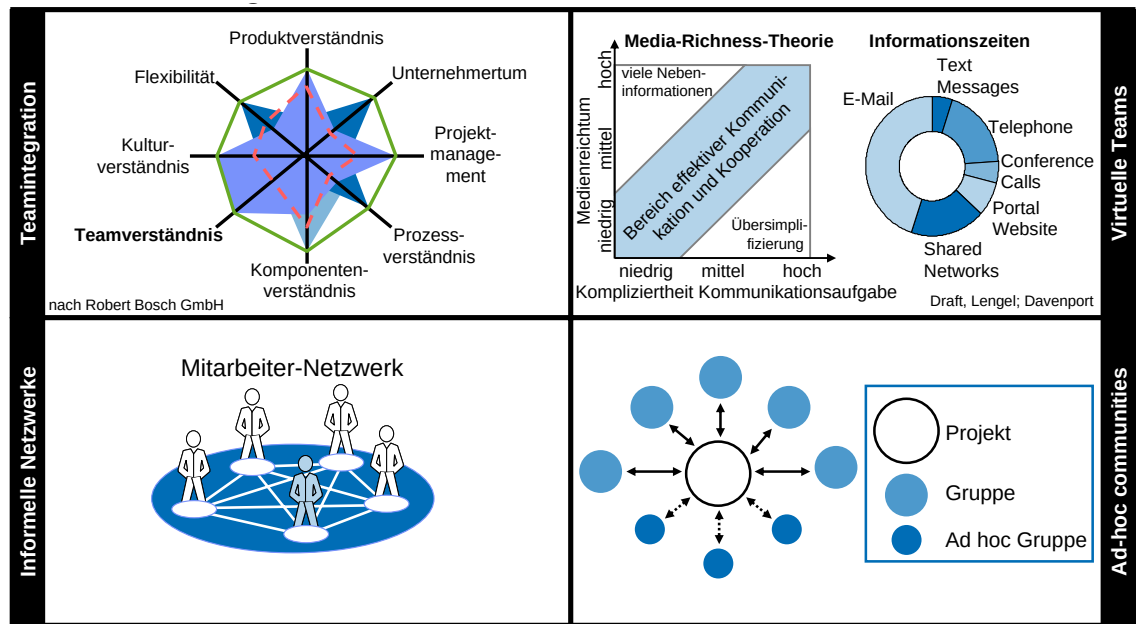


Abbildung 6.5: Fähigkeiten zur Unterstützung von funktionsübergreifenden Teams

zukünftige Teamorganisation.

6.1.3 Kostenorientierung

Während die Prozessorientierung die Verbesserung von Prozessen zum Gegenstand hat, steht im Rahmen der Kostenorientierung die Realisierung von Produktkostenpotenzialen im Vordergrund.

Design to Cost - In zahlreichen Branchen ist die Vermeidung von Funktionsübererfüllung (Over-Engineering) eine Herausforderung. Dieser zu begegnen macht eine konsequente Fokussierung auf die tatsächlich vom Kunden benötigten Produkteigenschaften erforderlich. Anstatt geduldig die umfangreichen Spezifikationen der Kunden bis in alle Details umzusetzen, ist das Selbstverständnis als mitdenkender Problemlöser gefragt, der systematisch Anforderungen hinterfragt und den Gestaltungsspielraum zur konsequenten Kostenoptimierung nutzt. Die gründliche Analyse fördert nicht selten große Kostensprünge zu Tage - vgl. Abbildung 6.7.

Eine Analyse der Bearbeitungssituationen bei ThyssenKrupp MetalCutting

hat gezeigt, dass eine Reduktion der ursprünglich spezifizierten Spindelleistung unter Ausnutzung des Kostensprungs nur unwesentlichen Einfluss auf die Bearbeitungsaufgabe hat. Die Kosten sind allerdings für die beiden Baugruppen Motor und Umrichter deutlich geringer. Von diesem Kostenvorteil profitiert letztlich auch der Kunde.⁴⁰

Neben der konsequenten Ausnutzung von bestehenden Kostensprüngen ist die Simplifizierung ein weiterer Hebel. Das Verlangen, alles Denkbare zu berücksichtigen und alle möglichen Optionen vorzusehen, schafft eine Komplexität, die sowohl die Prozesse verlangsamt als auch die Verfügbarkeit senkt und die Kosten erhöht. Die Funktionsorientierung als Kernelement der Simplifizierung reduziert Produkte oder Baugruppen auf die minimal erforderlichen Komponenten und Eigenschaften, ohne sonstige Randbedingungen zu berücksichtigen. Diese Minimallösung wird dann schrittweise an den Stand der Technik angepasst, bis ein wirtschaftliches Optimum erreicht wird. Das „Down Sizing“ bestehender Lösungen ist oft weniger geeignet, da in der Regel eine Vielzahl an Randbedingungen mit übertragen wird, die die Orientierung auf die Funktion erschweren.

Die Entwicklung der STARline-Baureihe für die spanende Bearbeitung in verketteten Fertigungsstraßen durch ThyssenKrupp MetalCutting erfolgte ohne die Berücksichtigung von externen Spezifikationen der Automobilhersteller. So wurden z.B. die Hydraulikleitungen durch Schläuche realisiert und nicht wie bislang gefordert durch Edelstahl-Verrohrungen. Um den Installationsaufwand zusätzlich zu reduzieren, wurde eine dezentrale Hydraulik eingesetzt, die ihre Zuverlässigkeit seit langer Zeit in Gabelstaplern unter Beweis gestellt hat. Die Einhausung verzichtet auf Schiebetüren für den Wartungsbereich, stattdessen werden geschraubte Steckbleche verwendet. Die Führungen der Vorschubachsen besitzen ein integriertes magnetisches Messsystem, das zum einen preisgünstiger als die bislang üblichen direkten Messsysteme ist und das zudem nicht gesondert montiert und ausgerichtet werden muss. Durch diese Maßnahmen konnten die Kosten für die Standardmaschinen deutlich gesenkt werden.⁴¹

⁴⁰Vgl. Assmus, D., Bauer, P., Brecher, C., Eversheim, W., Güthenke, G., Nonn, C., Meidlinger, R., Paulukuhn, L., Ritz, P., Schuh, G., Stahuber, A., Weisbecker, L., Winkler, H., Lean Products. Maximierung von Kundennutzen und Skaleneffekten., 2005, S. 68 f.

⁴¹Vgl. Assmus, D., Bauer, P., Brecher, C., Eversheim, W., Güthenke, G., Nonn, C., Meidlinger, R.,

Standardisierung - Der Aufbau von Produkten sollte idealerweise so erfolgen, dass alle Grundfunktionen durch erprobte Standardteile abgedeckt werden und nur für differenzierende Teile produkt- oder kundenspezifische Lösungen angefertigt werden. Ein sinnvoller Kompromiss hinsichtlich Anforderungsabdeckung und Kosten ist dabei anzustreben. Plattformen oder Baukästen, die zu viele Optionen vorsehen, können leicht zu kostspielig werden und „Economies of Scale“ im Wege stehen. Die Festlegung von Kommunalitätszielen und entsprechenden Geboten und Verboten in Bezug auf Normteile oder Komponenten schafft Transparenz und unterstützt die Erreichung von Kostenpotenzialen.

Ein Beispiel stellt das Core-Product-Portfolio von Johnson Controls dar. Ziel ist die Standardisierung von Teilen, die Grundfunktionalitäten der Produkte abdecken. In Bild 6.7 ist das Core-Product-Portfolio für den Bereich Autositze dargestellt. Das Portfolio setzt sich aus Primärteilen, parametrisierten (skalierbaren) Teilen, kundenindividuellen Teilen und Standardteilen zusammen. Bei den Primärteilen wie z.B. der Lehneneinstellung wird eine kundenneutrale Übernahme angestrebt. Bei der Herstellung der Sitze stellen insbesondere die Stanzbiegewerkzeuge für die Metallteile einen wesentlichen Kostenblock dar. In den Primärteilen werden die Basisfunktionen abgebildet, so dass eine kundenindividuelle Anfertigung keine Differenzierungsmerkmale liefert. Die parametrisierten Bauteile wie z.B. Seitenteile oder Querträger können über die Veränderung einzelner Parameter an die Kundenbedürfnisse angepasst werden. Für die parametrisierten Teile stehen entsprechende Vorlagen zur Verfügung. Die parametrisierten Teile werden auch in anderen Kundenprojekten eingesetzt, sodass der Grad der Wiederverwendung deutlich höher ist als bei kundenindividuellen Teilen. Kundenindividuell werden alle Teile angefertigt, die für den Endkunden sichtbar sind und zur Markenidentität beitragen. Dies sind z.B. alle geschäumten Teile und Zierleisten an den Sitzen. Für die kundenindividuellen Teile existieren ebenfalls Vorlagen für die Schnittstellen zu den anderen Teilen. Weiterhin gibt es Standardteile, die unverändert in allen Produkten eingesetzt werden.

Paulukuhn, L., Ritz, P., Schuh, G., Stahuber, A., Weisbecker, L., Winkler, H., Lean Products. Maximierung von Kundennutzen und Skaleneffekten., 2005, S. 68 f.

Johnson Controls unterscheidet zwischen einer neuen Sitzstruktur, einem Applikationsdesign und einem Kerndesign als mögliche Auftragsarten, wobei die neue Sitzstruktur das aufwändigste Projekt darstellt. Ein Kerndesign ist vollständig im Core-Product-Portfolio abgebildet und wird nach Spezifikationen von Johnson Controls entwickelt. Hierdurch können bei gleichem Kundennutzen ca. 50% der Entwicklungsaufwendungen gegenüber einer Neuentwicklung eingespart werden. Das Applikationsdesign stellt einen Mittelweg zwischen den beiden Extremen dar und wird auf Basis des Kerndesigns entwickelt.⁴²

Design to Manufacture - Bei extern vorgegebenem Vielfaltsniveau gilt es, die internen Handlungsspielräume bei der Gestaltung des Produktprogramms und der Geschäftsprozesse zu nutzen.⁴³ Der Grad der Strukturierung von Leistung und Prozessen beeinflusst sich dabei wechselseitig, wie Abbildung 6.6 verdeutlicht.⁴⁴ Schwierig und häufig nicht sinnvoll wäre demnach ein hoher Standardisierungsgrad bei gleichzeitig stark kundenindividueller Leistungsgestaltung, da hierdurch die Flexibilität unnötig eingeschränkt würde bei gleichzeitig begrenzten Effizienzgewinnen. Meistens ebenfalls wenig sinnvoll ist es, bei vollständig vorstrukturiertem Leistungsprogramm auf Effizienzvorteile durch standardisierte Abläufe zu verzichten.⁴⁵

Neben der grundsätzlichen Abstimmung von Leistungsprogramm und Geschäftsprozessen ist für eine effiziente Wertschöpfung die Auswirkung der Produktstruktur auf die Fertigungs- und Montageschritte zu berücksichtigen und dadurch ein Kompromiss zwischen der funktionsorientierten und der produktionsorientierten Produktstrukturierung zu erzielen. Aus Produktionssicht ist eine möglichst lange standardisierte Produktion anzustreben, bevor kundenindividuelle Komponenten die Anzahl der Varianten stark anwachsen lassen. Häufig entspricht die Grenze zwischen standardisierter und kundenindividueller

⁴²Vgl. Assmus, D., Becker, P., Brecher, C., Eversheim, W., Güthenke, G., Nonn, C., Meidlinger, R., Paulukuhn, L., Ritz, P., Schuh, G., Stahuber, A., Weisbecker, L., Winkler, H., Lean Products. Maximierung von Kundennutzen und Skaleneffekten., 2005, S. 66.

⁴³Vgl. Schuh, G., Produktkomplexität managen: Strategien - Methoden - Tools, 2005, S. 258 mit Verweis auf Benett, S., Komplexitätsmanagement in der Investitionsgüterindustrie, 1999. Statt „Design to Manufacture“ wird häufig auch von „Design to Manufacture and Assembly“ gesprochen.

⁴⁴Vgl. Benett, S., Komplexitätsmanagement in der Investitionsgüterindustrie, 1999, S. 75.

⁴⁵Vgl. Schuh, G., Produktkomplexität managen: Strategien - Methoden - Tools, 2005, S. 259 f.

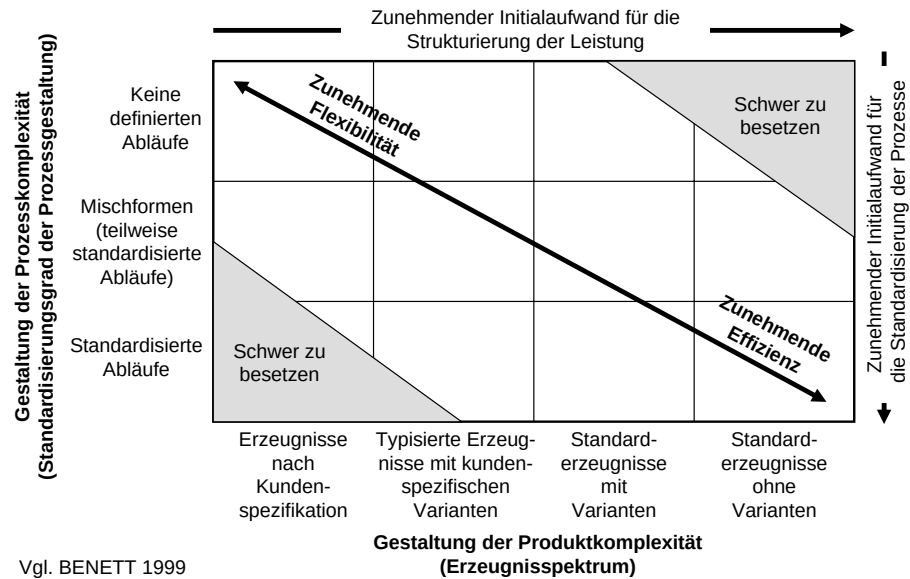


Abbildung 6.6: Optionen bei der Gestaltung von Produkt- und Prozesskomplexität

eller Produktion dem „Order Penetration Point“ (OPP), an dem die Zuordnung zu einem individuellen Kundenauftrag erfolgt.⁴⁶

Die unternehmensübergreifende Optimierung der Herstellbarkeit von Produktdesigns ist das Ziel des Programms „Construction of Cost Competitiveness for the 21st Century“ bei Toyota. In dem Programm werden ca. 170 Komponenten (ca. 90% des Einkaufsvolumens von Toyota) auf ihre Potenziale zur Reduzierung der Kosten durch eine andere Produktgestaltung hin untersucht. Als Benchmark hinsichtlich der Kosten dienen die Produktionskosten in China. Die identifizierten Maßnahmen zielen neben der Entwicklung von standardisierten, mehrfach verwendbaren Produktkomponenten auf die verbesserte Herstellbarkeit in der Fertigung. Die Anzahl der unterschiedlichen Ventilatoren in Klimaanlage konnte in Zusammenarbeit mit dem Zulieferer Denso von 27 auf vier Typen reduziert werden. Durch das Programm konnte Toyota die jährlichen Einsparungen von 1,4 Mrd. Euro auf 2,1 Mrd. Euro steigern, die Einsparungen auf Seiten der Zulieferer noch nicht miteingerechnet. Die Klimaanlage ist so ausgelegt, dass nur eine Fügerrichtung existiert; hierdurch können die Montage-

⁴⁶Vgl. Schuh, G., Produktkomplexität managen: Strategien - Methoden - Tools, 2005, S. 261 ff.

aufgaben leicht zwischen den Stationen ausgetauscht und die Taktzeit abhängig vom geforderten Produktionsvolumen variiert werden.

Variantenmanagement - Das Variantenmanagement ist ein unternehmensübergreifendes Konzept zur Bewältigung der Produktvielfalt im Unternehmen. Wesentliche Phasen in der Planung von Produktvarianten sind mit abnehmendem Kostenreduzierungspotenzial: „Vorbeugen“, „Vermeiden“, „Beherrschen“ und „Abbau / Reduzieren“ von Produktkomplexität - vgl. Abbildung 6.7.⁴⁷ Während der Ideenfindung und Konzeption können Produktstruktur und Produktprogrammbreite in weitem Bereich variiert werden und es können „vorbeugend“ Varianten verhindert werden. Ansätze zur „Vermeidung“ setzen an der Optimierung von Pflichtenheft und Produktstruktur an, die „Beherrschung“ orientiert sich an der effizienten internen Umsetzung der extern festgelegten Komplexität und die „Reduzierung“ sieht auf Basis von Kosten-Nutzen Überlegungen den Abbau von exotischen Varianten vor.⁴⁸ Der Ablauf der Phasen zur Planung von Produktvarianten ist als ein iterativer Prozess zu verstehen, der immer wieder in regelmäßigen Abständen durchlaufen werden sollte, um entsprechende Kostenreduzierungspotenziale zu erschließen.⁴⁹

Es gibt zahlreiche unterstützende Methoden wie den Merkmalbaum oder den Variantenbaum, die in der Variant Mode and Effect Analysis (VMEA) als übergreifender Vorgehensweise integriert sind und die Analyse und Optimierung der Produktvielfalt methodisch unterstützen.⁵⁰

Die Kompetenz **Kostenorientierung** lässt sich mit Hilfe der Fähigkeiten „Design to Cost“, „Standardisierung“, „Design to Manufacture“ und „Variantenmanagement“ beschreiben. „Design to Cost“ initiiert die Kostenorientierung durch Vorgabe der Kostenziele, die Standardisierung klassifiziert die verwendeten Bauteile nach ihrem Standardisierungsgrad und ermöglicht entsprechende Zielsetzungen für die eingesetzten Bauteile. Design to Manufacture legt Wert auf eine frühzeitige Einbindung der Produktion und sorgt so für eine konse-

⁴⁷Vgl. Schuh, G., Produktkomplexität managen: Strategien - Methoden - Tools, 2005, S. 155.

⁴⁸Vgl. Schuh, G., Produktkomplexität managen: Strategien - Methoden - Tools, 2005, S. 154 f.

⁴⁹„Komplexität managen ist wie Haare schneiden“ (Schuh).

⁵⁰Vgl. Schuh, G., Produktkomplexität managen: Strategien - Methoden - Tools, 2005, S. 160 mit Verweis auf Caesar, C., Kostenorientierte Gestaltungsmethodik für variantenreiche Serienprodukte: variant mode and effects analysis (VMEA), 1991.

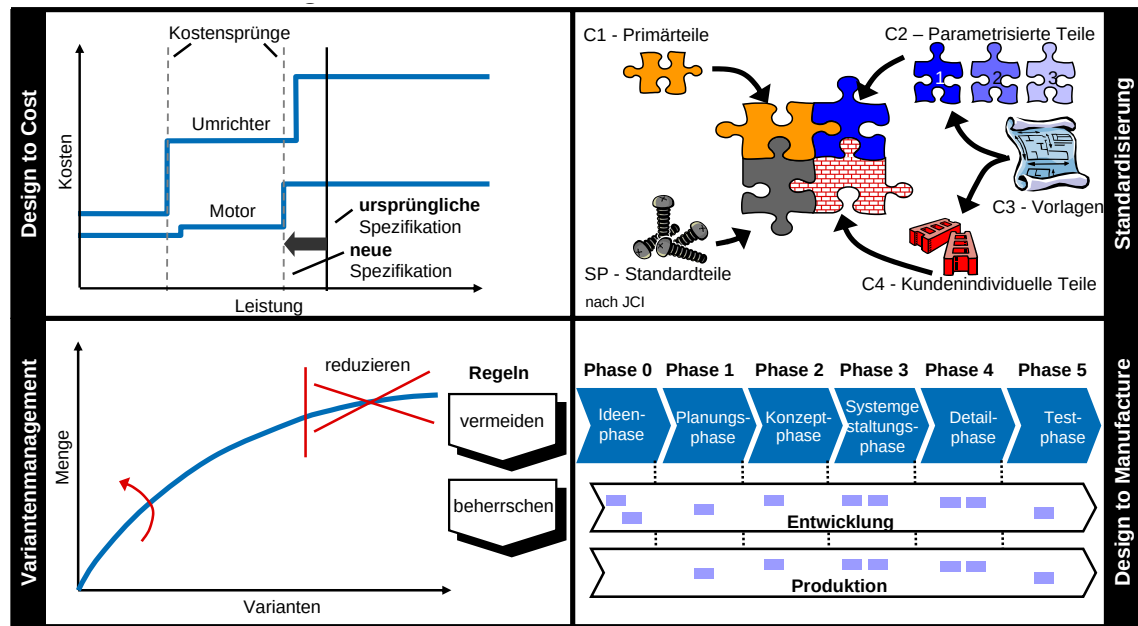


Abbildung 6.7: Fähigkeiten zur Unterstützung der Kostenorientierung

quente Wertschöpfungsorientierung. Das Variantenmanagement ist eine kontinuierliche Aufgabe, die regelmäßig nach Potenzialen zur Reduzierung, Vermeidung und Beherrschung von Varianten sucht und diese realisiert.

6.1.4 IT-Nutzung

Die IT-Nutzung ist die vierte Kompetenz, mit Fokus auf der Verbesserung der Effizienzposition. Im Folgenden werden die einzelnen konstituierenden Fähigkeiten dargestellt.

Product-Lifecycle-Management (PLM) - Die Zielsetzung von PLM besteht darin, die Daten des gesamten Lebenszyklus eines Produktes und seiner Varianten abteilungsübergreifend zu integrieren und konsistent zu verwalten, um die Datenkomplexität zu beherrschen. Insofern wird das „digitale Produkt“ zu einem wichtigen Kernstück des Unternehmens.⁵¹

Zu den verwalteten Informationen gehören Produktstruktur, Geometriemodelle, Konfigurationsregeln, Leistungswerte und Eigenschaften von Bauteilen,

⁵¹Vgl. Schuh, G., Produktkomplexität managen: Strategien - Methoden - Tools, 2005, S. 233.

Materialeigenschaften, verkaufsunterstützende Werkzeuge, Produktionskosten und -preise, Fertigungs-, Montage- und Prüfzeiten etc.⁵²

Single Source of Data - Die erfolgreiche informationstechnische Vernetzung im Unternehmen äußert sich besonders in der Verfügbarkeit wichtiger Produkt-, Prozess- und Projektdaten für alle Beteiligten.⁵³ Die Verwendung einer einzigen Produktdatenquelle hat den Vorteil, dass das simultane Arbeiten der beteiligten Konstrukteure, Designer, Einkäufer etc. unterstützt wird - mit entsprechenden Effizienzgewinnen.⁵⁴

Automatisierte Arbeitsabläufe - Für den laufenden Entwicklungsprozess lassen sich standardisierte Arbeitsabläufe digital als Workflows abbilden. Den Nutzern der Workflows werden Rollen mit entsprechenden Rechten zugeordnet, sodass die entsprechenden Aufgaben transparent und effizient bearbeitet werden können. Für die einzelnen Phasen im Produktentstehungsprozess werden aus der Prozessbeschreibung Regeln abgeleitet, um die Workflows aufbauen zu können. Neben den Effizienzvorteilen lässt sich die Produktentstehung so besonders transparent verfolgen und auch nachträglich einfach reproduzieren. Längerfristig tragen die Workflows zu einer höheren Zuverlässigkeit in der Projektabwicklung bei.

Simulation und digitale Prototypen - Virtuelle Technologien und digitale Prototypen sind in vielen Bereichen unverzichtbar geworden, um frühzeitig in einer digitalen Welt risikofrei zu experimentieren.⁵⁵

Die C-Klasse von Mercedes Benz, die 2007 auf den Markt kam, gilt als das erste Serienfahrzeug, das komplett auf Basis eines digitalen Prototypen konzipiert und entwickelt wurde. Sämtliche verfügbaren Simulationsmethoden wurden gebündelt und ein virtuelles Auto erzeugt. Neben Digital Mock-up und Crash-Simulation wurden für den Fahrkomfort wichtige Eigenschaften wie Geräusch-, Federungs- und Abrollkomfort sowie Klimatisierung in der Simulation erprobt. Zahlreiche Erkenntnisse konnten so früh gewonnen werden, noch bevor die

⁵²Vgl. Meier et al., Das digitale Produkt - neue Technologien verändern Unternehmensprozesse, 1999, S. 58.

⁵³Teilweise wird in diesem Zusammenhang auch von Innovationsnetzen gesprochen - Anmerkung des Autors.

⁵⁴Vgl. Bauer, S., Perspektiven in der Organisationsgestaltung, 2003, S. 109.

⁵⁵Vgl. Nonn, A., Modern plastic design for steel structures, 2007.

ersten physischen Prototypen realisiert wurden. Dennoch bleibt die praktische Erprobung unverzichtbarer Bestandteil der Gesamtentwicklung.⁵⁶

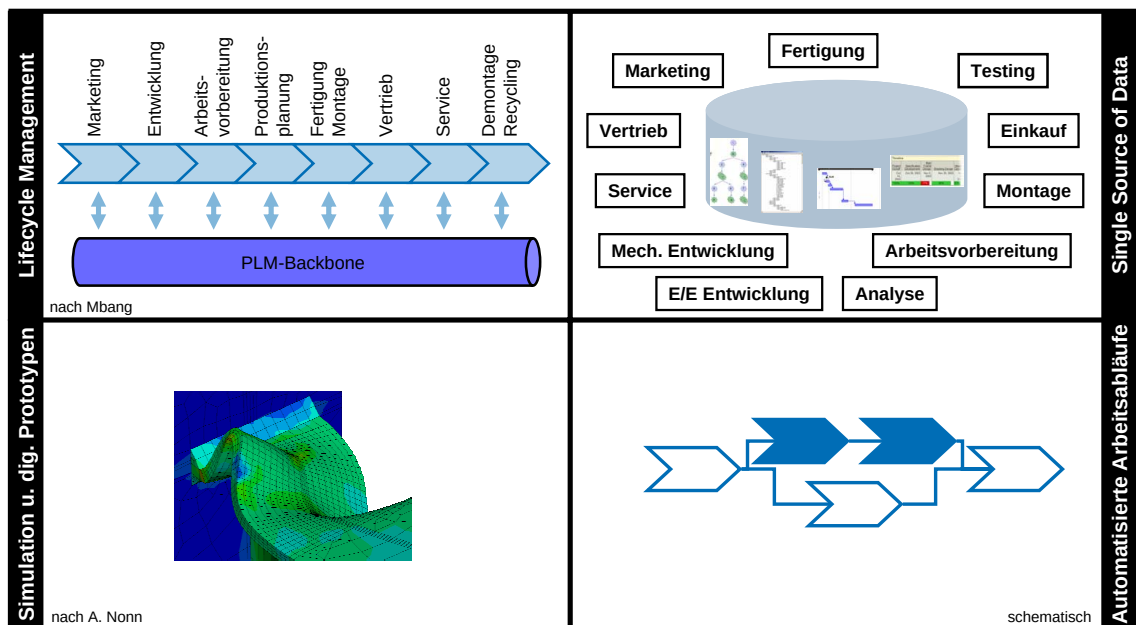


Abbildung 6.8: Fähigkeiten zur Unterstützung der IT-Nutzung

Die Kompetenz *IT-Nutzung* (vgl. Abbildung 6.8) wird zunächst durch das „Lifecycle Management“ Konzept initiiert. Die Fähigkeit „Single Source of Product Data“ sorgt dafür, dass keine unnötigen Datenredundanzen entstehen und dennoch die adressatengerechte Datendarstellung ermöglicht wird, während die definierten „Automatisierten Arbeitsabläufe“ die Wertschöpfungsorientierung von Abläufen unterstützen. Die regelmäßige „Simulation und Erstellung von Prototypen“ sorgt für eine kontinuierliche Unterstützung des Design-Prozesses.

6.1.5 Kundenorientierung

Kann ein Unternehmen die spezifischen Kundenbedürfnisse (bewusste Kundenerwartungen und latente Bedürfnisse) besser als die Wettbewerber abdecken, ergeben sich daraus Wettbewerbsvorteile.⁵⁷ Werden Kundenbedürfnisse

⁵⁶Vgl. Wagner, F., C-Klasse aus dem Computer, 2007.

⁵⁷Vgl. Belz, C. et al., Industrie als Dienstleister, 1997, S. 67 f.

nur zum Teil erfüllt (Under Engineering), besteht die Gefahr, dass Kunden abwandern. Werden andererseits Kundenbedürfnisse übererfüllt (Over Engineering), werden diese nicht honoriert und die Kosten der Problemlösung sind im allgemeinen zu hoch.⁵⁸ Die Herausforderung besteht darin, die Erwartungen richtig zu treffen (Right Engineering), wozu eine starke Kundenorientierung in der Entwicklung notwendig ist. Die Endkundenintegration („customer intelligence“) intensiviert die Schnittstelle zum Kunden, das Release-Engineering („competitor intelligence“) antizipiert Wettbewerbshandlungen bei der Erreichung von Kundenzufriedenheit für das richtige Timing von Produkteinführungen und die Marktkennntnis („market intelligence“) verdichtet kundenrelevante Marktinformationen.

Geschäftsmodellentwicklung - Heute versteht man unter dem Geschäftsmodell den Plan, wie ein Unternehmen auszusehen hat, um gewisse Kundenbedürfnisse zu befriedigen.⁵⁹ Die Betrachtung von Geschäftsmodellen als unternehmerische Betrachtungseinheit wird notwendig, da in turbulenten Zeiten klassische Analyseeinheiten des strategischen Managements (Branche, Unternehmen, Geschäftseinheit) nicht ausreichen, um die Veränderung zu erfassen.⁶⁰ Steigende Innovationsraten führen zu einer veränderten Wettbewerbslandschaft, mit Veränderung von Wertschöpfungsketten, unklarer werdenden Branchengrenzen und wachsender Unsicherheit. Das Geschäftsmodell ist wesentlicher Ort von Innovation und eine wichtige Analyseeinheit.⁶¹

Ein Geschäftsmodell⁶² ist ein vereinfachendes, ganzheitliches Abbild der Art und Weise, wie ein Unternehmen, ein Unternehmenssystem oder eine Branche am Markt Wert schafft. Das Geschäftsmodell konkretisiert dabei die strategische Marktpositionierung sowie das Wertschöpfungsmodell und wird im Geschäftsplan verifiziert. Es besteht aus den vier Teilmodellen Erlösmodell (Wie

⁵⁸Vgl. Belz, C. et al., *Industrie als Dienstleister*, 1997, S. 68.

⁵⁹Vgl. Stähler, P., *Geschäftsmodelle in der digitalen Ökonomie: Merkmale, Strategien und Auswirkungen*, 2002, S. 39.

⁶⁰Jack Welch, ehemaliger Chef von General Electric, wird in diesem Zusammenhang mit dem folgenden Zitat in Verbindung gebracht: „When the rate of change in the marketplace exceeds the rate of change in the organization, the end is in sight“.

⁶¹Vgl. Stähler, P., *Geschäftsmodelle in der digitalen Ökonomie: Merkmale, Strategien und Auswirkungen*, 2002, S. 36.

⁶²Vgl. die Definition im Grundlagenteil.

soll die Ertragsmechanik ausgestaltet sein?), Leistungserstellungsmodell (Wie soll die Leistung erstellt werden?), Leistungsangebotsmodell (Welche Leistung wird welchen Kunden offeriert?), Vermarktungsmodell (Wie werden die zugehörigen Kunden gewonnen, gepflegt und erhalten?) - vgl. Abbildung 6.9.⁶³

Die kreative Entwicklung von umsetzbaren neuen Geschäftsmodellen im Dienste bestehender und neuer Kunden ist eine wichtige Fähigkeit, um die zielkonforme Ausrichtung des Unternehmens in einem sich verändernden Umfeld sicherzustellen.

Endkundenintegration - Eine konsequente Orientierung auf den wahrnehmbaren (End-) Kundennutzen bedeutet, sich auf die Elemente zu konzentrieren, die der Kunde auch tatsächlich honoriert. PISCHETSRIEDER drückt dies folgendermaßen aus: „Wenn nur Ingenieure die Unterschiede entdecken, hat der Kunde nichts davon.“ Die systematische Erforschung des wahrgenommen Kundennutzens erfolgt zunächst durch Befragung und Beobachtung. Die entsprechenden Informationen werden anschließend in nutzbare Daten überführt. Aufgrund der großen Bedeutung dieses Wissens für den anschließenden Produkterfolg etabliert sich die systematische Erforschung des Kundennutzens auch abseits der klassischen Konsumgütermärkte in immer mehr Unternehmen.⁶⁴

Johnson Controls hat als Automobilzulieferer und damit ohne direkten Endkundenvertrieb erkannt, dass die genaue Kenntnis der Endkundenwünsche sehr wohl einen strategischen Vorteil bieten kann. Mit diesen Kenntnissen sind bessere Entscheidungen durch die Konzentration auf die wesentlichen, später honorierten Merkmale möglich - auch wenn diese möglicherweise nicht explizit in den Spezifikationen verlangt werden. Dadurch macht sich Johnson Controls zu einem proaktiven Partner für die Automobilhersteller, mit der Kompetenz, sich bereits in den sehr frühen Phasen einer Produktentwicklung nutzbringend engagieren zu können - vgl. Abbildung 6.9.⁶⁵

⁶³Vgl. Frick, L., Erfolgreiche Geschäftsmodelle im Werkzeugbau, 2006, S. 81 und ReDAssociates, Objects of Innovation, 2006.

⁶⁴Vgl. Assmus, D., Bauer, P., Brecher, C., Eversheim, W., Güthenke, G., Nonn, C., Meidlinger, R., Paulukuhn, L., Ritz, P., Schuh, G., Stahuber, A., Weisbecker, L., Winkler, H., Lean Products. Maximierung von Kundennutzen und Skaleneffekten., 2005, S. 67.

⁶⁵Vgl. Assmus, D., Bauer, P., Brecher, C., Eversheim, W., Güthenke, G., Nonn, C., Meidlinger, R., Paulukuhn, L., Ritz, P., Schuh, G., Stahuber, A., Weisbecker, L., Winkler, H., Lean Products. Maximierung von Kundennutzen und Skaleneffekten., 2005, S. 67 f.

In die gleiche Richtung gehen „Open Innovation“ oder „Innovation Community“ Ansätze, welche interessierte Kunden an der kreativen Produktentwicklung teilhaben lassen.⁶⁶ Im Vergleich zu Produktkliniken oder Fokusgruppen setzen diese Ansätze mit ihren „Lead User Workshops“, „Expeditionary Marketing“ o.ä. allerdings früher an - anstatt die Kunden zu bereits existierenden Prototypen zu befragen, werden die Lead-Kunden um Unterstützung bei der Erarbeitung von Produktideen gebeten.⁶⁷

Release-Engineering - Die Methodik des Release-Engineering betrifft die Produktplanung, sie bezieht sich in ihren Auswirkungen sowohl auf die Produktentwicklung als auch auf die Produktprogrammplanung. Der Gedanke der Produktentwicklung in „Releases“ entstammt der Software-Entwicklung. Das Zusammenfassen von Änderungen in gewissen Zeitabständen zu einer proaktiven Reaktion auf technische Defizite und veränderte Marktanforderungen hat sich seit den Anfängen der Softwareentwicklung bewährt. Die Releases eines Softwareproduktes umfassen damit die Integration neuer Funktionen sowie die Beseitigung der Altlasten der vorherigen Produktversion.⁶⁸ Basis des Release-Engineering ist demnach der Grundgedanke, Änderungen und Innovationen in festen Release-Zyklen zu konsolidieren und Komponenten dementsprechend zu „Release-Einheiten“ zusammenzufassen.⁶⁹

Durch das Release-Engineering wird eine Entkopplung von verschiedenen Entwicklungszyklen der einzelnen Komponenten mit ihren teilweise unterschiedlichen Innovationsraten möglich. Synchronisationspunkte sind die einzelnen Releases, die Komponentenentwicklung zwischen den Releases kann allerdings weitestgehend unabhängig erfolgen. Dadurch wird die gezielte Steuerung des wahrgenommenen Innovationsbeitrags durch ein Produkt und seine Releases ermöglicht, sodass eine gezielte Reaktion auf den Wettbewerb über den Pro-

⁶⁶Vgl. Hippel, V., E. A., *Innovation by user communities*, 2002, S. 299 ff.

