



Dissertation

Wertstromdesign als Instrument der wertorientierten Unternehmensführung

Yong-Un Lee

Email: yong-un.lee@hhl.de

Abstract:

Wertorientierte Unternehmensführung, Wertstromdesign als zentrale Methode des Lean Managements und die Flexibilität von Produktionssystemen haben sich als Managementansätze in der Vergangenheit bewährt.

Die Koexistenz dieser Ansätze stellt Führungskräfte vor die tägliche Herausforderung, ihren jeweiligen Beitrag zur wertorientierten Unternehmensführung zu erkennen, operative Entscheidungen zu treffen und auf diese Weise die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens im Spannungsfeld der Interessen der Anspruchsgruppen sicherzustellen.

Unter der leitenden Forschungsfrage, welchen Beitrag das Wertstromdesign als Instrument der wertorientierten Unternehmensführung zum Unternehmenswert unter Beachtung der Flexibilität des Produktionssystems leistet, werden die Einzelkonzepte detailliert betrachtet, wesentliche Einflussgrößen sowie deren durch Reduktion von Komplexität entstehende Wechselwirkungen identifiziert und zur Handlungsorientierung methodisch gestützte Gestaltungsempfehlungen formuliert.



Wertstromdesign als Instrument der wertorientierten Unternehmensführung

Inauguraldissertation zur Erlangung des

Doktorgrades der Wirtschaftswissenschaften (Dr. rer. oec.)

an der
HHL Leipzig Graduate School of Management

vorgelegt von

Yong-Un Lee

Leipzig, am 17. März 2014

Erstgutachterin:

Prof. Dr. Iris Hausladen

HHL Leipzig Graduate School of Management
Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für IT-gestützte Logistik

Zweitgutachterin:

Prof. Dr. Kathrin M. Möslein

HHL Leipzig Graduate School of Management
Center for Leading Innovation & Cooperation

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	IX
Gleichungsverzeichnis	IX
Abkürzungsverzeichnis	X
1 Einleitung.....	1
1.1 Behandlung des Themas in der Literatur	4
1.1.1 Wertstromdesign.....	4
1.1.2 Flexibilität des Produktionssystems	6
1.1.3 Wertorientierte Unternehmensführung.....	8
1.2 Problemstellung und Zielsetzung	11
1.3 Struktur der Arbeit und Vorgehensweise.....	12
2 Theoretischer Bezugsrahmen.....	15
2.1 Systemtheoretischer Ansatz zur Reduktion der Komplexität.....	15
2.1.1 Begriffliche Abgrenzung und Arbeitsdefinition.....	16
2.1.2 Ansatz der allgemeinen Systemtheorie.....	17
2.1.2.1 Das Produktionssystem als Erfahrungsobjekt	18
2.1.2.2 Der Wertstrom als Erkenntnisobjekt.....	19
2.2 Wertstromdesign als Gestaltungsmethode.....	20
2.2.1 Definition und Abgrenzung zu anderen Methoden.....	20
2.2.1.1 Definition	21
2.2.1.2 Abgrenzung zu anderen Lean-Methoden	22
2.2.1.3 Abgrenzung zu anderen Prozessoptimierungsmethoden.....	23
2.2.2 Vorgehensweise	24
2.2.2.1 Festlegung der Produktfamilie.....	24
2.2.2.2 Wertstromanalyse	27
2.2.2.3 Wertstromdesign	30
2.2.3 Zusammenfassung	33

