

Technische Universität München  
Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre mit Schwerpunkt Logistik  
Univ.-Prof. Dr. Horst Wildemann

## **Effiziente Gestaltung von Produktordnungssystemen**

**Eine theoretische und empirische Untersuchung**

Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.Ing. Volker Nilles

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Wirtschaftswissenschaften

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender:

\_\_\_\_\_

Prüfer der Dissertation:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

Die Dissertation wurde am \_\_\_\_\_ bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften am \_\_\_\_\_ angenommen.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>i</b>
<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>vii</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>x</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung.....	4
1.2 Behandlung der Thematik in der Literatur.....	7
1.2.1 Komplexitätsmanagement.....	7
1.2.2 Produktgestaltung.....	10
1.3 Zielsetzung und Aufbau der Untersuchung .....	19
<b>2 Theoretischer Bezugsrahmen.....</b>	<b>22</b>
2.1 Gestaltung des Produktprogramms eines Unternehmens .....	22
2.1.1 Produktionsprogramm als Betrachtungsgegenstand.....	23
2.1.2 Produktordnungssysteme im Rahmen der Programm- gestaltung .....	28
2.2 Effizienzwirkungen von Produktordnungssystemen .....	30
2.2.1 Effektivität und Effizienz.....	30
2.2.2 Messgrößen der Effizienz von Produktordnungssystemen .	33
2.3 Produktordnungssysteme als komplexe Systeme .....	36
2.3.1 Theorie komplexer Systeme.....	37
2.3.1.1 Grundbegriffe der Systemtheorie .....	38
2.3.1.2 Komplexität von Systemen.....	41
2.3.2 Systemeigenschaft von Produktordnungssystemen.....	42
2.4 Analyse von Produktordnungssystemen .....	45
2.4.1 Externe Sicht des Produktordnungssystems .....	46
2.4.2 Interne Sicht des Produktordnungssystems .....	48
2.4.2.1 Funktionsorientierte Produktsystemstruktur .....	49
2.4.2.2 Bauorientierte Produktsystemstruktur .....	53

2.4.3	Systemmodell für die Gestaltung von Produktordnungssystemen .....	55
2.5	Leitlinien für die Gestaltung von Produktordnungssystemen .....	56
2.5.1	Ganzheitliche Betrachtungsweise .....	57
2.5.2	Standardisierung nach innen .....	58
2.5.3	Individualisierung nach außen .....	59
2.5.4	Stabilität .....	59
2.5.5	Flexibilität .....	60
2.5.6	Kostentransparenz .....	61
2.6	Zusammenfassung des theoretischen Bezugsrahmens.....	62
<b>3</b>	<b>Einflussgrößen auf die Gestaltung von Produktordnungssystemen .....</b>	<b>64</b>
3.1	Analyse der Rahmenbedingungen.....	64
3.1.1	Rahmenbedingungen in der Produktsystemstruktur.....	65
3.1.1.1	Struktur des Produktionsprogramms .....	65
3.1.1.1.1	Produktionsprogrammkomplexität .....	65
3.1.1.1.2	Ähnlichkeit des Produktionsprogramms .....	66
3.1.1.2	Produktkomplexität.....	67
3.1.1.3	Varianz .....	67
3.1.1.3.1	Produktionsprogrammvarianz .....	68
3.1.1.3.2	Zeitvarianz .....	72
3.1.1.4	Stückzahlen .....	75
3.1.1.5	Technologie.....	75
3.1.1.5.1	Technologieart .....	76
3.1.1.5.2	Technologielebenszyklus.....	78
3.1.1.5.3	Technologiewettbewerb.....	81
3.1.1.6	Kosten .....	82
3.1.2	Rahmenbedingungen des Unternehmensumfelds.....	83
3.1.2.1	Wettbewerbsart .....	83

3.1.2.2	Marktmacht der Kunden .....	85
3.1.2.3	Produktordnungssysteme der Wettbewerber .....	86
3.2	Unternehmensrestriktionen für Produktordnungssysteme.....	86
3.2.1	Restriktionen im Produktentwicklungsprozess .....	87
3.2.1.1	Standortstruktur .....	88
3.2.1.1.1	Standortanzahl .....	89
3.2.1.1.2	Technologiebezogene Know-how-Verteilung ...	89
3.2.1.1.3	Kapazitätsverteilung .....	93
3.2.1.2	Entwicklungsorganisation .....	93
3.2.1.3	Bestehendes Produktordnungssystem .....	94
3.2.2	Restriktionen im Beschaffungsprozess.....	95
3.2.3	Restriktionen im Produktionsprozess .....	98
3.2.3.1	Standortstruktur .....	98
3.2.3.1.1	Standortanzahl .....	98
3.2.3.1.2	Technologieverteilung.....	99
3.2.3.1.3	Kapazitätsverteilung .....	100
3.2.3.2	Fertigungs- und Montageorganisation .....	101
3.2.4	Restriktionen im Distributionsprozess.....	103
3.2.5	Restriktionen im Serviceprozess.....	104
3.3	Zusammenfassung der Einflussgrößen .....	104
<b>4</b>	<b>Gestaltungsfelder von Produktordnungssystemen .....</b>	<b>106</b>
4.1	Betrachtungsebenen von Produktordnungssystemen .....	106
4.1.1	Betrachtungsebene aus organisatorischer Perspektive .....	106
4.1.2	Betrachtungsebene aus Produktionsprogrammperspektive	108
4.1.3	Betrachtungsebene aus Markenperspektive.....	109
4.2	Strategietypen von Produktordnungssystemen .....	111
4.2.1	Gleichteilestrategie.....	111
4.2.1.1	Definition .....	111
4.2.1.2	Ansätze zur Gleichteilestrategie .....	113

---

4.2.1.3	Einordnung in die Produktsystemstruktur .....	114
4.2.2	Baukastenstrategie .....	114
4.2.2.1	Definition .....	114
4.2.2.2	Ansätze zur Baukastenstrategie .....	119
4.2.2.3	Einordnung in die Produktsystemstruktur .....	123
4.2.3	Modulstrategie .....	123
4.2.3.1	Definition .....	123
4.2.3.2	Ansätze zur Modulstrategie .....	127
4.2.3.3	Einordnung in die Produktsystemstruktur .....	129
4.2.4	Systemstrategie .....	131
4.2.4.1	Definition .....	131
4.2.4.2	Einordnung in die Produktsystemstruktur .....	133
4.2.5	Plattformstrategie .....	133
4.2.5.1	Definition .....	134
4.2.5.2	Ansätze zur Plattformstrategie .....	137
4.2.5.3	Einordnung in die Produktsystemstruktur .....	138
4.2.6	Kombinationen der einzelnen Strategietypen .....	138
4.2.6.1	Gleichteilstrategie und Modul-/Systemstrategie ....	140
4.2.6.2	Baukastenstrategie und Modul-/Systemstrategie ...	142
4.2.6.3	Plattformstrategie und Modul-/Systemstrategie .....	142
4.3	Strukturierung von Produktordnungssystemen .....	142
4.3.1	Kosten .....	143
4.3.2	Technologie .....	144
4.3.3	Prozess .....	145
4.3.4	Zusammenfassung der Strukturierungsmöglichkeiten .....	146
4.4	Zusammenfassung der Gestaltungsfelder .....	147
<b>5</b>	<b>Effizienzwirkungen von Produktordnungssystemen .....</b>	<b>149</b>
5.1	Effizienzwirkungen auf den Umsatz .....	149
5.1.1	Zeitwirkungen von Produktordnungssystemen .....	149

---

5.1.1.1	Lieferzeitwirkungen.....	150
5.1.1.2	Entwicklungszeitwirkungen .....	153
5.1.2	Nutzenwirkungen von Produktordnungssystemen .....	157
5.1.3	Zusammenfassung der Umsatzwirkungen .....	163
5.2	Effizienzwirkungen auf die Kosten.....	163
5.2.1	Wirkungen im Produktentwicklungsprozess .....	164
5.2.2	Wirkungen im Beschaffungsprozess .....	166
5.2.3	Wirkungen im Produktionsprozess.....	168
5.2.4	Wirkungen im Distributionsprozess .....	172
5.2.5	Wirkungen im Serviceprozess .....	172
5.2.6	Zusammenfassung der Kostenwirkungen.....	173
5.3	Effizienzwirkungen auf die Kapitalbindung.....	174
5.3.1	Wirkungen durch Anlagen und Maschinen .....	174
5.3.2	Wirkungen durch Bestände.....	175
5.4	Zusammenfassung der Effizienzwirkungen.....	177
<b>6</b>	<b>Empirische Analyse bestehender Produktordnungssysteme .....</b>	<b>180</b>
6.1	Datenbasis und Erhebungsmethodik.....	180
6.2	Ausgangssituation und Einflussgrößen.....	183
6.2.1	Fallstudie 1 .....	183
6.2.2	Fallstudie 2 .....	186
6.2.3	Fallstudie 3 .....	189
6.2.4	Fallstudie 4 .....	191
6.2.5	Fallstudie 5 .....	194
6.2.6	Fallstudie 6 .....	196
6.2.7	Fallstudie 7 .....	197
6.2.8	Vergleich der Einflussgrößen der Fallstudien .....	199
6.3	Gestaltung der Produktordnungssysteme.....	202
6.3.1	Festlegung des Betrachtungsbereichs.....	202
6.3.2	Wahl des Strukturierungskriteriums .....	206