⁶⁷Vgl. Lang, A., *Open Innovation*, 2006 und Miller, W. L., Morris, L., *4th Generation R and D*, 1999, S. 131 f.

⁶⁸Vgl. Cusumano, M. A., *Japan's software factories: a challenge to US management*, 1991, S. 209.

⁶⁹Vgl. Graumann, M., *Die Analyse der Innovationstätigkeit deutscher Automobilhersteller*, 1993 und Lenders, M., *Release-Engineering: Entwicklung einer Methodik zur Performancesteigerung automobiler Produktinnovationen*, 2004, S. 28 ff.

duktlebenszyklus vollzogen werden kann.⁷⁰

Für die gängigen Elemente sowie die Durchführung einer Wettbewerbsanalyse (Ziele, gegenwärtige Strategie, Fähigkeiten und Annahmen) sei auf PORTER verwiesen.⁷¹

Marktkennntnis - Marktkennntnis resultiert überwiegend aus der informativen Perspektive (Marktforschung) und der strategischen Perspektive des Marketingmanagements. Die Marktforschung konzentriert sich auf die Beschaffung von relevanten Marktinformationen, die im Rahmen der strategischen Perspektive verdichtet werden.⁷²

Marktkennntnisse sind demnach notwendig, um die Kundenorientierung zu fokussieren - welche Kundensegmente sind besonders profitabel? In welchen Märkten ist starkes Wachstum möglich?

Zur Verdichtung und vereinfachten Darstellung von Marktinformationen haben sich Portfoliodarstellungen bewährt.⁷³ Bekanntestes Portfolio ist das „Marktwachstum Marktanteil Portfolio“⁷⁴, das mit der Boston Consulting Group (BCG) in Verbindung gebracht wird⁷⁵ - vgl. Abbildung 6.9.

Der Marktanteil wird relativ als Verhältnis des eigenen Marktanteils zum Marktanteil des stärksten Konkurrenten dargestellt, unter der Annahme, dass das Unternehmen mit dem größten Marktanteil aufgrund von Erfahrungskurveneffekten die geringsten Kosten hat. Das Marktwachstum macht eine Aussage über den Reifegrad des Gesamtmarktes und die damit verbundenen Finanzmittel. Nach der Logik des Portfolios finanzieren die „Cash Cows“ die sich

⁷⁰Vgl. Lenders, M., Release-Engineering: Entwicklung einer Methodik zur Performancesteigerung automobiler Produktinnovationen, 2004, S. 61 f.

⁷¹Vgl. Porter, M. E., Wettbewerbsstrategie: Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten (Competitive strategy), 1999, S. 88 ff.

⁷²Vgl. Homburg, C., Krohmer, H., Homburg, K., Marketingmanagement: Strategie - Instrumente - Umsetzung - Unternehmensführung, 2003, S. 184 ff.

⁷³Vgl. Homburg, C., Krohmer, H., Homburg, K., Marketingmanagement: Strategie - Instrumente - Umsetzung - Unternehmensführung, 2003, S. 437 ff. oder Porter, M. E., Wettbewerbsstrategie: Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten (Competitive strategy), 1999, S. 449 ff. jeweils mit Verweis auf Abell, D. F., Hammond, J. S., Strategic market planning: problems and analytical approaches, 1979.

⁷⁴Vgl. Homburg, C., Krohmer, H., Homburg, K., Marketingmanagement: Strategie - Instrumente - Umsetzung - Unternehmensführung, 2003, S. 437.

⁷⁵Porter, M. E., Wettbewerbsstrategie: Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten (Competitive strategy), 1999, S. 449.

entwickelnden Geschäftseinheiten, z.B. die Umwandlung von „Fragezeichen“ in „Stars“.⁷⁶

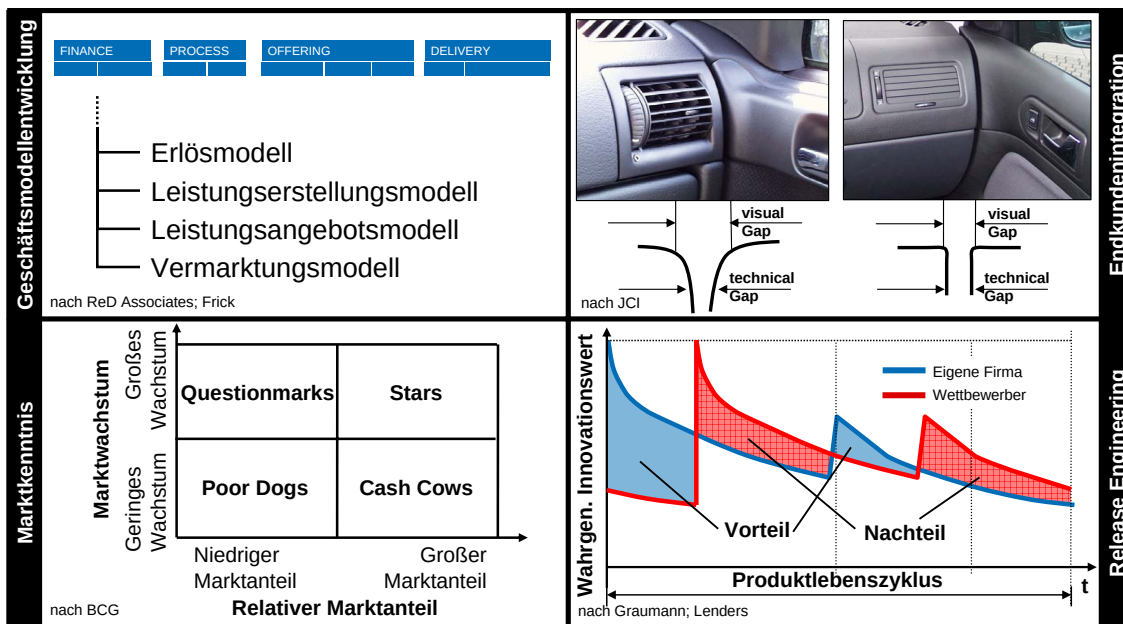


Abbildung 6.9: Fähigkeiten zur Unterstützung der Kundenorientierung

Die Kompetenz *Kundenorientierung* wird demnach detailliert durch die Fähigkeiten „Geschäftsmodellentwicklung“, „Endkundenintegration“, „Release Engineering“ und „Marktkennntnis“ beschrieben. Die einzelnen Fähigkeiten lassen sich in Anlehnung an den St. Galler Management Navigator den einzelnen Phasen Initiierung, Positionierung, Wertschöpfung und Veränderung zuordnen (vgl. Abbildung 6.9).

6.1.6 Personalentwicklung

In der ressourcenorientierten Sicht des strategischen Managements ist Wissen als Bestandteil von Kompetenzen eine potenzielle Quelle von Wettbewerbsvorteilen. Ein statisches Verwalten des Wissens genügt aber nicht, um dauerhaft Wettbewerbsvorteile auf dynamischen Märkten zu erzielen. Lernen umschließt

⁷⁶Porter, M. E., Wettbewerbsstrategie: Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten (Competitive strategy), 1999, S. 450.

daher jede Veränderung der Wissensbasis in der Unternehmung bis hin zum Lernen der Unternehmung (organisationales Lernen).⁷⁷

Eine proaktive Personalentwicklung ist im dynamischen Umfeld der Entwicklung demnach besonders wichtig.

Unternehmens- und Lernkultur - Der erfolgreiche interne Wissenserwerb benötigt Zeit, um Wissen aus eigener Kraft zu aktualisieren und im Unternehmen in geeigneter Form anzuzapfen. Dazu gehört auch die Schaffung einer kreativitäts- und kooperationsfördernden Unternehmenskultur, in der es zum ungehinderten Informationsfluss kommt. In der Praxis übliche Abstoßreaktion wie das „Not invented here - Syndrom“ und eine mögliche Betriebsblindheit gilt es zu überwinden. Für den Beitrag zum Wissensmanagement durch Pflege und Transfer von Wissen sollten Ziele vereinbart werden, bis hin zur Gehaltswirksamkeit. Entscheidender Vorteil ist, dass internes Wissen für Wettbewerber kaum sichtbar und schwer imitierbar ist.⁷⁸

Neben der Unternehmenskultur sind auch „Professionskulturen“ mit ihren individuellen Lernprozessen zu berücksichtigen: So sind beispielsweise Wissenschaftler auf Erkenntnisse aus, während Ingenieure Produkte „fertig machen“ wollen.⁷⁹

Im globalen Entwicklungsnetzwerk spielen darüber hinaus unterschiedliche „Länderkulturen“ eine wichtige Rolle. Nach HOFSTEDE lassen sich fünf zentrale Dimensionen kulturspezifischer Merkmale unterscheiden - vgl. Abbildung 6.10.⁸⁰ Die Kenntnis dieser Dimensionen und ihrer länderspezifischen Ausprägungen unterstützt das gegenseitige Verständnis unterschiedlicher Nationalitäten. Bei der Gestaltung der Zusammenarbeit muss eine Balance gefunden werden zwischen Rücksichtnahme auf kulturelle und regionale Besonderheiten und unternehmensweit einheitlichen Prozessen.

Führungsprinzipien - Organisationen brauchen Werte, die am brauchbarsten und klarsten in Form von Grundsätzen oder Prinzipien zum Ausdruck gebracht

⁷⁷Vgl. Krüger, W., Homp, C., Kernkompetenz-Management: Steigerung von Flexibilität und Schlagkraft im Wettbewerb, 1997, S. 226 ff.

⁷⁸Vgl. Krüger, W., Homp, C., Kernkompetenz-Management: Steigerung von Flexibilität und Schlagkraft im Wettbewerb, 1997, S. 224.

⁷⁹Vgl. WZL-Studie, Erfolgreiches Standortmanagement von Forschung und Entwicklung, 2006.

⁸⁰Vgl. Hofstede, G., Hofstede, G. J., Mayer, P., Lokales Denken, globales Handeln: interkulturelle Zusammenarbeit und globales Management, 2006.

werden können.⁸¹ Führungsprinzipien schaffen Orientierung für die Mitarbeiter und leben entsprechende Werte im Unternehmen vor. Durch veränderte Randbedingungen kann eine Veränderung der Wertvorstellungen notwendig werden.

Das Überdenken von Wertvorstellungen wird bei einem Werkzeugmaschinenhersteller als konsequente Antwort auf die sich verändernde Wettbewerbsarena verstanden. Ausgehend von den exzellenten technischen Fähigkeiten der Entwickler ist eine Verschiebung der Zielvorstellungen notwendig, um radikal kostenoptimierte und auf die wesentlichen Kundenanforderungen fokussierte Werkzeugmaschinen zu entwickeln. Während sich die Entwickler im Hause traditionell durch technische Raffinesse differenzieren, gilt es nun verstärkt, die Kostenoptimierung als besondere Fähigkeit zu verstehen und entsprechend zu werten. Das konsequente Engagement des Managements während der Umsetzung des Wertewandels wird als zentraler Erfolgsfaktor gesehen, um eine geänderte Wertekultur, die neben der Qualität stärker das Kostenbewusstsein betont, im Unternehmen zu verankern. Konkrete und über den Projektverlauf konstante Vorgaben für die Produktentwicklung sind die wesentliche Stellgröße, um die Fähigkeiten und Kompetenzen der Entwickler für die Realisierung im Team zielgerichtet einzusetzen. Durch direkte Führung des Entwicklungsteams kann zu Marschrichtung und Fortschritt zeitnah Feedback gegeben und die Entwickler können bei ihren Entscheidungen entlastet werden.⁸² Erst eine Neuausrichtung des Wertesystems der Entwickler erlaubt den Schritt von der komplizierten hin zur einfachen Technik.

Die Gestaltung des Wandels ist eine ureigene Führungsaufgabe und aufgrund der jeder Organisation innewohnenden Trägheit in der Praxis häufig besonders anspruchsvoll. CHRISTENSEN, STEVENSON und MARX haben zahlreiche Change-Management Projekte untersucht und schlagen für die Wahl der richtigen Instrumente zur Gestaltung des Wandels die Anwendung einer „Konsensmatrix“ vor - vgl. Abbildung 6.10.⁸³ Die Konsensmatrix ist ein Portfolio,

⁸¹Vgl. Malik, F., Führen, Leisten, Leben: wirksames Management für eine neue Zeit, 2006, S. 65.

⁸²Vgl. Assmus, D., Bauer, P., Brecher, C., Eversheim, W., Güthenke, G., Nonn, C., Meidlinger, R., Paulukuhn, L., Ritz, P., Schuh, G., Stahuber, A., Weisbecker, L., Winkler, H., Lean Products. Maximierung von Kundennutzen und Skaleneffekten., 2005, S. 74 f.

⁸³Vgl. Christensen, C. M., Stevenson, H. H., Marx, M., Die richtigen Instrumente für den Wan-

das zwischen dem „Konsens der Beteiligten in Bezug auf die Ziele“ und dem „Konsens der Beteiligten in Bezug auf die Mittel“ unterscheidet. Je nach Positionierung im Portfolio lassen sich adäquate Maßnahmen ableiten.

Zur Wertkultur, besonders im Entwicklungsumfeld, gehören auch eine gewisse Risikokultur und eine damit verbundene Fehlertoleranz, um Kreativität nicht im Keim zu ersticken: Ein junger Entwickler bei der Firma Apple, der ein Projekt in den Sand gesetzt hatte, rechnete mit der Kündigung, als er zu seinem Boss Steve Jobs zitiert wurde. Der forderte stattdessen den jungen Mann auf, zu erzählen, was das Unternehmen aus dem Fehler lernen kann.⁸⁴

Mitarbeiterentwicklung - Eine wesentliche Leistung der Personalentwicklung besteht darin, einen Zielkonsens zwischen dem einzelnen Mitarbeiter und dem Unternehmen zu erzielen, der beiden Seiten gerecht wird - vgl. Abbildung 6.10.⁸⁵

Die Personalentwicklung unterstützt ein effektives Arbeiten der Mitarbeiter durch zahlreiche Maßnahmen. Nach traditionellem Verständnis ist Wissen an einzelne Personen gebunden und wird durch Lernen erworben.⁸⁶ Die Unterstützung dieses Lernprozesses durch Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten, Prozessbegleitung, Teamentwicklung und Laufbahnförderung gehört zu den ureigenen Aufgaben der Personalentwicklung.⁸⁷ An Personen gebundenes Wissen gilt im Gegensatz zu Wissen von organisatorischen Einheiten, Unternehmen oder unternehmensübergreifenden Netzwerken als besonders volatil. Je volatiler Wissen ist, desto leichter kann es erworben, weiterentwickelt und für den Kompetenzaufbau genutzt werden,⁸⁸ was sich die Personalentwicklung zu Nutze macht.

Mitarbeitertraining - Gerade im Entwicklungskontext ist es entscheidend, systematisch nicht mehr benötigtes, veraltetes Wissen zu „verlernen“ und an-

del, 2006, S. 28 ff.

⁸⁴Vgl. Reppesgaard, L., Innovationen gibt's nicht für Geld, 2005.

⁸⁵Vgl. Schöni, W., Praxishandbuch Personalentwicklung: Strategien, Konzepte und Instrumente, 2001, S. 31.

⁸⁶Vgl. Krüger, W., Homp, C., Kernkompetenz-Management: Steigerung von Flexibilität und Schlagkraft im Wettbewerb, 1997, S. 224 ff.

⁸⁷Vgl. Schöni, W., Praxishandbuch Personalentwicklung: Strategien, Konzepte und Instrumente, 2001, S. 30.

⁸⁸Vgl. Krüger, W., Homp, C., Kernkompetenz-Management: Steigerung von Flexibilität und Schlagkraft im Wettbewerb, 1997, S. 224

dererseits in kurzer Zeit sich neues relevantes Wissen anzueignen. Bei der Aktualisierung von Wissen können mehrere Wissenskategorien unterschieden und Trainings dem Bedarf entsprechend angepasst werden:⁸⁹

- Know-how (Anpassungslernen): das Wissen um das „wie“ und „womit“ der Aufgabenerfüllung, das nur bedingt zu kreativ-proaktivem Handeln befähigt.
- Know-what (Veränderungslernen): tiefgreifenderes Wissen als Know-how, welches das „was“ tangiert, also die angestrebten Ziele und zu erfüllenden Aufgaben. Entscheidungen von strategischer Bedeutung bauen auf dieser Wissenskategorie auf.
- Know-why (Verständnislernen): das Wissen um die Ursache- und Wirkungs-Beziehungen ist in dieser Wissenskategorie verankert. Erst Know-why ermöglicht proaktives Handeln, beispielsweise die Nutzenstiftung beim Kunden durch Erkennen von latenten Bedürfnissen.

Die Kompetenz *Personalentwicklung* wird durch die zuvor dargestellten vier Fähigkeiten hinreichend beschrieben (vgl. Abbildung 6.10). Die Fähigkeit zur Anpassung der Unternehmens- und Lernkultur sorgt für den notwendigen Rahmen für die Personalentwicklung. Die Fähigkeit zur Auswahl und Umsetzung der richtigen Führungsprinzipien adressiert die Position der Führungskräfte im Unternehmen. Die Mitarbeiterentwicklung ist auf den Zielkonsens zwischen Mitarbeiter und Unternehmen ausgerichtet, sie ist der Schlüssel zur Wertorientierung der Mitarbeiter. Das kontinuierliche Lernen und Trainieren der Mitarbeiter ist erforderlich, um notwendige Veränderungsprozesse erfolgreich umsetzen zu können.

6.1.7 Technologiekompetenz

Die Technologiekompetenz eines Unternehmens ist eine wichtige Quelle für die Erarbeitung von Wettbewerbsvorteilen. Der zielgerichtete Aufbau technologi-

⁸⁹Vgl. Krüger, W., Homp, C., Kernkompetenz-Management: Steigerung von Flexibilität und Schlagkraft im Wettbewerb, 1997, S. 228 ff.

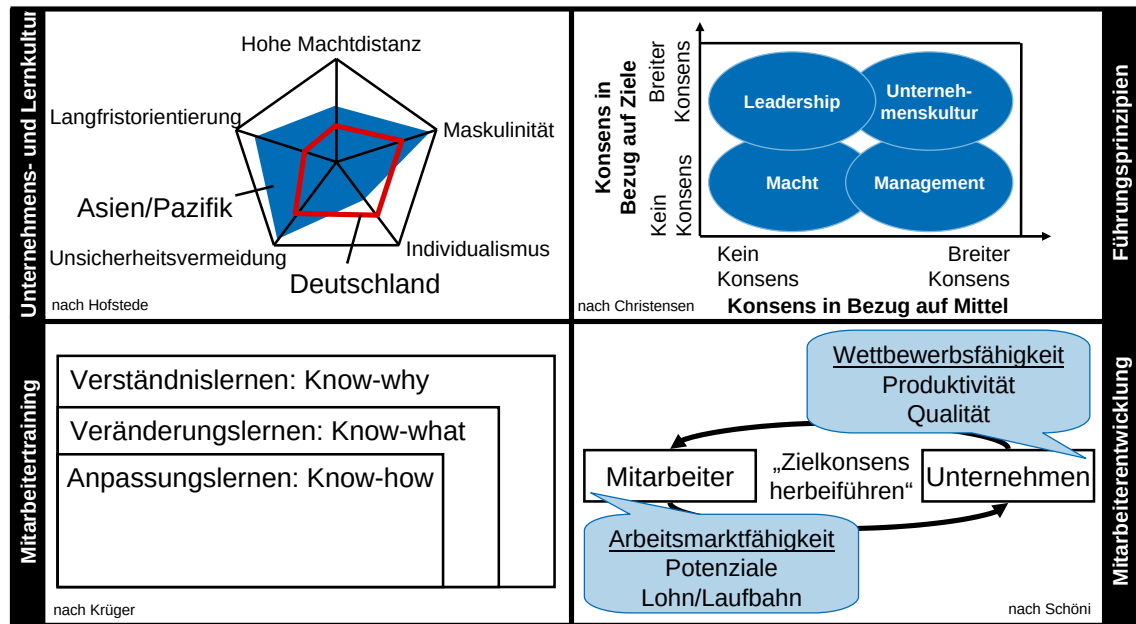


Abbildung 6.10: Fähigkeiten zur Unterstützung der Personalentwicklung

scher Wettbewerbsvorteile unterstützt die langfristige Überlebensfähigkeit eines Unternehmens. Einige Fähigkeiten beeinflussen die effektive Entwicklung und Weiterentwicklung von technologischen Kompetenzen:

Technologieplanung - Voraussetzung für technologische Planungsentscheidungen ist der hinreichende Aufbau von technologischem Wissen. Die Sammlung, Analyse und Verbreitung von Informationen über Trends aus Wissenschaft und Technologie außerhalb des Unternehmens wird häufig auch als „Technology Intelligence“ bezeichnet.⁹⁰

Technologie-Roadmaps (vgl. Abbildung 6.11)⁹¹ oder Technologiekalender⁹² sind geeignete Visualisierungsinstrumente für Technologientwicklungen, mit Querverbindungen zu Veränderungen in relevanten Umfeldern des untersuchten Technologiefelds. Auf die relevanten Technologien des Unternehmens bezogen beschreiben sie die Technologiestrategie des Unternehmens bzw. deren

⁹⁰Vgl. Tschirky, H., Koruna, S., Technologie-Management: Idee und Praxis, 1998, S. 396 ff.

⁹¹Vgl. Specht, G., Beckmann, C., Amelingmeyer, J., FuE-Management: Kompetenz im Innovationsmanagement, 2002, S. 78 ff. und Möhrle, M. G. et al., Technologie-Roadmapping: Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen, 2005, S. 181.

⁹²Vgl. Tschirky, H., Koruna, S., Technologie-Management: Idee und Praxis, 1998, S. 320.

Umsetzung in Technologieprojekten.⁹³

Unterstützt wird die Definition einer Technologiestrategie häufig durch integrierte Technologieanalysen mit Hilfe von Portfolios. Zahlreiche Portfolioansätze existieren in Wissenschaft und Praxis.⁹⁴

Technologiesynergien - Für die Systematisierung und weitere Untersuchung der technologischen Ressourcen im Hinblick auf Synergien bietet sich der Technologiebaum an - vgl. die vereinfachte Darstellung in Abbildung 6.11.⁹⁵ Im Technologiebaum werden Wissen, Technologien, Funktionen, Produkte und Märkte zugeordnet. Dadurch lassen sich Anknüpfungspunkte für Komplemente auf den verschiedenen Ebenen leichter identifizieren und in ihrer Auswirkung visualisieren.

Technologische Synergien können unterschiedlicher Gestalt sein. Grundsätzlich lassen sich die beiden Kategorien „Gleichheit“ und „Komplementarität“ unterscheiden. Synergien aufgrund von Gleichheit zwischen einer fremden Technologie und der technologischen Basis des Unternehmens können sich durch Größendegression (Kapazitätsauslastungseffekte, Betriebsgrößeneffekte, Lernkurveneffekte), Redundanzeffekte (Vermeidung von Doppelarbeit oder doppelten Ressourcen) und Machteffekte (Verhandlungsmacht) ergeben. Synergie aufgrund von Komplementarität entsteht durch Reichweiteneffekte (Know-how Transfer) und Ausstrahlungseffekte (Cross-selling-Effekte, Spill-over-Effekte).⁹⁶

Neben Wachstumsbetrachtungen durch Zusammenschlüsse, Akquisition, Technologieaufbau oder Erwerb von Lizenzen können die Synergieuntersuchungen auch für die Analyse bestehender Wertschöpfungsketten und zukünftiger Make-or-Buy Entscheidungen genutzt werden. Technologien, die beispielsweise nicht als Kernkompetenz angesehen und von anderen Unternehmen besser beherrscht, aber derzeit im Unternehmen realisiert werden, könnten zukünftig

⁹³Vgl. Specht, G., Beckmann, C., Amelingmeyer, J., FuE-Management: Kompetenz im Innovationsmanagement, 2002, S. 79.

⁹⁴Vgl. Specht, G., Beckmann, C., Amelingmeyer, J., FuE-Management: Kompetenz im Innovationsmanagement, 2002, S. 95 ff. oder Tschirky, H., Koruna, S., Technologie-Management: Idee und Praxis, 1998, S. 311 ff.

⁹⁵Vgl. Bannert, V., Koruna, S. M., Jung, H.-H., Tschirky, H., Die vergessene Technologie bei Übernahmen, 2002 und Knoche, M., Komplementaritätsrelevante technologiebasierte Diversifikation, 2005, S. 39 f.

⁹⁶Vgl. Knoche, M., Komplementaritätsrelevante technologiebasierte Diversifikation, 2005, S. 39 f.

fremdvergeben werden. Umgekehrt besteht möglicherweise Handlungsbedarf, wenn ein Produkt überwiegend auf externen Produkttechnologien basiert, für die es intern keine ausreichenden Kompetenzen gibt.

Technologiereife - Die sichere Weiterentwicklung von Technologien zur Erhöhung des Reifegrads ist eine wichtige Fähigkeit zur Sicherstellung der Umsetzungsfähigkeit bzw. der Reduzierung des technologischen Risikos. In einigen technologieorientierten Unternehmen ist die Technologieentwicklung von der Produktentwicklung entkoppelt. Bei erfolgreicher Technologieanwendung erfolgt die Implementierung der Technologie in Produkte bzw. die Lizenzierung der Technologie.⁹⁷

Ein etabliertes Konzept zur Messung von Technologiereifegraden ist das Konzept der Technology Readiness Levels. Dieses Konzept ist bei der NASA seit langem etabliert und bildet dort die Grundlage für die Bewertung von Technologien und deren Reifegrad.⁹⁸ Das Konzept ist in neun Stufen unterteilt, von Grundprinzipien (höchstes technologisches Risiko) bis zur ausgereiften Technologie in der Anwendung (niedrigstes Risiko) - vgl. Abbildung 6.11.⁹⁹

Technologiesubstitution - Ein Grund für technologische Diskontinuitäten liegt in dem begrenzten Leistungssteigerungspotenzial einzelner Technologien: weitere Entwicklungsaufwände in die selbe Technologie führen zu einem abnehmenden Grenznutzen.¹⁰⁰ Das S-Kurven-Konzept nach MCKINSEY beschreibt die Leistungsfähigkeit einer Technologie in Abhängigkeit vom kumulierten Technologieaufwand vereinfacht als S-Kurve und liefert so einen Erklärungsansatz für technologische Substitution aufgrund des technologischen Potenzials einer neueren Technologie gegenüber der etablierten - vgl. Abbildung 6.11.¹⁰¹

Für ein Unternehmen ist es sehr wichtig, den richtigen Zeitpunkt für den Technologiewechsel zu finden. Erschwert wird das richtige Timing durch die hohe Unsicherheit, insbesondere in der Abschätzung der Leistungsgrenze ei-

⁹⁷Vgl. Tschirky, H., Koruna, S., Technologie-Management: Idee und Praxis, 1998, S. 251 oder das Fallbeispiel Rolls-Royce in dieser Arbeit.

⁹⁸Vgl. Mankins, J. C., Technology Readiness Levels, 1995.

⁹⁹Vgl. Valerdi, R., Kohl, R. J., An approach to technology risk management, 2004, S. 3.

¹⁰⁰Vgl. Specht, G., Beckmann, C., Amelingmeyer, J., FuE-Management: Kompetenz im Innovationsmanagement, 2002, S. 70.

¹⁰¹Vgl. Specht, G., Beckmann, C., Amelingmeyer, J., FuE-Management: Kompetenz im Innovationsmanagement, 2002, S. 70 in Anlehnung an Krubasik.

ner neuen Technologie, die nicht selten überschätzt wird („Lock-out“). Darüber hinaus sind häufig „Lock-in Phänomene“ zu beobachten, d.h. eine alte, für tot erklärte Technologie schafft eine unerwartete Leistungssteigerung und reduziert so das technologische Potenzial der neuen Technologie.¹⁰² Hinzu kommt, dass die Kurvenverläufe nicht ideal S-formig sind.¹⁰³

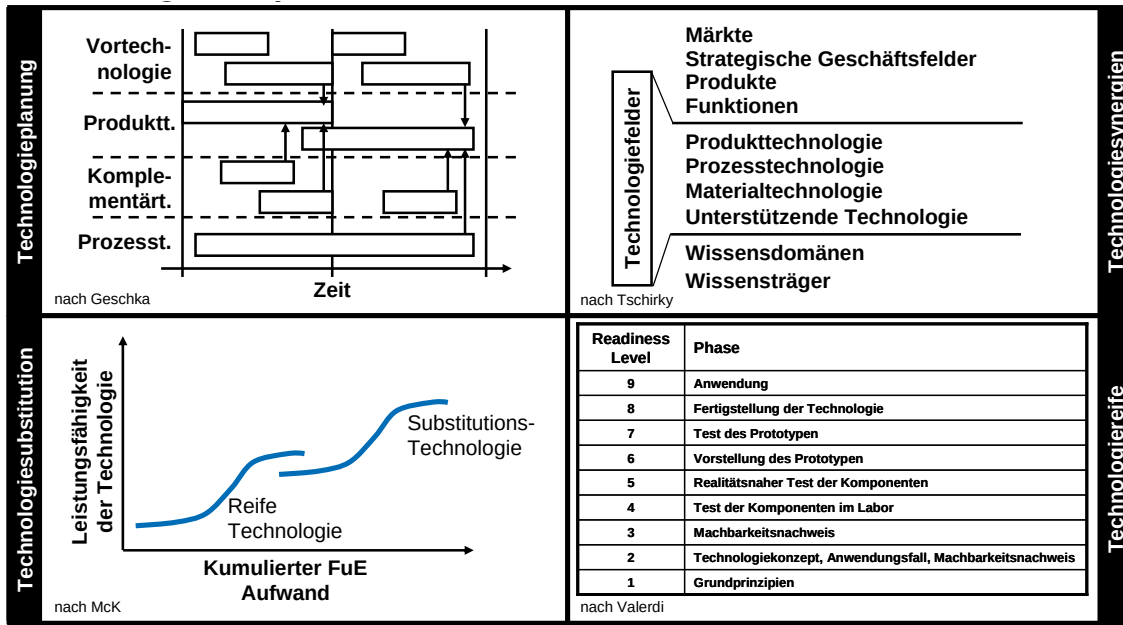


Abbildung 6.11: Fähigkeiten zur Unterstützung der Technologiekompetenz

Die „Technologieplanung“ ist der Startpunkt für den Aufbau von *Technologiekompetenz*. Die Ausschöpfung von „Technologiesynergien“ adressiert die sinnvolle Positionierung und Schwerpunktsetzung des Unternehmens bei der Wahl der fokussierten Technologien. Die Fähigkeit zur Weiterentwicklung der „Technologiereife“ ist für die Einsetzbarkeit von Technologien in Produkten und damit für die eigentliche Wertschöpfung wichtig. Die Fähigkeit, Technologiesprünge zu erkennen und die „Technologiesubstitution“ erfolgreich zu meistern, ist für die Anpassung des Unternehmens an Veränderungen sehr wichtig. Gemeinsam beschreiben diese vier Fähigkeiten die Technologiekompetenz.

¹⁰²Vgl. Schöning, S., Potenzialbasierte Bewertung neuer Technologien, 2006, S. 37 f. mit Verweis auf Schuh.

¹⁰³Vgl. Tschirky, H., Koruna, S., Technologie-Management: Idee und Praxis, 1998, S. 239.

6.1.8 Entwicklungskollaboration

Das Management von Innovationen konzentriert sich traditionell auf interne Fähigkeiten, obwohl extern ausgerichtete Fähigkeiten in der Kooperation mit anderen Organisationen mindestens genauso wichtig sind.¹⁰⁴

Kooperationsstrategie - Im Rahmen der Kooperationsstrategie ist eine sinnvolle Wahl der Ressourcenverteilung zu beachten. So lassen sich Entwicklungsressourcen einerseits in Eigen- und Fremdentwicklung¹⁰⁵ unterscheiden (Ownership of Ressourcen), andererseits kann zwischen heimischen und ausländischen Standorten¹⁰⁶ unterschieden werden (Location of Ressourcen).¹⁰⁷ Die Gründe für die konkrete Ausgestaltung von Entwicklungspartnerschaften im Rahmen einer Kooperationsstrategie können indes sehr vielschichtig sein. Ansatzpunkte für einen qualifizierten Diskurs liefert die nachfolgende Abbildung 6.12.¹⁰⁸

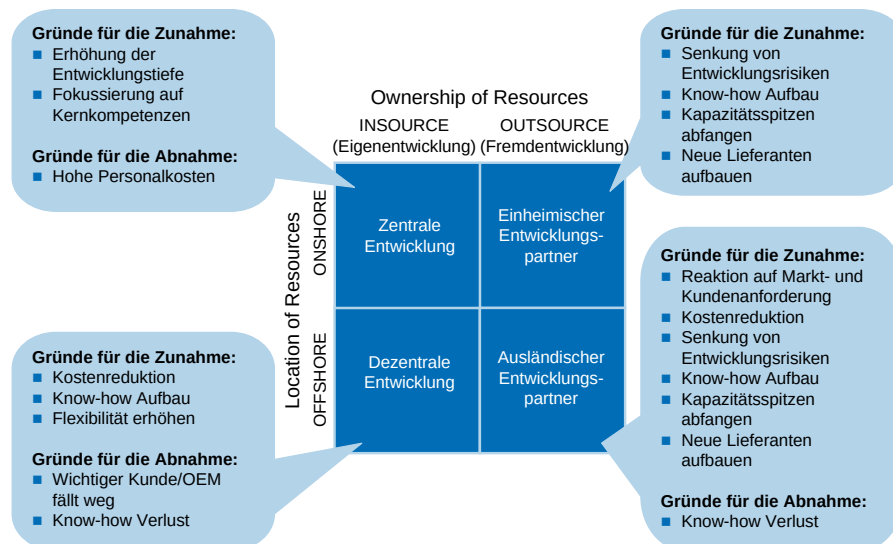


Abbildung 6.12: Gründe für die Veränderung von Entwicklungspartnerschaften

Neben der Klassifizierung von Entwicklungsressourcen nach Besitzverhält-

¹⁰⁴Vgl. Porter, M. E., Stern, S., Innovation: Location matters, 2002, S. 239.

¹⁰⁵Häufig synonym verwendet werden die englischen Begriffe „Insource“ bzw. „Outsource“.

¹⁰⁶Häufig synonym verwendet werden die englischen Begriffe „Onshore“ und „Offshore“.

¹⁰⁷Vgl. Heppelmann, J., Partnering to Succeed in Building Global Product Development Capabilities, 2005.