---

6.3.3	Gestaltung der Strategietypen .....	209
6.4	Ergebnisse der empirischen Analyse .....	215
<b>7</b>	<b>Gestaltungsempfehlungen für Produktordnungssysteme .....</b>	<b>217</b>
7.1	Festlegung der Betrachtungsebenen.....	217
7.2	Wahl des Strukturierungskriteriums .....	221
7.3	Gestaltung der Strategietypen .....	223
7.3.1	Kostenorientiertes Produktordnungssystem .....	223
7.3.2	Technologieorientiertes Produktordnungssystem .....	229
7.3.3	Prozessorientiertes Produktordnungssystem .....	230
7.4	Umsetzung des Produktordnungssystems .....	232
7.4.1	Umsetzungskonzept aus Produktsicht .....	232
7.4.2	Umsetzungskonzept aus Strategietypsicht.....	233
7.5	Zusammenfassung der Gestaltungsempfehlungen.....	234
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>238</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>244</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1:	Vorgehensweise der Untersuchung .....	20
Abbildung 2-1:	Programmtiefe und Programmbreite des Produktprogramms .....	24
Abbildung 2-2:	Vorgehensweise zur Programmgestaltung.....	29
Abbildung 2-3:	Economic Value Added .....	35
Abbildung 2-4:	Grundbegriffe der Systemtheorie.....	39
Abbildung 2-5:	Komplexität von Systemen .....	44
Abbildung 2-6:	Vorgehensweise zur Systembildung .....	45
Abbildung 2-7:	Einflussbereiche auf das Produktordnungssystem ....	47
Abbildung 2-8:	Funktionsorientierte Produktsystemstruktur.....	51
Abbildung 2-9:	Bauorientierte Produktsystemstruktur .....	55
Abbildung 2-10:	Systemmodell für die Gestaltung von Produkt- ordnungssystemen .....	56
Abbildung 2-11:	Leitlinien für die Gestaltung von Produktordnungs- systemen .....	57
Abbildung 3-1:	Elemente am Beispiel der bauorientierten Produktsystemstruktur einer Rückenlehne .....	70
Abbildung 3-2:	Produktlebenszyklus .....	73
Abbildung 3-3:	Gliederung nach Technologiearten .....	77
Abbildung 3-4:	Technologiebaum.....	78
Abbildung 3-5:	Suchfelder für Unternehmensrestriktionen.....	88
Abbildung 3-6:	Entwicklungsstrategien und Produktordnungssystem	92

Abbildung 3-7:	Schnittstellen in der Produktsystemstruktur .....	97
Abbildung 4-1:	Strategische Ebenen im Unternehmen .....	107
Abbildung 4-2:	Betrachtungsebenen aus Produktionsprogramm- perspektive .....	109
Abbildung 4-3:	Einordnung der Gleichteilestrategie in die Produkt- systemstruktur .....	115
Abbildung 4-4:	Einordnung der Baukastenstrategie in die Produkt- systemstruktur .....	124
Abbildung 4-5:	Modularität von Produktordnungssystemen .....	129
Abbildung 4-6:	Einordnung der Modulstrategie in die Produkt- systemstruktur .....	130
Abbildung 4-7:	Einordnung der Systemstrategie in die Produkt- systemstruktur .....	134
Abbildung 4-8:	Einordnung der Plattformstrategie in die Produkt- systemstruktur .....	139
Abbildung 4-9:	Beziehungen zwischen den einzelnen Strategie- typen .....	140
Abbildung 4-10:	Komponentenmatrix zur Gleichteileverwendung....	141
Abbildung 4-11:	Plattformstrategie und Modul-/Systemstrategie .....	143
Abbildung 4-12:	Strukturierung und Strategietypen .....	147
Abbildung 5-1:	Differenzierungsmöglichkeiten von Produkten.....	162
Abbildung 5-2:	Effizienzwirkungen auf den Umsatz.....	164
Abbildung 5-3:	Entwicklungskosten .....	166
Abbildung 5-4:	Arten der Kostendegression .....	169
Abbildung 5-5:	Effizienzwirkungen auf die Kosten .....	173
Abbildung 5-6:	Effizienzwirkungen von Produktordnungssystemen	178

Abbildung 6-1:	Übersicht der untersuchten Unternehmen .....	181
Abbildung 6-2:	Funktionsstruktur und Produktionsprogramm- varianz .....	184
Abbildung 6-3:	Bauorientierte Produktsystemstruktur und Kosten- verteilung.....	188
Abbildung 6-4:	Produktprogramm von Unternehmen 3 .....	190
Abbildung 6-5:	Baugruppen-Technologie-Matrix .....	193
Abbildung 6-6:	Stückzahlverteilung der Produkte.....	195
Abbildung 6-7:	Produktionsprogrammvarianz Fallstudie 7.....	198
Abbildung 6-8:	Ausprägungen der Einflussgrößen.....	201
Abbildung 6-9:	Betrachtungsebenen der Produktordnungssysteme .	206
Abbildung 6-10:	Strukturierungskriterien der Fallstudien.....	209
Abbildung 6-11:	Eingesetzte Strategietypen .....	216
Abbildung 7-1:	Gestaltung von Produktordnungssystemen .....	218
Abbildung 7-2:	Festlegung der Betrachtungsebene .....	219
Abbildung 7-3:	Wahl des Strukturierungskriteriums .....	222
Abbildung 7-4:	Kostenorientiertes Produktordnungssystem .....	226
Abbildung 7-5:	Einflussbereiche und Gestaltungsfelder .....	234

## Abkürzungsverzeichnis

a. M.	am Main
Abb.	Abbildung
Al	Aluminium
anwendersp.	anwenderspezifisch
ASME	The American Society of Mechanical Engineers
BCG	The Boston Consulting Group
Bd.	Band
BMW	Bayerische Motorenwerke AG
BS	Bandscheibe
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CIM	Computer Integrated Manufacturing
DFM	Design for Manufacturing
DFA	Design for Assembly
DM	Deutsche Mark
Dr.	Doktor
EBIT	Earnings Before Interests & Taxes
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EK	Entwicklungskosten
EVA	Economic Value Added

---

f.	folgende
ff.	fort folgende
F&E	Forschung und Entwicklung
FuE	Forschung und Entwicklung
Gfk	Gesellschaft für Konsumforschung
GWB	Geschäftswertbeitrag
HBU	Hilfsbetriebeumrichter
HFO	RKW-Handbuch Führungstechnik und Organisation
HGB	Handelsgesetzbuch
HP	Hewlett Packard
Hrsg.	Herausgeber
IT	Informationstechnologie
konv.	konventionell
krp	Kostenrechnungspraxis
kundensp.	kundenspezifisch
LED	Light Emission Diode
LKW	Lastkraftwagen
m.	mit
Mio.	Millionen
NOP	Net Operating Profit
NOPAT	Net Operating Profit After Taxes
Nr.	Nummer
n. r.	nicht relevant

---

Nufa	Nutzfahrzeug
P	Produkt
PKW	Personenkraftwagen
PPV	Produktionsprogrammvarianz
R&D	Research and Development
REFA	Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V.
RKW	Rationalisierungskuratorium der Deutschen Wirtschaft (RKW) e. V.
ROA	Return on Asset
S.	Seite
SB	Selbstbedienung
SGE	Strategische Geschäftseinheit
SGF	Strategisches Geschäftsfeld
sonst.	sonstiges
Sp.	Spalte
spez.	spezielle
u. a.	unter anderem, und andere
u. Ä.	und Ähnliches
Univ.-Prof.	Universitätsprofessor
V	Variante
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e. V.
VDI-Z	Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure
vgl.	vergleiche

Vol.	Volume
VW	Volkswagen AG
WiSt	Wirtschaftswissenschaftliches Studium
WISU	Das Wirtschaftsstudium
z. B.	zum Beispiel
ZF	ZF Friedrichshafen AG
ZfB	Zeitschrift für Betriebswirtschaft
ZfbF	Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung
ZWF	Zeitschrift für wirtschaftliche Fertigung
Zsb.	Zusammenbau
Zyl.	Zylinder

## 1 Einleitung

Die Wettbewerbssituation der Unternehmen ist durch zwei Trends gekennzeichnet. Auf der einen Seite sind sehr starke Individualisierungstendenzen auf Produktebene festzustellen. Der Wandel vom Verkäufer- zum Käufermarkt<sup>1</sup> führt zu Sättigungstendenzen bezüglich produzierbarer Güter in den Industrienationen<sup>2</sup>. Die hieraus resultierende zunehmende Macht der Kunden zwingt die Unternehmen dazu, sich durch besser an die Kundenbedürfnisse angepasste Problemlösungen von den Wettbewerbern zu differenzieren<sup>3</sup>. Die Kunden erwarten für jeden nur denkbaren Einsatzfall das exakt passende Produkt<sup>4</sup>. Dies führt zu einer immer stärkeren Fragmentierung der Märkte<sup>5</sup>, bei der im Extremfall ein Marktsegment nur noch von einem Kunden besetzt wird (Segment by one).

Diese Entwicklung wird durch das Erfordernis des weltweiten Produktvertriebs aufgrund der sinkenden Produktlebenszyklen<sup>6</sup> und der somit sinkenden Zeitspanne zur Produktamortisation bei steigenden Entwicklungskosten<sup>7</sup> noch verstärkt. Trotz Annäherung der weltweiten Anwenderbedürfnisse und des hieraus resultierenden Schwindens der nationalen Komponente sind noch erhebliche Unterschiede im Geschmack und den technischen Anforderungen festzustellen, wozu auch weiterhin unterschiedliche gesetzliche Bestimmungen beitragen<sup>8</sup>. Im Ergebnis führt

---

<sup>1</sup> vgl. Adam/Johannwille (1998), S. 5; Picot (1998), S. 4; Reichwald/Hesch (1998), S. 87; Roth/Behme (1997), S. 18

<sup>2</sup> vgl. Mayer (1993), S. 1; Rathnow (1993), S. 16; Seidemann (1999), S. 3

<sup>3</sup> vgl. Homburg/Daum (1997), S. 149; Ley/Hofer (1999), S. 56; Rathnow (1993), S. 16; Reichwald (2000), S. 7f.

<sup>4</sup> vgl. Adam/Johannwille (1998), S. 7; Minthöfer (1995), S. 524

<sup>5</sup> vgl. Krüger (2000), S. 46; Piller/Waringer (1999), S. 9f.; Weissmann (1994), S. 30. So hat sich z. B. in der Automobilindustrie die Anzahl der Fahrzeugsegmente von neun im Jahre 1997 auf 26 im Jahre 1997 fast verdreifacht. Im Jahre 2001 wird eine Segmentanzahl von über 30 erwartet, vgl. Krüger (2000), S. 46.

<sup>6</sup> vgl. Boutellier/Völker (1997), S. 16; Pine II (1993), S. 34; Pribilla (1996), S. 3; Roth/Behme (1997), S. 18; Wildemann (1998a), S. 76

<sup>7</sup> vgl. Wildemann (2000a), S. 8

<sup>8</sup> vgl. Welge (1990), S. 19

die zunehmende Individualisierung der Nachfrage zu einer heterogenen Kundenstruktur.

Viele Unternehmen reagieren auf die heterogenen Kundenwünsche mit einer Segmentierung ihres Angebotes<sup>9</sup>. Massengüter werden in zunehmendem Maße durch kundenindividuelle Produkte abgelöst<sup>10</sup>. Die entstehenden Kundengruppen pro Produkt sind dabei häufig sehr klein. Diese Entwicklungen führen in den Unternehmen neben einer steigenden Kundenvielfalt auch zu einem immer heterogeneren Produktprogramm mit steigender Programmbreite und -tiefe. Hieraus resultiert ein deutlicher Anstieg der Produktvarianten mit nicht einhergehender Umsatzsteigerung<sup>11</sup> und somit die Anforderung, eine steigende Zahl von Produktvarianten mit jeweils geringeren Stückzahlen herzustellen. Die Bereitstellung eines breiten und vielfältigen Produktprogramms wird damit zu einem wesentlichen Erfolgsfaktor für die Unternehmen.<sup>12</sup>

Auf der anderen Seite hat der Kostendruck auf die Unternehmen in den letzten Jahren stetig zugenommen<sup>13</sup>. Die Globalisierung und Deregulierung der Märkte sowie neue internationale Wettbewerber führen zu einem immer intensiveren und aggressiveren Wettbewerb<sup>14</sup>. Die steigende technologische Komplexität führt darüber hinaus zu steigenden Entwicklungskosten der Produkte, die aufgrund der sinkenden Produktlebenszyklen in kürzerer Zeit amortisiert werden müssen<sup>15</sup>. Hieraus resultiert das kontinuierliche Erfordernis, Produkte mit bestmöglicher Qualität zu minimalen Kosten bei maximaler Flexibilität auf den Weltmärkten anzubieten. Diese Rahmenbedingungen zwingen die Unternehmen vermehrt, Maßnahmen zur Effizienzsteigerung durchzuführen, um zu überleben<sup>16</sup>. Die zunehmende

---

<sup>9</sup> vgl. Adam/Johannwille (1998), S. 8; Kohlhase (1997), S. 1

<sup>10</sup> vgl. Walter (1996), S. 3f.; Wohlgemuth-Schöllner (1998), S. 1; Zich (1996), S. 4

<sup>11</sup> vgl. Wildemann (2000a), S. 4

<sup>12</sup> vgl. Rathnow (1993), S. 16ff.; Zich (1996), S. 5

<sup>13</sup> vgl. Endler (1994), S. 98; Foth (1997), S. 596; Minthöfer (1995), S. 524

<sup>14</sup> vgl. Mayer (1993), S. 1; Reichwald/Koller (1996), S. 226; Sawhney (1998), S. 54; Wheelwright (1992), S. 2

<sup>15</sup> vgl. Eversheim (1996a), S. 44; Frederick (1994), S. 46; Piller/Waringer (1999), S. 9; Wohlgemuth-Schöllner (1998), S. 1

<sup>16</sup> vgl. Bolz (1992), S. 1; Zich (1996), S. 4

Differenzierung der Leistung führt jedoch zu immer kleineren Stückzahlen pro Produkt und macht es den Unternehmen immer schwerer, ihre Produkte profitabel herzustellen. Daher nimmt der Druck zur Standardisierung von Produkten deutlich zu.

Die Herausforderung für die Unternehmen besteht darin, in diesem Spannungsfeld zwischen Individualisierung und Standardisierung ihr Produktprogramm so auszugestalten, dass sowohl die Kundenwünsche optimal erfüllt als auch die Effizienzpotenziale der Standardisierung genutzt werden. Sie verfügen hierbei über unzählige Möglichkeiten zwischen den beiden Extrempositionen. Einige Unternehmen bringen ihr angestammtes Volumengeschäft durch falsch verstandene Kundennähe und ein zu sehr auf individuelle Lösungen ausgerichtetes Produktprogramm in Gefahr<sup>17</sup>. Dies führt häufig zu einer explodierenden Variantenvielfalt und dem Verlust bisher realisierter Skaleneffekte in Entwicklung, Beschaffung, Produktion und Vertrieb. Andere Unternehmen straffen durch die Elimination von C-Produkten, C-Varianten und C-Kunden ihr Produktportfolio. Dieser Weg kann jedoch nach Auffassung des Verfassers nur der letzte Ausweg aus dem Komplexitätsproblem sein, der erst nach Ausschöpfung aller internen Kostensenkungspotenziale eingeschlagen werden sollte. Ziel kann es nicht sein, an der Massenproduktion festzuhalten. Vielmehr ist den Individualisierungstendenzen des Marktes Rechnung zu tragen und die vom Markt geforderte Vielfalt möglichst effizient anzubieten. Die Frage nach der Kosten-Nutzen-optimalen Vielfalt und der Gestaltung der einzelnen Produkte des Produktprogramms wird daher immer bedeutender.

Wie kann aber nun ein Unternehmen sich in diesem Spannungsfeld positionieren? Die Antwort auf diese Frage wird zukünftig in steigendem Maße zu einem entscheidenden Wettbewerbsvorteil. Ziel muss es sein, das vom Markt geforderte Produktprogramm so zu realisieren, dass sowohl die Erfordernisse der Individualisierung auf Endproduktebene realisiert, als auch die Standardisierungsmöglichkeiten möglichst umfassend genutzt werden können. Unternehmen wie Hewlett Packard haben es in vielen ihrer Geschäftsbereiche wie Computer, Drucker und Medizinprodukte geschafft, kundenindividuelle Produkte zu niedrigen Preisen auf dem Markt anzubieten<sup>18</sup>. Bei anderen Unternehmen führt das Anbieten kundenindi-

---

<sup>17</sup> vgl. Ley/Hofer (1999), S. 56

<sup>18</sup> vgl. Feitzinger/Lee (1997), S. 116

vidueller Produkte in die Kostenfalle. Was machen erfolgreiche Unternehmen anders? Die Unterschiede liegen häufig in der Gestaltung des Produktordnungssystems als wesentlichen Stellhebel zur Lösung des Konfliktes zwischen Standardisierung und Individualisierung<sup>19</sup>.

## 1.1 Problemstellung

Das Produktordnungssystem muss die Umsetzung der vom Markt geforderten Vielfalt im Unternehmen sicherstellen. Es muss den Übergang zwischen Marketing und Technik gewährleisten, bildet die Produktstruktur im Unternehmen ab und legt somit den Standardisierungsgrad fest. Die steigenden Individualisierungs- und Standardisierungsanforderungen bedürfen daher auch einer Neugestaltung der Produktordnungssysteme der Unternehmen. In den meisten Unternehmen wird das Produktordnungssystem jedoch nicht systematisch gestaltet, sondern entwickelt sich im Laufe der Zeit aufgrund von Einzelentscheidungen.