¹⁰⁸Vgl. WZL-Studie, Erfolgreiches Standortmanagement von Forschung und Entwicklung, 2006.

nissen und lokaler Ansiedlung ist eine sinnvolle Wahl des rechtlichen Rahmens der Zusammenarbeit sinnvoll. NARULA und HAGEDOORN unterscheiden die verschiedenen Organisationsformen in der firmenübergreifenden Kooperation auf einer Skala zwischen „komplett intern“ bis „komplett extern“ - von 100-Prozent Töchtern über „Equity Agreements“ und „Non-Equity Agreements“ bis zu „Contracting“ - vgl. Abbildung 6.13.¹⁰⁹

Die Positionierung der kooperierenden Standorte zwischen gezieltem Wettbewerb und enger Kooperation ist häufig von der historischen Entwicklung des Verbunds abhängig: Während durch Zukäufe integrierte Standorte häufig auf Wettbewerb eingestellt sind, sind organisch aufgebaute und gewachsene Standorte viel kooperationsbereiter.¹¹⁰ Sofern die Ausschöpfung von Synergiepotenzialen oder gezielter Kompetenzaufbau im Verbund angestrebt wird, empfehlen BOUTELLIER, GASSMANN und VON ZEDTWITZ die stärkere Ausrichtung auf Kooperation, anstatt auf Wettbewerb zu setzen.¹¹¹

Die konkrete Ausgestaltung und Abwicklung von Entwicklungspartnerschaften kann sehr unterschiedlich erfolgen. Im Hinblick auf eine effektive Handhabung von Entwicklungskollaborationen im Unternehmen schlagen DYER, KALE und SINGH die Einrichtung einer speziellen Funktion im Unternehmen vor (alliance function). Diese Funktion soll für externe Sichtbarkeit sorgen, interne Koordinationsaufgaben bei externen Partnerschaften übernehmen, bestehende Partnerschaften regelmäßig bewerten und für einen kontinuierlichen Wissensaufbau zum Thema sorgen.¹¹²

Intellectual Property - In einer Umfrage der ECONOMIST INTELLIGENCE UNIT unter 104 Führungskräften wurde die Sicherung von intellektuellem Eigentum bei globaler Forschung und Entwicklung als eine wesentliche Herausforderung genannt.¹¹³

Die Sicherung intellektueller Eigentumsrechte ist für die Verwertung von Er-

¹⁰⁹Vgl. Narula, R., Hagedoorn, J., *Innovating through strategic alliances: moving towards international partnerships and contractual agreements*, 1999, S. 283 ff.

¹¹⁰Vgl. WZL-Studie, *Erfolgreiches Standortmanagement von Forschung und Entwicklung*, 2006.

¹¹¹Vgl. Boutellier, R., Gassmann, O., Von Zedtwitz, M., *Managing global innovation*, 2000, S. 54 ff.

¹¹²Vgl. Dyer, J. H., Kale, P., Singh, H., *How to make strategic alliances work*, 2002, S. 223.

¹¹³Vgl. Economist-Intelligence-Unit, *Scattering the seeds of invention: the globalisation of research and development*, 2004, S. 26.

gebnissen aus Forschung und Entwicklung (FuE) von zentraler Bedeutung. Internationale FuE-Kooperationen stellen in dieser Hinsicht aufgrund unterschiedlicher Rechtsverhältnisse sowie ökonomischer und gesellschaftlicher Rahmenbedingungen, Kulturen und Traditionen besondere Anforderungen. Erfolgreiche Verwertung von in internationalen FuE-Vorhaben gewonnenen Ergebnissen setzt voraus, dass von Beginn an Strategien entwickelt und Absprachen getroffen werden, die Rechtssicherheit für die spätere Verwertung der Ergebnisse gemeinsamer FuE-Vorhaben gewährleisten.¹¹⁴

Im Rahmen von intellektuellen Eigentumsrechten (intellectual property rights) lassen sich grundsätzlich die beiden Zweige „Gewerblicher Rechtsschutz“ (patents) und „Urheberrecht“ (copyright) unterscheiden. Aus Sicht von Industrieunternehmen steht der gewerbliche Rechtsschutz im Vordergrund, mit Instrumenten wie Patenten, Gebrauchsmustern und Marken.¹¹⁵ In der Praxis besteht die Herausforderung, aus Sicht des gewerblichen Rechtsschutzes eine effektive Entwicklungskollaboration zu ermöglichen, ohne den rechtlichen Schutz von wettbewerbsrelevantem Wissen zu vernachlässigen.¹¹⁶ Die Fähigkeit zur Verknüpfung von technischem und rechtlichem Wissen in einem globalen Netzwerk aus Entwicklungspartnern unterstützt das einzelne Unternehmen, die schützenswerten Innovationen von den anderen Innovationen zu unterscheiden. Das tiefere Verständnis von Machtstrukturen in solchen Entwicklungsnetzwerken unterstützt die sinnvolle Ausgestaltung eines entsprechenden Netzwerks.¹¹⁷

Anforderungsmanagement - Beim effektiven Anforderungsmanagement und im Umgang mit Spezifikationen gibt es unterschiedliche Ansätze. Stehen Kostenüberlegungen beim „Sourcing“ im Vordergrund, werden häufig viele Anbieter anhand von Kostenkriterien herausgefiltert. Steht hingegen der Know-how Beitrag des Zulieferers im Vordergrund, setzen die Unternehmen verstärkt auf strategische Partnerschaften und Transparenz gegenüber dem Zulieferer. Durch

¹¹⁴Vgl. Bmbf, Ausschreibung für einen Dienstleistungsauftrag: Umgang mit Know-how in internationalen FuE-Kooperationen, 2006.

¹¹⁵Vgl. World-Intellectual-Property-Organisation, Understanding Industrial Property, 2007 und Vollrath, U., Vorlesung gewerblicher Rechtsschutz: Grundlagen des Patent- und Gebrauchsmusterrechts, 2001.

¹¹⁶Vgl. Allen, G., Jarman, R., Collaborative R and D, 1999, S. 189 f.

¹¹⁷Vgl. Sauer, A., Machtbasierte Entwicklung von Intellectual Capital in Kollaborationen der produzierenden Industrie, 2005, S. 107.

die Transparenz der Anforderungen kann der Zulieferer „mitdenken“ und im Sinne einer optimalen Gesamtlösung einen Beitrag leisten.

Bei mangelnder Transparenz kommen zu den expliziten Anforderungen nicht selten noch implizite hinzu, von denen der Zulieferer glaubt, dass der OEM sie benötigt. Werden solche impliziten „Sicherheitszuschläge“ nicht vermieden, multiplizieren sie sich u. U. über die Zulieferkette - vgl. Abbildung 6.13. Das frühzeitige Einbinden der Zulieferer und die Nutzung ihrer Entwicklungs- und Fertigungskompetenz können demnach eine Überspezifikation verhindern; dies erfordert jedoch eine langfristig angelegte Kooperation zwischen Zulieferer und OEM.¹¹⁸

Netzwerkmanagement - Das Netzwerkmanagement von Entwicklungspartnern ist eine Herausforderung mit zunehmender Komplexität. Kurzfristige Anreize und langfristige Möglichkeiten bestimmen gleichermaßen die Entscheidungsprozesse in Bezug auf adäquate Entwicklungspartnerschaften.¹¹⁹ Um so mehr gilt es, die Komplexität durch sinnvolle Ausgestaltungen von Partnerschaften zu reduzieren. Toyota klassifiziert seine Entwicklungspartner beispielsweise in „partnership“, „mature“ und „parental“. Der „partnership“ Status ermöglicht es dem Partner, lange vor Toyota und innerhalb eines großen Lösungsraums mit einer Entwicklung zu beginnen (Beispiele sind die Entwicklung einer Lichtmaschine oder eines Heizungssystems). Der „mature“ Partner erfüllt die Toyota-Wünsche durch Realisierung von Komponenten innerhalb definierter Freiheitsgrade in den Anforderungen (z.B. Auspuffanlage oder Ventilator). Der „parental“ Partner setzt lediglich Design-Entscheidungen von Toyota (z.B. Schalter oder Halthebel) um.¹²⁰ Die präferierte Nutzung von eingespielten Entwicklungspartnerschaften kann darüber hinaus auch die Risiken und Entwicklungsaufwände auf mehrere Schultern verteilen.¹²¹

Die Beweggründe für eine Standortwahl können im Einzelfall sehr unter-

¹¹⁸Vgl. Assmus, D., Bauer, P., Brecher, C., Eversheim, W., Güthenke, G., Nonn, C., Meidlinger, R., Paulukuhn, L., Ritz, P., Schuh, G., Stahuber, A., Weisbecker, L., Winkler, H., Lean Products. Maximierung von Kundennutzen und Skaleneffekten., 2005, S. 70 f.

¹¹⁹Vgl. Ahuja, G., The duality of collaboration: inducements and opportunities in the formation of interfirm linkages, 2000, S. 318.

¹²⁰Vgl. Ward, A., Liker, J. K., Christiano, J. J., Sobek, D. K., The Second Toyota Paradox: How Delaying Design Decisions Can Make Cars Faster, 1995, S. 135.

¹²¹Vgl. Wiedeking, W., Innovationsmanagement bei Porsche, 2005.

schiedlich sein. Neben Kosteneinsparpotenzialen spielt die Nähe zum Markt und zur Produktion eine wichtige Rolle. Weitere Aspekte wie Know-how Gewinn oder Mangel an qualifizierten Fachkräften am Heimatstandort können ebenfalls von Bedeutung sein.¹²²

PORTER gibt zu bedenken, dass es je nach Technologie häufig besonders fruchtbare Regionen für Innovationen (sogenannte Cluster) gibt und dass die lokale Umgebung in solchen Clustern für den Innovations-Output sehr entscheidend ist. Die clusterspezifische Umgebung vernetzter Firmen ist durch zahlreiche Vorteile geprägt - vgl. Abbildung 6.13. So sind exzellente Humanressourcen und eine universitäre Forschungsinfrastruktur samt Risikokapitalgebern vorhanden (Inputbedingungen), lokale Zulieferer verfügbar (unterstützende Industrien), anspruchsvolle Kunden die Regel (Nachfragebedingung) und starker Wettbewerb zwischen lokalen Rivalen mit entsprechendem innovationsförderndem Investitionsklima vorzufinden (Kontext für Wettbewerb).¹²³ Die „intracluster knowledge spillovers“ zwischen Unternehmen im Cluster, die keine direkten Wettbewerber sind, wirken sich entsprechend als Katalysator auf die Innovationstätigkeit aus. Entsprechend betont PORTER, dass Entscheidungen für Innovationsstandorte nicht in erster Linie nach Input-Kosten oder Subventionen getroffen werden sollten.¹²⁴

Die vier Fähigkeiten „Kooperationsstrategie“, „Intellectual Property“, „Anforderungsmanagement“ und „Netzwerkmanagement“ beschreiben die Kompetenz *Entwicklungskollaboration* und lassen sich den vier Phasen nach dem St. Galler Management Navigator zuordnen.

Die zuvor detailliert dargestellten Fähigkeiten sind in der folgenden Abbildung zusammenfassend dargestellt und den jeweiligen Kompetenzen zugeordnet - vgl. Abbildung 6.14. Die relevanten Kompetenzen zur Steigerung der Innovationsproduktivität sind demnach durch entsprechende konstituierende Fähigkeiten operationalisiert, die in Anlehnung an den General Management Navigator eine Phasenzuordnung besitzen. Die empirisch motivierten Kompetenzen und das Phasenmodell des General Management Navigator repräsen-

¹²²Vgl. WZL-Studie, Erfolgreiches Standortmanagement von Forschung und Entwicklung, 2006.

¹²³Vgl. Schuh, G. Boos, W., Baumann, B.: University proximity as enabler for innovation clusters, 2009 und Porter, M. E., Stern, S., Innovation: Location matters, 2002, S. 240 f.

¹²⁴Vgl. Porter, M. E., Stern, S., Innovation: Location matters, 2002, S. 240 f.

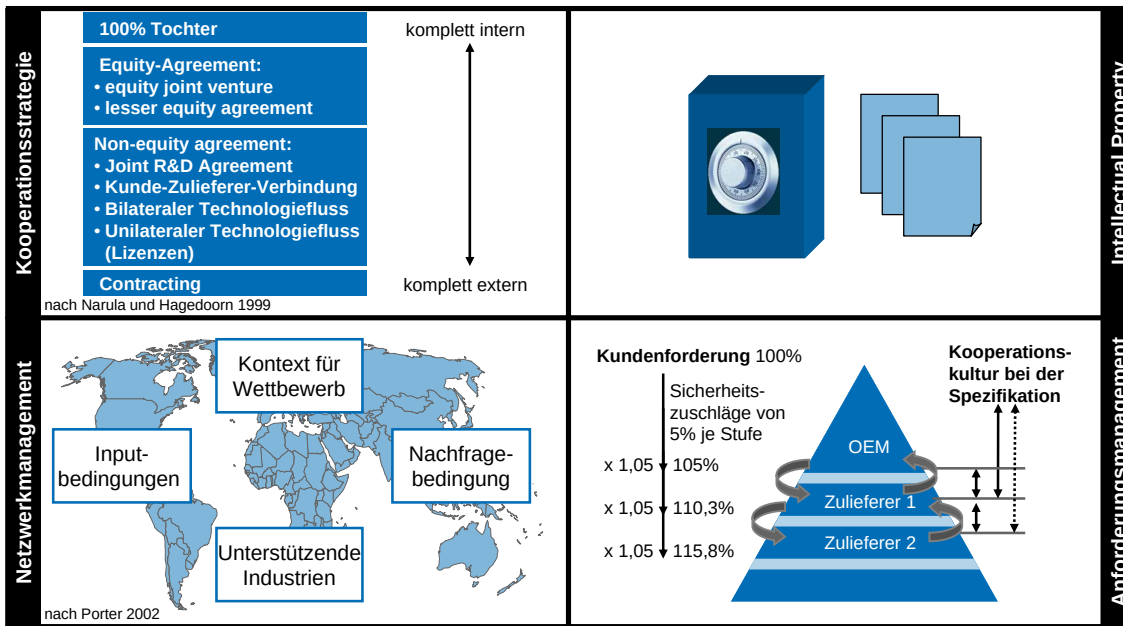


Abbildung 6.13: Fähigkeiten zur Unterstützung der Entwicklungskollaboration

tieren einen *kompetenzbasierten Bezugsrahmen* für die Fähigkeiten, die zuvor als relevante Analyseinheit im Rahmen einer ressourcenorientierten Betrachtungsweise festgelegt wurden. Obwohl die Mehrzahl der Fähigkeiten empirisch motiviert und aus der Diskussion, aus Fallbeispielen und der Literatur abgeleitet ist, ist zu erwarten, dass einzelne Fähigkeiten im Laufe der Zeit oder im spezifischen Branchenkontext weniger wichtig sind. Der vorgestellte Bezugsrahmen ermöglicht in diesem Fall die Anpassung an die konkrete Situation durch Austausch einzelner Fähigkeiten.

Mit Hilfe des dargestellten Bezugsrahmens und der Operationalisierung durch relevante Fähigkeiten wird die Analyse der Kompetenzniveaus unterstützt. Schwachstellen im Hinblick auf die Steigerung der Innovationsproduktivität können so identifiziert werden. Aus dem Kompetenzprofil (vgl. Abbildung 6.15) wiederum lassen sich dann passende Maßnahmen ableiten. Entsprechend der vorherigen Definition der Ausprägungen bedeutet 0 (Kompetenz nicht vorhanden) und 4 (Kompetenz besonders stark ausgeprägt). Die Ausprägungen 1, 2, 3 bedeuten entsprechend „Kompetenz wenig vorhanden“, „Kompetenz teilweise vorhanden“ und „Kompetenz überwiegend vorhanden“. Die Zeit zum Aufbau

<u>Kundenorientierung</u> • Geschäftsmodellentwicklung • Endkundenintegration • Release Engineering • Marktkennntnis	<u>Personalentwicklung</u> • Unternehmens- und Lernkultur • Führungsprinzipien • Mitarbeiterentwicklung • Mitarbeitertraining	<u>Technologiekompetenz</u> • Technologieplanung • Technologiesynergien • Technologiereife • Technologiesubstitution	<u>Entwicklungs-kollaboration</u> • Kooperationsstrategie • Intellectual Property • Anforderungsmanagement • Netzwerkmanagement
<u>Prozessorientierung</u> • Lean Thinking • Risikomanagement • Prozessverantwortung • Kontinuierliche Verbesserung	<u>Funktionsübergreifende Teams</u> • Teamintegration • Virtuelle Teams • Ad-hoc Communities • Informelle Netzwerke	<u>Kostenorientierung</u> • Design to Cost • Standardisierung • Design to Manufacture • Variantenmanagement	<u>IT-Nutzung</u> • Product Lifecycle Management • Single Source of Data • Automatisierte Arbeitsabläufe • Simulation und digitale Prototypen

Abbildung 6.14: Übersicht der Fähigkeiten und Zuordnung zu den Kompetenzen

von einzelnen Fähigkeiten bzw. die Zeit zur Steigerung der Kompetenzniveaus ist individuell unterschiedlich, in der Regel aber mit einem größeren Vorlauf als der Entstehung eines neuen Produkts verbunden.¹²⁵

6.2 Typologiemodell der Innovationsprojekte

Vergleichende Aussagen über den Status von Objekten mit Hilfe von Kennzahlen setzen voraus, dass eben diese Objekte vergleichbar sind. Innovationsprojekte als mögliche Betrachtungsobjekte zeichnen sich in der Praxis durch eine hohe Diversität aus: die Projekte reichen von kleinen und kurzfristigen Verbesserungsmaßnahmen bis zu ressourcenintensiven Produktentstehungsprojekten, z.B. für eine neue Plattform oder zur Erzeugung eines gänzlich neuen Geschäftsfeldes. Um im Rahmen von Kennzahlanalysen nicht Äpfel mit Birnen zu vergleichen, ist eine grundlegende Betrachtung von sinnvoll gewählten Typen notwendig, für die Vergleiche angestellt werden können.

¹²⁵Vgl. die Ausführungen zu Kernkompetenzen im Grundlagenteil.

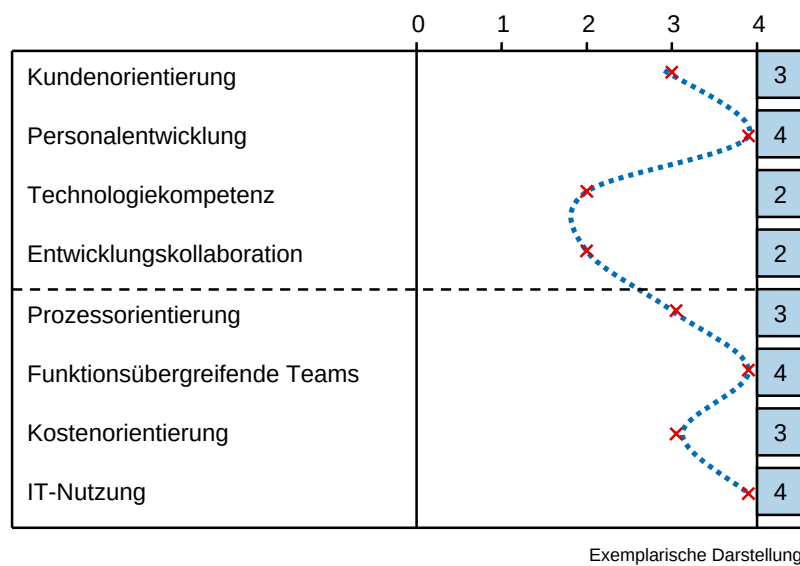


Abbildung 6.15: Analyse der Kompetenzniveaus

Im Grundlagenteil wurde bereits der Innovationsgrad als wesentliches Unterscheidungskriterium in Anlehnung an GASSMANN eingeführt:¹²⁶ Der Innovationsgrad differenziert auf einer Skala zwischen inkrementalen und radikalen Innovationen - vgl. Abbildung 3.1. Eine mögliche Definition von Projekttypen entlang des Innovationsgrads ist in Abbildung 6.16 dargestellt. Vereinfacht skizziert ergibt sich die Produktivitätssteigerung aus der Steigerung des Outputs (z.B. Umsatz aus Neuprodukten) bei gleichbleibendem Input (z.B. Entwicklungsaufwand).

Eine genauere Betrachtung - wie in Abbildung 6.17 exemplarisch dargestellt - verdeutlicht, dass sich Ziele zur Steigerung der Innovationsproduktivität sowohl auf outputorientierte als auch auf inputorientierte Zielgrößen beziehen können. Ein Ausrüster, der einem Systemintegrator ein Modul für ein Endprodukt verkauft, ist daran interessiert, dass sich der Systemintegrator möglichst häufig für das eigene Modul und gegen Wettbewerbslösungen entscheidet. Die Ausstattungsquote (Anteil der Endprodukte mit dem verbauten eigenen Modul) kann demnach als Maß für den Kundennutzen fungieren. Andererseits

¹²⁶Vgl. Gassmann, O., Internationales FuE-Management: Potentiale und Gestaltungskonzepte transnationaler FuE-Projekte, 1997, S. 139.

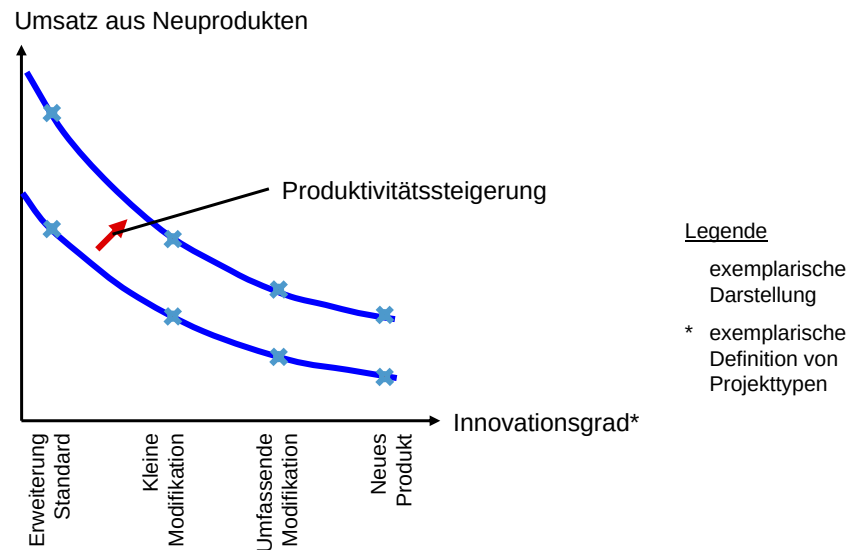


Abbildung 6.16: Innovationsprojekttypen und Produktivitätssteigerung

ist der Entwicklungsaufwand ein mögliches Maß für die Inputoptimierung im Rahmen der Produktivitätssteigerung. Das zweite Portfolio aus Deckungsbeitrag und Zuverlässigkeit (Durchschnitt aus den prozentualen Zielerreichungswerten „on time“, „on budget“, „on target cost“) verdeutlicht, dass neben der reinen Kosten-Nutzen-Betrachtung auch andere Aspekte wie der Wertbeitrag oder spezifische Projektziele in der Projektbewertung von Belang sind und im weiteren Sinn Messgrößen für die Innovationsproduktivität darstellen - vgl. Unterkapitel Kennzahlensystem.

Vergleichende Aussagen über Projekte und entsprechende Zielsetzungen zur Produktivitätsverbesserung werden separat für die einzelnen Projekttypen getroffen. Dadurch wird begünstigt, dass eine möglichst homogene Gruppe von Projekten analysiert wird und die Zielsetzungen realistisch sind. Die Einteilung der Projekte in die vier Projekttypen - Erweiterung des Standards, kleine Modifikation, umfassende Modifikation und neues Produkt - hat sich in der Praxis häufig bewährt; Abwandlungen von dieser Einteilung sind natürlich möglich; sie werden in Kapitel 7 (Fallbeispiele) exemplarisch dargestellt.

Über einen längeren Zeitraum (> 10 Jahre) betrachtet, lässt sich nicht selten eine hohe Dynamik in der Projektlandschaft feststellen. Großunternehmen neigen

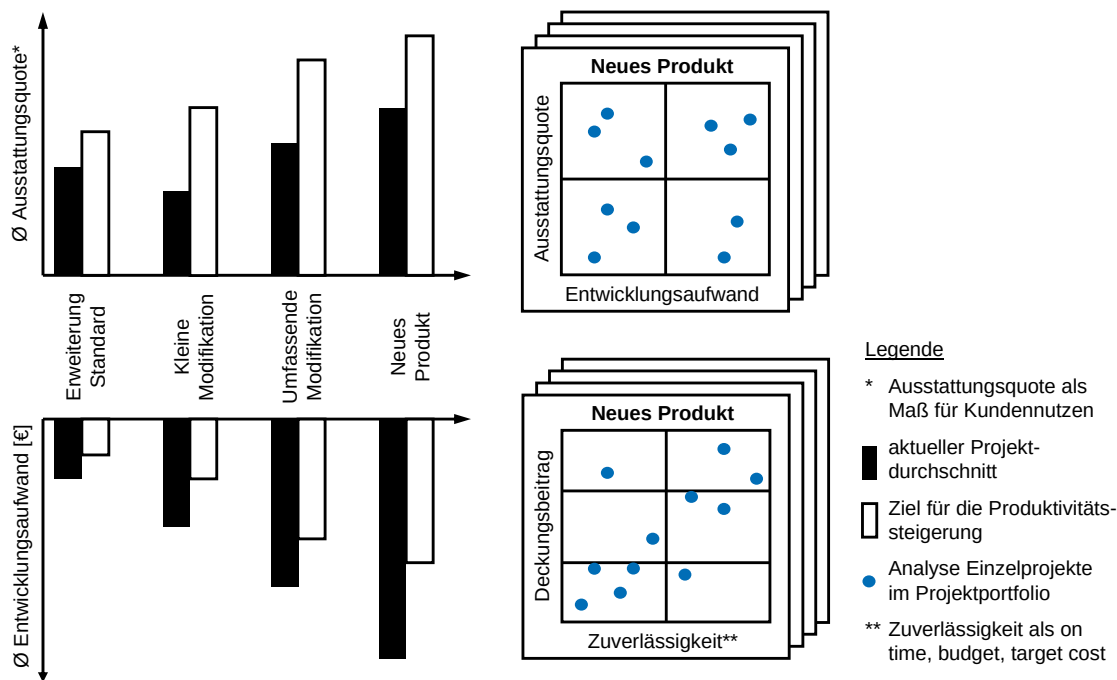


Abbildung 6.17: Operationalisierung der Innovationsprojekttypen

zwar dazu, einen gewissen Anteil ihrer FuE-Ressourcen im Rahmen der Projektmixplanung für strategische Neuprojekte zu reservieren, um trotz quartalsmäßigem Profitstreben langfristige Existenzsicherung zu betreiben. Zwischen den anderen Projekttypen kommt es allerdings über die Zeit nicht selten zu starken Schwankungen in der Ressourcenzuteilung für die Projekttypen. Besonders stark lässt sich dies in Unternehmen beobachten, die in festen Zyklen innovieren, beispielsweise durch die Entwicklung einer neuen Plattform - wie Abbildung 6.18 verdeutlicht. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, einen hinreichend großen Betrachtungszeitraum für die Analysen zu wählen.

Weitere Beispiele für Innovationsprojekttypen wurden ausführlich von PAULUKUHN diskutiert und beschrieben. Er unterscheidet die folgenden Projekttypen: Step by step Entwicklung, Releaseorientierte Entwicklung, Add-on Entwicklung, Probe and Learn Entwicklung, Lead User Entwicklung und Taylor-made Entwicklung.¹²⁷

¹²⁷Vgl. Paulukuhn, L., Typologisierung von Entwicklungsprojekten im Maschinenbau, 2005, S. 151 ff.

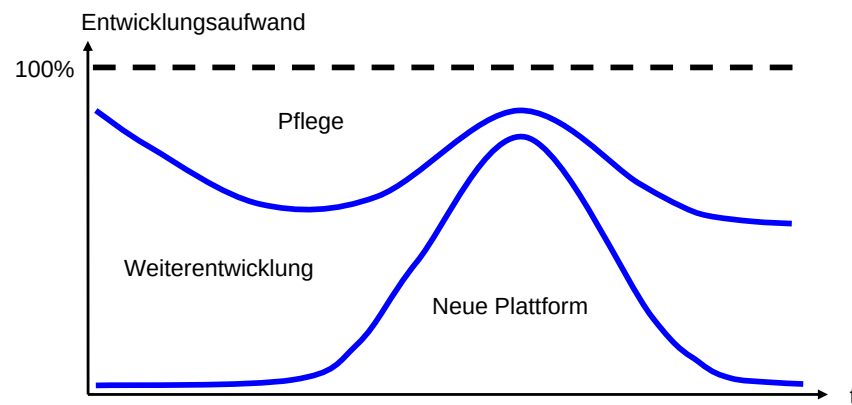


Abbildung 6.18: Dynamischer Projektmix mit Verschiebung der Schwerpunkte

Ein weiterer zu berücksichtigender Aspekt ist das Innovationsobjekt - wie bereits im Grundlagenteil beschrieben. Die Innovationsprojekttypen lassen sich dem fokussierten Innovationsobjekt zuordnen, dadurch wird eine eindeutige Festlegung des Betrachtungsbereichs möglich. Auf diese Weise wird die Schwerpunktsetzung und Konfiguration des nachfolgend detaillierten Kennzahlensystems erleichtert.

6.3 Kennzahlensystem zur Messung der Innovationsproduktivität

Kennzahlensysteme als Instrument der Leistungsmessung¹²⁸ bzw. des kennzahlenorientierten Benchmarkings unterstützen bei der Entscheidungsfindung und ermöglichen eine klare Kommunikation von und Orientierung an Leistungserwartungen.¹²⁹ Eine besondere Schwierigkeit im Kontext von Innovation ergibt sich aus der Messung des FuE Outputs.¹³⁰ Diese Besonderheit hat in der Vergangenheit zu einer untergeordneten Dringlichkeit der Leistungsmessung auf dem

¹²⁸Häufig wird im deutschen Sprachgebrauch auch die englische Bezeichnung verwendet: performance measurement.

¹²⁹Vgl. Olson, A., Weber, A., Melling, C., Performance Measurement, 1995, S. 3.

¹³⁰Vgl. Bürgel, H. D., Haller, C., Binder, M., FuE-Management, 1996, S. 329.

Gebiet von Forschung und Entwicklung geführt.¹³¹ Aufgrund der außerordentlichen Bedeutung von Innovationen für ein Unternehmen und des zunehmenden Konkurrenzdrucks kann sich das Innovationsgeschehen einer Leistungsmessung allerdings langfristig nicht entziehen.

Das im Folgenden dargestellte Kennzahlensystem und die ausgewählten Kennzahlen zur Messung der Innovationsproduktivität sind aus mehrjähriger Erfahrung bei der Durchführung von empirischen Studien in Unternehmen sowie zahlreichen Gesprächen mit Entwicklungsleitern entstanden. Die dargestellte Leistungsmessung fokussiert entsprechend auf privatwirtschaftliche Forschung und Entwicklung in Abgrenzung zu öffentlicher Forschung, für die häufig andere Rahmenbedingungen gelten.¹³²

6.3.1 Vorüberlegungen

Theorie und Praxis: Die theoretisch einfachste Möglichkeit, die FuE Leistungsfähigkeit in einem Unternehmen zu messen, ist die Bildung eines *Profit Centers*.¹³³ Das Ergebnis von FuE wird durch Erlöse repräsentiert, die sich aus einer Kunden-Lieferanten-Beziehung ergeben und dem FuE-Budget gegenübergestellt werden. In dieser Konstellation steht die unternehmenseigene FuE im ständigen Wettbewerb zu externen Anbietern und handelt mit den internen Kunden Verrechnungspreise für die FuE-Leistung aus.¹³⁴

Trotz der Vorteile im Hinblick auf eine vereinfachte Leistungsmessung sprechen gravierende Argumente gegen eine Profit Center Konzeption der unternehmenseigenen FuE:¹³⁵ Die Optimierung des kurzfristigen Ergebnisses steht im Widerspruch zu einer langfristigen Steigerung des Unternehmenswerts durch Innovationen. Vollständiger Wettbewerb für FuE Leistungen entspricht nicht

¹³¹Vgl. Werner, B. M., Messung und Bewertung der Leistung von Forschung und Entwicklung im Innovationsprozess, 2002, S. 8.

¹³²Die Forschung an öffentlichen Instituten orientiert sich am öffentlichen Interesse, birgt häufig größere Umsetzungsrisiken und ist daher nur bedingt mit der privatwirtschaftlichen Forschung und Entwicklung vergleichbar.

¹³³Vgl. Bürgel, H. D., Lean R and D, 1995, S. 341.

¹³⁴Vgl. Cordero, R., The measurement of innovation performance in the firm: an overview, 1990, S. 191.

¹³⁵Vgl. Hauber, R., Performance Measurement in der Forschung und Entwicklung: Konzeption und Methodik, 2002, S. 109.

der Realität und ist wegen des Schutzes von Kompetenzen in der Regel auch nicht erwünscht. ROBB beschreibt einen Profit Center Ansatz für die FuE bei General Electric: Um der Problematik der Kurzfristorientierung zu begegnen, wird ein Viertel des FuE Budgets von der Unternehmenszentrale ohne Leistungsnachweis zur Verfügung gestellt.¹³⁶

Woher die notwendigen Vergleichsdaten nehmen? Jedes Unternehmen ist verpflichtet, den Stakeholdern (Anteilseignern) in regelmäßigen Abständen Rechenschaft darüber abzulegen, wie das Unternehmen und seine Bereiche gewirtschaftet haben. Der Detaillierungsgrad dieser Informationen hängt von der Rechtsform des Unternehmens ab. Aktiengesellschaften haben die detailliertesten Auflagen bezüglich der zur Verfügung zu stellenden Informationen. Ein erster Schritt zur Beschaffung der Analysedaten ist also der Blick in die Unternehmensbilanz, die Gewinn- und Verlustrechnung (GuV) sowie das Cashflow Statement, die weitestgehend standardisiert und daher meistens vergleichbar sind und die zentralen Berichtsinformationen des Unternehmens zusammenfassen. In jährlichen Abständen werden Kennzahleninformationen im Jahresbericht zusammengestellt. Sofern die Berichtspflichten diese Informationen nicht verlangen, lassen sich relevante Kennzahlen dennoch meistens intern mit überschaubarem Aufwand zusammenstellen, da sie intern häufig zur Unternehmenssteuerung verwendet werden. Im Rahmen eines entsprechenden kennzahlbasierten Benchmarking-Projekts werden dann der Betrachtungsfokus und die Datenbasis festgelegt.¹³⁷

Mitarbeiter im Unternehmen: Eigentlich sollte es nicht sonderlich schwierig sein, die Anzahl der Mitarbeiter eines Unternehmens oder eines Unternehmensbereichs zu ermitteln. Fluktuation von Mitarbeitern und der Einsatz von Teilzeitkräften erschweren allerdings die Festlegung auf eine genaue Mitarbeiterzahl. Um dieser Situation Rechnung zu tragen, sind folgende Definitionen für die Anzahl der Mitarbeiter üblich und in Veröffentlichungen wie beispielsweise dem Jahresbericht möglich:¹³⁸

- Durchschnittliche Anzahl Mitarbeiter während des Jahres

¹³⁶Vgl. Robb, W. L., How good is our research, 1991, S. 20.