So werden aufgrund des globalen Wettbewerbsdrucks häufig für identifizierte Marktnischen Einzelprodukte entwickelt. Hierdurch kommen Unikate im Produktprogramm zustande, die mit hohem Aufwand an die technologische Entwicklung angepasst werden müssen, um neue Kundenwünsche berücksichtigen zu können<sup>20</sup>. Diese Konzentration auf die Entwicklung von einzelnen Produkten wird durch bestehende Controlling-Instrumente noch gefördert. So muss jedes Produkt mit anderen Projekten im Projektportfolio um Ressourcen kämpfen, jedes Entwicklungsteam muss seine Existenz rechtfertigen<sup>21</sup>. Entwicklungsbudget, Break-Even-Analysen und Durchlaufzeit-Messungen werden dabei in der Regel auf Einzelproduktebene durchgeführt. Diese Fokussierung auf einzelne Produkte verhindert die Nutzung von Standardisierungspotenzialen bei Produkten und Prozessen über das gesamte Produktprogramm. Dies führt dazu, dass in Produkten unterschiedliche Materialien und Schalter für den gleichen Zweck eingesetzt werden, mit hohem Ressourceneinsatz Technologien für

---

<sup>19</sup> vgl. Gausemeier/Riepe (2000), S. 55

<sup>20</sup> vgl. Wohlgemuth-Schöller (1998), S. 2

<sup>21</sup> vgl. Meyer/Lehnerd (1997), S. 1f. und 146

Einzelprodukte entwickelt werden und Komponenten mit gleicher Spezifikation aber unterschiedlichen Abmessungen zum Einsatz kommen<sup>22</sup>.

Darüber hinaus erfolgt die Gestaltung des Produktprogramms häufig aus einer kurzfristigen Perspektive. Aufgrund von vermeintlichen Ressourcenproblemen im Entwicklungsbereich wird vor einer Neugestaltung des Produktordnungssystems Abstand genommen. Dabei wird häufig übersehen, dass die steigende Variantenvielfalt mit einer zunehmenden Produktkomplexität einhergeht und durch wachsende Technologieansprüche der Kunden meist nur mit erhöhten Produktentwicklungszeiten und Entwicklungskosten zu bewältigen ist<sup>23</sup>. Dieser Teufelskreis kann durch die Neugestaltung des Produktordnungssystems durchbrochen werden. Die Neugestaltung von Produktordnungssystemen unterbleibt auch häufig aufgrund fehlender Möglichkeiten zur Bewertung der Wirkungen eben dieser Neugestaltung. Bestehende Kostenrechnungs- und Kalkulationssysteme rechnen Kleinmengenprodukten oder –komponenten tendenziell weniger Kosten zu, als sie verursachen<sup>24</sup>. Dies führt zu einer Unterschätzung der möglichen Einsparpotenziale aufgrund des Produktordnungssystems und somit zum Festhalten an bestehenden Strukturen.

Erfolgt eine Neugestaltung des Produktordnungssystems, so ist häufig eine einseitige Fokussierung auf die Kostensenkungspotenziale unter Vernachlässigung der Nutzenwirkungen zu konstatieren. So hat beispielsweise Volkswagen durch die Einführung der Plattformstrategie ein erhebliches Kostensenkungspotenzial ermittelt<sup>25</sup>. Nicht berücksichtigt wurden jedoch die Umsatzeffekte aufgrund des Wechsels von Kunden von Volkswagen zu Skoda.

Die kurzfristige Reaktionsstrategie vieler Unternehmen führt auch zu einer mangelnden Flexibilität des Produktordnungssystems. Ein schnelles Reagieren auf Marktveränderungen ist bei auf Einzelentscheidungen basierenden Produktordnungssystemen häufig unmöglich. Damit werden viele Produkte am Markt vorbei entwickelt, da Marktanforderungen nicht

---

<sup>22</sup> vgl. Meyer/Lehnerd (1997), S. 1f.

<sup>23</sup> vgl. Wohlgemuth-Schöller (1998), S. 2

<sup>24</sup> vgl. z. B. Rathnow (1993), S. 50

<sup>25</sup> vgl. Piech (1998), S. 67-70

mehr berücksichtigt werden können<sup>26</sup>. Die angesprochenen Probleme resultieren auch daraus, dass den Unternehmen keine Methoden zur systematischen Gestaltung des Produktordnungssystems bereit stehen<sup>27</sup>. Bestehende Methoden fokussieren entweder auf einzelne Produkte oder stellen vor allem einzelne Gestaltungsbereiche von Produktordnungssystemen dar.

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass eine unsystematische Gestaltung des Produktordnungssystems zu Ineffizienzen im Unternehmen und zur Gefährdung der langfristigen Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens führt. Aus dieser Problemstellung leitet sich der Gegenstand der vorliegenden Arbeit ab. Ihr Ziel ist es, einen Beitrag zur Steigerung der Effizienz im Unternehmen durch die Auswahl des für das Unternehmen richtigen Produktordnungssystems und dessen Ausgestaltung zu leisten. Hierzu sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- Welche Einflussgrößen wirken auf die Gestaltung des Produktordnungssystems und welche Zusammenhänge bestehen zwischen den Ausprägungen der Einflussgrößen und der Gestaltung des Produktordnungssystems?
- Welche Produktordnungssysteme aus Literatur und betrieblicher Praxis werden den bestehenden Anforderungen gerecht und wo bestehen Defizite?
- Welche Wirkungen haben Produktordnungssysteme auf die Unternehmenseffizienz?
- Wie muss eine Vorgehensweise zur Gestaltung des Produktordnungssystems ausgestaltet werden, um diesen Defiziten zu begegnen?

Zunächst wurden bestehende Ansätze hinsichtlich ihres Beitrages zur Beantwortung dieser Fragen untersucht.

---

<sup>26</sup> vgl. Wohlgemuth-Schöller (1998), S. 1

<sup>27</sup> vgl. Wüpping (1998a), S. 221; Wüpping (1998b), S. 42

## 1.2 Behandlung der Thematik in der Literatur

Produktordnungssysteme müssen die technische Umsetzung der im Marketing definierten Produkte des Produktprogramms ermöglichen. Sie befinden sich somit an der Schnittstelle zwischen Marketing und Technik. Mit der Gestaltung von Produktordnungssystemen hat sich mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung bereits eine Reihe von Autoren befasst, wobei Teilbereiche diskutiert wurden. Die vorliegenden Ansätze können in die Bereiche

- Komplexitätsmanagement und
- Produktgestaltung

untergliedert werden, wobei im Bereich der Produktgestaltung zwischen Konstruktionsmethodiken, Ansätzen zur Standardisierung und Individualisierung von Produkten sowie Ansätzen zur Strukturierung von Produkten zu unterscheiden ist. Die vorhandene Literatur soll im folgenden hinsichtlich ihres Beitrages zur Beantwortung der in der Problemstellung aufgeworfenen Fragen untersucht werden.

### 1.2.1 Komplexitätsmanagement

Das Komplexitätsmanagement zielt auf eine Reduzierung und Vermeidung der Komplexitätserzeugenden Faktoren im Unternehmen und auf die Beherrschung der verbleibenden Restkomplexität<sup>28</sup>. Die Gestaltung des Produktordnungssystems stellt somit nur einen Teilaspekt des Komplexitätsmanagement dar<sup>29</sup>. Ein Großteil der vorhandenen Literatur verweist daher zwar auf die Bedeutung der Gestaltung des Produktordnungssystems für das Komplexitätsmanagement, gibt jedoch keine bzw. nur sehr allgemeine Gestaltungsempfehlungen<sup>30</sup>. Auch im Variantenmanagement als Teilbereich des Komplexitätsmanagements, das sich vor allem mit dem Aspekt der Produktkomplexität beschäftigt, ist bei vielen

---

<sup>28</sup> vgl. Piller/Waringer (1999), S. 28

<sup>29</sup> vgl. Wildemann (1998b), S. 55

<sup>30</sup> vgl. z. B. Adam/Johannwille (1998), S. 25; Schuh (1998), S. 80; Wildemann (1999c), S. 33ff.

Veröffentlichungen Ähnliches festzustellen<sup>31</sup>. So fordert RATHNOW die Verwendung gleicher Teile durch Nutzung von Modularprinzip, Teilefamilienbildung, Normung und Wiederholteilverwendung<sup>32</sup>. WALTER stellt fest, dass „...die geeignete Produktstruktur ausgewählt werden...“<sup>33</sup> muss und stellt „...Baukasten-, Baureihen-, Modul- und Paketstruktur...“<sup>34</sup> zur Auswahl. PRILLMANN weist empirisch nach, dass erfolgreiche Unternehmen häufiger das Baukastenprinzip nutzen als weniger erfolgreiche<sup>35</sup>. Die vorhandene Literatur des Variantenmanagements enthält jedoch keine Hinweise bezüglich der Vorgehensweise bei der Gestaltung von Produktordnungssystemen sowie der Einflussgrößen und deren Wirkungen auf das Produktordnungssystem.

Andere Autoren beschränken ihre Untersuchungen auf die Fragestellung, wie die bestehende Variantenvielfalt im Unternehmen reduziert werden kann, ohne das Produktordnungssystem grundsätzlich zu modifizieren<sup>36</sup>. So entwickelt GEMBYS ein Modell zur Bereinigung variantenreicher Produktprogramme mit dem Ziel, Produktvarianten aus dem Produktprogramm zu eliminieren, die einen zu geringen Beitrag zur Erreichung der Unternehmensziele leisten<sup>37</sup>. SUZUE und KOHDATE haben ein umfassendes Programm zur Variantenreduktion erarbeitet und schlagen fünf Techniken zur Reduzierung der Vielfaltskosten vor<sup>38</sup>. Die erste Technik (fix versus variable) identifiziert in einer Produktfamilie vorhandene gemeinsame Teile, die Kombinations-Technik verringert den Integrationsgrad einzelner Baugruppen, Technik drei (multifunctionality and integration) integriert mehrere Funktionen in einem Bauteil, die Bereichs-Technik klassifiziert Produktelemente in Anforderungsbereiche, und die Trend-Technik soll unnötige Ausprägungen von Elementen identifizieren und eliminieren. Ein weiterer Ansatz ist in diesem

---

<sup>31</sup> vgl. z. B. auch Goetze (1992), S.52-61; Kersten (2000), S. 9-12; Wildemann (1999d), S. 181ff.

<sup>32</sup> vgl. Rathnow (1993), S. 109ff.

<sup>33</sup> Walter (1996), S. 63

<sup>34</sup> Walter (1996), S.63

<sup>35</sup> vgl. auch Prillmann (1996), S. 114f. und S. 216; Wüpping (1998a); Wüpping (1998b)

<sup>36</sup> vgl. z. B. Homburg/Daum (1997), S. 57-104

<sup>37</sup> vgl. Gembrys (1998)

<sup>38</sup> vgl. Suzue/Kohdate (1990), S. 57-70

Zusammenhang der Einsatz von Konstruktionskatalogen mit dem Ziel, die Gleichteileverwendung zu erhöhen<sup>39</sup>. Diese Ansätze setzen auf einem bestehenden Produkt oder einer Produktlinie auf und betrachten nicht das gesamte Produktordnungssystem des Unternehmens. Darüber hinaus konzentrieren sie sich auf partielle Verbesserungen der Produkt-systemstruktur durch Eliminierung oder Umgestaltung der Elemente. Die grundsätzliche Struktur des Produktordnungssystems wird jedoch nicht in Frage gestellt. Somit können die vorliegenden Beiträge nur als Anregung bei der Neugestaltung des Produktordnungssystems genutzt werden.

Darüber hinaus beschäftigt sich die Literatur des Variantenmanagements ausführlich mit der Wirkung der Vielfalt im Unternehmen. So werden von einigen Autoren die Vielfaltswirkungen in der Wertschöpfungskette untersucht<sup>40</sup>. Diese Ansätze stellen eine wesentliche Grundlage für die Ermittlung der Effizienzwirkungen bei der Gestaltung von Produktordnungssystemen dar. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass aufgrund der Fokussierung auf Produktliniensebene bzw. häufig sogar auf Produktebene im Variantenmanagement nur ein Teilausschnitt des Produktordnungssystems betrachtet wird, sodass die Vielfaltswirkungen nicht direkt übertragen werden können, sondern an den modifizierten Betrachtungsgegenstand angepasst werden müssen.

Neben den bisher dargestellten Ansätzen des Variantenmanagements befassen sich einige Autoren noch mit der variantengerechten Produktgestaltung. SCHALLER erarbeitet als erster eine variantenorientierte Erzeugnisgliederung<sup>41</sup>. Er schlägt eine verkaufsgruppenorientierte Stücklistenstruktur zur Erhöhung der Wiederholhäufigkeit der Teile und somit eine Standardisierung auf Bauteilebene vor. Eine Beeinflussung der Varianz auf Baugruppenebene erfolgt nicht. SCHUH betrachtet bei seinem Ansatz zur systematischen Gestaltung und Bewertung von Produktvarianten die Varianz auf Baugruppenebene<sup>42</sup>. Er erarbeitet ein Gestaltungsmodell zur Variantenanalyse sowie zur Auswahl geeigneter Produktstrukturen in Abhängigkeit von Variantenmerkmalen. Die

---

<sup>39</sup> vgl. zum Thema der Konstruktionskataloge ausführlich Roth (1993)

<sup>40</sup> vgl. z. B. Lingnau (1994), S. 121-148; Prillmann (1996), S. 80-104; Rathnow (1993), S. 11-37; Walter (1996), S. 30-49

<sup>41</sup> vgl. Schaller (1980)

<sup>42</sup> vgl. Schuh (1988)

Variantenvielfalt auf Baugruppenebene wird aus der Kombination der Einzelteile entsprechend ihrer Verwendung und Montagereihenfolge mit einem Variantenbaum dargestellt<sup>43</sup>. Die Variantenreduzierung erfolgt anschließend über eine Produktstrukturvorauswahl. Der Ansatz von Schuh konzentriert sich jedoch einseitig auf die bauorientierte Produktstruktur. Die Varianz in der Funktionsstruktur wird nicht berücksichtigt. Darüber hinaus ist nicht das Produktprogramm eines Unternehmens, sondern nur einzelne Produkte Betrachtungsgegenstand, wodurch die Lösungsmöglichkeiten eingeschränkt werden. Auch weitergehende Ansätze, wie die Plattformstrategie, werden nicht diskutiert. CAESAR integriert die Ansätze von Schuh und Schaller zu einer kostenorientierten Gestaltungsmethodik für variantenreiche Serienprodukte<sup>44</sup>. Auch dieser Ansatz kann jedoch die dargestellten Defizite der Produktfokussierung und Vernachlässigung der Funktionsstruktur nicht beheben.

Es lässt sich somit festhalten, dass die Literatur des Komplexitäts- und Variantenmanagements vor allem für den Bereich der Wirkungsanalyse von Produktordnungssystemen herangezogen werden kann. Für die Einflussgrößen und Gestaltungsfelder von Produktordnungssystemen können die vorhandenen Anregungen aus dem Bereich der variantenorientierten Produktgestaltung aufgenommen werden. Sie können jedoch aufgrund der starken Produktfokussierung der vorhandenen Ansätze nur eingeschränkt übertragen werden. Weiterhin konzentriert sich die vorhandene Literatur auf eine statische Betrachtung der Varianz. Dynamische Aspekte, wie die zukünftige Entwicklung des Produktprogramms, werden in Ansätzen berücksichtigt.

### **1.2.2 Produktgestaltung**

Im Bereich Produktgestaltung sind Ansätze aus dem Marketing von eher technisch orientierten Ansätzen zu unterscheiden. Die Produktgestaltung aus Marketingsicht befasst sich als Teilbereich der Produktpolitik mit Entscheidungen und Maßnahmen für das Angebot von Produkten als Objekt der Bedürfnisbefriedigung bei den Kunden sowie als Mittel zur

---

<sup>43</sup> vgl. auch Eversheim (1989); Schuh/Caesar (1989), S. 208ff.; Schuh (1989), S. 86

<sup>44</sup> vgl. Caesar (1991)

Erringung von Wettbewerbsvorteilen am Markt<sup>45</sup>. Sie bezieht sich auf die Ausgestaltung von Eigenschaften und ihre Ausprägungen für ein spezifisches Produkt<sup>46</sup>, versucht also die Frage der Wichtigkeit einzelner kaufrelevanter Merkmale für den Kunden zu beantworten und darauf aufbauend die anzubietenden Produkte entsprechend auszugestalten. Zur Messung von Käuferpräferenzen sind zahlreiche Methoden wie die Multi-dimensionale Skalierung und die Conjoint-Analyse<sup>47</sup> entwickelt worden. TSCHEULIN diskutiert mit der Conjoint-Analyse und dem „Analytic Hierarchy Process“ zwei grundlegende Lösungsansätze zur Schätzung von Bedeutungsgewichten einzelner Produkteigenschaften und deren Ausprägung aus subjektiven Präferenz- und Prioritätsurteilen<sup>48</sup>. STEINER entwickelt ein Conjointanalyse-basiertes, normatives Modell einer spiel-technischen Lösungskonzeption aus dem Produktlinienwettbewerb zwischen Anbietern. HERRMANN ermittelt Produkteigenschaften und Nutzenkomponenten auf Basis der „means end“-Theorie durch Verzahnung der für die Gestaltung der absatzwirtschaftlichen Maßnahmen relevanten physikalisch-chemisch-technischen Merkmale mit den Determinaten des Kaufverhaltens. AUST verknüpft unterschiedliche Modelle zur simultanen Anwendung der Methoden Conjointanalyse, Benefitsegmentierung, Produktlinien- und Preisgestaltung<sup>49</sup>. Diese Ansätze diskutieren die Produktgestaltung zum einen jedoch nur auf Basis von Einzelprodukten. Aussagen über Eigenschaften von Produktprogrammen werden in diesem Zusammenhang nicht getroffen. Weiterhin enden die Ansätze mit der Definition von zu erfüllenden Eigenschaften der Produkte. Die technische Umsetzung der Eigenschaften sowie der damit zusammenhängende Aufbau der Produkte wird nicht behandelt. Somit sind diese Ansätze nur als Hilfsmittel zur Gestaltung des Produktprogramms nutzbar. Sie leisten keinen Beitrag zur Ausgestaltung eines Produktordnungssystems, auf eine tiefer gehende Diskussion wird daher verzichtet.

Die Thematik der Umsetzung der Eigenschaften in Produkte sowie der Aufbau dieser Produkte behandelt die Produktgestaltung aus technischer

---

<sup>45</sup> vgl. Sabisch (1996), S. 1443

<sup>46</sup> vgl. Brockhoff (1999), S. 166

<sup>47</sup> Eine Einführung gibt Backhaus (1994), S. 498ff..

<sup>48</sup> vgl. Tscheulin (1992)

<sup>49</sup> vgl. Aust (1996)

Sicht. Dieser Bereich soll aus Gründen der Übersichtlichkeit in drei Teilbereiche untergliedert werden:

- Konstruktionsmethodiken,
- Standardisierung und
- Strukturierung von Produkten.