¹³⁷Die Vorgehensweise bei Benchmarking-Projekten ist ausführlich im Grundlagenteil erläutert.

¹³⁸Vgl. Vause, B., Guide to Analysing Companies, 2005, S. 157.

- Anzahl der Mitarbeiter am Ende des Jahres
- die absolute Anzahl an Vollzeit- und Teilzeitmitarbeitern
- Anzahl „full-time equivalent (FTE)“ Mitarbeiter

Die Anzahl der vollzeitäquivalenten (FTE) Mitarbeiter ergibt sich aus Division der gearbeiteten Stunden aller Mitarbeiter und der Standardstunden eines Vollzeitmitarbeiters in der gewählten Periode (Woche, Monat, Jahr). Diese Art der Mitarbeiterberechnung ist insbesondere in den Bereichen anzutreffen, die eine große Anzahl an Teilzeitkräften beschäftigen. Für vergleichende Analysen ist es wichtig, dass eine gemeinsame Basis bei der Definition der Mitarbeiteranzahl verwendet wird oder zumindest Unterschiede bei der Ergebnisinterpretation berücksichtigt werden.

Durchschnittliche Vergütung: die durchschnittliche Vergütung pro Mitarbeiter lässt sich durch Division der gesamten Lohnkosten durch die Anzahl der Mitarbeiter berechnen:

$$\text{Durchschnittliche Vergütung} = \text{Gesamte Lohnkosten} / \text{Anzahl Mitarbeiter}$$

Da die gesamten Lohnkosten zumindest auf Unternehmensebene in der GuV in der Regel angegeben werden, sind Vergleiche der durchschnittlichen Vergütung des Unternehmens mit vergleichbaren Unternehmen möglich. Wenn man von Standortentscheidungen für ganze Unternehmen einmal absieht, sind solche Vergleiche innerhalb von Unternehmensbereichen (z.B. für den Entwicklungsbereich) interessanter, da sie Transparenz über den Wert bestimmter Tätigkeiten im Vergleich zu anderen Unternehmen und entsprechende Trends zu Tage fördern können. Weiterführende differenziertere Betrachtungen sind ebenfalls möglich. Manche Unternehmen unterscheiden z. B. bestimmte Entwicklungstätigkeiten (beispielsweise Systementwicklung gegenüber Komponentenentwicklung) und setzen dafür unterschiedliche Vergütungen an oder unterscheiden zwischen eigenen Entwicklern und günstigeren fremden Entwicklern und setzen letztere ein, um Projekte zu beschleunigen bzw. Kapazitätsspitzen abzufedern.¹³⁹

¹³⁹Vgl. WZL-Studie, Erfolgreiches Standortmanagement von Forschung und Entwicklung, 2006.

Währungsunterschiede: Sofern unterschiedliche monetäre Größen vorliegen, gibt es mehrere Möglichkeiten:

- Gemäß einem festgelegten Umrechnungskurs wird auf eine Leitwährung umgerechnet.
- Eine andere Möglichkeit besteht in der „einheiten-neutralen“ Definition von Kennzahlen. Dadurch wird der Nachteil der Währungsumrechnung beseitigt und gleichzeitig wird der Zielbereich der Kennzahl (zwischen Min- und Max-Wert) transparent; andererseits sind die Kennzahlen in der Regel aufwändiger zu berechnen - Beispiel Umsatzwachstum:

$$Umsatzwachstum = \frac{Umsatz_{heute} - Umsatz_{gestern}}{Umsatz_{gestern}}$$

$$Umsatzwachstum_{neutral} = \frac{Umsatzwachstum - Umsatzwachstum_{min}}{Umsatzwachstum_{max} - Umsatzwachstum_{min}}$$

Trendaussagen vs. Momentaufnahmen: Punktuelle Momentaufnahmen bergen grundsätzlich die Gefahr, eine Ergebnisverfälschung durch bestimmte Einmaleffekte zu übersehen oder die prinzipielle Entwicklung über die Zeit nicht richtig zu erfassen. Sofern möglich, sollten Kennzahlen über einen hinreichend großen Zeitraum betrachtet werden, um Trendaussagen ableiten zu können.

6.3.2 Detaillierung des Kennzahlensystems

Während zahlreiche Kennzahlensysteme isoliert die Leistungsfähigkeiten einzelner Unternehmensfunktionen (wie beispielweise Produktion oder Beschaffung) messen, ist das hier vorgestellte ***Kennzahlensystem der Innovationsproduktivität*** bewusst nicht ausschließlich einer einzelnen Unternehmensfunktion zugeordnet. Dadurch wird der Tatsache Rechnung getragen, dass Innovationen in der Regel im Zusammenspiel mehrerer Unternehmensfunktionen entstehen. CLARK und FUJIMOTO konnten empirisch nachweisen, dass eine prozessorientierte Aufbauorganisation wesentlich effizientere Produktentstehungsprozesse ermöglicht als eine nach Wertschöpfungsstufen getrennte funktionale Or-

ganisation.¹⁴⁰

Das Kennzahlensystem besteht aus den drei Ebenen

- Wertebene,
- Mehrprojektebene und
- Einzelprojektebene

und legt den Fokus auf die Messung der Innovationsproduktivität. Neben der Strukturierung in diese drei Ebenen wird eine weitere Klassifikation der Kennzahlen in die acht Kompetenzbereiche vorgenommen, um an die zuvor dargestellte Kompetenzanalyse anzuknüpfen. In Bezug auf den oben eingeführten General Management Navigator wird mit dem Kennzahlensystem die fünfte und kontinuierlich ablaufende Phase (Performance Messung) adressiert. Die Auswahl der Kennzahlen orientiert sich an zahlreichen Gesprächen mit Entwicklungsleitern, empirischen Studien, eigenen Überlegungen sowie Quellen aus der Literatur. Die im Folgenden exemplarisch dargestellten Kennzahlen stellen indes keine Maximalliste dar. Vielmehr sind sie als Orientierung und Startpunkt zu verstehen, ein individuelles Kennzahlensystem der Innovationsproduktivität aufzubauen. Wichtiger ist der dargestellte Rahmen, der eine strukturierte Generierung von Kennzahlen unterstützt. Unter Umständen ist es notwendig, einmal ausgewählte Kennzahlen auszutauschen, wenn sich beispielsweise die Rahmenbedingungen ändern.

Eine Übersicht des Kennzahlensystems zeigt die folgende Abbildung 6.19.

Einzelprojektebene

Kennzahlen auf der Einzelprojektebene lassen sich zu Beginn eines Projekts, während des Projekts zur Überprüfung der Zielerreichung oder nach Abschluss des Projekts erfassen und bewerten.

¹⁴⁰Vgl. Clark, K. B., Fujimoto, T., Automobilentwicklung mit System: Strategie, Organisation und Management in Europa, Japan und USA, 1992, S. 241.

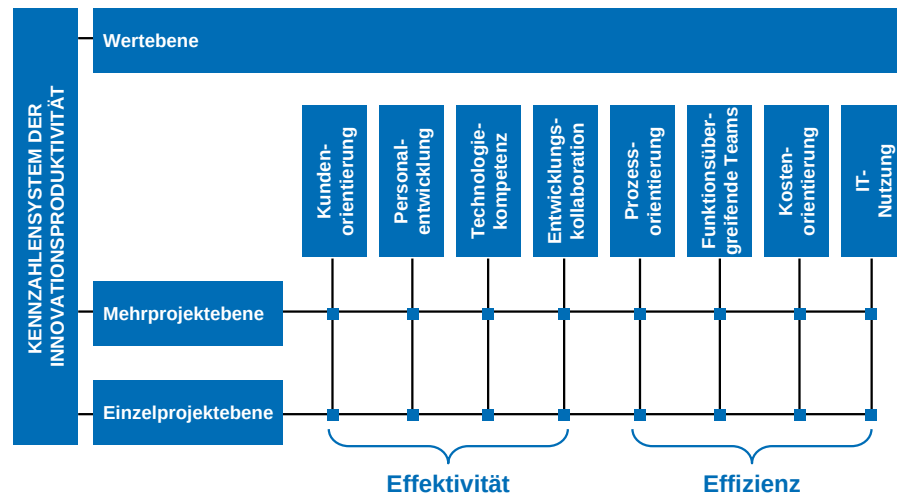


Abbildung 6.19: Ebenen und Kompetenzbereiche des Kennzahlensystems

Kundenorientierung

Produktnutzen - Der Produktnutzen ist ein Maß für die Nutzenwirkung, die ein Produkt beim Kunden erzielt. Verschiedene Möglichkeiten existieren, um den Kundennutzen zu quantifizieren. Da der Kunde letztendlich über den Produktnutzen entscheidet, sind Scoring-Methoden wie die Nutzwertanalyse möglich, um qualitative Kriterien zu quantifizieren. Conjoint-Analysen lassen sich verwenden, wenn der Nutzenbeitrag einzelner Funktionen eines Produkts vergleichend untersucht werden soll. Eine andere Möglichkeit ist die Definition einer geeigneten Kennzahl. Wie bereits zuvor erwähnt, kann ein Automobilzulieferer, dessen Systeme dem Endkunden als Option zur Verfügung stehen, beispielsweise aus dem Anteil der verbauten Systeme in einer Fahrzeugserie auf den Produktnutzen schließen.

Produktpreis - Bei überwiegend rationalen Kaufentscheidungen (z.B. im Investitionsgütergeschäft oder bei starker Marktmacht des Kunden wie in der Automobilzulieferindustrie) orientiert sich der Produktpreis häufig stark an den Produktkosten.

Die Preiselastizität ist in der Regel negativ, d.h. bei steigendem Preis nimmt die Absatzmenge ab.¹⁴¹

¹⁴¹In einigen Konsumgütermärkten, in denen der Preis ein Qualitäts- oder Imagesiegel darstellt, kann die Preiselastizität in gewissen Bereichen positiv sein.

Personalentwicklung

Standortproduktivität - Die Standortproduktivität wird meist beim Standortvergleich als Kennzahl verwendet. Sie wird aus dem Quotienten von „durchschnittlicher Erfahrung der FuE Mitarbeit“ und dem „kumulierten FuE Aufwand“ gebildet.

Die durchschnittliche Erfahrung der FuE Mitarbeiter lässt sich vereinfacht z.B. durch die durchschnittliche Zugehörigkeit der Mitarbeiter zu einer FuE Abteilung bestimmen, der kumulierte FuE Aufwand ergibt sich aus dem monetären, zielgerichteten Aufwand für die FuE Tätigkeit.

Die Kennzahl ist insbesondere in einem globalen FuE Verbund nützlich, um u.a. Phänomenen wie der Mitarbeiterfluktuation in „emerging markets“ Rechnung zu tragen.

Lerngeschwindigkeit - Die Lerngeschwindigkeit beim Aufbau oder der Verbesserung von Fähigkeiten ist für Organisationen im Wettbewerb von großer Wichtigkeit.

Beispielsweise lässt sich die durchschnittliche Zeit zur Steigerung des Fähigkeitsniveaus um einen Punkt¹⁴² als Maßstab heranziehen. Für unterschiedliche Fähigkeiten sind unterschiedliche Lerngeschwindigkeiten zu erwarten.

Technologiekompetenz

FuE Produktivität - Die FuE Produktivität ergibt sich aus dem Produktnutzen pro kumuliertem FuE Aufwand. Der Quotient entspricht der Steigung im zuvor bereits beschriebenen S-Kurvenmodell nach MCKINSEY. Während der Produktnutzen zuvor aus Kundensicht definiert wurde, lässt sich hier auch ein technologischer Parameter verwenden (z.B. Transistordichte pro Flächeneinheit bei Computerchips). Der kumulierte FuE Aufwand entspricht dem monetären Aufwand zur Erreichung des jeweiligen Entwicklungsziels (z.B. der technologischen Leistungsfähigkeit).

Return on Development - Die Kennzahl „Return on Development“ betrachtet die Entwicklung einer Technologie als Investitionsprojekt und ist entsprechend ein Maß für die erfolgreiche Kommerzialisierung einer Technologie.

Die exakte Bestimmung dieser Kennzahl ist schwierig, aufgrund der starken Zeitverzögerung und der Schwierigkeit einer eindeutigen Zurechenbarkeit.

¹⁴²Vgl. das Unterkapitel zur Fähigkeits- und Kompetenzanalyse.

Einfacher handhaben lässt sich die Kennzahl, wenn statt des Erfolgs in Produkten primär Lizenzeinnahmen aus einer Technologie betrachtet werden.

Entwicklungskollaboration

Machtfaktor - Der Machtfaktor kann als Maß für die „Verhandlungsstärke des eigenen Unternehmens“ gegenüber der „Verhandlungsstärke eines potenziellen Partners“ verwendet werden (Quotient), um die Aussichten für ein gemeinsames Entwicklungsprojekt abzuschätzen. Die Einflüsse auf den Machtfaktor können vielschichtig sein: direkter Kundenzugang, Unternehmensgröße, Umsatzgenerierung beim Partner etc. können wichtige Einflussgrößen sein. Für die langfristige, erfolgreiche Entwicklungskooperation wird zum Teil eine ähnliche Verhandlungsstärke beider Partner als wichtig erachtet.

Kooperationen sind in einem guten wirtschaftlichen Umfeld meist unkritisch und erst in wirtschaftlich schwierigen Zeiten wirkt sich die Verhandlungsstärke konkret aus. Hauptgründe für Entwicklungspartnerschaften sind die Aufteilung von Kosten und Risiken für Entwicklungsprojekte zwischen den Partnern. Darüber hinaus können Umsatzbetrachtungen oder „local content“ Anforderungen eine Rolle spielen. Der Machtfaktor schlägt sich entsprechend in Nutzen-Aufwand-Betrachtungen oder Umsatz-Risiko-Überlegungen nieder. Im Hinblick auf die Produktivität geht es in Entwicklungskollaborationen um die Projektzielerreichung und die Vermeidung von Verschwendung. Gemeinsam kann ein anspruchsvolles Entwicklungsprojekt schneller zum Erfolg geführt werden und durch das Einbringen von komplementären Fähigkeiten müssen diese nicht erst mühsam aufgebaut werden. Ein gesundes Verhältnis der Verhandlungsstärken unterstützt in der Regel auch die klare Fokussierung auf den vereinbarten Projektinhalt.¹⁴³

Initialisierungsaufwand - Der Initialisierungsaufwand ist ein Maß für den Aufwand, der vor Projektbeginn für die Festlegung der konkreten Entwicklungsinhalte erbracht werden muss. Bei eingespielten, vertrauensvollen Entwicklungspartnerschaften kann dieser Aufwand auf ein Minimum reduziert werden, da viele Details nicht mehr schriftlich fixiert werden müssen, um eine korrekte Abwicklung sicherzustellen.

¹⁴³Es kommt nicht selten vor, dass der mächtigere Partner den anderen Partner zwingt, auch andere, weniger attraktive Entwicklungsinhalte für andere Projekte mitzuerledigen.

Der Initialisierungsaufwand sollte in einem gesunden Verhältnis zum gesamten Entwicklungsaufwand stehen, da er keine unmittelbar wertschöpfende Arbeit darstellt. Andererseits ist die Qualität der Spezifikation für die effiziente, partnerübergreifende Projektzielerreichung von außerordentlicher Bedeutung und könnte theoretisch mit einer vollständigen Eigenentwicklung verglichen werden.

Der Initialisierungsaufwand ergibt sich aus dem Quotienten von Spezifikationsaufwand und Entwicklungsaufwand.

Prozessorientierung

Relativer Fertigstellungsgrad - Der relative Fertigstellungsgrad ergibt sich aus dem Quotient von Fertigstellungsgrad eines Projekts (in Prozent) und den verbrauchten Projektkosten (in Prozent).

Durch die regelmäßige Erfassung dieser Kennzahl lässt sich das Projekt in puncto Zielerreichung und Kosten in regelmäßigen Abständen beobachten. In gewisser Weise entspricht die Verfolgung der Kennzahl der Durchführung einer Meilenstein-Trendanalyse.

Durchlaufzeit - Die Durchlaufzeit ist an einen bestimmten Prozess gekoppelt; sie ist ein Maß für die benötigte Zeit, um den Betrachtungsgegenstand (z.B. ein Produkt) durch den Prozess zu schleusen.

Die Durchlaufzeit kann für ein gesamtes Projekt, für einzelne Teilprozesse oder für Prozessphasen erhoben werden.

Funktionsübergreifende Teams

Produktivzeit FuE Mitarbeiter - Die Produktivzeit der FuE Mitarbeiter berücksichtigt, dass neben der eigentlichen produktiven Tätigkeit auch zahlreiche nicht unmittelbar wertschöpfende Tätigkeiten die zur Verfügung stehende Zeit auf Kosten der Produktivzeit reduzieren. Darunter fallen beispielsweise Suchzeiten für das Auffinden von Informationen (vgl. Konzeptionskapitel) oder Zeiten zur Dokumentation. Durch funktionierende, funktionsübergreifende Teams (aber auch durch den sinnvollen Einsatz von IT-Tools) lässt sich der produktive Anteil der zur Verfügung stehenden Zeit erhöhen.

Teamaufbau - Die Zeit zum Aufbau eines funktionierenden und funktionsübergreifenden Teams ist für ad-hoc Initiativen von Bedeutung, wenn es um die schnelle Problemlösung geht.

Kostenorientierung

Kumulierter FuE Aufwand - Der kumulierte FuE Aufwand ist ein Maß für den zielgerichteten, monetären Aufwand; er wird häufig als Bezugsgröße für Produktivitätskennzahlen verwendet.

Kostenreduzierung - In Kostenreduzierungsprogrammen ist häufig die prozentuale Kostenersparnis interessant, die in einem festgelegten Zeitraum in Bezug auf eine festzulegende Kostenbasis realisiert wird. Die Kostenreduzierung kann sich auf einzelne Produkte / Varianten oder ganze Produktlinien beziehen oder aber im Sinne eines Target Costing Ansatzes einzelne Komponenten eines Produkts herausgreifen.

IT-Nutzung

Datengenerierungsaufwand - Der Datengenerierungsaufwand ist ein Platzhalter für verschiedene IT-unterstützte Entwicklungsaufgaben. Beispielsweise kann der Aufwand für die Erstellung eines CAD-Modells, einer FEM-Analyse oder zum Aufbau von Stücklisten betrachtet werden. Vergleichende Analysen und Trendaussagen zur effizienten IT-Nutzung werden so möglich.

Änderungsaufwand - Der Aufwand zur Umsetzung von Änderungen ist im Produktentstehungsprozess nicht zu unterschätzen, da er häufig Ursache für die Überschreitung von geplanten Durchlaufzeiten und Budgets ist.

Ist die Änderung auf Fehler in der Entwicklung zurückzuführen, kann auch von Fehlerkosten (engl.: non conformance costs) gesprochen werden, die zur Beseitigung der Fehler aufgewendet werden müssen.

Da späte Änderungen, insbesondere nach Fertigungsfreigabe, besonders schwerwiegend sind, ist die Transparenz über den Anteil der Änderungen nach Fertigungsfreigabe (vgl. Konzeptionskapitel) häufig interessant.

Mehrprojektebene

Die auf der Einzelprojektebene dargestellten Kennzahlen lassen sich prinzipiell auch auf der Mehrprojektebene anwenden, um zu Durchschnittsaussagen über mehrere Projekte zu gelangen. Darüber hinaus bieten sich weitere Kennzahlen auf der Mehrprojektebene an:

Kundenorientierung

Zeitanteil mit Kundenkontakt - Der Zeitanteil mit Kundenkontakt ist die Zeit, die alle am Innovationsprozess Beteiligten im unmittelbaren Kontakt mit Kunden verbringen, bezogen auf die Zeit, die den Beteiligten am Innovationsprozess insgesamt zur Verfügung steht.

Die Kennzahl lässt sich eher als Indiz verwenden, da die Intensität nicht zwangsläufig eine Aussage über die Qualität der Kundenorientierung macht. Möglicherweise ist es interessant, den Zeitanteil für die unterschiedlichen involvierten Funktionen zu erfassen, um neben den typischen Funktionen wie Vertrieb und Service auch Transparenz über die anderen Funktionen zu erlangen. Ferner lässt sich der zeitliche Verlauf der Kennzahl entlang des Innovationsprozesses betrachten, um so möglicherweise zu einer Verbesserung des Innovationsprozesses zu gelangen: Nicht selten werden Aufgaben, die der Kundenorientierung dienen, zu spät im Prozess durchgeführt, nachdem der Lösungsraum bereits zu sehr eingeschränkt wurde.¹⁴⁴

Net Promoter Score - Diese Kennzahl zur Bewertung der Kundenzufriedenheit wurde von BAIN entwickelt¹⁴⁵, um die Überschätzung vieler Unternehmen bei der Bewertung der Kundenzufriedenheit transparent zu machen. Die Frage: „Würden Sie dieses Unternehmen einem guten Freund oder Kollegen weiterempfehlen?“ kann auf einer Skala von null bis zehn beantwortet werden. Nur die Kunden, die neun oder zehn Punkte vergeben, gelten als loyal und werden bei diesem Ansatz als Promotoren bezeichnet. Ihnen wird unterstellt, dass sie ihre Begeisterung für das Unternehmen aktiv nach außen tragen und durch Weiterempfehlung ihre persönliche Reputation aufs Spiel setzen. Die loyalen Kunden werden auf diese Weise von den kritischen bzw. lapidar zufriedenen Kunden (null bis sechs) und den neutralen Kunden (sieben und acht) differenziert.

Personalentwicklung

Anteil akzeptierter Job-Angebote - Eine gute Personalentwicklung spricht sich häufig herum, sodass der Anteil der von erfolgreichen Bewerbern akzep-

¹⁴⁴Open Innovation Konzepte gehen in diese Richtung, indem sie sehr früh in der Konzeptphase den intensiven Kontakt mit potenziellen Kunden suchen.

¹⁴⁵Vgl. Seidensticker, F.-J., Eine einzige Frage für profitables Wachstum, 2006.

tierten Job-Angebote ein Indiz für die Qualität der Personalentwicklung darstellt. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass neben der Qualität der Personalentwicklung zahlreiche weitere Aspekte wie die Konjunktur des Arbeitsmarkts oder das generelle Image des Unternehmens etc. ebenfalls einen Einfluss haben können.

Turnover Rate - Der Umsatz pro Mitarbeiter (Turnover Rate) wird in einigen Unternehmen verwendet, um den Nutzenbeitrag der Mitarbeiter für die Umsatzgenerierung transparenter darzustellen.

Wenn berücksichtigt wird, dass es meist eine Verzögerung gibt zwischen der Arbeit der Mitarbeiter und der Umsatzwirkung dieser Arbeit, liefert die Turnover Rate, im zeitlichen Verlauf betrachtet, eine nützliche Hintergrundinformation in Benchmarking Analysen.

Technologiekompetenz

Durchschnittlicher Technology Readiness Level - Der durchschnittliche Technology Readiness Level (vgl. Unterkapitel Fähigkeits- und Kompetenzanalyse) ist ein Maß für die Reife der eigenen Technologien.

Schätzungen für den Aufwand, um eine Technologie auf ein höheres Niveau zu bringen, werden durch die Transparenz unterstützt; im Rahmen des Technologieprozesses lassen sich je nach Level unterschiedliche Aufgaben definieren, um so die technologische Absicherung zu gewährleisten.

Patentproduktivität - In Forschung und Entwicklung wird die Leistungsfähigkeit häufig auch mit der Fähigkeit zur Generierung von Patenten in Verbindung gebracht. Bezogen auf den kumuliertem FuE Aufwand ergibt sich so ein technologisches Produktivitätsmaß.

Entwicklungskollaboration

Kooperationskennzahl - Das Entwicklungsnetzwerk ist in puncto Kooperationsdauer häufig eine Mischform aus unterschiedlichen Kooperationsformen, von Ad-hoc Kooperationen zur Abfederung von Kapazitätsspitzen über Kooperationen auf Projektbasis bis hin zu fest etablierten Kooperationen.¹⁴⁶ Die Zeit zum Aufbau einer Kooperationsform sollte demnach in einem vernünftigen Verhältnis zur Dauer einer entsprechenden Kooperation stehen. Die Kooperationskennzahl setzt diese beiden Zeiträume ins Verhältnis zueinander und

¹⁴⁶Vgl. WZL-Studie, Erfolgreiches Standortmanagement von Forschung und Entwicklung, 2006.

bildet den Mittelwert.

Prozessorientierung

Innovationsproduktivität Typ A - Die Innovationsproduktivität (Typ A) berechnet sich aus dem Quotienten aus „Umsatz Neuprodukte“ und dem kumulierten hierfür eingesetzten monetären FuE Aufwand.

Die Innovationsproduktivität ist daher ein Maß für die Fähigkeit, FuE Aufwände erfolgreich und zielgerichtet in neue Produkte umzusetzen. Als Neuprodukte sind solche definiert, die in den letzten X Jahren auf den Markt gekommen sind.¹⁴⁷

Verbesserungen des Innovationsprozesses (z.B. der Durchlaufzeit) schlagen sich entsprechend in einer besseren Innovationsproduktivität nieder. Allerdings sollte berücksichtigt werden, dass zahlreiche radikalere Innovationen mehr Zeit und Aufwand benötigen und durch eine Optimierung der Innovationsproduktivität nicht grundsätzlich benachteiligt werden sollten. Die separate Betrachtung der unterschiedlichen Innovationsprojekttypen (vgl. Unterkapitel Innovationsprojekttypen) trägt dieser Überlegung Rechnung.

Innovationsproduktivität Typ B - Die Innovationsproduktivität (Typ B) entspricht der Projektzuverlässigkeit, die sich aus den prozentualen Durchschnittswerten von „on time“, „on budget“ und „on target cost“ berechnet. Sie ist demnach ein Maß für die Zuverlässigkeit des Innovationsprozesses und unterstützt dadurch dessen Planungssicherheit und Reproduzierbarkeit.

Funktionsübergreifende Teams

Anzahl funktionsübergreifender Teams - Die Anzahl funktionsübergreifender Teams ist eine Bezugsgröße, um z.B. FuE Aufwände pro Team zu bestimmen und dadurch Anhaltspunkte für die Teamorganisation und die organisatorische Verankerung der Teams zu bekommen.

Durchschnittliche Entfernung der Teammitglieder - Die durchschnittliche räumliche Entfernung der Teammitglieder gibt Auskunft über die erforderliche Gestaltung der IT-Infrastruktur, um eine produktive Zusammenarbeit zu ermöglichen.

¹⁴⁷Die sinnvolle Definition des Zeitraums X ist branchenabhängig. In der Automobil- und Investitionsgüterindustrie sind im Mittel 3-4 Jahre üblich.

Kostenorientierung

Aufwand pro Projekt - Der durchschnittliche kumulierte monetäre Aufwand pro Projekt ist ein Vergleichsmaßstab für die einzelnen Projekte und die verschiedenen, definierten Projekttypen (vgl. Unterkapitel Innovationsprojekttypen).

Darüber hinaus lassen sich Erkenntnisse aus der Zusammensetzung der Projektaufwände gewinnen und entsprechende Ziele formulieren. Häufig werden beispielsweise die Änderungskosten erfasst, mit dem Ziel, diese möglichst zu minimieren.

Ebenfalls interessant ist die Betrachtung des Aufwands in den einzelnen Projektphasen, um beispielsweise „Frontloading“ von Entwicklungsaufwänden o.ä. zu identifizieren.

Anteil Standardteile - Die Verwendung von standardisierten Bauteilen oder Vorzugsbaureihen ist aus Kostengesichtspunkten bei der Neuentwicklung anzustreben. Der prozentuale Anteil der verwendeten Standardbauteile lässt sich als Zielgröße definieren.

Zahlreiche weitere Kommunalitätskennzahlen werden in der Literatur genannt.¹⁴⁸

IT Nutzung

Anteil IO-Zukaufmodelle - Werden Entwicklungsleistungen eingekauft (z.B. von Entwicklungsdienstleistern oder Zulieferern) ist die fehlerfreie Einbindung der zur Verfügung gestellten CAD-Modelle oder anderer Datenmodelle in die eigenen Systeme von großer Wichtigkeit, um effizient weiterarbeiten zu können. Einige Unternehmen bewerten ihre Entwicklungspartner in Bezug auf die Qualität der zur Verfügung gestellten Modelle und berechnen dafür z.B. den prozentualen Anteil der Modelle, welche in Ordnung sind (IO).

Suchzeiten - Suchzeiten für das Auffinden von existierenden Normteilen, ähnlichen Teilen oder Berechnungen sowie die Qualität von Suchergebnissen mit Hilfe von IT Systemen werden erfasst, um deren Leistungsfähigkeit und Nutzenbeitrag zu bestimmen.

¹⁴⁸Vgl. Tevenot, H. J., Simpson, T. W., A comparison of commonality indices for product family design, 2004.

Wertebene

Auf der Unternehmensebene oder Wertebene werden häufig die Ressourcenarten differenziert: Humanressourcen, physische Ressourcen und finanzielle Ressourcen. Für die Innovationsproduktivität sind die Humanressourcen und die finanziellen Ressourcen von besonderer Bedeutung.

Humanressourcen

Umsatz oder Profit pro Mitarbeiter Eine interessante Fragestellung ist der Beitrag eines Mitarbeiters zu Umsatz oder Profit des Unternehmens. Der Umsatz pro Mitarbeiter (Turnover Rate) ist ein Maß für die Fähigkeit eines Unternehmens, Umsatz auf der Basis der Mitarbeiter zu generieren.

Vernünftige Aussagen lassen sich allerdings erst ableiten, wenn mehrere Jahre vergleichend betrachtet werden oder vergleichbare Unternehmen analysiert werden. Auch innerhalb einer Branche kann es signifikante Unterschiede geben, die nicht zwangsläufig auf Unterschiede in der Produktivität schließen lassen: Wenn beispielsweise mitarbeiterintensive Tätigkeiten im einen Fall notwendig sind und in einem anderen nicht oder wenn das eine Unternehmen Low-cost Produkte vertreibt und sich das andere auf High-end Produkte konzentriert.

Als Faustformel wird häufig angegeben, dass der „Umsatz pro Mitarbeiter“ mindestens das Doppelte der durchschnittlichen Vergütung betragen sollte, um nicht in absehbarer Zeit vor finanziellen Problemen zu stehen¹⁴⁹.

Eine andere Darstellung dieses Zusammenhangs bietet Kennzahl „Mitarbeiterkosten pro Umsatzeinheit“. Durch diesen Zusammenhang wird ausgedrückt, welcher Anteil des Umsatzes für die Mitarbeiterentlohnung verwendet wird. Anstatt des Umsatzes kann auch der Wertzuwachs (value added) verwendet werden, um den eigenen Wertschöpfungsanteil zu betonen.

Der Profit pro Mitarbeiter gibt die Fähigkeit eines Unternehmens an, basierend auf den Mitarbeitern Profit zu generieren. Das theoretisch perfekte Maß zur Messung von Produktivität im Unternehmen ist der Profit, da sich Produktivitätssteigerungen aufgrund der Kostensenkungswirkung unmittelbar auf den Profit des Unternehmens auswirken. In der Praxis muss bedacht werden, dass

¹⁴⁹Vgl. Vause, B., Guide to Analysing Companies, 2005, S. 156.

es sehr viele verschiedene Motivationen und buchhalterische Möglichkeiten gibt, den ausgewiesenen Profit zu beeinflussen. Darüber hinaus existieren zahlreiche Definitionen von Profit, die zur weiteren Verkomplizierung und möglichen Missverständnissen führen können. Im allgemeinen ist es sinnvoll, den Profit aus der laufenden Geschäftstätigkeit (operating profit) zu verwenden, und Einmaleffekte beispielsweise durch Akquisitionen oder den Verkauf von Unternehmensteilen auszublenden. Um gehaltvolle Aussagen aus dem Profit pro Mitarbeiter ableiten zu können, sollten wiederum mehrere Jahre und Vergleiche innerhalb der Branche betrachtet werden.

Physische Ressourcen

Die produktive Nutzung der verfügbaren physischen Ressourcen (assets employed) ist von der Natur des Unternehmens abhängig. Sinnvolle Vergleiche sind entsprechend nur für Unternehmen innerhalb der gleichen Branche möglich und werden insbesondere im Produktionsumfeld verwendet.

Umsatz-Assets Verhältnis

Das Umsatz-Assets Verhältnis ist ein Maß für die produktive Nutzung der vorhandenen Vermögenswerte (Assets). Ein niedrigeres Verhältnis im Vergleich zu einem anderen Unternehmen kann darauf hindeuten¹⁵⁰, dass

- einige Assets unproduktiv oder veraltet sind (z.B. Maschinen),
- die Assets in der Bilanz überbewertet sind oder
- Fähigkeiten zur produktiven Nutzung der Assets fehlen.

Rate of Return

$$Rate of Return = Profitmarge * UmsatzAssetsVerhältnis$$

Die weit verbreitete Kennzahl „Rate of Return“, die auch dem „Du Pont Modell“ zugrunde liegt, berechnet sich aus dem Produkt von Profitmarge und Umsatz-Assets Verhältnis (vgl. Abbildung 6.20).¹⁵¹

¹⁵⁰Vgl. Vause, B., Guide to Analysing Companies, 2005, S. 167.

¹⁵¹Vgl. Vause, B., Guide to Analysing Companies, 2005, S. 169.

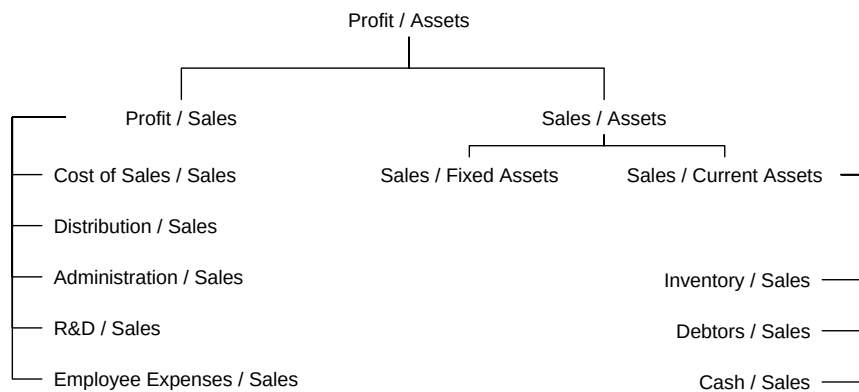


Abbildung 6.20: Du-Pont Pyramide

Die „Du Pont Pyramide“ wird auf Unternehmensebene gerne verwendet, weil sie weiter in die Funktionsbereiche verzweigt und Aussagen über die Produktivität der einzelnen Bereiche zulässt. So ist es z. B. möglich, die Bereiche, die besonders zum Profit beitragen, zu identifizieren. Der Nachteil, der sich aus dieser Betrachtung unmittelbar ergibt, ist die stark funktionsorientierte Analyse, welche die Schnittstellen und Interdependenzen zwischen den Bereichen ausblendet. Erst die Analyse dieser Hintergründe und die Betrachtung der Kennzahlen über die Zeit ermöglichen sinnvolle Aussagen.