### **Ansätze der Konstruktionsmethodiken**

Konstruktionsmethodiken sollen den Konstrukteur bei der Entwicklung und Konstruktion technischer Systeme in Form einer Handlungsanleitung unterstützen<sup>50</sup>. Sie beschreiben, in welchen Schritten ein Produkt zu konstruieren ist. Die in der Literatur dargestellten Konstruktionsmethodiken befassen sich auch mit der Strukturierung von Produkten. KOLLER gliedert den Konstruktionsprozess in die drei Phasen Funktionssynthese, qualitative und quantitative Maschinensynthese<sup>51</sup>. Im Bereich der Funktionssynthese beschäftigt er sich mit der Funktionsstruktur technischer Gebilde<sup>52</sup>. Er führt die vom Produkt zu realisierenden Funktionen dabei auf deren physikalische Grundoperationen zurück<sup>53</sup>. Die Funktionsstruktur von Produkten wird auch sehr stark in der Wertanalyse-Literatur diskutiert<sup>54</sup>. Die Wertanalyse ist eine methodische Vorgehensweise, um die Funktionen eines Produktes zu den niedrigsten Kosten zu erstellen, ohne die Qualität und Zuverlässigkeit des Produktes zu beeinflussen.<sup>55</sup> Auch AKIYAMA hat sich ausführlich mit der Funktionsanalyse von Produkten beschäftigt<sup>56</sup>. Er diskutiert in diesem Zusammenhang auch unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten der Funktionsanalyse. BERGMANN erweitert den Ansatz der Funktionsanalyse, indem er ein Ordnungsraster für von ihm identifizierte

---

<sup>50</sup> vgl. Caesar (1991), S. 18

<sup>51</sup> vgl. Koller (1998), S.109-120

<sup>52</sup> Neben Koller beschäftigen sich auch andere Autoren mit der Funktionsstruktur im Konstruktionsprozess, vgl. z. B. Ullmann (1992), S.140-158

<sup>53</sup> vgl. hierzu auch Koller (1975)

<sup>54</sup> vgl. z.B. Bisani (1990); Bronner (1989); Christmann (1973); Fallon (1973); Fowler (1990); Händel (1976); Heege (1991); Hofmann (1994); Janßen (1973); Korte (1977); Kratz (1981); Stange (1980); VDI (1995); Voigt (1974); Wellenreuther (1982)

<sup>55</sup> vgl. Hofmann (1994), S. 31

<sup>56</sup> vgl. Akiyama (1991)

Funktionsprinzipien entwickelt<sup>57</sup>. Schütze leitet auf Basis der Funktionsanalyse Richtlinien zur Erzeugnisgliederung ab und unterscheidet in diesem Zusammenhang Vorfertigungs-, Fertigungs-, Einbau- und Anordnungsbaugruppen<sup>58</sup>. Die Funktionsdiskussion im Rahmen der Konstruktionsmethodiken beschränkt sich jedoch auf die Darstellung der Vorgehensweise zur Funktionsermittlung technischer Produkte und zur Auswahl unterschiedlicher konstruktiver Lösungsprinzipien. Sie gibt keinerlei Hinweise für eine effiziente Gestaltung des Produktordnungssystems und kann daher nur als Basis für die Erfassung der Produktsystemstruktur genutzt werden.

Neben den funktionalen Aspekten der Produktsystemstruktur werden in der konstruktionsmethodischen Literatur auch Gestaltungsrichtlinien für die Konstruktion von Produkten entwickelt. Dieser Aspekt der Konstruktionsmethodiken kann auch als restriktionsgerechtes Konstruieren bezeichnet werden. PAHL und BEITZ unterscheiden in diesem Zusammenhang 12 verschiedene Gestaltungsrichtlinien<sup>59</sup>. Andere Autoren untersuchen jeweils nur eine Gestaltungsrichtlinie. Die in der Literatur meistdiskutierte Gestaltungsrichtlinie ist die fertigungs- und montagegerechte Produktgestaltung, auch unter Design for Manufacturing (DFM) bzw. Design for Assembly (DFA) bekannt. BOOTHROYD, DEWHURST und KNIGHT haben für diesen Bereich Leitlinien für die Materialauswahl und den Konstruktionsprozess entwickelt<sup>60</sup>. Der Aspekt der Montagegerechtigkeit von Produkten wurde auch von anderen Autoren intensiv bearbeitet. So erarbeitet BÄBLER Maßnahmen zur montagegerechten Produktgestaltung für Einzelteile, Baugruppen, den Produktaufbau und Verbindungstechniken<sup>61</sup>. UNGEHEUER entwickelt eine Vorgehensweise zur simultanen Entwicklung von Produkt- und Montagestruktur mit dem Ziel, vormontierbare, prüfbare und austauschbare Einheiten in der Produktsystemstruktur zu schaffen<sup>62</sup>. EVERSHEIM hat hierauf aufbauend eine Strukturdatenbank zur

---

<sup>57</sup> vgl. Bergmann (1979)

<sup>58</sup> vgl. Schütze (1980)

<sup>59</sup> vgl. Pahl/Beitz (1997), S. 332-451

<sup>60</sup> vgl. Boothroyd (1994); vgl. zu DFA auch Nevins/Whitney (1989), S. 225f.

<sup>61</sup> vgl. Bäßler (1988)

<sup>62</sup> vgl. Eversheim (1983); Ungeheuer (1986); vgl. auch Ungeheuer/Kalde (1983)

Abbildung der montageorientierten Produktstruktur erarbeitet<sup>63</sup>. Demgegenüber stellt KAHMEYER und RUPPRECHT<sup>64</sup>, MEEDT<sup>65</sup>, NIETHAMMER<sup>66</sup> sowie MEYER<sup>67</sup> den Aspekt der Recyclingfähigkeit bei der Produktgestaltung in den Vordergrund. Eine weitere Gestaltungsrichtlinie, die von LEBER detailliert untersucht wurde, ist die ressourcengerechte Produktgestaltung<sup>68</sup>. Er erarbeitet eine Methodik zur Ermittlung des Ressourcenverbrauchs für unterschiedliche Produktstrukturen.

Die vorliegenden Ansätze des restriktionsgerechten Konstruierens beschränken sich jeweils auf einen Teilaspekt der Produktgestaltung. Im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtungsweise kann ein effizientes Produktordnungssystem jedoch nur bei der simultanen Einbeziehung aller Einflussgrößen gestaltet werden. Darüber hinaus beschränkt sich die Betrachtung der vorliegenden Ansätze auf jeweils ein Produkt. Die Synergieeffekte eines Unternehmens sind aber vor allem durch die Gestaltung des Produktordnungssystems über alle Produkte des Unternehmens zu erschließen. Weiterhin werden bei den vorliegenden Ansätzen des restriktionsgerechten Konstruierens aufgrund des fehlenden ganzheitlichen Betrachtungsbereichs auch keine Gestaltungsempfehlungen für das Produktordnungssystem gegeben.

### **Ansätze der Produktstandardisierung und -individualisierung**

Produktordnungssysteme sollen den Konflikt zwischen Standardisierung und Individualisierung lösen. Daher ist die vorhandene Literatur aus diesen Bereichen einer eingehenden Untersuchung hinsichtlich von Lösungsbeiträgen zur Gestaltung von Produktordnungssystemen zu unterziehen. Im Bereich der Standardisierungsliteratur sind zahlreiche Ansätze zur Ermittlung und Bewertung von Kostenwirkungen aufgrund der Standardisierung von Produkten zu finden<sup>69</sup>, die für die Bewertung der Effizienz-

---

<sup>63</sup> vgl. Eversheim (1993)

<sup>64</sup> vgl. Kahmeyer/Rupprecht (1996)

<sup>65</sup> vgl. Meedt (1998)

<sup>66</sup> vgl. Niethammer (1997)

<sup>67</sup> vgl. Meyer (1983)

<sup>68</sup> vgl. Leber (1995)

<sup>69</sup> vgl. z. B. Böhm (1998), S. 69ff; Franck/Jungwirth (1995), S. 4ff.; Gersch (1995), S. 84; Jacob (1995), S. 115-138; Mayer (1993), S. 89-123

wirkungen bei der Gestaltung des Produktordnungssystems herangezogen werden können. Die Individualisierungsliteratur stellt Methoden zur Ermittlung von Nutzenwirkungen durch Produktindividualisierung bereit<sup>70</sup>. Vor allem die von SCHNEIDER erarbeitete Methodik zur Ermittlung des Bruttomehrnutzens eines individualisierten Produktes kann hier wesentliche Impulse geben<sup>71</sup>. KLEINALTENKAMP stellt darüber hinaus die Vor- und Nachteile von Standardisierungs- und Individualisierungsentscheidungen gegenüber<sup>72</sup> und ermittelt die Auswirkungen verschiedener Einflussgrößen auf diese Entscheidung<sup>73</sup>. FRANCK und JUNGWIRTH diskutieren die Eigenschaften standardtauglicher Produkte<sup>74</sup>. Diese Ansätze können Hinweise für die zu berücksichtigenden Einflussgrößen bei der Gestaltung von Produktordnungssystemen geben. Insgesamt kann die vorhandene Standardisierungs- und Individualisierungsliteratur vor allem Anregungen für die Ermittlung der Effizienzwirkungen und der Einflussgrößen für die Gestaltung von Produktordnungssystemen geben. Es werden jedoch keine Hinweise für die eigentliche Gestaltung des Produktordnungssystems gegeben.

### **Ansätze zur Strukturierung von Produkten**

Die Forschungsansätze bezüglich der Strukturierung von Produkten betrachten jeweils nur eine mögliche Gestaltungsalternative für die Produktsystemstruktur. Zu unterscheiden sind hierbei Baukasten, Bau-reihen, Modularisierung, Systemstrategie und Plattformstrategie.

Baukästen ermöglichen die Erstellung verschiedener Produkte aus einem vorgegebenen Vorrat an Bausteinen. Im Bereich der Baukastenstrategie hat BOROWSKI bereits 1961 eine Klassifizierung unterschiedlicher Ausprägungen von Baukästen aus technischer Sicht erarbeitet<sup>75</sup>. Biegert hat darauf aufbauend sowohl die technischen als auch die wirtschaftlichen Aspekte der Baukastenbauweise theoretisch untersucht<sup>76</sup>. KOHLHASE

---

<sup>70</sup> vgl. z. B. Mayer (1993), S. 54-65; Schneider (1998), 156-166

<sup>71</sup> vgl. Schneider (1998), S. 157-166

<sup>72</sup> vgl. Kleinaltenkamp (1993), S.71-75

<sup>73</sup> vgl. Kleinaltenkamp (1990), S. 39f.

<sup>74</sup> vgl. Franck/Jungwirth (1995), S. 3f.

<sup>75</sup> vgl. Borowski (1961)

<sup>76</sup> vgl. Biegert (1971)

setzt auf den bestehenden Arbeiten auf und erweitert die bestehenden Konzepte um Vorgehensweise und Methoden zur Baukastenentwicklung<sup>77</sup>. Neben diesen theoretischen Untersuchungen haben einige Autoren Baukastensysteme für verschiedenen Anwendungszwecke entwickelt<sup>78</sup>. Darüber hinaus liegt eine Vielzahl von Veröffentlichungen zu Teilaspekten der Baukastengestaltung vor<sup>79</sup>.

Baureihen beinhalten Produkte mit gleichen Funktionseigenschaften in unterschiedlichen Größenbereichen. PAHL und BEITZ stellen für die Entwicklung von Baureihen eine Berechnungssystematik auf Basis von Ähnlichkeitsgesetzen bereit, um eine effiziente Größenabstufung zu ermöglichen<sup>80</sup>. Eine umfassende Analyse bestehender Ansätze zur optimalen Gestaltung von Baureihen erarbeitet KÜHBORTH<sup>81</sup>. Mit der Möglichkeit des Einsatzes von Baureihen sowie deren Entwicklung hat sich GERHARD ausführlich auseinander gesetzt<sup>82</sup>.

Die Modularisierung von Produkten wird in einer Vielzahl von Veröffentlichungen diskutiert. Ein Teil der Literatur fordert jedoch lediglich die Modularisierung der Produkte, beschreibt aber die Vorgehensweise hierzu nicht oder nur in Ansätzen<sup>83</sup>. Andere Autoren konzentrieren sich jeweils auf Teilaspekte der Modularisierung. So beschreibt EVERSHEIM eine Vorgehensweise zur Zerlegung eines Produktes in Module sowie die Abgrenzung zwischen den Modulen am Beispiel eines Automobils<sup>84</sup>. Er betont dabei die Bedeutung von funktionaler und bauorientierter Produktstruktur für die Produktgestaltung. Auch SCHÖLLING stellt eine Vor-

---

<sup>77</sup> vgl. Kohlhase (1997)

<sup>78</sup> So erarbeitet z. B. Wüpping ein Baukastensystem für Wrap-around-Verpackungsmaschinen (vgl. Wüpping (1992)), Loetzke für Bandstahlschnittwerkzeuge (vgl. Loetzke (1994)) und Junge für Handhabungsgeräte (vgl. Junge (1991)).

<sup>79</sup> vgl. z. B. Beitz/Pahl (1974); Benthake (1991); Büttner (1997); Endler (1994); Kleiner (1993)

<sup>80</sup> vgl. Pahl/Beitz (1974); vgl. hierzu auch Breiing/Flemming (1993), S. 206-211

<sup>81</sup> vgl. Kühborth (1986), S. 16-58

<sup>82</sup> vgl. Gerhard (1984)

<sup>83</sup> vgl. z. B. Frederick (1994); Huchzermeier/Tönshoff (1996), S. 54f.

<sup>84</sup> vgl. Eversheim (1996a), S. 45ff.

gehensweise zur Modularisierung von Produkten vor<sup>85</sup>. BALDWIN und CLARK konzentrieren sich demgegenüber auf die Wirkungen der Modularisierung<sup>86</sup>. Auch Sanchez untersucht ausführlich die Wirkungen einer modularen Produktgestaltung<sup>87</sup>. Er erarbeitet darüber hinaus eine Schnittstellendefinition zur Abgrenzung von Modulen in 5 Dimensionen<sup>88</sup> sowie die Umsetzung einer modularen Produktarchitektur in einer modularen Organisation<sup>89</sup>. GÖPFERT entwickelt ein Modell zur simultanen Gestaltung modularer Produktsystemstrukturen und modularer Entwicklungsorganisationen<sup>90</sup>. Er diskutiert in diesem Zusammenhang ausführlich die funktionsorientierte und die bauorientierte Produktsystemstruktur als Basis der Produktgestaltung<sup>91</sup>. Der Schwerpunkt seiner Arbeit liegt allerdings auf den Interdependenzen von organisatorischer Organisationsgestaltung und technischer Produktgestaltung. Die umfassendste Untersuchung modularer Produktsystemstrukturen liefert WOHLGEMUTH-SCHÖLLER. Sie betrachtet die Modularisierung als Mittel zur Komplexitätsreduktion und -gestaltung<sup>92</sup>. Neben einer ausführlichen Analyse bestehender Ansätze zur Gestaltung von Produktsystemen und deren Wirkungen stellt sie die Gestaltung modularer Produktsystemen über den gesamten Lebenszyklus dar<sup>93</sup>.

Die bisher vorgestellten Ansätze konzentrieren sich auf die Gestaltung einzelner Produkte. Sie müssen daher bei der Gestaltung des Produktordnungssystems abstrahiert werden. Die Plattformstrategie als jüngster Ansatz der Produktgestaltung betrachtet keine einzelnen Produkte, sondern Produktlinien oder -klassen als Gestaltungsobjekt. Aufgrund ihrer relativen Neuheit ist bisher nur wenig Literatur zur Plattformstrategie vorhanden. Diese Literatur befasst sich vor allem mit den Potenzialen der Plattform-

---

<sup>85</sup> vgl. Schölling (1997), S. 564f.

<sup>86</sup> vgl. Baldwin/Clark (1998), S. 42-47

<sup>87</sup> vgl. Sanchez (1996), S. 122ff. und Sanchez/Mahoney (1996), S. 66

<sup>88</sup> vgl. Sanchez (1996), S. 125

<sup>89</sup> vgl. Sanchez (1996), S. 131ff. und Sanchez/Mahoney (1996), S.66f.

<sup>90</sup> vgl. Göpfert (1998)

<sup>91</sup> vgl. Göpfert (1998), S. 90-110

<sup>92</sup> vgl. Wohlgemuth-Schölller (1999), S. 7-16

<sup>93</sup> vgl. Wohlgemuth-Schölller (1999), S. 17-117

strategie<sup>94</sup> und der Vorgehensweise bei der Plattformgestaltung. LEY und HOFER schlagen eine dreistufige Vorgehensweise mit den Schritten Definition des Leistungsprogramms, Beschreibung der Produktstruktur und Abgrenzung der Produktplattform vor<sup>95</sup>. Demgegenüber stellen VÖLKER und VOIT<sup>96</sup> sowie ROBERTSON und ULRICH<sup>97</sup> eine Vorgehensweise vor, die auf der Erstellung eines Produktplans, eines Differenzierungsplans und eines Plans zur Vereinheitlichung beruht, aus denen mögliche Plattformkonzepte abzuleiten und zu bewerten sind. DUDENHÖFFER beschreibt die Probleme bei der Plattformstrategie aufgrund der Ähnlichkeit zwischen den Produkten<sup>98</sup>. MCGRATH stellt vor allem den technologischen Aspekt bei der Plattformplanung in den Vordergrund<sup>99</sup>. Am umfassendsten untersuchen MAYER und LEHNERD die Plattformstrategie. Sie stellen ein Gesamtkonzept für die Planung und Umsetzung von Produktplattformen im Unternehmen vor<sup>100</sup>.

Die bestehenden Ansätze der Produktstrukturierung stecken den Rahmen für die Gestaltungsmöglichkeiten von Produktordnungssystemen ab. Die vorhandene Literatur konzentriert sich jedoch jeweils auf eine Gestaltungsmöglichkeit. Es fehlt an einer systematischen Analyse der Wechselwirkungen zwischen den Ansätzen. Weiterhin wurde bisher nicht untersucht, welcher Gestaltungsansatz bei welchen Einflussgrößen zu wählen ist bzw. wie die Ansätze miteinander zu kombinieren sind.

---

<sup>94</sup> vgl. z. B. Gonzales-Zugasti (1999), S. 4; Gonzales-Zugasti (1998), S. 2; Ley/Hofer (1999), S. 57f., Robertson/Ulrich (1999), S. 76f.; Völker/Voit (2000), S. 137f.