Finanzielle Ressourcen

Umsatzrendite - Die Umsatzrendite ergibt sich aus dem Verhältnis von Betriebsergebnis zu Umsatz und wird häufig auch als EBIT (earnings before interest and tax) bezeichnet. Anstelle des auf den Umsatz bezogenen Prozentwerts wird der EBIT teilweise auch dem absoluten Betriebsergebnis gleichgesetzt.

Bei finanziellen Bewertungen wird das Betriebsergebnis häufig auf die Zinszahlungen bezogen: Die Kennzahl „interest cover ratio“ wird aus dem Quotient von Betriebsergebnis und Zinsen berechnet.

Ein Unternehmen mit einem „interest cover“ von *zwei* könnte bei einem Einbruch des Profits auf 50% dennoch die Zinszahlungen aus dem Profit bestreiten, während ein Unternehmen mit einem Wert von *eins* seine Cash-Reserven verwenden oder vorhandene Assets verkaufen müsste. Insofern liefert die Kennzahl eine Aussage darüber, wie „produktiv“ der eingefahrene Profit zukünftig

verwendet werden kann.

Umsatzwachstum gehört zu den sehr häufig analysierten Finanzkennzahlen und ist nicht selten eine verbindliche Zielgröße im Unternehmen. Um das Umsatzwachstum in Relation zu setzen, wird das Bruttoinlandsprodukt eines betrachteten Marktes häufig herangezogen.

Da Wachstumsaussagen nur über einen größeren Zeitraum sinnvoll sind und Einmaleffekte nach Möglichkeit ausgeblendet werden sollen, werden in der Praxis häufig gemittelte Wachstumsgrößen betrachtet. Sehr verbreitet ist die „compound annual growth rate (CAGR)“:

$$CAGR(gestern, heute) = \sqrt[gestern-heute]{\frac{Umsatz_{heute}}{Umsatz_{gestern}}}$$

Bedeutung von FuE aus Unternehmenssicht - Eine besonders kritische Funktion, die häufig im Zentrum von Innovationsbemühungen steht und in gewisser Weise das Bindeglied zwischen physischen Ressourcen und Humanressourcen darstellt, ist die Forschung und Entwicklung. Darüber hinaus hat die FuE u. U. auch einen erheblichen buchhalterischen Einfluss auf den ausgewiesenen Profit, der wie oben dargestellt zumindest auf Unternehmensebene als Maß für die Produktivität herangezogen werden kann. Dies wird deutlich, wenn über die Kapitalisierung von FuE Aufwänden nachgedacht wird, d. h. wenn solche Aufwände nicht komplett als Kosten in der Gewinn- und Verlustrechnung (GuV) ausgewiesen, sondern zum Teil als Assets in der Bilanz aufgenommen werden - also „aktiviert“ werden.¹⁵²

Ein Beispiel: Ein Unternehmen, das im Jahr X 100 EUR FuE Aufwände für ein Projekt hat, könnte argumentieren, dass diese Projektkosten dem Unternehmen Vorteile für die nächsten 10 Jahre bringen. Demnach erscheint es gerechtfertigt, die 100 EUR Kosten nicht auf einmal in der GuV kostenwirksam zu verbuchen, sondern über die nächsten 10 Jahre (z.B. jeweils 10 EUR pro Jahr) zu strecken - mit der Konsequenz, dass der ausgewiesene Profit für das Jahr X weitaus weniger stark durch die angefallenen Projektkosten belastet wird.

¹⁵²Vgl. beispielsweise Wagenhofer, A., Internationale Rechnungslegungsstandards - IAS / IFRS, 2003 für die Aktivierungsmöglichkeiten von immateriellen Vermögenswerten nach den Internationalen Accounting Standards.

So sehr diese Argumentation nachvollziehbar erscheint und insbesondere größere Unternehmen von dieser Möglichkeit zunehmend Gebrauch machen, ist sie nicht ganz ohne Risiken. Im allgemeinen ist es weitaus einfacher, physische Assets z.B. bei Zahlungsproblemen zu Geld zu machen, als dies bei immateriellen Vermögenswerten wie Entwicklungsergebnissen der Fall ist. Darüber hinaus ist die Bewertung eines FuE Assets weitaus schwieriger; der Wert unterliegt meistens einer wesentlich größeren Dynamik.

Das dargestellte Kennzahlensystem wurde anhand von typischen Kennzahlen für die acht zuvor definierten Kompetenzbereiche exemplarisch detailliert. Sicherlich gibt es darüber hinaus zahlreiche weitere Kennzahlen, die für die Analyse der Innovationsproduktivität relevant sein können. Ziel ist es, mit dem Kennzahlensystem ein möglichst umfassendes Bild der Innovationsproduktivität zu erreichen. Daher wurde bewusst *kein aggregiertes Kennzahlensystem* konzipiert, das die Einzelkennzahlen in einer einzigen aggregierten Kennzahl der Innovationsproduktivität zusammenfasst. Um dennoch die Strukturierung der verwendeten Kennzahlen zu erhöhen, wurden die Kennzahlen drei Ebenen zugeordnet - der Wertebene, der Mehrprojektebene und der Einzelprojektebene.

6.4 Einfluss der Innovationsproduktivität im System Dynamics Modell

6.4.1 Vorüberlegungen

Häufig werden Kennzahlen isoliert betrachtet und die Beziehung von Ursachen und Wirkungen sehr eindimensional diskutiert. Eine häufig anzutreffende volkswirtschaftliche Diskussion rankt um die Fragestellung, ob Produktivitätssteigerungen zu mehr oder weniger Beschäftigung führen. Anstatt diese Frage schwarz-weiß zu diskutieren, müsste die Frage eigentlich lauten: „Welche Rückkopplungen zwischen Produktivitätssteigerung und Beschäftigung dominieren unter welchen Bedingungen?“. Eine interessante Untersuchung zu diesem Thema wurde von MCKINSEY Ende der 1990er Jahre in der High-Tech

Industrie durchgeführt - vgl. Abbildung 6.21.¹⁵³

Die Produktivitätssteigerungen können einerseits zu weniger Beschäftigung führen, wenn eine reine „Inputoptimierung“ durchgeführt wird. Andererseits kann die Produktivitätssteigerung beispielsweise durch Verbesserung der internationalen Wettbewerbsposition oder durch die Stimulation der Nachfrage zur Steigerung von Beschäftigung führen. Daneben können weitere selbstverstärkende Rückkopplungen von Bedeutung sein (economies of scale, mehr Mittel für Innovationen, höhere Kapitalrendite).

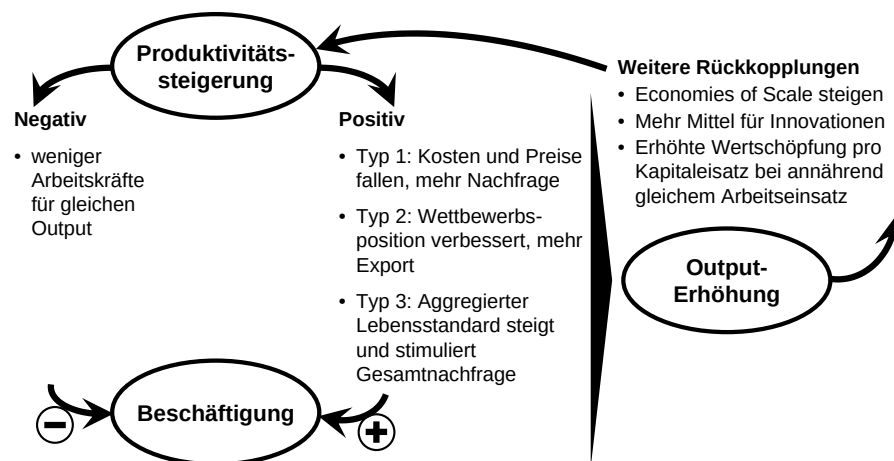


Abbildung 6.21: Rückkopplungen zwischen Produktivitätssteigerung und Beschäftigung

Der Mangel an Transparenz bei einem rein kennzahlbasierten Ansatz wurde am Beispiel der Balanced Scorecard als etabliertem Kennzahlensystem im Grundlagenteil bereits exemplarisch dargestellt. Während ein Kennzahlensystem gut geeignet ist, Steuerungsgrößen in kompakter Form als Kennzahlen darzustellen, kommt das Verständnis der Verknüpfung der einzelnen Einflussgrößen häufig zu kurz. Ohne ein entsprechendes Verständnis lässt sich nur eingeschränkt beurteilen, wie sich Steuerungsgrößen über die Zeit verhalten - beispielsweise bei Störung des Systems oder bei Verschiebung der dominierenden Einflussgrößen.

Wie bereits im Grundlagenteil dargestellt, eignet sich „System Dynamics“

¹⁵³Vgl. Kluge, J., Innovationsmanagement - Wissen und Wandel, 1999.

sehr gut als Modellierungsansatz, um die Vernetzung von Ursachen und Wirkungen von Einflussgrößen zu modellieren und zu visualisieren. Aufbauend auf den in der Konzeption dargestellten Erkenntnissen wird im Folgenden ein vereinfachtes Modell der Innovationsproduktivität aufgebaut.

Das Modell besteht aus vier Teilmodellen: einem Marktmodell, einem FuE-Modell, einem Produktentstehungsprozess (PEP) Modell und einem Wertmodell. Die einzelnen Modelle nehmen Bezug auf die zuvor dargestellten Kompetenzen und verknüpfen wichtige, bereits eingeführte Kennzahlen.

6.4.2 Marktmodell

Entsprechend den Ausführungen im Grundlagenteil ist der Markterfolg für die Innovationstätigkeit sehr wichtig - ohne letztendlichen Markterfolg lässt sich im Grunde nicht von einer Innovation sprechen. Das Marktmodell stellt die Schnittstelle der Innovationstätigkeit zum Markt dar und orientiert sich an den Vorarbeiten von SCHÖNEBORN (vgl. Abbildung 6.22).¹⁵⁴

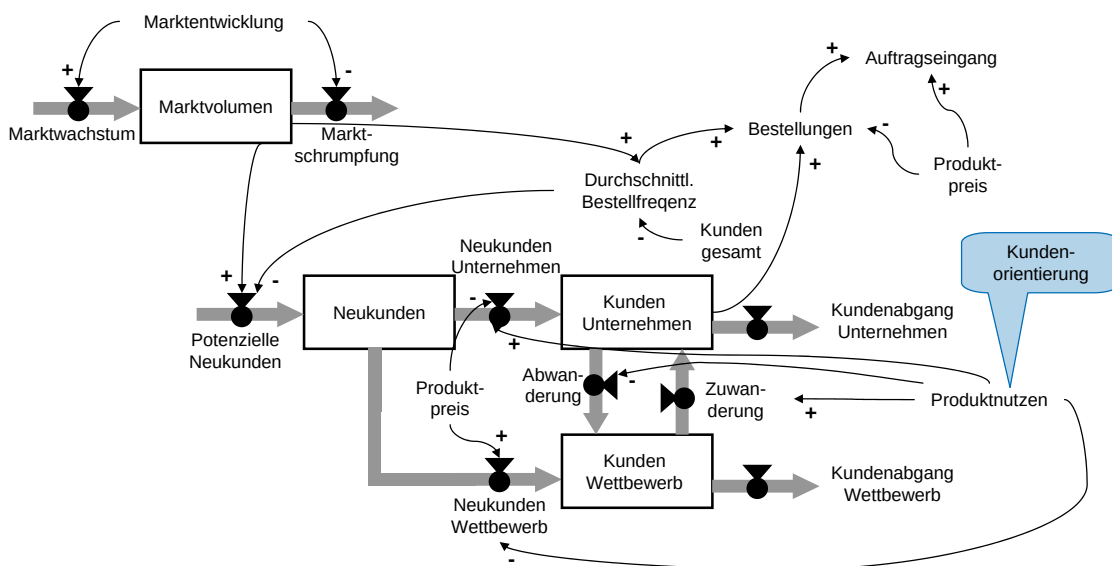


Abbildung 6.22: Marktmodell

¹⁵⁴Vgl. Schöneborn, F., Strategisches Controlling mit System Dynamics, 2004, S. 80. Zahlreiche weitere System Dynamics Modelle finden sich z. B. bei Sterman, 2000 oder bei Möhrle, 2005, S. 163 ff.

Das Marktvolumen [Produkte / Monat] ist eine externe Größe, das abhängig von der Marktentwicklung wachsen oder schrumpfen kann. Die Marktentwicklung kann von sehr vielen Faktoren abhängen und wird im Modell als eine Funktion über den festgelegten Zeitraum beschrieben. Das Marktvolumen wiederum beeinflusst die Anzahl der potenziellen Neukunden für ein Produkt. Die tatsächlichen Neukunden werden als akkumulierende Größe beschrieben, die über den betrachteten Zeithorizont wächst - abhängig von dem Zugang an potenziellen Neukunden und dem Abgang durch tatsächliche Neukunden des Unternehmens oder des Wettbewerbs. Entsprechend lässt sich der Kundenbestand des Unternehmens bzw. des Wettbewerbs als akkumulierende Größe darstellen. Unterschieden wird ferner zwischen **Kundenabgang**, z.B. durch Veränderung der Produktpalette des Kunden oder dessen Insolvenz, und **Abwanderung**, was einem Verlust des Kunden an einen Wettbewerber entspricht. Der Strom der Abwanderungen bzw. der Zuwanderungen an Kunden von Wettbewerbern wird von Produktpreis und Produktnutzen beeinflusst. Der Basissatz der Wanderung ist ein Maß für die Fluktuation und die bisherige Kundenzufriedenheit hat in der Regel einen Einfluss auf die Abwanderung von Kunden. Die Zunahme der Bestellungen [Produkte / Monat] von Kunden des Unternehmens führt entsprechend zu einem höheren Auftragseingang [Euro / Monat]. Zu beachten ist, dass der Produktpreis zwar den Auftragseingang erhöht (höherer Auftragseingang bei höherem Preis und gleicher Anzahl Bestellungen), gleichzeitig aber die Anzahl der Bestellungen verringert (unter der Annahme einer negativen Preiselastizität der Preis-Absatz-Funktion).

Die „Kundenorientierung“ als Kompetenz im Rahmen der Innovationsproduktivität setzt im Marktmodell in erster Linie am Produktnutzen an: Durch die entsprechenden Fähigkeiten zur Kundenorientierung lässt sich Einfluss nehmen auf den wahrgenommenen Produktnutzen.

Die detaillierten Gleichungen zur Modellierung des Marktmodells sind in der Abbildung 6.23 dargestellt.

Bestellungen = Bestellfrequenz * Kunden _U / (Produktpreis / Referenzpreis)	<u>Legende</u> U: Unternehmen W: Wettbewerb
Bestellfrequenz = Marktvolumen / Kunden _{ges}	
Auftragseingang = Bestellungen * Produktpreis	
Kunden _{ges} = Kunden _U + Kunden _W	
Marktvolumen = Marktvolumen _{t-1} + Marktwachstum – Marktschrumpfung	
Marktwachstum = IF(Marktentwicklung > 0; Marktvolumen * Marktentwicklung; 0)	
Marktschrumpfung = IF(Marktentwicklung < 0; (-1) * Marktvolumen * Marktentwicklung)	
Marktentwicklung = F(Zeit)	
Kunden _U = Kunden _{U,t-1} + Neukunden _U – Zuwanderung – Abwanderung – Kundenabgang _U	
Kunden _W = Kunden _{W,t-1} + Neukunden _W – Zuwanderung + Abwanderung – Kundenabgang _W	
Neukunden = Neukunden _{t-1} + Neukunden _{potentiell} – Neukunden _U – Neukunden _W	
Neukunden _{potentiell} = IF(Marktentwicklung > Schwellwert; Neukundenquote * Kunden _{ges} ; 0)	
Kundenabgang _U = IF(Marktentwicklung < -Schwellwert; Austrittsquote * Kunden _U ; 0)	
Kundenabgang _W = IF(Marktentwicklung < -Schwellwert; Austrittsquote * Kunden _W ; 0)	
Neukunden _U = (Basissatz + F _{Graph} (Produktpreis) + F _{Graph} (Produktnutzen)) * Neukunden	
Neukunden _W = IF(Neukunden > 0; Neukunden/Monat – Neukunden _U ; 0)	
Zuwanderung = (Basissatz _{Wanderung} + F _{Graph} (Produktpreis) + F _{Graph} (Produktnutzen)) * Kunden _W	
Abwanderung = (Basissatz _{Wanderung} + F _{Graph} (Produktpreis) + F _{Graph} (Produktnutzen) + F _{Graph} (Kundenzufriedenheit)) * Kunden _U	

Abbildung 6.23: Gleichungen des Marktmodells

6.4.3 FuE-Modell

Die anderen drei Teilmodelle fokussieren stärker auf die Schnittstellen zu anderen Bereichen wie dem Markt, anderen involvierten Funktionen oder einer wertorientierten Unternehmenssicht. Das FuE-Modell beschreibt im Gegensatz dazu im Kern die eigentliche Forschungs- und Entwicklungstätigkeit - vgl. Abbildung 6.24.

Charakteristische Produktivitätsmaße sind

- die Produktivzeit der FuE Mitarbeiter,
- die FuE Produktivität
- und die Patentproduktivität.

Aus Kompetenzsicht beeinflussen die zuvor dargestellten Kompetenzen „Funktionsübergreifende Teams“ und „IT-Nutzung“ insbesondere die Produktivzeit der FuE Mitarbeiter. Diese können sich so effizient mit den anderen Funktionen

abstimmen und mit Hilfe des IT-Systems stärker auf die eigentliche FuE Tätigkeit konzentrieren, anstatt z.B. Informationen zu suchen oder aufwändig zu dokumentieren.

Der Produktnutzen wird einerseits durch die „Technologiekompetenz“ und andererseits durch die „Entwicklungskollaboration“ beeinflusst. Die Technologiekompetenz ermöglicht den vorausschauenden Einsatz von abgesicherten Technologien. Durch gute Entwicklungskollaborationen können unterschiedliche technologische Kompetenzen von den verschiedenen Entwicklungspartnern eingebracht und erfolgreich zu einem Produkt mit hohem Nutzwert für die Kunden integriert werden.

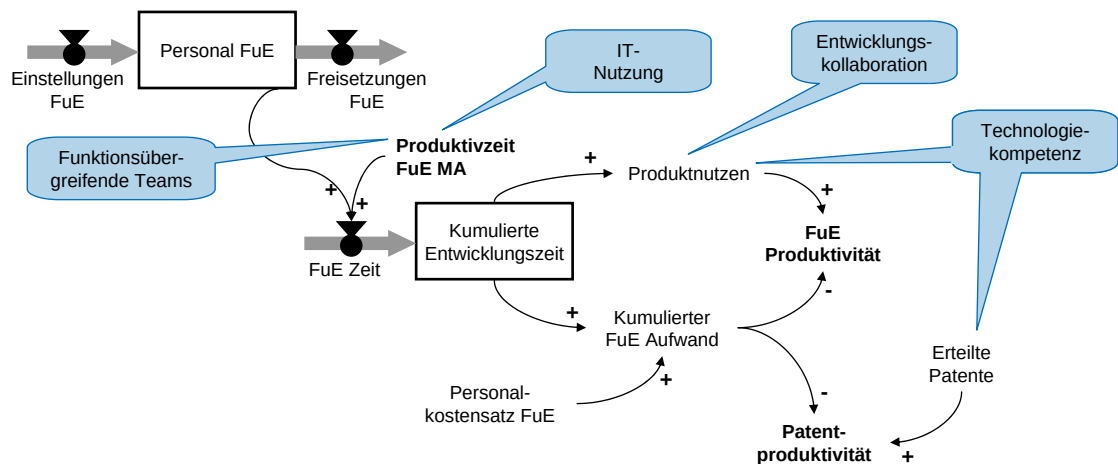


Abbildung 6.24: FuE-Modell

Im Modell beeinflussen das FuE Personal und die Produktivzeit der FuE Mitarbeiter die vorhandene FuE Zeit. Die über den Betrachtungszeitraum kumulierte FuE Zeit wird im Modell als kumulierte Entwicklungszeit betrachtet. Der kumulierte FuE Aufwand ergibt sich aus der kumulierten Entwicklungszeit und dem Personalkostensatz FuE.¹⁵⁵ Der Produktnutzen wird von der investierten kumulierten Entwicklungszeit beeinflusst. Die FuE Produktivität ergibt sich entsprechend aus dem Quotienten von Produktnutzen und kumuliertem

¹⁵⁵Der überwiegende Teil der FuE Kosten sind in der Regel Personalkosten. Die anderen Kostenanteile werden daher vernachlässigt.

FuE Aufwand - in Anlehnung an das S-Kurvenkonzept nach MCKINSEY.¹⁵⁶

Ein weiteres häufig anzutreffendes Produktivitätsmaß ist die Patentproduktivität, um die Leistungsfähigkeit der FuE anzugeben. Sie ergibt sich im Modell aus dem Quotienten der erteilten Patente im Untersuchungszeitraum und dem kumulierten FuE Aufwand.

Die ausführlichen Modellgleichungen sind in der folgenden Abbildung 6.25 dargestellt.

$$\begin{aligned}
 \text{FuE.Zeit}_{\text{kumuliert}} &= \text{FuE.Zeit}_{\text{kumuliert,t-1}} + \text{FuE.Zeit} \\
 \text{FuE.Aufwand}_{\text{kumuliert}} &= \text{FuE.Zeit}_{\text{kumuliert}} * \text{Personalkostensatz}_{\text{FuE}} \\
 \text{Produktnutzen} &= F_{\text{Graph}}(\text{FuE.Zeit}) \\
 \text{FuE.Produktivität} &= \text{Produktnutzen} / \text{FuE.Aufwand}_{\text{kumuliert}} \\
 \text{Patentproduktivität} &= \text{Patente}_{\text{erteilt}} / \text{FuE.Aufwand}_{\text{kumuliert}} \\
 \text{FuE.Personal} &= \text{FuE.Personal}_{\text{t-1}} + \text{Einstellungen}_{\text{FuE}} - \text{Freisetzung}_{\text{FuE}} \\
 \text{Produktivzeit}_{\text{FuE}} & \\
 \text{FuE.Zeit} &= \text{FuE.Personal} * \text{Produktivzeit}_{\text{FuE}} \\
 \text{Einstellungsquote}_{\text{FuE}} &= F(\text{Zeit}) \\
 \text{Einstellung}_{\text{FuE}} &= \text{IF}(\text{Einstellungsquote}_{\text{FuE}} > 0; \text{Einstellungsquote}_{\text{FuE}} * \text{FuE.Personal}; 0) \\
 \text{Freisetzung}_{\text{FuE}} &= \text{IF}(\text{Einstellungsquote}_{\text{FuE}} > 0; 0; (-1) * \text{Einstellungsquote}_{\text{FuE}} * \text{FuE.Personal})
 \end{aligned}$$

Abbildung 6.25: Gleichungen des FuE-Modells

6.4.4 Produktentstehungsprozess (PEP) Modell

Das PEP Modell ist auf die Projektsicht bzw. die Prozesssicht fokussiert, die die Qualität der Zusammenarbeit zwischen den unterschiedlichen Funktionen entlang der Wertschöpfungskette beschreibt - vgl. Abbildung 6.26.

Als Produktivitätsmaße werden verwendet

- die Innovationsproduktivität (Typ B)
- und die Standortproduktivität.

Die dargestellten Kompetenzen „Prozessorientierung“ und „Kostenorientierung“ beeinflussen insbesondere die Projektzuverlässigkeit, die im Modell als

¹⁵⁶Vgl. die Definition der Technologiekompetenz im Unterkapitel Kompetenzen und Fähigkeiten.

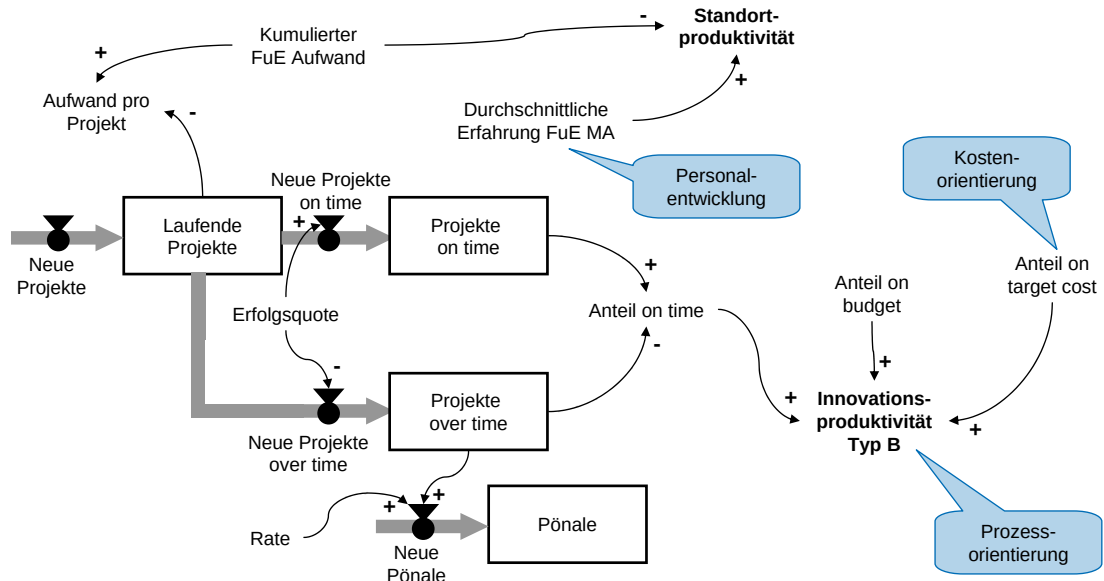


Abbildung 6.26: Modell des Produktentstehungsprozesses

Die kumulierte Größe „Laufende Projekte“ wird im Modell um neue Projekte erweitert und um solche reduziert, die in der vorgesehenen Zeit (*on time*) abgeschlossen werden oder den Status *over time* haben. Die Erfolgsquote beeinflusst die entsprechende Verzweigung. Aus den laufenden Projekten und dem kumulierten FuE Aufwand lässt sich der durchschnittliche Aufwand pro Projekt ermitteln, der ein wichtiges Indiz für die definierten Innovationsprojekttypen ist.¹⁵⁷

Teilweise ist es üblich, dass verspätete Projekte zu Strafzahlungen (Pönale) führen, die sich im Modell aus verspäteten Projekten und der durchschnittlichen Rate der Strafzahlungen ergeben.

Aus dem Verhältnis der pünktlichen und der verspäteten Projekte lässt sich der *Anteil on time* bestimmen. Mit dem *Anteil on budget* und dem *Anteil on target cost* ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel die Projektzuverlässigkeit bzw. die Innovationsproduktivität (Typ B).

¹⁵⁷Vgl. Unterkapitel Typologiemodell der Innovationsprojekte

Die Standortproduktivität, die zum Teil in einigen Unternehmen auch zum Standortvergleich herangezogen wird, ergibt sich aus der durchschnittlichen Erfahrung der FuE Mitarbeiter (in Jahren) und dem kumulierten FuE Aufwand (Euro).

Die ausführlichen Modellgleichungen sind in der folgenden Abbildung 6.27 dargestellt.

$\text{Innovationsproduktivität}_{\text{TypB}} = \text{Projektzuverlässigkeit}$ $\text{Projektzuverlässigkeit} = (\text{Anteil}_{\text{ontime}} + \text{Anteil}_{\text{onbudget}} + \text{Anteil}_{\text{ontargetcost}})/3$ $\text{Anteil}_{\text{ontime}} = \text{Projekte}_{\text{ontime}} / (\text{Projekte}_{\text{ontime}} + \text{Projekte}_{\text{overtime}})$ $\text{Pönale}_{\text{neu}} = \text{Projekte}_{\text{overtime}} * \text{Rate}$ $\text{Pönale} = \text{Pönale}_{t-1} + \text{Pönale}_{\text{neu}}$ $\text{Projekte}_{\text{laufend}} = \text{Projekte}_{\text{laufend}_{t-1}} + \text{Projekte}_{\text{neu}} - \text{Projekte}_{\text{neu_ontime}} - \text{Projekte}_{\text{neu_overtime}}$ $\text{Projekte}_{\text{neu_ontime}} = \text{Erfolgsquote} * \text{Projekte}_{\text{laufend}}$ $\text{Projekte}_{\text{neu_overtime}} = \text{IF}(\text{Projekte}_{\text{laufend}} > 0; \text{Projekte}_{\text{laufend}} / \text{Monat} - \text{Projekte}_{\text{neu_ontime}}; 0)$ $\text{Projekte}_{\text{ontime}} = \text{Projekte}_{\text{ontime}_{t-1}} + \text{Projekt}_{\text{neu_ontime}}$ $\text{Projekte}_{\text{overtime}} = \text{Projekte}_{\text{overtime}_{t-1}} + \text{Projekte}_{\text{neu_overtime}}$ $\text{Aufwand}_{\text{proProjekt}} = \text{FuE.Aufwand}_{\text{kumuliert}} / \text{Projekte}_{\text{laufend}}$ $\text{Standortproduktivität} = \text{durchschnittlicheErfahrung}_{\text{FuE.Personal}} / \text{FuE.Aufwand}_{\text{kumuliert}}$
--

Abbildung 6.27: Gleichungen des PEP-Modells

6.4.5 Wertmodell

Das Wertmodell verknüpft zentrale Größen der bisherigen Teilmodelle (Produktnutzen und kumulierter FuE Aufwand) mit den üblichen finanziellen Kenngrößen.

Zentrales Produktivitätsmaß im Wertmodell ist die *Innovationsproduktivität (Typ A)*, die sich aus dem Umsatz aus Neuprodukten und dem kumulierten FuE Aufwand ergibt.

Aus Kompetenzsicht sind für das Wertmodell besonders die Kompetenzen Kundenorientierung, Kostenorientierung und Prozessorientierung von Bedeutung. Die „Kundenorientierung“ beeinflusst die Anzahl verkaufter Produkte, die Kostenorientierung hat die Gesamtkosten im Blick und die Prozessorientie-

ung beeinflusst die erfolgreich durch den Innovationsprozess durchgeschleus-
ten Innovationen - gemessen am Umsatz mit den neuen Produkten bezogen auf
den eingesetzten FuE-Aufwand.

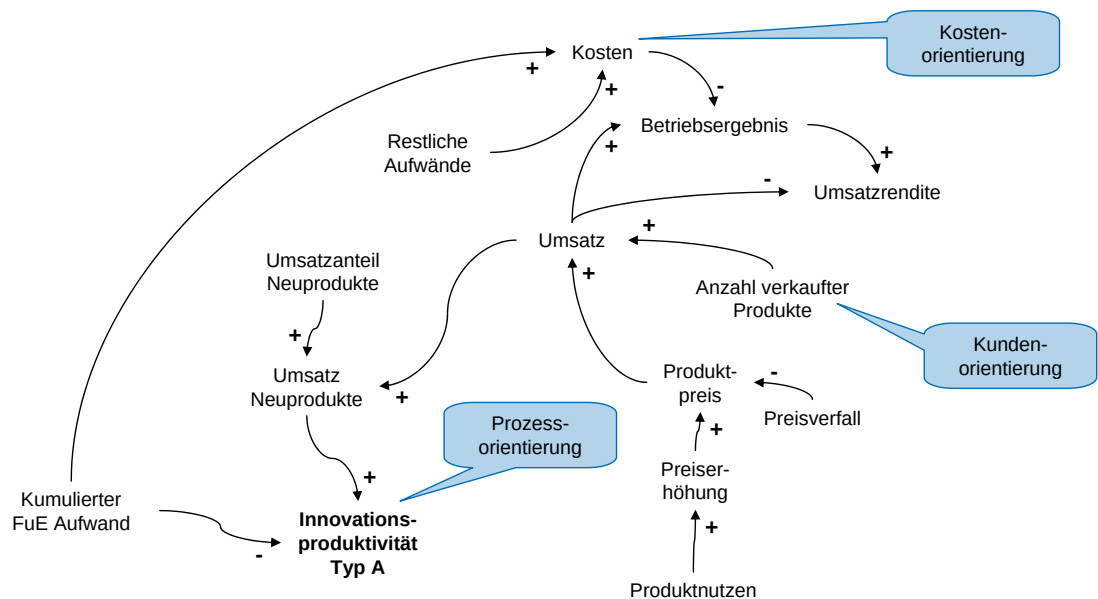


Abbildung 6.28: Wertmodell

Umsatz und Kosten (kumulierter FuE Aufwand und restliche Aufwände) ergeben das Betriebsergebnis im Modell. Bezogen auf den Umsatz lässt sich so die Umsatzrendite bestimmen. Der Umsatz wiederum ergibt sich aus der Anzahl verkaufter Produkte und dem Produktpreis. Der Produktpreis unterliegt einem kontinuierlichen Preisverfall und wird durch Preiserhöhungen aufgrund von Steigerungen des Produktnutzens gestützt.

Die ausführlichen Modellgleichungen sind in der folgenden Abbildung dargestellt - vgl. Abbildung 6.29.

$\text{Preiserhöhung} = F_{\text{Graph}}(\text{Produktnutzen})$ $\text{Preisverfall} = F_{\text{Graph}}(\text{Zeit})$ $\text{Produktpreis} = \text{Referenzpreis} * (1 + \text{Preiserhöhung} - \text{Preisverfall})$ $\text{Umsatz} = \text{Anzahl}_{\text{verkaufte Produkte}} * \text{Produktpreis}$ $\text{Umsatz}_{\text{Neuprodukte}} = \text{Umsatzanteil}_{\text{Neuprodukte}} * \text{Umsatz}$ $\text{Innovationsproduktivität}_{\text{TypA}} = \text{Umsatz}_{\text{Neuprodukte}} / \text{FuE.Aufwand}_{\text{kumuliert}}$ $\text{Betriebsergebnis} = \text{Umsatz} - \text{Kosten}$ $\text{Kosten} = \text{FuE.Aufwand}_{\text{kumuliert}} + \text{Restaufwände}$ $\text{Umsatzrendite} = \text{Betriebsergebnis} / \text{Umsatz}$

Abbildung 6.29: Gleichungen des Wertmodells

6.5 Zwischenfazit zur Detaillierung der Analysemethodik

Das Konzeptionskapitel liefert die Basis für die im Detaillierungskapitel ausführlich dargestellten Methoden, die in der Gesamtsicht die Analysemethodik der Innovationsproduktivität bilden.

Zunächst wurden die Fähigkeiten in den zugrunde liegenden acht Kompetenzbereichen beschrieben, um eine Einordnung des betrachteten Unternehmens zu ermöglichen und auf diese Weise Handlungsempfehlungen für die Verbesserung der Innovationsproduktivität auf der Ebene von Fähigkeiten und Kompetenzen zu ermöglichen. Die vorgestellten Kompetenzen stellen einen Rahmen für den qualitativen Diskurs dar; der Austausch einzelner Fähigkeiten bei der Anpassung der Analyse auf eine konkrete Unternehmenssituation ist entsprechend möglich.

Im nächsten Schritt wurde durch das Typologiemodell und das Kennzahlensystem die Voraussetzung geschaffen, um eine quantitative Analyse der Innovationsproduktivität zu ermöglichen. Durch das Typologiemodell wird sichergestellt, dass ausschließlich vergleichbare Innovationsprojekte miteinander verglichen und Fehlsteuerungen durch kurzfristige Profitoptimierungen verhindert werden.

Die Modellierung der Zusammenhänge mit Hilfe von „System Dynamics“ setzt die einzelnen Kennzahlen und Kompetenzen in Beziehung zueinander und ermöglicht so die Diskussion über Ursachen und Wirkungen. Die exemplarisch dargestellten Gleichungen ermöglichen die Modellierung und Simulation mit einer entsprechenden Softwarelösung (z.B. POWERSIM). Die Initialisierung des modellierten Systems geschieht anhand eines konkreten Anwendungsfalls und erfordert gegebenenfalls die Anpassung oder Erweiterung der Modellgleichungen.

7 Fallbeispiele

Basierend auf der Konzeption und der Detaillierung der vorgestellten Methodik zur Innovationsproduktivität ist das Ziel dieses Kapitels, die Methodik beispielhaft auf Beispiele aus der industriellen Praxis anzuwenden.

Dieses Vorgehen entspricht der letzten Phase in der forschungsmethodischen Vorgehensweise nach ULRICH.¹

Um die Praxistauglichkeit zu überprüfen, wurden insgesamt vier Fallbeispiele aus unterschiedlichen Branchen durchgeführt. Das erste Fallbeispiel bei der Firma Rolls-Royce ist während eines Studienprojekts zum Thema „Standortmanagement von Forschung und Entwicklung“ entstanden. Das zweite und dritte Fallbeispiel sind im Rahmen von Beratungsprojekten in der Stahlindustrie bzw. der Hausgeräteindustrie entstanden. Das vierte Fallbeispiel ist während der Lehrstuhlinitiative zu „Lean Product“ bzw. „Lean Innovation“ entstanden.²

Da die Fallbeispiele in Praxisprojekten entstanden sind, weisen sie jeweils unterschiedliche Schwerpunkte auf. Auch der Detaillierungsgrad variiert, je nach Grad der freigegebenen Informationen. In der Gesamtsicht auf alle vier Fallbeispiele ist es möglich, die Methodik der Innovationsproduktivität mit ihren einzelnen Teilmethoden hinreichend auf Praxistauglichkeit zu überprüfen.

¹Vgl. Ulrich, P., Hill, W., Wissenschaftliche Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre (Teil 2). 1976 und Kapitel 2.

²Vgl. Assmus, D., Bauer, P., Brecher, C., Eversheim, W., Güthenke, G., Nonn, C., Meidlinger, R., Paulukuhn, L., Ritz, P., Schuh, G., Stahuber, A., Weisbecker, L., Winkler, H., Lean Products. Maximierung von Kundennutzen und Skaleneffekten., 2005.

7.1 Fallbeispiel 1 - Gasturbinentriebwerke für die Flugzeugindustrie

7.1.1 Ausgangssituation

Rolls-Royce erwirtschaftete in 2005 in den Geschäftsbereichen zivile Luftfahrt, Marinetchnik, militärische Luftfahrt und Energiesysteme einen Umsatz von ca. 10 Mrd. EUR. Diese vier Geschäftsbereiche legen den Fokus auf Energie-wandlung und bedienen sich einer gemeinsamen technologischen Basis, in der sich Rolls-Royce als Technologieführer sieht. Das Auftragsvolumen ist in den letzten zehn Jahren kontinuierlich gestiegen und lag im letzten Geschäftsjahr bei 37,5 Mrd. Euro. Das Unternehmen beschäftigt weltweit 36.200 Mitarbeiter, hauptsächlich in Großbritannien, den USA und Deutschland. Etwa zwei Drittel der Mitarbeiter von Rolls-Royce arbeiten am englischen Standort in Derby; weitere größere Standorte sind Bristol (GB), Indianapolis (USA) und Dahlewitz (D). Die wesentlichen Standorte im Überblick:

- Zivile Luftfahrt: Derby, Dahlewitz, Frankfurt
- Militärische Luftfahrt: Indianapolis, Bristol, Dahlewitz
- Marinetchnik: Bergen, Bristol
- Energiesysteme: Mont Verdon, Montreal, Bristol, Derby

Die Entwicklung der Standorte ist historisch gewachsen. Veränderungen der Standorte sind in den einzelnen Ländern politisch sensitiv, da im Vergleich zu anderen Industrien die jeweiligen Regierungen in der Luft- und Raumfahrt größere Einflussmöglichkeiten haben. Abhängig von den geographischen Kompetenzen haben sich im Geschäftsbereich „zivile Luftfahrt“ drei Cluster gebildet, die sich in der Schubkraft der jeweiligen Gasturbine unterscheiden:

- Derby: > 40.000 lb
- Dahlewitz: 10.000 - 40.000 lb
- Indianapolis: < 10.000 lb

7.1.2 Situation in Forschung und Entwicklung

Rolls-Royce investierte in 2005 10% des Umsatzes in FuE, eine Steigerung von ca. 10% gegenüber dem Vorjahreszeitraum. Binnen Jahresfrist wurden 306 Patentanmeldungen eingereicht.³ In Forschung und Entwicklung sind die Bereiche „Research and Technology (R and T)“ und „Research and Development (R and D)“ zu unterscheiden. „R and T“ ist sogenanntes „private venture money“, das für die Weiterentwicklung von Technologien verwendet wird. R and D beinhaltet die konkreten Turbinenprojekte. Die Grenzen zwischen den beiden Bereichen sind allerdings nicht trennscharf, da die Turbinenprojekte in der Regel für die Validierung der Technologieprojekte genutzt werden. Aufgrund des US-Export-Kontrollrechts ergibt sich eine besondere Konstellation in der Zusammenarbeit zwischen den US-amerikanischen und den europäischen Standorten: Sofern die Erstverwendung einer Technologieentwicklung eine militärische Anwendung hat, wird diese Technologie gemäß dem US-Export-Kontrollrecht als militärisch eingestuft. Daraus ergeben sich Einschränkungen im Know-how-Transfer aus den USA nach Europa, worauf das Unternehmen zwangsläufig mit Parallelentwicklungen antworten muss.

7.1.3 Fähigkeits- und Kompetenzbetrachtung

Kundenorientierung - Im Rahmen von Reviews werden für die einzelnen Stufen zahlreiche Schnittstellen- und Querschnittsthemen behandelt. Diese lassen sich zu Kompetenzen wie Kundenorientierung, Prozessorientierung und Kostenorientierung zuordnen. Die Kundenorientierung ist von sehr großer Bedeutung, da jedes Triebwerk individuell auf den Kunden zugeschnitten wird und in sehr engem Dialog mit dem Kunden entsteht. Änderungen am Flugzeugdesign haben in der Regel unmittelbare Auswirkungen auf das Triebwerksdesign, so dass die Spezifikationen des Triebwerks im Laufe einer Triebwerksentwicklung nicht selten gravierend geändert werden.

Technologiekompetenz - In der Fähigkeitsanalyse ist für Rolls-Royce die „Technology Readiness“ Sichtweise besonders wichtig, nach der Reifegrade von Tech-

³Vgl. Geschäftsbericht Rolls-Royce, 2006.

nologien bewertet werden. Die neun Stufen (levels) werden in Reviews von einem internen Auditteam festgelegt - vgl. Abbildung 7.1. Diese strikte Vorgehensweise stellt eine anhand festgelegter Kriterien nachvollziehbare Bewertung von Technologien dar und trägt maßgeblich dazu bei, das technologische Risiko für die Triebwerksprojekte zu minimieren. So ist mindestens der „readiness level 6“ notwendig, um eine Technologie im Rahmen eines Triebwerksprojekts zu industrialisieren - „R and T“ übergibt demnach neue Technologien an „R and D“ erst ab „technology readiness level (TRL) 6“.

Program Phase	Readiness Level	State of Development
Production implementation	9	Full proven manufacturing capability
	8	Full proven manufacturing capability over a period of time (approx 1 month)
	7	Short production demonstrates capability
Pre Production	6	Process optimised and production with standard production equipment
	5	Basic capability demonstrated using std production equipment
Technology assessment and proving	4	Process validation in lab environment using representative development equipment
	3	Experimental proof of concept completed
	2	Applicability and validity of concept described or demonstrated
	1	Process concept proposed with scientific foundation

Abbildung 7.1: Technology Readiness Levels - Kontrollierte Einführung von Technologien bei Rolls-Royce

Entwicklungskollaboration - Kollaborative Vereinbarungen zur Entwicklungskooperation sind seit langem integraler Bestandteil in der Luftfahrtindustrie. Hintergrund sind der hohe Spezialisierungsgrad und die damit verbundene geringe Fertigungstiefe der Erstausrüster sowie die hohen Investitionssummen für Neuentwicklungen von Gasturbinen. Es gibt zahlreiche denkbare Ausgestaltungen von Entwicklungskollaborationen, von vollständig integrierten 100%-Töchtern bis hin zu Kontraktoren (Contracting) - vgl. Abbildung 7.2.

Joint Ventures und Contracting als verbreitete Kollaborationsformen werden zunehmend durch „risk and revenue sharing partnerships“ (RRSP) substituiert, in denen auf Projektbasis eine Kooperation vereinbart wird, die auf dem Prinzip der Risiko- und Umsatzteilung beruht. Projektrelevantes Wissen wird

auf Vertrauensbasis zwischen den Partnern ausgetauscht. Üblicherweise gibt es in solchen Partnerschaften einen Netzknoten, der die Rolle des Systemintegrators übernimmt und zu mehreren Subsystemlieferanten eine Verbindung hat. Die Partnerschaft eines RRSP ist als „joint R and D agreement“ angelegt. Die Systemlieferanten erhalten also keine Vergütung für ihre Entwicklungsleistung, sondern sie erhalten einen prozentualen Anteil an jedem verkauften Endprodukt und begleiten das Produkt über den gesamten Lebenszyklus.

Ein konkretes Beispiel ist die Entwicklung des Trent-1000-Triebwerks für die Boeing 787. Das Trent 1000 ist das fünfte Triebwerk der Trent-Familie; der Fokus liegt hierbei auf Leichtbau und hoher Effizienz, um die laufenden Betriebskosten weiter zu senken. Durch den Aufbau des Triebwerks, das auf der erfolgreichen Trent-Familie basiert, kann Rolls-Royce das Triebwerk in besonders kurzer Zeit entwickeln und bereits 2008 in Dienst stellen. Unterstützt wird die effiziente Entwicklung durch eine RRSP, wie sie auch für die anderen Triebwerke der Trent-Familie erfolgreich eingesetzt wurde. Das Netzwerk besteht neben Rolls-Royce aus drei US-amerikanischen, drei japanischen und einem europäischen Unternehmen - vgl. Abbildung 7.2⁴. RRSP auf Projektbasis sind Bestandteil des Finanzierungskonzeptes für das Gesamtprojekt (Triebwerk und Flugzeug). Darüber hinaus wird beim Finanzierungskonzept der Marktzugang über spezielle Launch Customer berücksichtigt.

Kostenorientierung - Die Realisierung von langfristigen Kostenpotenzialen ist eine wichtige Herausforderung, die durch zahlreiche Maßnahmen adressiert wurde. Die Trennung von Moduldesign und Integrationsaufgaben ermöglicht ein hohes Maß an Spezialisierung der Teams und unterstützt einen hohen Wiederverwendungsgrad von Architektur, Herstellmethodik und Tools nach dem Prinzip der Technologieplattform. Die übergreifenden und hoch spezialisierten Teams sind in der Abbildung 7.3 dargestellt. Die Gleichtaktung aller involvierten Teams in Designiterationszyklen ermöglicht die effiziente Synchronisation der Teilaufgaben. Darüber hinaus lassen sich durch die Trennung von Modul- und Integrationsaufgaben die Schnittstellen reduzieren und es wird der Tatsache Rechnung getragen, dass unterschiedliche Module u.U. verschiedene Lie-

⁴Vgl. Smith, D. J., Collaborative strategies for acquiring technology in the aerospace industry, 2006.

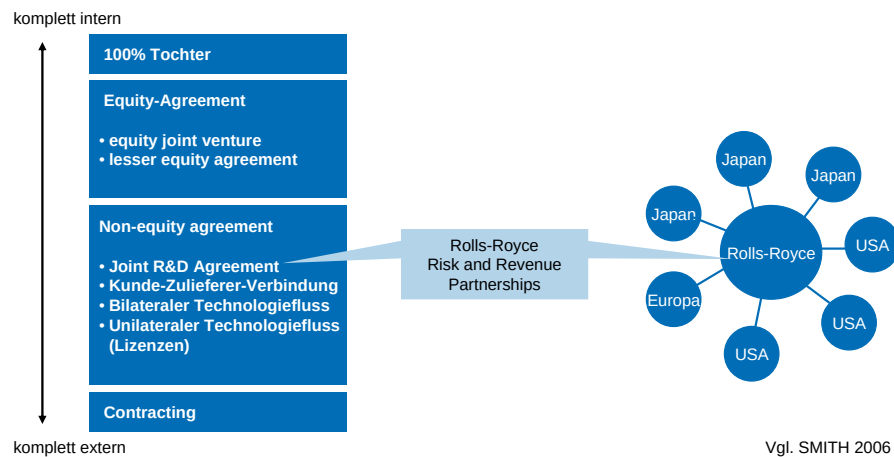


Abbildung 7.2: Risk and Revenue Sharing Partnership für das Trent 1000 Netzwerk

ferketten haben; so benötigt der Verdichter beispielsweise hochfestes Titan.

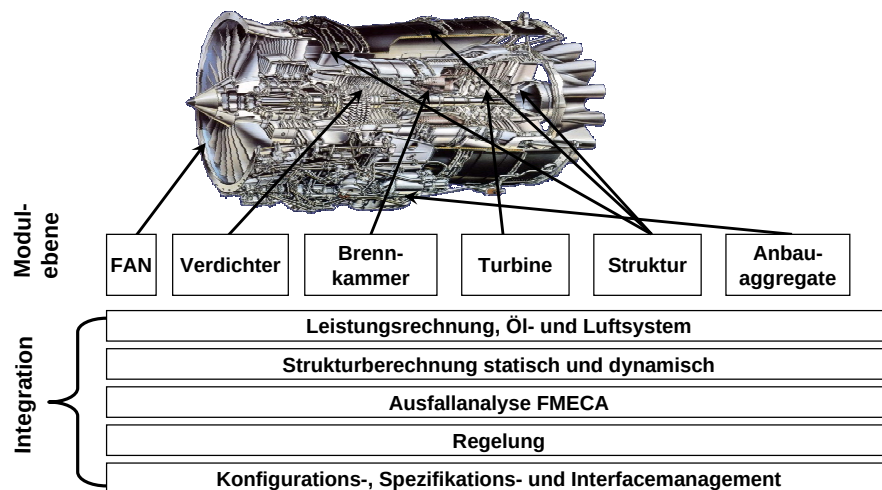


Abbildung 7.3: Modulare Triebwerksarchitektur bei Rolls-Royce

Die modulare Triebwerksarchitektur baut auf dem sogenannten „Common Core Concept“ auf, das die konsequente Aufteilung des Triebwerks in Module und die Skalierung zahlreicher Bauteile ermöglicht. Die Module sind FAN, Verdichter, Brennkammer, Turbine, Struktur und Anbauaggregate. Eine zentrale Kompetenz von Rolls-Royce besteht in der Integration dieser Module. Dadurch

ergibt sich ein maximaler Fokus auf die Schnittstellen zwischen den Modulen im Unternehmen. Die Verantwortung für die einzelnen Module liegt häufig bei externen Partnern. Neben den Schnittstellenstandards werden Auslegungs- und Designstandards kontinuierlich weiterentwickelt.

Eine Übersicht der untersuchten Kompetenzen ist in Abbildung 7.4 dargestellt.

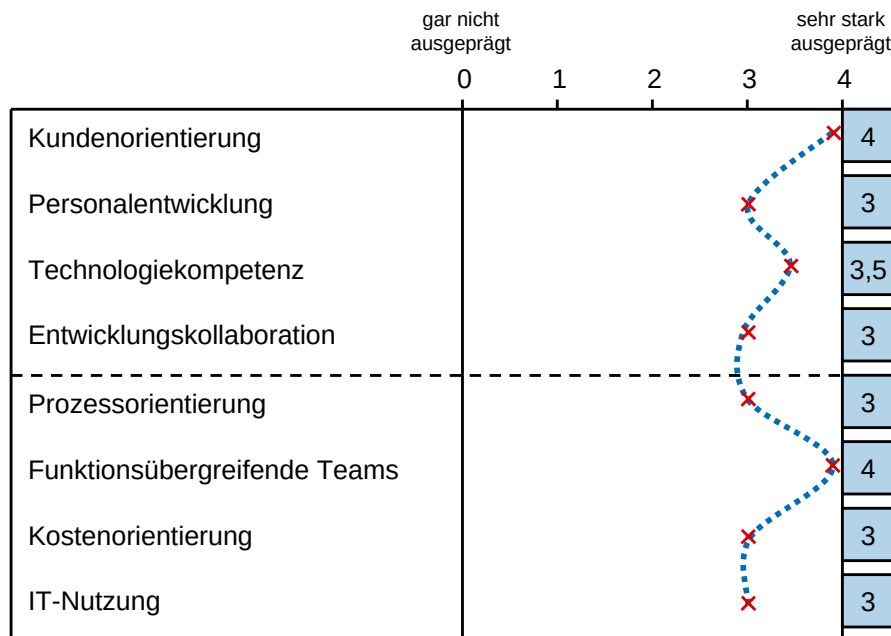


Abbildung 7.4: Bewertung der untersuchten Kompetenzen bei Rolls-Royce

7.1.4 Projekttypen

Die folgenden Projekttypen werden unterschieden:

Charakterisierendes Merkmal ist die Größenordnung des Projektbudgets:

1. „Center line new“ - komplette Neuentwicklung (ca. 600 Mio. Euro)
2. Skalierungen - Größenanpassung vorhandenes Triebwerk (ca. 400 Mio. Euro)

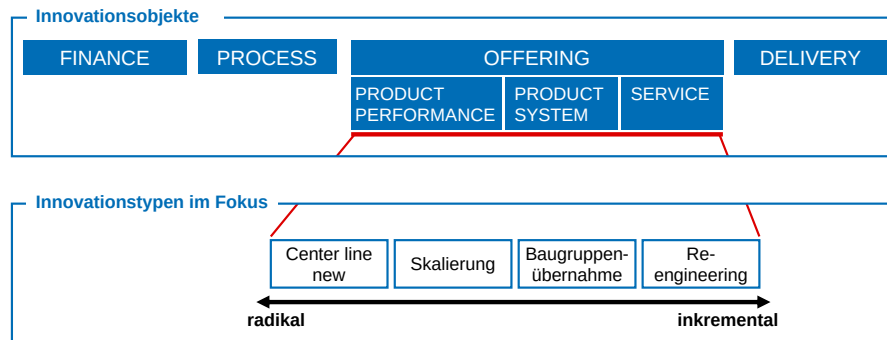


Abbildung 7.5: Innovationsprojekttypen bei Rolls-Royce

3. Baugruppenübernahme - andere Anwendung mit speziellen Änderungen (ca. 300 Mio.)
4. Re-Engineering - gleiches Triebwerk an anderem Flugzeug (ca. 50-80 Mio. EUR)

Die weitaus häufigsten Turbinenprojekte sind Skalierungen, die alle wesentlichen Module eines Triebwerks betreffen. Das Propeller-Triebwerk für den Militärtransporter A400M ist ein Beispiel für ein „center line new“ Projekt, bei dem „from scratch“ - mit der neuen Mittellinie - in der Konstruktion begonnen wurde.

7.1.5 Kennzahlen und Ursache-Wirkungs-Betrachtung

Auf der Ebene von Finanzkennzahlen (Wertebene) werden insbesondere Projektrentabilität, Marktanteil und Profit regelmäßig überwacht. Auf Einzelprojektebene und Mehrprojektebene spielen in der Projektabwicklung die Entwicklungszeit, die Entwicklungskosten und die Projektzuverlässigkeit (Projekte on time, budget, target cost) eine große Rolle. Für die Qualität des Produkts sind darüber hinaus zahlreiche technische Parameter wie Lärm, Emissionen, Treibstoffverbrauch, Betriebskosten und Servicekosten für die Gasturbine von großer Bedeutung.

Entsprechend der zuvor vorgestellten Logik des Kennzahlensystems werden durch die dargestellten Kennzahlen insbesondere Aspekte der „Kunde-

„Kundenorientierung“, der „Technologiekompetenz“, der „Prozessorientierung“ und der „Kostenorientierung“ abgedeckt.

Die Vernetzung dieser Kennzahlen in ihrer Ursache-Wirkungs-Beziehung ist in der nachfolgenden Abbildung 7.6 exemplarisch dargestellt. Durch die bewusste Untersuchung der Kennzahlbeziehungen werden isolierte Betrachtungen einzelner Kennzahlen weitestgehend vermieden, die möglicherweise zu falschen Schlüssen verleiten könnten. Für ein einzelnes Turbinenprojekt ist der Verkaufspreis (price per unit) aus Kundensicht besonders wichtig. Wenn Chef-Einkäufer von Airline-Allianzen wie z.B. der Star Alliance auf Einkaufstour gehen, gibt es sehr konkrete Maximalpreise als Funktion der Schubkraft, die ein neues Triebwerk kosten darf. Für die Durchsetzung gegenüber dem Wettbewerb sind darüber hinaus die anfallenden Betriebskosten entscheidend. Die Modellierung der Abhängigkeiten stellt die Grundlage für die Bewertung eines konkreten Business Cases (Triebwerksprojekt) dar.

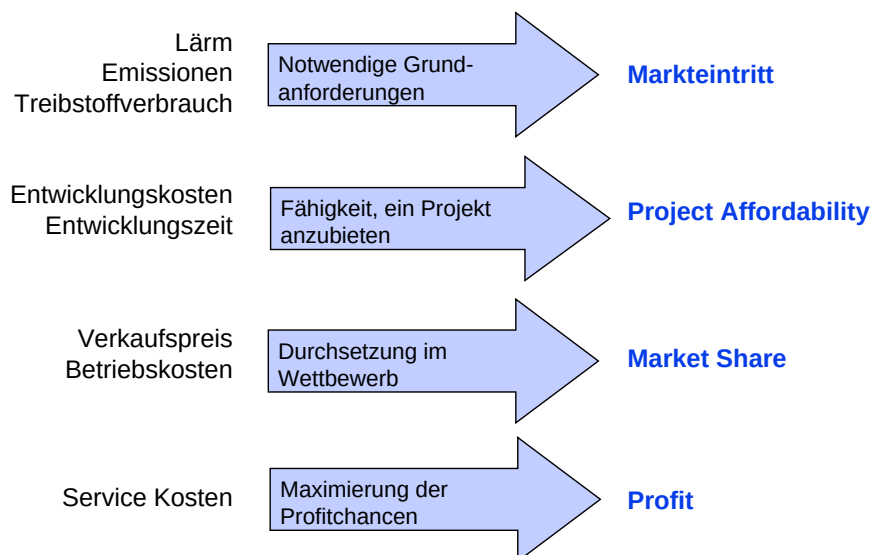


Abbildung 7.6: Vernetzung relevanter Kennzahlen nach Rolls-Royce

Mit Hilfe des Fallbeispiels konnte die Methodik (mit ihren vier Teilmodellen) durchgängig exemplarisch angewendet werden. Die Verständlichkeit der vorgewählten Dimensionen für das Kompetenzmodell und das Kennzahlensystem sowie deren praktische Anwendbarkeit konnten nachgewiesen werden. Das

Kompetenzmodell mit der Fähigkeitsdetaillierung konnte nützliche Impulse liefern. Es wurde gemeinsam mit der Systematik des Kennzahlensystems als nützliche Entscheidungsunterstützung eingestuft. Die Praktikabilität des Typologiemodells konnte ebenfalls nachgewiesen werden: Angesprochen auf die unterschiedlichen Innovationsprojekttypen konnten die unternehmensspezifischen Projekttypen identifiziert werden, die tatsächlich bei der Projektanalyse bereits berücksichtigt werden, um möglichst vergleichbare Projekte zu vergleichen. Der Aufbau eines systemdynamischen Modells zum besseren Verständnis der Wirkzusammenhänge der Kennzahlen konnte im Rahmen des Fallbeispiels nur sehr vereinfacht umgesetzt werden: zentrale Ursache-Wirkungs-Ketten konnten dargestellt werden, die gleichzeitig das Geschäftsverständnis des Unternehmens repräsentieren.

7.2 Fallbeispiel 2 - Innovative Stahlerzeugnisse

7.2.1 Ausgangssituation

Das Unternehmen entwickelt und produziert *Stahlerzeugnisse* für verschiedene Anwendungsbereiche in unterschiedlichen Industrien. Neben Rohstahl werden gewalzte Warmbanderzeugnisse hergestellt, die je nach Kundenanforderung gebeizt, gespalten oder oberflächenveredelt werden. Das Unternehmen sieht sich in einigen Bereichen als Technologieführer und setzt auf kontinuierliche Entwicklung neuer Werkstoffe sowie die Weiterentwicklung bestehender Lösungen, um für die Kunden attraktive Stahllösungen anbieten zu können.

Vor diesem Hintergrund ist das Unternehmen bestrebt, die eigenen Fähigkeiten zur effizienten Entwicklung neuer Produkte und deren Umsetzung entlang der Wertschöpfungskette konsequent weiterzuentwickeln.

7.2.2 Situation in Forschung und Entwicklung

Technologieführerschaft bei Prozessen und Produkten wird als wichtiges Element der Unternehmensstrategie eingeschätzt. Neben der internen Weiterentwicklung des Werkstoffs Stahl sowie mit externen Partnern werden zahlrei-

che kundenorientierte Innovationen gemeinsam mit Schlüsselkunden erarbeitet. Die Wirtschaftlichkeit der Innovationsprojekte ist eine Voraussetzung für deren Aufnahme; die Steuerung dieser Projekte gilt bei 50 - 100 parallel laufenden Innovationsprojekten als Herausforderung.

7.2.3 Fähigkeits- und Kompetenzbetrachtung

Kostenorientierung - Nachhaltiges wirtschaftliches Handeln erstreckt sich auf sämtliche Bereiche im Unternehmen. Der „return on capital employed“ (ROCE) ist eine wichtige wertorientierte Finanzkennzahl, die mindestens über den Kapitalkosten liegen sollte. Die Geschäftstätigkeit ist auf dieses Finanzziel ausgerichtet. Die Wertschöpfung ist durch zeitlich und technisch stark variierende und tendenziell steigende Anforderungen an neue Werkstoffe geprägt. Die zu meist kundeninduzierten Anforderungen bergen häufig die Gefahr einer stark steigenden Komplexität im Produktprogramm; die damit verbundenen Komplexitätskosten stellen eine Bedrohung für die Kostenziele dar.

Aus dieser Herausforderung heraus hat sich das Unternehmen zum Ziel gesetzt, die Komplexität in Produktprogramm und Prozessen regelmäßig zu überprüfen. Neben den Kosteneinsparpotenzialen ergeben sich darüber hinaus zahlreiche weitere positive Effekte wie die Reduzierung von Lieferzeiten. Das Variantenmanagement unterteilt sich in die drei Stoßrichtungen

- Varianten vermeiden,
- Varianten reduzieren,
- Varianten beherrschen.

Vermeidung von Varianten wird hauptsächlich durch die Anwendung von Regeln erzielt, die im Angebotsprozess steuernd auf die Produktvielfalt einwirken. Ein Gremium entscheidet in kritischen Fällen über die Neuanlage von Varianten. Die Reduktion der Varianten wird durch regelmäßige Analyse und Optimierung der kundenbezogenen Variantenvielfalt adressiert, um insbesondere schlecht laufende Exoten auszusortieren. Die Beherrschung der Variantenvielfalt zielt auf die kontinuierliche Optimierung der Produktionsprozesse, um

die gegebene externe Komplexität intern mit möglichst geringen Aufwänden zu realisieren.

Funktionsübergreifende Teams - Funktionsübergreifende Teams für Neuproduktentwicklungsprojekte sind organisatorisch im Unternehmen verankert. Je nach Schwerpunkt der Entwicklungsarbeit wird der Teamleiter bestimmt - im Rahmen eines aktuellen Werkstoffentwicklungsprojekts wird die Teamleitung von der Werkstoffseite übernommen. Die Teammitglieder aus den anderen funktionalen Bereichen (Produktion, Vertrieb, technische Kundenberatung) sind zwar disziplinarisch ihren funktionalen Vorgesetzten unterstellt, werden aber im Rahmen der Projektplanung mit entsprechenden Kapazitäten für das übergreifende Projekt freigestellt. Sie bringen ihre Expertise so möglichst frühzeitig in das Projekt ein, um späte Iterationsschleifen zu reduzieren. Die funktionsübergreifenden Projekte werden dem Management regelmäßig vorgestellt, sodass eine entsprechende Unterstützung für die teilweise lang andauernden Projekte gegeben ist. Die Teamgröße des Kernteams wird bewusst klein gehalten und bei Bedarf werden weitere Experten hinzugezogen. Bei Oberflächenthemen übernehmen häufig die entsprechenden Oberflächenexperten die Projektleitung.

Für die operative Zusammenarbeit wird eine intranetbasierte Teamumgebung verwendet, um Informationen zeitnah auszutauschen.

7.2.4 Projekttypen

Um eine zielgerichtete Steuerung der Innovationsprojekte zu unterstützen und insbesondere auch der Orientierung an der Unternehmensstrategie Rechnung zu tragen, werden fünf wesentliche Typen von Innovationsprojekten unterschieden. Diese Typen unterscheiden sich in erster Linie im Innovationsgrad des jeweiligen Innovationsprojekts. Im einzelnen werden die folgenden Innovationsprojekttypen unterschieden: strategische Entwicklung, Produktneuentwicklung, umfassende Produktmodifikation, kleine Produktmodifikation, Variante außerhalb Standard (vgl. Abbildung 7.7).

Varianten außerhalb des Standards sind beispielsweise neue Verpackungsvarianten oder eine neue Lackfarbe. Eine kleine Produktmodifikation ist bei-

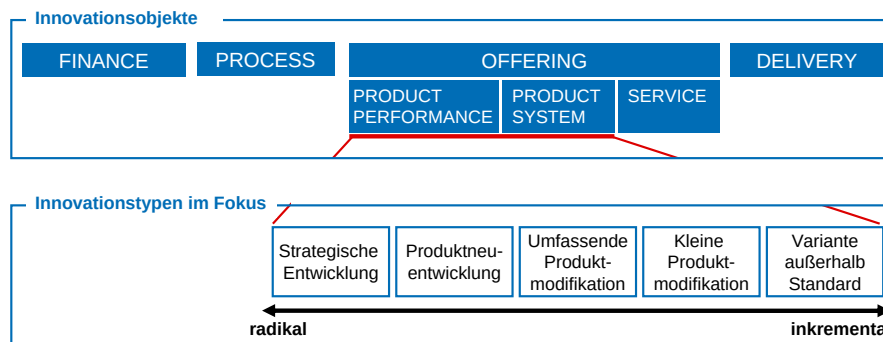


Abbildung 7.7: Differenzierte Innovationsprojekttypen im Unternehmen

spielsweise eine neue Ölsorte oder die Optimierung von bestimmten weichen Stählen. Eine große Produktmodifikation ergibt sich z.B. bei Einführung neuer Coilabmessungen oder der Weiterentwicklung anspruchsvoller höherfester Stähle. In die Kategorie der Produktneuentwicklung fällt beispielsweise die Entwicklung kohlenstoffreduzierter Spezialstähle; zu den strategischen Entwicklungen für ein neues Produktsegment gehört beispielsweise die Entwicklung einer gänzlich neuen Stahlsorte.

7.2.5 Kennzahlen und Ursache-Wirkungs-Betrachtung

Wesentliche Kennzahlen zur Steuerung der Innovationsprojekte sind die Durchlaufzeit und die Projektkosten sowie die Zielerreichung bezüglich Zeit, Budget und Zielkosten. Die Zielgrößen werden individuell für die Innovationsprojekte festgelegt und für die fünf Projekttypen separat ausgewertet. Darüber hinaus werden produkt- und prozessspezifische Parameter in regelmäßigen Abständen untersucht, um die Optimierung des Produktprogramms sowie der internen Produktionsprozesse weiter voranzutreiben. Bedingt durch den Stahlherstellungsprozess in einem integrierten Hüttenwerk handelt es sich um eine sogenannte Kuppelproduktion⁵, bei der zahlreiche Abhängigkeiten zwischen den Produkt- und Prozessparametern bestehen. In Anlehnung an die drei Ebenen

⁵Vgl. Oenning, A., Theorie betrieblicher Kuppelproduktion, 1997.

der Produktionstheorie nach DYCKHOFF⁶ lassen sich die Hauptprozesse der Stahlerzeugung (Rohstahlerzeugung, Warmbandwalzen, Beizen und Spalten) der Objektebene zuordnen - vgl. Abbildung 7.8. In der Ergebnisebene stehen die Sonderaufwände im Fokus der Betrachtung, die sich aus der spezifischen Auftragsabwicklung, produktspezifischen Parametern sowie spezifischen Toleranzen ergeben. Um eine möglichst hohe Zielkonformität in Bezug auf Leistung und Kosten zu erhalten, wird die Regelsystematik für die Produkt- und Prozessparameter in regelmäßigen Abständen analysiert. Dadurch kann die interne Komplexität reduziert werden. Bestandteile der Regelsystematik sind in den Abbildungen 7.9 und 7.10 dargestellt.

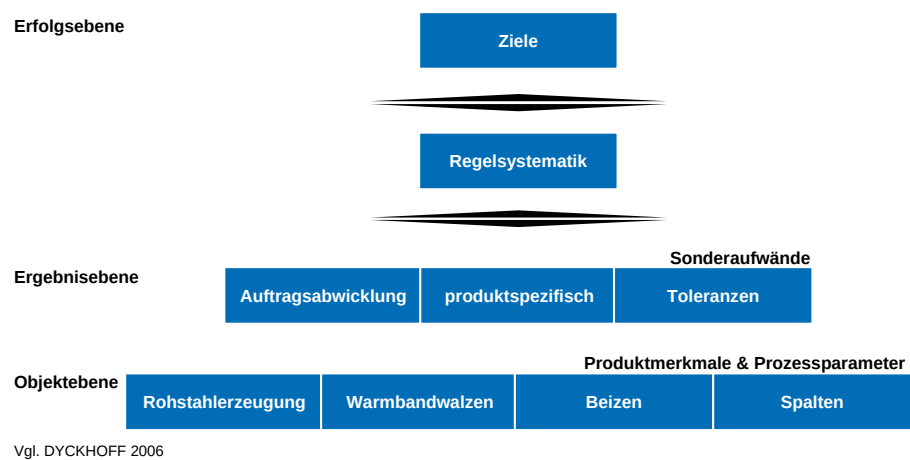


Abbildung 7.8: Regelsystematik aus Produktionsprozesssicht

In der einfachsten Ausführung gibt es innerhalb der Regelsystematik isoliert analysierbare Merkmale wie die „Oberflächenanforderung“, die je nach Ausprägung besondere Oberflächenqualitäten erfordert. Die Nichterfüllung führt entsprechend zu Nacharbeitsaufwänden oder zur Abwertung. Andere Merkmale im Rahmen der Regelsystematik sind stark konfliktionär und vorteilhafte Merkmalausprägungen entsprechend relativ, je nach Betrachtungsperspektive. Für die Prozessstufe „Walzen“ sollte die Prozesstemperatur hinreichend hoch sein, um ein leichtes Aufwickeln auf der Haspel zu erleichtern. Für die nach-

⁶Vgl. Dyckhoff, H., Produktionstheorie: Grundzüge industrieller Produktionswirtschaft, 2006, S. 11.

gelagerte Prozessstufe „Beizen“ indes bedeutet eine hohe Temperatur während des Walzvorgangs eine dicke Zunderschicht und dementsprechend höheren Aufwand beim Reinigen der Oberfläche in der Beizstraße. Andere Merkmale unterliegen Wechselwirkungen mit bestimmten weiteren Merkmalen. Für den Fall, dass zwei dominierende Merkmale (z.B. Festigkeit und Blechdicke) ein bestimmtes Merkmal beeinflussen (z.B. Nacharbeit bzw. Leistungsverlust), lässt sich der Zusammenhang vereinfacht in einer Matrix darstellen.