<sup>95</sup> vgl. Ley/Hofer (1999), S. 58f.

<sup>96</sup> vgl. Völker/Voit (2000), S. 138-142

<sup>97</sup> vgl. Robertson/Ulrich (1999), S. 75

<sup>98</sup> vgl. Dudenhöffer (1997a), S. 145f.; Dudenhöffer (1997c), S. 26f.

<sup>99</sup> vgl. McGrath (1995), S. 42f.

<sup>100</sup> vgl. Meyer/Lenherd (1997)

### 1.3 Zielsetzung und Aufbau der Untersuchung

Wie die vorangegangenen Ausführungen zeigen, wurden bisher nur einige Aspekte der Problemstellung von verschiedenen Sichtweisen betrachtet und zumeist wenig zusammenhängend behandelt. Keiner der erörterten Ansätze beschreibt in zufrieden stellender Weise die Gestaltung des Produktordnungssystems unter Effizienzgesichtspunkten. Zwar sind einige Ansätze bezüglich der Möglichkeiten der Gestaltung von Produktordnungssystemen vorhanden, ein geschlossener Lösungsansatz ist jedoch nicht existent. Vor allem werden die Einflussgrößen auf das Produktordnungssystem bisher nicht systematisch herausgearbeitet und mit den Gestaltungsmöglichkeiten verknüpft. In der vorliegenden Arbeit wird daher der Versuch unternommen, diese Defizite zu überwinden und ein geschlossenes Konzept zur Gestaltung von Produktordnungssystemen zu entwickeln. Da sich Produktordnungssysteme in jedem Unternehmen finden, darf sich die Identifikation von Defiziten nicht nur auf die Analyse der theoretischen Konzepte beschränken, sondern muss auch eine empirische Analyse der in der betrieblichen Praxis angewendeten Produktordnungssysteme umfassen. Zur Erreichung dieser Ziele wurde die in Abbildung 1-1 dargestellte Vorgehensweise gewählt.

Nach der Erörterung der Problemstellung sowie der bestehenden Ansätze der Literatur erfolgt in Kapitel 2 die Erarbeitung des Bezugsrahmens, innerhalb dessen das Produktordnungssystem zu gestalten ist und der sich auf drei Bereiche bezieht. Zunächst wird das Produktordnungssystem in den Rahmen der Produktprogrammgestaltung eingeordnet. Anschließend wird ein Messkonzept zur Ermittlung der Effizienzwirkungen von Produktordnungssystemen erarbeitet. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen erfolgt die Entwicklung eines systemtheoretischen Modells zur Gestaltung von Produktordnungssystemen. Zum Abschluss des zweiten Kapitels werden Leitlinien, die bei der systemtheoretischen Gestaltung des Produktordnungssystems berücksichtigt werden müssen, abgeleitet.

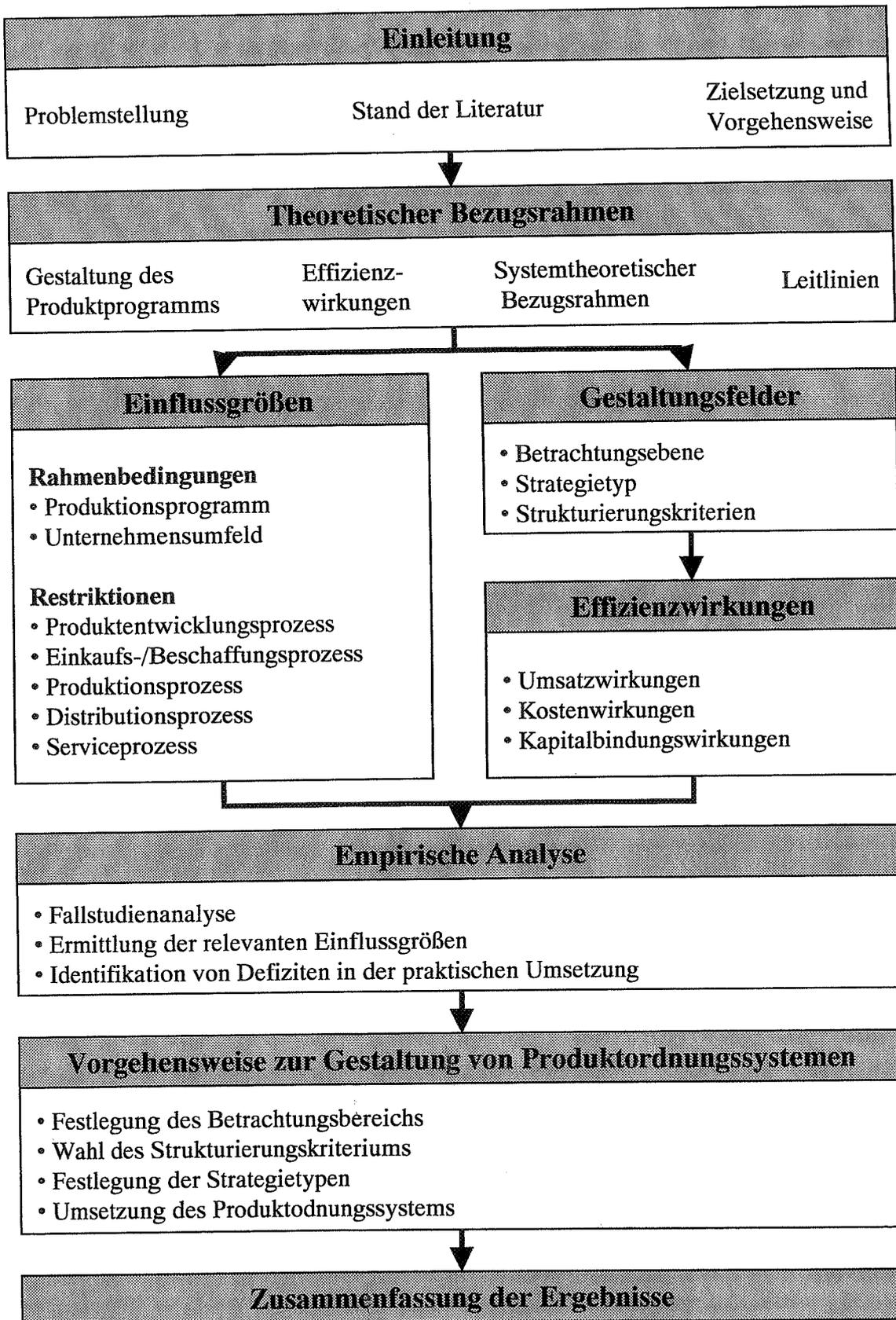


Abb. 1-1 Vorgehensweise der Untersuchung

In Kapitel 3 werden auf Basis des theoretischen Bezugsrahmens die Einflussgrößen für die Gestaltung des Produktordnungssystems diskutiert. Hierbei ist zwischen Rahmenbedingungen, die innerhalb des Betrachtungsgegenstandes für das Unternehmen exogen vorgegeben sind, und Restriktionen, die durch Entscheidungen innerhalb des Betrachtungsgegenstandes beeinflusst oder aufgehoben werden können, zu unterscheiden. Rahmenbedingungen bestimmen die Wirkungen der unterschiedlichen Gestaltungsalternativen, Restriktionen schließen bestimmte Gestaltungsalternativen aus. Die Rahmenbedingungen ergeben sich teilweise direkt aus der Produktsystemstruktur, teilweise aus dem Unternehmensumfeld. Die Restriktionen resultieren demgegenüber aus der vorliegenden Unternehmensstruktur. Sie können daher durch eine Umgestaltung der Unternehmensstruktur teilweise geändert werden.

In Kapitel 4 werden die Gestaltungsmöglichkeiten für Produktordnungssysteme untersucht. Hierbei werden die in der Literatur vorliegenden Ansätze systematisiert und voneinander abgegrenzt. Hierzu werden unterschiedliche Strategietypen gebildet und in die Produktsystemstruktur eingeordnet. Darüber hinaus werden die Kombinationsmöglichkeiten zwischen den einzelnen Strategietypen untersucht. Kapitel 6 untersucht die Effizienzwirkungen der einzelnen Strategietypen. Auf Basis des in Kapitel 2 erarbeiteten Messkonzeptes erfolgt eine Unterscheidung von Effizienzwirkungen auf den Umsatz, Effizienzwirkungen auf die Kosten und Effizienzwirkungen auf die Kapitalbindung.

Anhand von Fallstudien erfolgt anschließend in Kapitel 6 eine empirische Analyse der angewendeten Produktordnungssysteme, um Defizite sowie positive Beispiele bei deren Gestaltung identifizieren zu können. Gleichzeitig ermöglicht diese Analyse auch, eine empirische Verifikation der postulierten Abhängigkeiten zwischen den Gestaltungsmöglichkeiten von Produktordnungssystemen und der Bedeutung der Einflussgrößen durchzuführen. Auf Basis der Defizite, die in der theoretischen Durchdringung und der praktischen Umsetzung bei der Gestaltung von Produktordnungssystemen identifiziert wurden, kann in Kapitel 7 eine Vorgehensweise für die Gestaltung von Produktordnungssystemen erarbeitet werden. Die Arbeit schließt in Kapitel 8 mit einer Zusammenfassung der Resultate sowie einem Ausblick auf weiteren Forschungsbedarf im Rahmen dieses Themas.