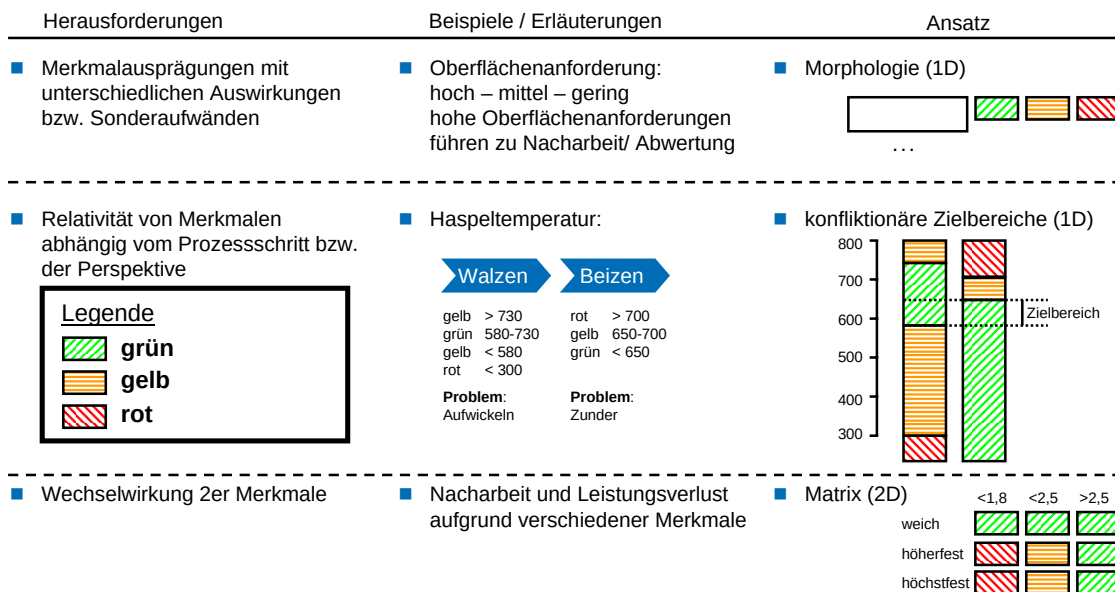


Abbildung 7.9: Bestandteile der Regelsystematik (1/2)

Wenn die Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge der Merkmale schwieriger zu verstehen sind und insbesondere gegenseitige Abhängigkeiten auftreten, lassen sich diese Zusammenhänge durch entsprechende Wirknetze transparent visualisieren - wie am Beispiel von Eilaufträgen in der Auftragsabwicklung dargestellt: diese führen zur Verdrängung von anderen eingeplanten Aufträgen, die wiederum die Durchlaufzeit erhöhen und dadurch eine spätere Fertigstellung bedingen. Die spätere Fertigstellung führt in der Folge wiederum zu Beschwerden und daraus resultierenden Eilaufträgen.

Besonders komplexe Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge treten auf, wenn es zu signifikanten Verzögerungen kommt - wie am Beispiel der Rostrate dargestellt. Die Zusammenhänge lassen sich übersichtlich in einem System Dynamics

Modell zeigen, das zwischen kumulierten Größen (Warmband, Warmband gebeizt, Warmband rostig) und nicht kumulierten Größen (Anforderung gebeizt, Rostrate, Kundenanwendung und Rosttoleranz) unterscheidet und eine Simulation ermöglicht.

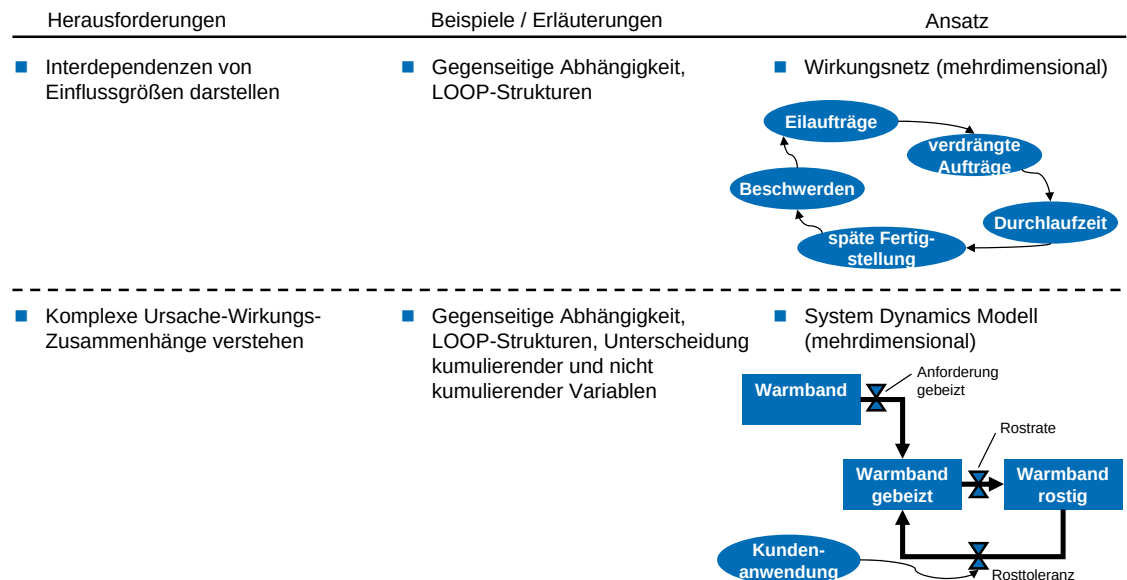


Abbildung 7.10: Bestandteile der Regelsystematik (2/2)

Der besondere Wert dieses Fallbeispiels liegt in der ausführlichen Betrachtung von Regelsystematiken (inklusive einer systemdynamischen Betrachtung) zur Steuerung von Produktinnovationen. Aufgrund der durch die Kuppelproduktion besonders stark ausgeprägten Wechselwirkungen der Einflussgrößen liefert der systematische Aufbau der Regelsystematik einen großen Wert für das Unternehmen. Darüber hinaus hat die Erarbeitung eines gemeinsamen Verständnisses von Innovationsprojekttypen in Workshops zu einer klaren Definition der Typen und einer besseren Vergleichbarkeit von Innovationsprojekten geführt, die in dieser Form im Unternehmen Anwendung finden und beispielsweise auch für Projektmixvorgaben herangezogen werden. Die Betrachtung der Kompetenzanalyse wurde in diesem Fallbeispiel nur am Rande durchgeführt.

7.3 Fallbeispiel 3 - Innovationen in der Hausgeräteindustrie

7.3.1 Ausgangssituation

Das Unternehmen gehört zu den führenden *Unternehmen der Hausgerätebranche*. Der Konzern bietet neben bekannten Marken weitere Spezial- und Regionalmarken an, die für zuverlässige, langlebige und auf die Bedürfnisse der Menschen zugeschnittene Produkte stehen.

Es handelt sich um eine weltweit tätige Unternehmensgruppe mit mehr als 35.000 Mitarbeitern an zahlreichen global verteilten Fertigungsstandorten. Im weltweiten Entwicklungs- und Fertigungsverbund werden jährlich über 20 Mio. große Hausgeräte über alle Produktbereiche hergestellt.

7.3.2 Situation in Forschung und Entwicklung

Zu den Kernkompetenzen des Produktbereichs Herde gehört die Entwicklung und Herstellung von Einbauherden - neben Kochfeldern, Standherden und Mikrowellenkompaktgeräten. Während ein „Herd“ eine integrierte Steuerung für eine Kochmulde besitzt, wird der „Backofen“ (als Sonderform eines Herdes) ohne Muldensteuerung geliefert und meist für den Hocheinbau verwendet. Herzstück von Herden ist das sogenannte Ofenbackrohr, das aus emailliertem Blech besteht und das Innenleben des Herdes darstellt. Im Rhythmus von ca. 10 Jahren wird eine komplett neue Herdplattform entwickelt, um neuen technologischen Entwicklungen Rechnung zu tragen. Dazwischen gibt es vereinzelt designgetriebene Face-Lifts, wie sie auch in der Automobilindustrie üblich sind. Eine wichtige Rolle im Rahmen der Entwicklung spielen das Labor und die Anwendungstechnik, die für neue Konstruktionen die Gebrauchstauglichkeit sicherstellen und in Backversuchen Backergebnisse prüfen. Darüber hinaus ist die Schnittstelle zum Werkzeugbau entscheidend, da in einigen Umformprozessen die materialtechnologischen Grenzen ausgereizt werden und demzufolge eine enge Abstimmung mit dem Werkzeugbau notwendig ist.

7.3.3 Fähigkeits- und Kompetenzbetrachtung

Kundenorientierung - Zwei wesentliche Erfolgsfaktoren sind starke Marken mit eindeutiger Zielgruppenausrichtung und ein klar strukturiertes Markenportfolio. Die Marke wird als wichtiges Element im globalen Wettbewerb gesehen - die für das Unternehmen einen kostbaren Vermögenswert und für den Verbraucher ein zentrales Symbol für Vertrauen und Orientierung darstellt. Durch eine klare Markenstrategie und das Respektieren von geographischen Besonderheiten konnte ein kontinuierliches Wachstum in den letzten Jahren im Produktbereich Herde erzielt werden. Die detaillierte Untersuchung von Kundenn Mehrwert durch Innovationen trägt zu einer sehr hohen Kundenzufriedenheit bei und ermöglicht ein Wachstum auch auf Kosten von Wettbewerbern.

Kostenorientierung - Zentrales Element im Rahmen der konsequenten Kostenorientierung ist die Realisierung von Herdplattformen. Dadurch wird ermöglicht, dass zentrale Architekturelemente wie Schnittstellen oder Bauteile wie das Ofenbackrohr - die nicht vordergründig designrelevant sind - mit sehr geringer Varianz über alle Marken hergestellt werden können. Durch die hohe Kommunalität lassen sich so über die Lebensdauer einer Plattform entsprechende Skaleneffekte realisieren. Neben der Herdplattform gibt es darüber hinaus einzelne Module, die ebenfalls zwischen den Marken abgestimmt werden müssen, um auch auf Modulebene eine möglichst hohe Bauteilkommunalität realisieren zu können. Zu diesen Modulen gehören beispielsweise Türsysteme oder Ventilatoren. Die vertriebsinduzierte Variantenneuanlage ist ebenfalls konsequent in einem Workflow geregelt und sieht bei Unstimmigkeiten verschiedene Eskalationsstufen vor.

7.3.4 Projekttypen

In der Herdentwicklung werden die folgenden wesentlichen Projekttypen unterschieden (vgl. Abbildung 7.11):

- neue Plattform: komplette Neuentwicklung, ca. alle 10 Jahre
- Weiterentwicklungen: Realisierung einer neuen Funktionalität

- Pflege: Ratioprojekte, um Kosteneinsparpotenziale zu realisieren

Während die Weiterentwicklungs- und die Pflegeprojekte kontinuierlicher Natur sind, wird eine neue Plattform zu diskreten Zeiten entwickelt. Aufgrund des hohen kapazitiven Aufwands für eine Plattformentwicklung werden die beiden anderen Projekttypen in dieser Zeit stark zurückgefahren. Neue Funktionalitäten werden entsprechend zusammengefasst und im Rahmen des Plattformprojekts industrialisiert.

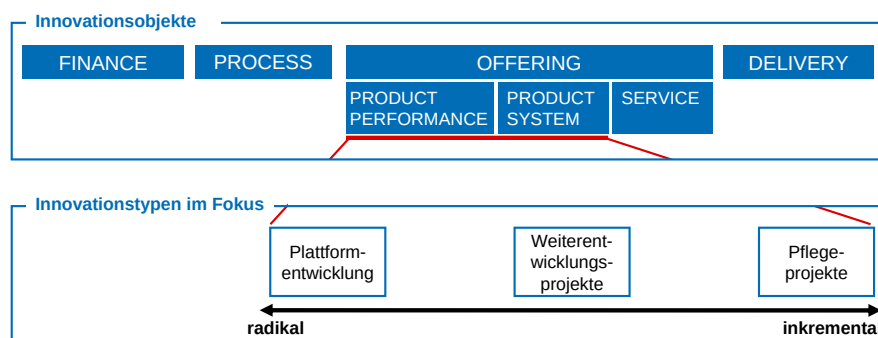


Abbildung 7.11: Differenzierte Innovationsprojekttypen im Unternehmen

7.3.5 Kennzahlen und Ursache-Wirkungs-Betrachtung

Die Neuanlage von Varianten wird anhand von Planwerten für den Umsatz sowie anhand von typischen Finanzkennzahlen wie Deckungsbeitrag und Ebit bewertet. Ratioprojekte in der Entwicklung werden anhand von Kosteneinsparpotenzialen bewertet. Insbesondere der Einfluss der Kundenzufriedenheit auf die Generierung von Umsatz wird systematisch in seiner Ursache-Wirkungs-Beziehung analysiert. So ist es beispielsweise denkbar, dass eine Einstiegsvariante im Markt bleibt, um eine höherpreisige Variante zu schützen.

Der besondere Wert dieses verkürzten Fallbeispiels liegt in der Dynamik der Innovationsprojekttypen begründet. Das Fallbeispiel führt vor Augen, dass die Anzahl der Projekte in den einzelnen Projekttypen sowie die Budgetzuteilung über einen längeren Zeitraum betrachtet sehr dynamisch sein kann. Insbesondere in Unternehmen, die in festen Intervallen innovieren (beispielsweise durch

die wiederkehrende Entwicklung einer neuen Plattform) kann es zu starken Verschiebungen zwischen den Projekttypen kommen. Für die Interpretation von Kennzahlen (beispielsweise in Benchmarking Untersuchungen) muss dieser Sachverhalt berücksichtigt werden - z.B. durch einen hinreichend großen Betrachtungszeitraum.

7.4 Fallbeispiel 4 - Toyota als Benchmark der Automobilindustrie

7.4.1 Ausgangssituation

Toyota hat in 2006 fast 8 Millionen Fahrzeuge verkauft, eine Steigerung von 7,6 Prozent gegenüber dem Vorjahreszeitraum. Damit ist das Unternehmen nach General Motors Zweitplatzierter in der Weltrangliste der meistverkauften Fahrzeuge. Neben dem Umsatz ist auch der Gewinn in den letzten fünf Jahren kontinuierlich gestiegen. So lag in 2005 der Profit pro Fahrzeug bei Toyota bei 1828 Euro - im Vergleich zu Renault mit 971 Euro und Volkswagen mit 315 Euro.⁷

7.4.2 Situation in Forschung und Entwicklung

Der Entwicklungsbereich ist in die drei Zentren „Hinterachsantrieb-Plattformen“, „Frontantrieb-Plattformen“ und „Nutzfahrzeug- und Van-Plattformen“ aufgeteilt. Zusätzlich gibt es ein viertes Zentrum für die „Forschung und Vorentwicklung neuer Komponenten“. Die Zentren werden von einem „Center Head (CH)“ geleitet, der die gesamte Entwicklung überwacht. Ihm unterstellt sind die Chief Engineers (CE), die die Fahrzeugprojekte leiten, sowie die „Functional General Manager“, welche die funktionale Unterstützung liefern. Die Komponentenentwicklung ist dieser Struktur nebengeordnet.⁸

⁷vgl. VDI Nachrichten, 28.10.2005

⁸Vgl. Cusumano, M. A., Nobeoka, K., Thinking Beyond Lean, 1998, S. 30 ff.

7.4.3 Fähigkeits- und Kompetenzbetrachtung

Personalentwicklung - Das Unternehmen ist traditionell stark produktionsorientiert. Während in vielen europäischen und amerikanischen Unternehmen Entwicklung und Marketing den Takt vorgeben und die Produktion mit den Umsetzungsproblemen häufig alleine gelassen wird, gilt bei Toyota das Prinzip der Beweisumkehr. Danach müssen Entwicklung und Marketing die Machbarkeit und den Nutzengewinn einer Produktinnovation nachweisen. Die Zeiteinhaltung von zentralen Meilensteinen ist in der Wertekultur stark verankert, um eine sinnvolle Synchronisation von Einzelleistungen zu ermöglichen. Historisch gesehen ist die Führungskultur stark patriarchalisch. Um entsprechende negative Konsequenzen zu vermeiden, werden ältere Führungspersonen regelmäßig in andere Bereiche versetzt. Dadurch können sie ihr Erfahrungswissen in fremde Bereiche transferieren und gleichzeitig jüngeren Kollegen die Realisierung von Ideen im alten Bereich erleichtern. Auch die jungen Mitarbeiter werden konsequent im Unternehmen in fremden Bereichen eingesetzt. Dies ermöglicht zusätzlich zur Spezialisierung in bestimmten Bereichen auch das Erlernen von angrenzenden Problemstellungen. Darüber hinaus entwickeln die jungen Mitarbeiter ein Gespür für das Gesamtfahrzeug und können so einen konsequenten Beitrag zum Ganzen leisten.

Prozessorientierung - Toyota steht wie kein anderes Unternehmen für die konsequente Prozessorientierung des gesamten Unternehmens. Anstatt die Prozesse mit Sicherheiten wie zusätzlichen Zwischenpuffern zu fahren, werden die Prozesse im Hochlauf bewusst an der Stabilitätsgrenze gefahren. Jeder einzelne Mitarbeiter hat das Recht und die Verpflichtung, den Prozess anzuhalten, wenn Probleme ersichtlich sind. Dadurch werden die Prozesse kontinuierlich verbessert und auf Perfektion getrimmt. Orientierung für die Mitarbeiter liefert der konsequente Fokus auf den Wertstrom bzw. die Eliminierung von Blindleistung. Die Spezifikation in „Parameter Sets“ ermöglicht die Konstruktion mit weniger harten „Constraints“. Dadurch ist die Realisierung des Gesamtsystems zuverlässiger, d.h. in der Regel mit weniger Iterationsschleifen, möglich.

Im Rahmen der Prozessorientierung bei Toyota ist darüber hinaus die frühzeitige Einbindung von Zulieferern üblich sowie die parallele Entwicklung von

verschiedenen Prototypen. Durch die verschiedenen Prototypen gibt es jeweils mehrere Alternativen im Produktentstehungsprozess, sodass die entsprechend beste Lösung industrialisiert werden kann. Die zahlreichen Prototypen haben einen gewissen Reifegrad und können für zukünftige Projekte unter Umständen einbezogen werden. Dadurch wird die Realisierung eines großen Lösungsraums zu Beginn eines Projekts erleichtert - der Lösungsraum wird dann in der Folge konsequent verkleinert.

Kostenorientierung - Die konsequente Kostenoptimierung der Wertströme und des Produktdesigns ist das Ziel des Programms „Construction of Cost Competitiveness for the 21st Century“ bei Toyota (vgl. Abbildung 7.12). In dem Programm werden 170 Komponenten (ca. 90 Prozent des Einkaufsvolumens von Toyota) auf ihre Potenziale zur Reduzierung der Kosten durch eine andere Produktgestaltung hin untersucht. Als Benchmark hinsichtlich der Kosten dienen die Produktionskosten in China. Die identifizierten Maßnahmen zielen überwiegend auf die Entwicklung von standardisierten, mehrfach verwendbaren Produktkomponenten. So konnte z.B. die Anzahl der unterschiedlichen Ventilatoren in Klimaanlage in Zusammenarbeit mit dem Zulieferer Denso von 27 auf vier Typen reduziert werden. Durch das Programm konnte Toyota die jährlichen Einsparungen von 1,4 Mrd. Euro auf 2,1 Mrd. Euro steigern, die Einsparungen auf Seiten der Zulieferer noch nicht miteingerechnet.

IT-Nutzung - Die Reduzierung von Dauer und Aufwand von Entwicklungstätigkeiten ist ein kontinuierliches Bestreben bei Toyota. Für den Antriebsstrang wurde mit Unterstützung des Systemanbieters Parametric Technology Company (PTC) eine digitale Pipeline realisiert, die dieses Ziel unterstützt. Neben der Steuerung von Entwicklungsinformationen in Workflows und der zentralen Datenhaltung wird eine besonders effiziente Kooperation mit internen und externen Entwicklungspartnern ermöglicht.

In der digitalen Pipeline sind Referenzmodelle für die Produkte und die Prozesse hinterlegt. In der erweiterten und finalen Entwicklungsphase werden mit Hilfe der digitalen Pipeline iterative Prozessabläufe von Design, Prototypen und Evaluation reduziert und durch eine synchronisierte Vorgehensweise ersetzt. Insbesondere wird die Zusammenarbeit mit den Zulieferern verbessert, indem Informationen in höherer Qualität zur Verfügung stehen. Bereits existie-

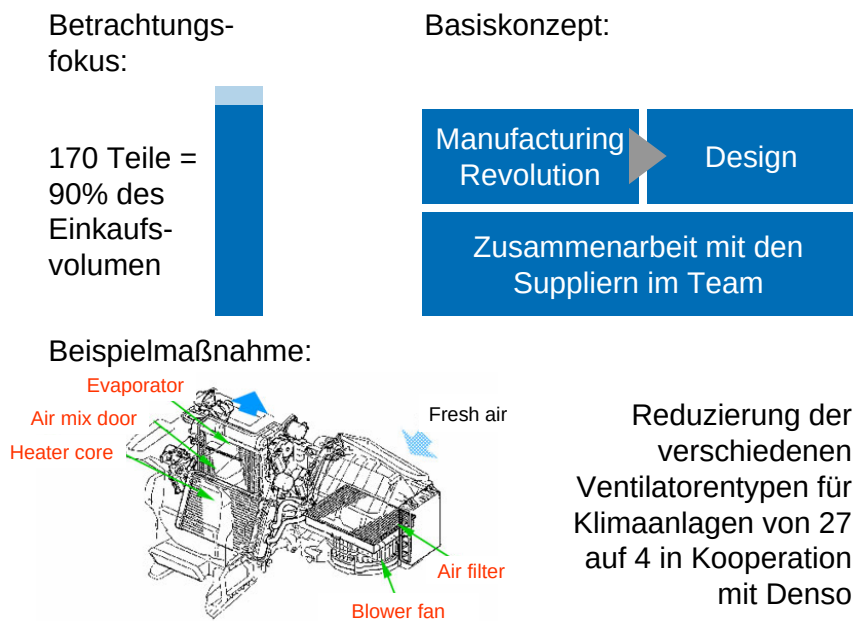


Abbildung 7.12: Konsequente Kostenorientierung bei Toyota

rendes Wissen zu Produkten und Prozessen wird gezielt unternehmensinternen und -externen Entwicklungspartnern zur Verfügung gestellt.

Wissen zu bestehenden Produktionsprozessen und die sich daraus ergebenden Anforderungen werden an die Produktentwicklung weitergegeben. Hierdurch können die Stabilität der Produktionsprozesse schneller erreicht und Produktkosten gesenkt werden. Auf der anderen Seite werden Produktkonzepte frühzeitig mit dem Werkzeug- und Betriebsmittelbau sowie der Produktionsprozessplanung abgestimmt, um die technische Machbarkeit abzusichern und um die Konstruktionen weitestgehend zu parallelisieren. Die digitale Pipeline ermöglicht weiterhin eine Reduzierung der kostspieligen physischen Prototypen durch den virtuellen Zusammenbau der Komponenten und Systeme der Zulieferer.⁹

⁹Vgl. Assmus, D., Bauer, P., Brecher, C., Eversheim, W., Güthenke, G., Nonn, C., Meidlinger, R., Paulukuhn, L., Ritz, P., Schuh, G., Stahuber, A., Weisbecker, L., Winkler, H., Lean Products. Maximierung von Kundennutzen und Skaleneffekten., 2005.

7.4.4 Projekttypen

Aus Sicht der Zulieferunternehmen unterscheidet Toyota drei Arten von Projekttypen, die den jeweiligen Zulieferunternehmen unterschiedliche Freiheitsgrade bei der Realisierung von Innovationen ermöglichen. Die größte Freiheit bei der Gestaltung von Innovationen haben Zulieferer, die den „Partnership“ Status haben. Diese Unternehmen können lange vor dem eigentlichen Fahrzeugprojekt bei Toyota mit der Entwicklung von radikalen Innovationen beginnen. Ein Beispiel ist das Unternehmen Denso, das u.a. Heizungssysteme und die Lichtmaschine liefert. Unternehmen mit dem „Mature“ Status liefern beispielsweise Auspuffanlage oder Ventilatoren; Zulieferer mit „Parental“ Status entwickeln unter enger Supervision von Toyota und liefern beispielsweise einzelne Schalter oder Schalthebel.

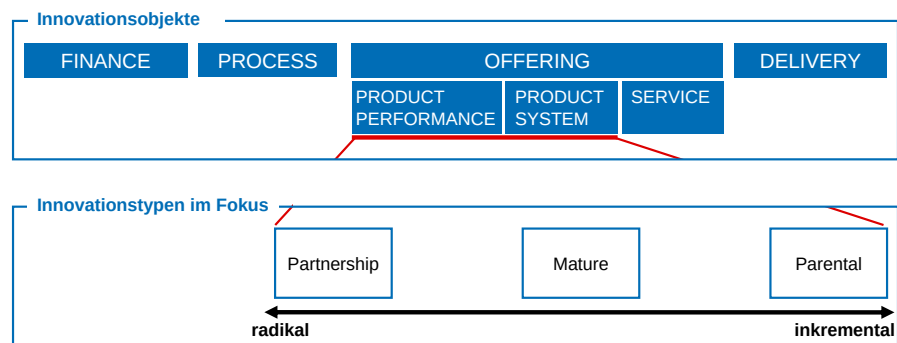


Abbildung 7.13: Innovationsprojekttypen bei Toyota

7.4.5 Kennzahlen und Ursache-Wirkungs-Betrachtung

Eine Finanzkennzahl, die konsequent beobachtet wird, ist der Profit pro Fahrzeug. Dieser schafft Handlungsspielraum für Investitionen in radikale Innovationen und die Eroberung von neuen Märkten. Wesentliche Ursachen für das gute Abschneiden von Toyota sind insbesondere die hocheffizienten Prozesse, die anhand von Lean-Prozess-Kennzahlen überwacht werden.

Anstatt zahlreiche Kennzahlen auf Einzel- und Mehrprojektebene (in der Branche häufig als Key Performance Indikatoren bezeichnet) zu verwenden, werden

nur wenige und zur Lean Philosophie passende Kennzahlen verwendet - beispielsweise Durchlaufzeit oder Mitarbeiterproduktivität.¹⁰

Grundsätzlich gilt Toyota als Unternehmen, das stärker technikorientiert ist und weniger auf die Optimierung von Finanzkennzahlen ausgerichtet wird: Das höhere Management setzt sich in der Regel aus sehr erfahrenen Technikern zusammen.¹¹

Der Nutzen dieses Fallbeispiels vor dem Hintergrund dieser Arbeit liegt hauptsächlich in der Betrachtung der Kompetenzen „Prozessorientierung“ und „Kostenorientierung“, für die Toyota seit vielen Jahren als Benchmark in der Automobilindustrie gilt. Ebenfalls soll das Fallbeispiel verdeutlichen, dass andere kulturelle Wertvorstellungen Einfluss auf die Unternehmenssteuerung haben können. Der Fokus bei Toyota liegt weniger auf einer ausführlichen Analyse von Kennzahlen als vielmehr in der konsequenten Betrachtung und Verbesserung von Kompetenzen.

7.5 Fazit zu den Fallbeispielen

Anhand der hier vorgestellten und diskutierten Fallbeispiele konnte die Praxistauglichkeit der entwickelten Methodik nachgewiesen werden. Die durchgängige Anwendung der Teilmodelle wurde als praktikabel eingestuft und der Aufwand für die Anwendung der Methode steht in einem gesunden Verhältnis zum Nutzen. Die strukturierte Vorgehensweise und die Erreichung von mehr Transparenz sowie das Aufzeigen von Verbesserungsmöglichkeiten wurde als wesentlicher Nutzen der Methodik angegeben. Da die durch die Anwendung der Methodik geschaffene Transparenz zum Teil sensibel ist, wurden in den Fallbeispielen teilweise vereinfachende Annahmen getroffen.

Die in dieser Arbeit entstandenen Modelle enthalten umfassendes Expertenwissen, das durch die Fallbeispiele noch weiter angereichert wurde. Die Modelle und das entsprechende Expertenwissen können auf ähnliche Situationen an-

¹⁰Vgl. Liker, J. K., Der Toyota-Weg: 14 Managementprinzipien des weltweit erfolgreichsten Automobilkonzerns, 2007, S. 305.

¹¹Vgl. Morgan, J. M., High performance product development: a systems approach to a lean product development process, 2002, S. 270.

gewendet werden und entsprechenden Nutzen stiften. Für die Akzeptanz der Methodik im Unternehmen ist die frühzeitige Einbindung der Entscheidungsträger erforderlich.

8 Fazit und Ausblick

„To make knowledge-work productive will be the great management task of this century, just as to make manual work productive was the great management task of the last century“. (Peter Drucker) The date was 1969 and by „this century“ he meant the 20th century.

In Anlehnung an die von Frederick Winslow Taylor begonnene Revolution der industriellen Fertigung erwartete Drucker eine weitere Revolution, welche die Wissensarbeiter produktiver machen würde. Mit den Entwicklungen war er bis zuletzt unzufrieden.¹ Eines der von Wissenschaftlern häufig geäußerten Probleme ist die Messung des **Outputs** von Wissensarbeit.²

Ziel dieser Arbeit war es, die verschiedenen Möglichkeiten zur Messung der Innovationsproduktivität vorzustellen und einen Beitrag zur verständlichen Darstellung der Wirkung wesentlicher Einflussgrößen auf die Innovationsproduktivität zu leisten. Es wurde bewusst vermieden, eine einzige „wahre“ Kennzahl der Innovationsproduktivität zu definieren. Stattdessen wurde das Augenmerk auf die Wechselwirkungen und die Einflussfaktoren der Innovationsproduktivität gelegt. Es hat sich gezeigt, dass ein rein kennzahlenbasierter Benchmarking Ansatz dieser Herausforderung nicht gerecht werden kann. Die Modellierung der Wirkzusammenhänge mit System Dynamics hat das ganzheitliche Verständnis der Zusammenhänge unterstützt. Die Untersuchung von Fähigkeiten und Kompetenzen hat der Tatsache Rechnung getragen, dass viele einflussreiche Aspekte zu „weich“ sind, als dass sie in einfache Kennzahlen gefasst werden könnten.

¹Drucker gilt als einer der bedeutendsten Managementtheoretiker und ist im November 2005 verstorben. Vgl. o.V., The new organisation: A survey of the company, 2006, S. 12 ff.

²Vgl. Davenport, T. H., Thinking for a living: how to get better performance and results from knowledge workers, 2005, S. 1 ff.

Das spannende an dieser Themenstellung zur heutigen Zeit ist, dass wir ausgesprochen dynamische Zeiten auf einer globalen Skala erleben, in der sich das Verständnis von Arbeit in den postindustrialisierten Gesellschaften stark wandelt. Durch permanente Innovation und Infragestellen von bestehenden Strukturen haben wir die Chance, unsere Zukunft aktiv zu gestalten, anstatt gestaltet zu werden.

Eine weitere interessante Fragestellung, die sich dieser Arbeit unmittelbar anschließt, betrifft die Untersuchung der organisatorischen Rahmenbedingungen, um den Wissensarbeitern ein produktives Umfeld zu verschaffen. Die Dichotomie von MCGREGOR beeinflusst noch immer das Managementdenken, wonach sich Organisationen im Spannungsfeld von Befehl und Kontrolle einerseits und Selbstausrichtung und Selbstkontrolle andererseits bewegen. Allerdings realisieren immer mehr Unternehmen, dass Wissensarbeiter sich nur in einer Umgebung frei von Befehl und Kontrolle wirklich entfalten können.³

³Vgl. o.V., The new organisation: A survey of the company, 2006, S. 20.

A Literatur

- Abegglen, J. C., Stalk, G.*, Kaisha, the Japanese corporation, New York, NY: Basic Books 1985.
- Abell, D. F., Hammond, J. S.*, Strategic market planning: problems and analytical approaches, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall 1979.
- Ahuja, G.*, The duality of collaboration: inducements and opportunities in the formation of interfirm linkages, in: Strategic Management Journal, 21. Jg., 2000, Nr. 3, S. 317-343.
- Allen, G., Jarman, R.*, Collaborative R&D, New York: John Wiley 1999.
- Ansoff, H. I.*, Managing surprise and discontinuity: strategic response to weak signals, in: Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 28. Jg., 1976, Nr., S. 129-152.
- APQC, OSBC on Innovation, Houston: www.apqc.org 2006.
- Assmus, B., P., Brecher, C., Eversheim, W., Güthenke, G., Nonn, C., Meidlinger, R., Paulukuhn, L., Ritz, P., Schuh, G., Stahuber, A., Weisbecker, L., Winkler, H.*, Lean Products. Maximierung von Kundennutzen und Skaleneffekten., in: Werkzeugmaschinen-Kolloquium, A. A. (Hrsg.): Wettbewerbsfaktor Produktionstechnik, Shaker: Aachen, 2005, S. 53-78.
- Bannert, V., Koruna, S. M., Jung, H.-H., Tschirky, H.*, Die vergessene Technologie bei Übernahmen, in: io new management, 12. Jg., 2002, Nr., S. 35-45.
- Bauer, S.*, Perspektiven in der Organisationsgestaltung, in: Bullinger, H.-J. (Hrsg.): Neue Organisationsformen im Unternehmen: ein Handbuch für das moderne Management, 2., neu bearb. und erw. Aufl., Springer: Berlin [u.a.], 2003.
- Bea, F. X.*, Simulation, in: Wirtschaftswissenschaftliches Studium, 6. Jg., 1977, Nr., S. 201-207.
- Beasley, J.*, Introduction to Operational Research, London: 2000.
- Becker, D.*, Mit Innovationen die Produktivität steigern, in: Börsenzeitung, Sonderbeilage zu Innovation. Jg., 2005, Nr. .
- Belz, C.*, Internationales Vertriebsmanagement für Industriegüter, St. Gallen [u.a.]: Thexis des Forschungsinstituts für Absatz und Handel an der Universität St. Gallen 1999.
- Belz, C., Schuh, G., Gross, S. A., Reinecke, S.*, Industrie als Dienstleister, St. Gallen: Thexis 1997.
- Benett, S.*, Komplexitätsmanagement in der Investitionsgüterindustrie, 1999.
- Beruvides, M. G.*, Knowledge work: a conceptual analysis and structure, in: Sumanth, D. J., Research, I. C. O. P. (Hrsg.): Productivity and quality management frontiers-I, Elsevier: Amsterdam [u.a.], 1987.
- Binder, V. A., Kantowsky, J.*, Technologiepotentiale: Neuausrichtung der Gestaltungsfelder des strategischen Technologiemanagements, Wiesbaden: DUV 1996.
- Bmbf*, Ausschreibung für einen Dienstleistungsauftrag: Umgang mit Know-how in internationalen F&E-Kooperationen, 2006.
- Böhlke, U. H., Breuer, T., Dahlmann, P., Demarmels, A., Koglin, K., Pelzer, W., Riediker, M., Rosier, C., Schick, R., Schröder, J., Schuh, G., Spohr, G.-U.*, Technologieplattformen erfolgreich managen - ein essentieller Beitrag zur Umsetzung der Unternehmensstrategie, in: AWK-Tagungsband, Shaker: Aachen, 2005, S. 393-412.
- Booz-Allen-Hamilton*, Innovation Global 1000 Study, 2004.
- Boutellier, R., Gassmann, O., von Zedtwitz, M.*, Managing global innovation, 2 Aufl., Berlin [u.a.]: Springer 2000.

- Brockhoff, K. K.*, Forschung und Entwicklung: Planung und Kontrolle, 5., erw. Aufl., München [u.a.]: Oldenbourg 1999.
- Brown, M. G., Svenson, R. A.*, Measuring R and D Productivity, in: Research Technology Management, 31. Jg., 1988, Nr. 4, S. 11-15.
- Bryan, L. L., Joyce, C.*, The 21st-century organisation, in: McKinsey-Quarterly, 3. Jg., 2005, Nr., S. 1-6.
- Bullinger, H.-J., Witzgall, E.*, Qualifikationsmanagement in der Produktion: Pläne und Werkzeuge für die Baustelle Lernende Organisation, Stuttgart: Fraunhofer 2002.
- Burrell, G., Morgan, G.*, Sociological Paradigms and Organisational Analysis: Elements of the Sociology of Corporate Life, Aldershot [u.a.]: Ashgate 1998.
- Bürgel, H. D.*, Lean R&D, in: Zahn, E. (Hrsg.): Handbuch Technologiemanagement, Stuttgart, 1995, S. 335-349.
- Bürgel, H. D., Haller, C., Binder, M.*, F&E-Management, München: Vahlen 1996.
- Caesar, C.*, Kostenorientierte Gestaltungsmethodik für variantenreiche Serienprodukte: variant mode and effects analysis (VMEA), Düsseldorf: VDI-Verl. 1991.
- Camp, R. C.*, Benchmarking: the search for industry best practices that lead to superior performance, Milwaukee, Wis. [u.a.]: Quality Press [u.a.] 1989.
- Carter, D. E., Baker, B. S.*, CE concurrent engineering: the product development environment for the 1990s, Reading, Mass. [u.a.]: Addison-Wesley 1992.
- Christensen, C. M., Stevenson, H. H., Marx, M.*, Die richtigen Instrumente für den Wandel, in: Harvard Business Manager, 12. Jg., 2006, Nr., S. 24-38.
- Clark, K. B., Fujimoto, T.*, Automobilentwicklung mit System: Strategie, Organisation und Management in Europa, Japan und USA, Frankfurt [u.a.]: Campus-Verl. 1992.
- Colenso, M.*, Kaizen strategies for successful organisational change: enabling evolution and revolution in the organization, London: Financial Times Prentice Hall/Pearson Education 2000.
- Cordero, R.*, The measurement of innovation performance in the firm: an overview, in: Research Policy, 19. Jg., 1990, Nr. 1, S. 185-192.
- Council-on-Competitiveness*, Winning the skills race, 1998.
- Creswell, J. W.*, Research Design: Qualitative and Quantitative Approaches, 1994.
- Cross, R., Davenport, T. H., Cantrell, S.*, The social side of performance, in: MIT Sloan Management Review, 2003, Nr. 3, S. 20-22.
- Cusumano, M. A.*, Japan's software factories: a challenge to US management, New York [u.a.]: Oxford Univ. Press 1991.
- Cusumano, M. A., Nobeoka, K.*, Thinking Beyond Lean, New York: Free Press 1998.
- Davenport, T. H.*, Thinking for a living: how to get better performance and results from knowledge workers, Boston, Mass.: Harvard Business School Press 2005.
- Deger, R.*, Deutschland versus Weltklasse: internationale Wettbewerbsfähigkeit und Unternehmenserfolg, Stuttgart: Schäffer-Poeschel 1995.
- Deger, R., Nonn, C., Schuh, G.*, Das sind die Kernfähigkeiten der Erfolgreichen, in: io new management, 2004, Nr. 12, S. 40-44.
- Dellmann, K., Pedell, K. L.*, Controlling von Produktivität, Wirtschaftlichkeit und Ergebnis, Stuttgart: Schäffer-Poeschel 1994.
- Denison, D. R., Hart, S. L., Kahn, J. A.*, From Chimneys to Cross-Functional Teams. Developing and Validating a Diagnostic Model, in: Academy of Management Journal, 39. Jg., 1996, Nr. 4, S. 1005-1023.

- DiMasri, J. A.*, The price of innovation: new estimates of drug development costs, in: Journal of Health Economics, 22. Jg., 2003, Nr., S. 151–185.
- Dörner, D.*, Die Logik des Mißlingens: strategisches Denken in komplexen Situationen, 65. - 69. Tsd Aufl., Reinbek bei Hamburg: Rowohlt 1997.
- Draft, R. L., Lengel, R. H.*, Information richness: a new approach to managerial behavior and organizational design, in: Cummings, L. L., Staw, B. M. (Hrsg.): Research in organizational behavior, JAI Press: Homewood, 1984, S. 191-233.
- Drews, R.*, Organisationsformen der Produktionslogistik: konzeptionelle Gestaltung und Analyse der Wechselbeziehungen zu den Organisationsformen der Teilefertigung, 2005.
- Drucker, P. F.*, The essential Drucker, 1. Aufl., New York, NY: Harper Business 2001.
- Dyckhoff, H.*, Produktionstheorie: Grundzüge industrieller Produktionswirtschaft, 5., überarb. Aufl., Berlin [u.a.]: Springer 2006.
- Dyer, J. H., Kale, P., Singh, H.*, How to make strategic alliances work, in: Roberts, E. B. (Hrsg.): Innovation: Driving Product, Process and Market Change, Jossey-Bass: San Francisco, 2002, S. 221-237.
- Eberhard, K.*, Einführung in die Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie: Geschichte und Praxis der konkurrierenden Erkenntniswege, 2. Aufl., Stuttgart: Kohlhammer 1999.
- Economist-Intelligence-Unit*, Scattering the seeds of invention: the globalisation of research and development, in: White Paper Series of the Economist Intelligence Unit, 2004, Nr., S. 1-28.
- EFQM*, Das EFQM Modell für Excellence: European Foundation for Quality Management, 1999.
- Ehrbar, A., Mühlfenzl, I.*, EVA: economic value added: der Schlüssel zur wertsteigernden Unternehmensführung, Wiesbaden: Gabler 1999.
- Erpenbeck, J.*, Wozu muss eine Organisation die Kompetenzen ihrer Mitarbeiter kennen, Münster: Waxmann 2005.
- Fahrni, F., Völker, R., Bodmer, C.*, Erfolgreiches Benchmarking in Forschung und Entwicklung, Beschaffung und Logistik, München: Hanser 2002.
- Frick, L.*, Erfolgreiche Geschäftsmodelle im Werkzeugbau, Aachen: Shaker 2006.
- Gábor, S. O.*, Management "Geheimnis" Kaizen: Der japanische Weg zur Innovation, Wien: Wirtschaftsverlag Ueberreuter 1994.
- Gälweiler, A., Schwaninger, M., Malik, F.*, Strategische Unternehmensführung, Frankfurt/Main u.a.: Campus-Verlag 1987.
- Gassmann, O.*, Internationales FuE-Management: Potentiale und Gestaltungskonzepte transnationaler FuE-Projekte, München [u.a.]: Oldenbourg 1997.
- Gendo, F., Korschak, R.*, Mythos Lean Production: die wahren Gründe des japanischen Erfolgs, in: io new management, 7/8. Jg., 1999, Nr., S. 38-48.
- Gentner, A.*, Entwurf eines Kennzahlensystems zur Effektivitäts- und Effizienzsteigerung von Entwicklungsprojekten, München: Vahlen 1994.
- Gerybadze, A.*, Technologie- und Innovationsmanagement : Strategie, Organisation und Implementierung, München: Vahlen 2004.
- Golm, F.*, Gestaltung von Entscheidungsstrukturen zur Optimierung von Produktentwicklungsprozessen, Berlin: Ipk 1996.
- Gomez, P.*, Wertmanagement: vernetzte Strategie für Unternehmen im Wandel, Düsseldorf [u.a.]: ECON 1993.
- Graaf, R. d.*, Assessing product development: visualizing process and technology performance with RACE, 1996.

- Grant, R. M.*, The resource-based theory of competitive advantage: implications for strategy formulation, in: *California Management Review*, 33. Jg., 1991, Nr. 3, S. 114-135.
- Graumann, M.*, Die Analyse der Innovationstätigkeit deutscher Automobilhersteller, Frankfurt am Main: Peter Lang 1993.
- Gupta, A. K., Wileman, D.*, Changing Patterns in Industrial R&D-Management, in: *International Journal of Product Innovation Management*, 13. Jg., 1996, Nr., S. 497-510.
- Gutberlet, K.*, Die Produktivität der japanischen Automobilindustrie: Ausmaß und Ursachen der japanischen Wettbewerbsvorteile gegenüber der deutschen Automobilindustrie, 1993.
- Güthenke, G.*, Center-Konzeption für produzierende Unternehmen: ein Entscheidungsmodell zur kontextspezifischen Gestaltung technologieintensiver Geschäftseinheiten, Aachen: Shaker 2000.
- Haberfellner, R., Nagel, P., Becker, M., Büchel, A., von Massow, H.*, Systems Engineering: Methodik und Praxis, hrsg. v. Daenzer, W. F., Huber, F., 10 Aufl., Zürich: Industrielle Organisation 1999.
- Hamel, G.*, Leading the revolution: how to thrive in turbulent times, New York: Penguin 1992.
- Hamel, G., Prahalad, C. K.*, Wettlauf um die Zukunft (competing for the future), Wien: Ueberreuter 1995.
- Hartung, J., Elpelt, B., Klösener, K.-H.*, Statistik: Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik, 11., durchges. Aufl., München [u.a.]: Oldenbourg 1998.
- Hauber, R.*, Performance Measurement in der Forschung und Entwicklung: Konzeption und Methodik, 1. Aufl., Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. 2002.
- Hayes, R. H., Wheelwright, S. C.*, Restoring our competitive edge: competing through manufacturing, New York [u.a.]: Wiley 1984.
- Henzler, H. A.*, Handbuch Strategische Führung, Wiesbaden: Gabler 1988.
- Heppelmann, J.*, Partnering to Succeed in Building Global Product Development Capabilities, in: *Gewinnen im Wettbewerb durch globale Produktentwicklung*, Düsseldorf, 2005.
- Hinterhuber, H. H., Handlbauer, G., Matzler, K.*, Kundenzufriedenheit durch Kernkompetenzen: eigene Potentiale erkennen - entwickeln - umsetzen, München [u.a.]: Hanser 1997.
- Hippel, v., E. A.*, Innovation by user communities, in: Edward, B. R. (Hrsg.): *Innovation: Driving Product, Process and Market Change*, Jossey-Bass: San Francisco, 2002, S. 209-310.
- Höfler, K., Fritschi, I.*, PIA bewertet die Erfolgsfaktoren der Produktinnovation, in: *io new management*, 1999, Nr. 5, S. 71-75.
- Hofstede, G., Hofstede, G. J., Mayer, P.*, Lokales Denken, globales Handeln: interkulturelle Zusammenarbeit und globales Management, 3., vollst. überarb. Aufl., München: Dt. Taschenbuch-Verl. 2006.
- Homburg, C., Krohmer, H., Homburg, K.*, Marketingmanagement: Strategie - Instrumente - Umsetzung - Unternehmensführung, 1. Aufl., Wiesbaden: Gabler 2003.
- Horn, E.-J.*, Bestimmungsgründe der internationalen Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen und Industrien, Regionen und Volkswirtschaften, in: *Beihefte der Konjunkturpolitik*, 29. Jg., 1983, Nr., S. 35-53.
- Hostettler, S.*, Das Konzept des Economic Value Added (EVA), Bern [u.a.]: Haupt 1997.

- Hoth, H.*, Beitrag zur Klärung des Produktivitätsbegriffs und zur Produktivitätsmessung im Industriebetrieb, Düsseldorf: Tritsch 1968.
- Howaldt, J., Kopp, R., Winther, M.*, Kontinuierlicher Verbesserungsprozess: KVP als Motor der lernenden Organisation, Köln: Wirtschaftsverlag Bachem 1998.
- Hronec, S. M.*, Vital signs: using quality, time, and cost performance measurements to chart your company's future, New York: Amacom 1993.
- Imai, M.*, Kaizen: der Schlüssel zum Erfolg der Japaner im Wettbewerb, 4. Aufl., München: Langen-Müller 1992.
- Kaplan, R. S., Norton, D. P.*, The Balanced Scorecard - Measures That Drive Performance, in: Harvard Business Review, 70. Jg., 1992, Nr. 1, S. 71-79.
- Kaplan, R. S., Norton, D. P., Horváth, P.*, Balanced scorecard: Strategien erfolgreich umsetzen, Stuttgart: Schäffer-Poeschel 1997.
- Kitzer, P.*, Technology Roadmapping at 3M, in: Symposium Innovationsmanagement, Aachen.
- Klingebiel, N.*, Performance Measurement: Grundlagen, Ansätze, Fallstudien, Wiesbaden: Gabler 1999.
- Kluge, J.*, Innovationsmanagement - Wissen und Wandel, Herne: 1999.
- Knoche, M.*, Komplementaritätsrelevante technologiebasierte Diversifikation, Aachen: Shaker 2005.
- Kobelt, H., Steinhausen, D.*, Wirtschaftsstatistik für Studium und Praxis, 6., völlig überarb. Aufl., Stuttgart: Schäffer-Poeschel 2000.
- König, M., Völker, R.*, Innovationsmanagement in der Industrie: Lehr- und Praxisbuch für Wirtschaftsingenieure, Betriebswirtschaftler und Ingenieure, München [u.a.]: Hanser 2002.
- Krüger, W.*, Die Erklärung von Unternehmungserfolg: theoretischer Ansatz und empirische Ergebnisse, 1988.
- Krüger, W., Homp, C.*, Kernkompetenz-Management: Steigerung von Flexibilität und Schlagkraft im Wettbewerb, Wiesbaden: Gabler 1997.
- Kube, C.*, Erfolgsfaktoren in Filialsystemen : Diagnose und Umsetzung im strategischen Controlling, Wiesbaden: Gabler 1991.
- Kubicek, H.*, Heuristische Bezugsrahmen und heuristisch angelegte Forschungsdesigns als Elemente einer Konstruktionsstrategie empirischer Forschung, in: Köhler, R. (Hrsg.): Empirische und handlungstheoretische Forschungskonzeption in der Betriebswirtschaftslehre, Poeschel: Stuttgart, 1977, S. 5 - 36.
- Lang, A.*, Open Innovation, in: Webasto Open House, Stockdorf, 2006.
- Lenders, M.*, Release-Engineering: Entwicklung einer Methodik zur Performancesteigerung automobiler Produktinnovationen, WZL der RWTH Aachen 2004.
- Lenders, M.*, Beschleunigung der Produktentwicklung durch Lösungsraum-Management, Apprimus-Verlag 2009.
- Liker, J. K.*, Der Toyota-Weg: 14 Managementprinzipien des weltweit erfolgreichsten Automobilkonzerns, 3. Aufl., München: Finanz-Buch-Verl. 2007.
- Linnhoff*, Eine Methodik für das Benchmarking von Entwicklungskooperationen, Aachen: Shaker 1996.
- Loch, C. H., DeMeyer, A., Pich, M. T.*, Managing the Unknown, Hoboken: John Wiley 2006.
- Loch, C. H., Stein, L., Terwiesch, C.*, Measuring Development Performance in the Electronics Industry, in: Journal of Product Innovation Management, 13. Jg., 1996, Nr., S. 3-20.

- MacCloskey, D. N., Ziliak, S. T.*, The standard error of regressions, in: Journal of Economic Literature, 34. Jg., 1996, Nr. 1, S. 97-114.
- Maier, F.*, Die Integration wissens- und modellbasierter Konzepte zur Entscheidungsunterstützung im Innovationsmanagement, Berlin: Duncker und Humblot 1995.
- Malik, F.*, Führen, Leisten, Leben: wirksames Management für eine neue Zeit, Frankfurt am Main: Campus-Verl. 2006.
- Mankins, J. C.*, Technology Readiness Levels, in: white paper, office of space access and technology NASA, 1995, Nr. 1.
- McDonough, E. F.*, Investigation of Factors Contributing to the Success of Cross-Functional Teams, in: Journal of Product Innovation Management, 17. Jg., 2000, Nr. 3, S. 221-235.
- Meadows, D. H.*, The limits to growth: a report for the club of rome's project on the predicament of mankind, London: Potomac Ass. Book 1972.
- Meier, B., Leonhardt, Wohlgensinger*, Das digitale Produkt - neue Technologien verändern Unternehmensprozesse, in: io management, 1999, Nr. 6, S. 58-65.
- Michaelis, U.*, Methode zur ganzheitlichen Bestimmung der Arbeitsproduktivität in indirekten Bereichen, Berlin u.a.: Springer 1990.
- Michel, K.*, Technologie im strategischen Management: ein Portfolio-Ansatz zur integrierten Technologie- und Marktplanung, Berlin: Schmidt 1987.
- Milberg, J.*, Erfolg in Netzwerken, 1. Aufl., Berlin [u.a.]: Springer 2002.
- Miller, W. L., Morris, L.*, 4th Generation R and D, New York: Wiley 1999.
- Milling, P.*, Der technische Fortschritt beim Produktionsprozeß: ein dynamisches Modell für innovative Industrieunternehmen, Wiesbaden: Betriebswirtschaftl. Verl. Gabler 1974.
- Möhrle, M. G. et al.*, Technologie-Roadmapping: Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen, 2. Aufl., Berlin [u.a.]: Springer 2005.
- Morgan, J. M.*, High performance product development: a systems approach to a lean product development process, Ann Arbor, Mich.: Proquest Information and Learning 2002.
- Müller-Stewens, G., Lechner, C.*, Strategisches Management: wie strategische Initiativen zum Wandel führen, Stuttgart: Schäffer-Poeschel 2003.
- Müller-Stewens, G., Lechner, C.*, Strategisches Management: wie strategische Initiativen zum Wandel führen, 3. Aufl., Stuttgart: Schäffer-Poeschel 2005.
- Narula, R., Hagedoorn, J.*, Innovating through strategic alliances: moving towards international partnerships and contractual agreements, in: Technovation, 19. Jg., 1999, Nr. 5, S. 283-294.
- Nonaka, I., Takeuchi, H., Mader, F.*, Die Organisation des Wissens: wie japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen, Frankfurt/Main [u.a.]: Campus-Verl. 1997.
- Nonn, A.*, Modern plastic design for steel structures, Athen: 2007.
- o.V.*, The new organisation: A survey of the company, in: The Economist, 378. Jg., 2006, Nr., S. 1-20.
- Oenning, A.*, Theorie betrieblicher Kuppelproduktion, Heidelberg: Physica-Verl. 1997.
- Olson, A., Weber, A., Melling, C.*, Performance Measurement, hrsg. v. Lybrand, C., Arlington: 1995.
- Omagbemi, R.*, Die Messung und Beurteilung der Effizienz von Projekten der angewandten Forschung und Entwicklung, Berlin: Verl. für Wiss. und Forschung 1994.
- O'Mahony, M., Ark, B. H. v., Europäische-Kommission*, EU productivity and competitiveness: an industry perspective - can Europe resume the catching-up

- process?, Luxemburg: Amt für Amtliche Veröff. der Europ. Gemeinschaften 2003.
- Orlikowski, B.*, Management virtueller Teams: der Einfluss der Führung auf den Erfolg, 1. Aufl., Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. 2002.
- Pappas, R. A., Remer, D. S.*, Measuring R and D Productivity, in: Research Management, 28. Jg., 1985, Nr. 3, S. 15-22.
- Parker, G. M.*, Cross-functional teams: working with allies, enemies and other strangers., San Francisco: Jossey Bass 2003.
- Patzak, G.*, Systemtechnik - Planung komplexer innovativer Systeme: Grundlagen, Methoden, Techniken, Berlin [u.a.]: Springer 1982.
- Paulukuhn, L.*, Typologisierung von Entwicklungsprojekten im Maschinenbau, Aachen: Shaker 2005.
- Penrose, E. T.*, The theory of the growth of the firm, New York: Wiley 1959.
- Persse, J. R.*, Implementing the capability maturity model, New York: John Wiley 2001.
- Popper, K. R., Hansen, T. E.*, Die beiden Grundprobleme der Erkenntnistheorie, 2. Aufl., Tübingen: Mohr 1994.
- Porter, M. E.*, Wettbewerbsvorteile: Spitzenleistungen erreichen und behaupten (Competitive advantage), 3. Aufl., Frankfurt/Main [u.a.]: Campus-Verl. 1992.
- Porter, M. E.*, Wettbewerbsstrategie: Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten (Competitive strategy), 10. Aufl., Frankfurt/Main [u.a.]: Campus-Verl. 1999.
- Porter, M. E., Stern, S.*, Innovation: Location matters, in: Roberts, E. B. (Hrsg.): Innovation: Driving Product, Process and Market Change, Jossey-Bass: San Francisco, 2002, S. 239-260.
- Prahalad, C. K., Hamel, G.*, Nur Kernkompetenzen sichern das Überleben, in: Harvardmanager, 1991, Nr. 2, S. S. 66-78.
- Preißner, A., Engel, S.*, Promotionsratgeber, 4. Aufl., München [u.a.]: Oldenbourg 2001.
- Probst, G. J. B.*, Kompetenz-Management: wie Individuen und Organisationen Kompetenz entwickeln, 1. Aufl., Wiesbaden: Gabler 2000.
- Probst, G. J. B., Gomez, P.*, Vernetztes Denken: ganzheitliches Führen in der Praxis, 2., Aufl., Wiesbaden: Gabler 1991.
- Probst, G. J. B., Raub, S., Romhardt, K.*, Wissen managen: wie Unternehmen ihre wertvollste Ressource optimal nutzen, Frankfurt am Main: Frankfurter Allgemeine Zeitung [u.a.] 1998.
- Qian, Y.*, Strategisches Technologiemanagement im Maschinenbau: Erfolgsfaktoren chinesischer Maschinenbauunternehmen im kompetenzbasierten Wettbewerb, 2002.
- Rasche, C.*, Wettbewerbsvorteile durch Kernkompetenzen: ein ressourcenorientierter Ansatz, Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. 1994.
- ReDAssociates*, Objects of Innovation, Copenhagen: www.redassociates.dk 2005.
- Reppesgaard, L.*, Innovationen git's nicht für Geld, Handelsblatt, 21.10.2005.
- Robb, W. L.*, How good is our research, in: Research Technology Management, 34. Jg., 1991, Nr. 2, S. 16-21.
- Rosier, C.*, Zentrale Technologieentwicklung in diversifizierten Unternehmen, Aachen: Shaker 2006.
- Roth, N., Prieto, J., Pilarek, D.*, Ein Performance Measurement System für wissensintensive Produktentwicklungsprozesse, in: io new management, 2001, Nr. 1/2, S. 34-40.
- Rüegg-Stürm, J.*, Das neue St. Galler Management-Modell, Bern [u.a.]: Haupt 2002.

- Saad, K. N., Roussel, P. A., Management der F&E-Strategie, Wiesbaden: Gabler 1991.
- Sabisch, H., Tintelnot, C., Integriertes Benchmarking für Produkte und Produktentwicklungsprozesse, Berlin: Springer 1997.
- Sauer, A., Machtbasierte Entwicklung von Intellectual Capital in Kollaborationen der produzierenden Industrie, Aachen: Shaker 2005.
- Schanz, G., Methodologie für Betriebswirte, 2. Aufl., Stuttgart: Poeschel 1988.
- Schaper, M., Gesamtbetriebliche Produktivität, Zürich: Verl. Industrielle Organisation 1984.
- Scherer, A. G., Kritik der Organisation oder Organisation der Kritik? Wissenschaftstheoretische Bemerkungen zum kritischen Umgang mit Organisationstheorien, in: Kieser, A. (Hrsg.): Organisationstheorien, 3. Aufl., Kohlhammer: Stuttgart, 1999.
- Schmelzer, H. J., Möglichkeiten und Grenzen der Anwendbarkeit von Kennzahlen in F&E, in: Tagungsband Effizienz und Leistungsmessung in F&E, Institute for International Research: München, 1999.
- Schnell, R., Hill, P. B., Esser, E., Schnell Hill, E., Methoden der empirischen Sozialforschung, 7. Aufl., München [u.a.]: Oldenbourg 2005.
- Schöneborn, F., Strategisches Controlling mit System Dynamics, Heidelberg: Physica-Verl. 2004.
- Schöni, W., Praxishandbuch Personalentwicklung: Strategien, Konzepte und Instrumente, Chur [u.a.]: Rüegger 2001.
- Schöning, S., Potenzialbasierte Bewertung neuer Technologien, Aachen: Shaker 2006.
- Schröder, J., Benchmarking von Entwicklungsbereichen im Maschinenbau, 2003.
- Schuh, G., Produktkomplexität managen: Strategien - Methoden - Tools, 2., überarb. und erw. Aufl., München [u.a.]: Hanser 2005.
- Schuh, G., Die deutsche F&E muss noch produktiver werden, VDI Nachrichten, 3.11.2006.
- Schuh, G., Erfolgsfaktor Lean Innovation - Initiierung eines Veränderungsprozesses bei produzierenden Unternehmen, in: Schuh, G., Wiegand, B. (Hrsg.): 3. Lean Management Summit, Aachen, 2006, S. 7-27.
- Schuh, G., Boos, W., Baumann, B., University proximity as enabler for innovation clusters, in: 10th International CINet Conference - Enhancing the Innovation Environment, Brisbane 6-8 Sep. 2009 - Proceedings, Australia.
- Schuh, G., Klotzbach, C., Hein, D., Der eigenen Stärken und Schwächen bewusst sein, in: io new management, 11. Jg., 2006, Nr., S. 10-13.
- Schuh, G., Nonn, C., Jung, M., The pioneer product concept and scalable product development, in: R&D Management Conference (RADMA), Newby Bridge, 2006.
- Schuh, G., Schröder, J., Grawatsch, M., Technologie Roadmapping, in: Industrie Management, 22. Jg., 2006, Nr., S. 23-26.
- Schumpeter, J., Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung, Leipzig: Duncker & Humblot 1912.
- Schwarz, R., Controlling-Systeme: eine Einführung in Grundlagen, Komponenten und Methoden des Controlling, 1. Aufl., Wiesbaden: Gabler 2002.
- Schweitzer, G., Kostenorientierte Produktoptimierung: ein Beitrag zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von Konsumgütern, Aachen: Shaker 2000.
- Seidensticker, F.-J., Eine einzige Frage für profitables Wachstum, Frankfurter Allgemeine Zeitung, 27.03.2006.

- Sencar, P.*, Innovationsorientiertes Team-Management im Rahmen eines Management-Konzeptes für Zeiten turbulenten Wandels: eine vernetzte, empirische Untersuchung am Beispiel der High-Tech-Industrie, 1999.
- Senge, P. M.*, Die fünfte Disziplin: Kunst und Praxis der lernenden Organisation, Stuttgart: Klett-Cotta 2001.
- Siebert, G., Kempf, S.*, Benchmarking: Leitfaden für die Praxis, 2. Aufl., München [u.a.]: Hanser 2002.
- Sink, D. S.*, Productivity management: planning, measurement and evaluation, control and improvement, New York [u.a.]: Wiley 1985.
- Smith, D. J.*, Collaborative strategies for acquiring technology in the aerospace industry, in: R&D Management Conference (RADMA), Newby Bridge (UK).
- Specht, G., Beckmann, C., Amelingmeyer, J.*, FuE-Management: Kompetenz im Innovationsmanagement, 2. Aufl., Stuttgart: Schäffer-Poeschel 2002.
- Spur, G., Mertins, K., Jochem, R.*, Integrierte Unternehmensmodellierung, Berlin [u.a.]: Beuth 1993.
- Stachowiak, H.*, Allgemeine Modelltheorie, Wien [u.a.]: Springer 1973.
- Stähler, P.*, Geschäftsmodelle in der digitalen Ökonomie: Merkmale, Strategien und Auswirkungen, 2. Aufl., Lohmar [u.a.]: Eul 2002.
- Stahlknecht, P., Hasenkamp, U.*, Einführung in die Wirtschaftsinformatik, 11. Aufl., Berlin [u.a.]: Springer 2005.
- Stegmaier, C.*, Innovative Geschäftsmodelle, in: Lean Management Summit, 2005, Aachen.
- Steinle, C., Kirschbaum, J., Kirschbaum, V.*, Erfolgreich überlegen: Erfolgsfaktoren und ihre Gestaltung in der Praxis, Frankfurt am Main: Frankfurter Allg. Zeitung 1996.
- Sterman, J. D.*, Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world, Boston [u.a.]: Irwin/McGraw-Hill 2000.
- Sterman, J. D.*, All models are wrong: reflections on becoming a systems scientist, in: System Dynamics Review, 18. Jg., 2002, Nr. 4, S. 501-531.
- Sterman, J. D.*, System Dynamics Workshop, Braunschweig: 2004.
- Stewart, T. A.*, Der vierte Produktionsfaktor: Wachstum und Wettbewerbsvorteile durch Wissensmanagement, München [u.a.]: Hanser 1998.
- Stienen, H.*, Nach CMM und BOOTSTRAP: SPICE - die neue Form für Prozessbewertungen, in: Industrie Management, 15. Jg., 1999, Nr. 4, S. 67-71.
- Stumpfe, J.*, Interdependenzen von Produkt- und Prozessinnovationen in industriellen Unternehmen: eine System-Dynamics-basierte Analyse, Frankfurt am Main [u.a.]: Lang 2003.
- Szakonyi, R.*, Measuring R and D Effectiveness, in: Research Technology Management, 37. Jg., 1994, Nr. 2, S. 31-32.
- Tevenot, H. J., Simpson, T. W.*, A comparison of commonality indices for product family design, in: ASME 2004 International Design Engineering Technical Conference (DETC), Salt Lake City, 28.Sep-02.Oct.
- Thurow, L.*, Die Zukunft der Weltwirtschaft, Bonn: Bundeszentrale für Politische Bildung 2004.
- Thurow, L. C.*, The zero-sum solution, New York, NY: Simon and Schuster 1985.
- Töpfer, A.*, Benchmarking: Der Weg zu best practice, Berlin: Springer 1997.
- Trommsdorff, V.*, Erfolgsfaktorenforschung, Produktinnovation und Schnittstelle Marketing - F & E, 1990.
- Tschirky, H., Koruna, S.*, Technologie-Management: Idee und Praxis, Zürich: Orell Füssli 1998.

- Ullman, D., Metrics for evaluation of the product design process, in: ICED Proceedings, Tampere, 3. Jg., 1997, Nr., S. 563-566.
- Ulrich, H., Probst, G. J. B., Anleitung zum ganzheitlichen Denken und Handeln: ein Brevier für Führungskräfte, 4. Aufl., Bern [u.a.]: Haupt 1995.
- Ulrich, H., Schwaninger, M., Systemorientiertes Management: das Werk von Hans Ulrich, Bern: Haupt 2001.
- Ulrich, P., Organisationales Lernen durch Benchmarking, Deutscher Universitätsverlag 1998.
- Ulrich, P., Hill, W., Wissenschaftliche Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre (Teil 2). 1976.
- Vahs, D., Burmester, R., Innovationsmanagement: von der Produktidee zur erfolgreichen Vermarktung, Stuttgart: Schäffer-Poeschel 1999.
- Valerdi, R., Kohl, R. J., An approach to technology risk management, in: Engineering Systems Division Symposium, MIT, Cambridge, MA, 29.03.2004.
- Vause, B., Guide to Analysing Companies, 4. Aufl., London: Profile Books 2005.
- Völker, R., Call, G., Innovations-Check: Wie Innovationsfähigkeit nachhaltig verbessert werden kann, in: io new management, 1999, Nr. 5, S. 58-63.
- Vollrath, U., Vorlesung gewerblicher Rechtsschutz: Grundlagen des Patent- und Gebrauchsmusterrechts, Aachen: 2001.
- Wagenhofer, A., Internationale Rechnungslegungsstandards - IAS / IFRS, 4 Aufl., Frankfurt: Ueberreuter 2003.
- Wagner, F., C-Klasse aus dem Computer, handelsblatt, 29.01.2007.
- Ward, A., Liker, J. K., Christiano, J. J., Sobek, D. K., The Second Toyota Paradox: How Delaying Design Decisions Can Make Cars Faster, in: Long Range Planning, 28. Jg., 1995, Nr. 4, S. 129-139.
- Wenger, E., Mc Dermott, R., Snyder, W., Cultivating communities of practice: a guide to managing knowledge, Boston, Mass.: Harvard Business School Press 2002.
- Werner, B. M., Messung und Bewertung der Leistung von Forschung und Entwicklung im Innovationsprozess, 2002.
- Wiedeking, W., Innovationsmanagement bei Porsche, in: Vorlesung Innovationsmanagement RWTH Aachen, 2005, Aachen.
- Wöhe, G., Döring, U., Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 21. Aufl., München: Vahlen 2002.
- Womack, J. P. et al., Die zweite Revolution in der Autoindustrie: Konsequenzen aus der weltweiten Studie aus dem Massachusetts Institute of Technology, 4. Aufl., Frankfurt/M. [u.a.]: Campus Verl. 1992.
- Womack, J. P., Jones, D. T., Lean thinking: Ballast abwerfen, Unternehmensgewinne steigern, Frankfurt am Main [u.a.]: Campus-Verl. 2004.
- World-Intellectual-Property-Organisation, Understanding Industrial Property, Genf: 2007.
- WZL-Studie, Innovationsagenda 2006, Aachen: 2004.
- WZL-Studie, Forschung und Entwicklung managen, Aachen: 2005.
- WZL-Studie, Erfolgreiches Standortmanagement von Forschung und Entwicklung, Aachen: 2006.
- Xerox, Competitive Benchmarking: The path to leadership, 1986.
- Zahn, E., Das Wachstum industrieller Unternehmen: Versuch einer Erklärung mit Hilfe eines komplexen, dynamischen Modells, Wiesbaden: Gabler 1971.
- Zehnder, T., Kompetenzbasierte Technologieplanung: Analyse und Bewertung technologischer Fähigkeiten im Unternehmen, Wiesbaden: Gabler 1997.

- Zelewski, S.*, Grundlagen, in: Corsten, H., Rieß, M. (Hrsg.): Betriebswirtschaftslehre, 3. Aufl., Oldenbourg: München, 1999.
- Zwicker, E.*, Simulation und Analyse dynamischer Systeme in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Berlin [u.a.]: de Gruyter 1981.