2.3 Flexibilität von Produktionssystemen	34
2.3.1 Definition und begriffliche Abgrenzung	34
2.3.1.1 Allgemeine Definitionen.....	35
2.3.1.2 Abgrenzung von Agilität und Wandlungsfähigkeit	37
2.3.2 Klassifizierung der Flexibilitätstypen	39
2.3.2.1 Horizontale Klassifizierung.....	39
2.3.2.2 Vertikale Klassifizierung	41
2.3.2.3 Sonstige Klassifizierungen	42
2.3.3 Messung der Flexibilität	44
2.3.3.1 Zeit als Maß für die Flexibilität.....	44
2.3.3.2 Kosten als Maß für die Flexibilität.....	45
2.3.3.3 Wahrscheinlichkeit als Maß für die Flexibilität	47
2.3.4 Zusammenfassung	47
2.4 Wertorientierte Unternehmensführung	48
2.4.1 Begriffliche Abgrenzung und Definition	49
2.4.1.1 Shareholder-Value-Ansatz	49
2.4.1.2 Stakeholder-Ansatz.....	50
2.4.1.3 Arbeitsdefinition.....	51
2.4.2 Wertorientierte Kennzahlenkonzepte	52
2.4.2.1 Definition und Verwendung des Cashflows	53
2.4.2.2 Discounted Cash-Flow (DCF).....	55
2.4.2.3 Shareholder Value Added (SVA).....	58
2.4.2.4 Cash Flow Return on Investment (CFROI) und Cash Value Added (CVA).....	59
2.4.2.5 Economic Value Added (EVA).....	61
2.4.3 Operationalisierung der wertorientierten Kennzahlenkonzepte.....	63
2.4.3.1 Kennzahlensystem.....	64
2.4.3.2 Werttreiberhierarchie.....	64
2.5 Zusammenfassung.....	65
3 Empirische Bestimmung von Wertstromtypen	68
3.1 Modell zur Schätzung des Wertbeitrags durch das Wertstromdesign	68
3.1.1 Bestimmung der Einflussgrößen	69
3.1.1.1 Bestimmung der Erfolgsfaktoren und Kennzahlen	69
3.1.1.2 Bestimmung der relevanten Flexibilitätstypen	75

3.1.2	Konzeption des Modells zur Schätzung des Wertbeitrags	76
3.1.2.1	Aufbau des Modells.....	76
3.1.2.2	Ansatz zur Schätzung des Wertbeitrags	78
3.2	Empirische Analyse zur Bestimmung von Wertstromtypen	81
3.2.1	Datenbasis und Erhebungsmethodik	81
3.2.1.1	Inhalt der Unternehmensbefragung.....	82
3.2.1.2	Struktur der Grundgesamtheit	82
3.2.2	Analyse der empirischen Datenbasis.....	84
3.2.2.1	Gewichtung und Einfluss der Kennzahlen.....	84
3.2.2.2	Faktorenanalyse.....	90
3.2.2.3	Clusteranalyse.....	94
3.3	Charakterisierung der Wertstromtypen.....	97
3.3.1	Klassifizierungsmerkmale von Wertstromtypen	98
3.3.2	Ableitung der idealisierten Wertstromtypen.....	102
3.3.2.1	Cluster 1: Wertstromtyp „Balanced“	102
3.3.2.2	Cluster 2: Wertstromtyp „Pending“	103
3.3.2.3	Cluster 3: Wertstromtyp „Project“	104
3.3.2.4	Cluster 4: Wertstromtyp „Service“	105
3.3.3	Übersicht: Wertstromtypen.....	106
3.4	Zusammenfassung.....	110
4	Gestaltungsfelder des wertorientierten Wertstromdesigns unter Berücksichtigung der Flexibilität des Produktionssystems	113
4.1	Ableitung der Gestaltungsfelder	113
4.1.1	Gestaltungsansätze für die Haupteinflussgrößen	113
4.1.1.1	Ansätze des Qualitätsmanagements.....	113
4.1.1.2	Ansätze des Zeitmanagements.....	116
4.1.2	Definition der Gestaltungsfelder.....	117
4.1.2.1	Vier Gestaltungsfelder des wertorientierten Wertstromdesigns	118
4.1.2.2	Einfluss der Gestaltungsmethoden auf die Flexibilitätsarten	120
4.2	Gestaltungsfelder des wertorientierten Wertstromdesigns	122
4.2.1	Fehlervermeidung	122
4.2.1.1	Analyse der Fehlerrisiken im Ist-Wertstrom.....	122
4.2.1.2	Reduzierung der Risiken im Soll-Wertstrom.....	125

4.2.2 Fehlerabsicherung	127
4.2.2.1 Fehleranalyse im Ist-Wertstrom.....	127
4.2.2.2 Statistische Prozesskontrolle im Soll-Wertstrom	130
4.2.3 Reduzierung der Komplexität.....	134
4.2.3.1 Analyse der Produktkomplexität im Wertstrom.....	135
4.2.3.2 Gestaltung eines wertstromgerechten Produktdesigns ..	137
4.2.3.3 Analyse der Fertigungsorganisation	139
4.2.3.4 Gestaltung wandlungsfähiger Fertigungssegmente	142
4.2.4 Stabilisierung und Optimierung des Prozesses.....	144
4.2.4.1 Analyse des Informationsflusses	144
4.2.4.2 Leitlinien zur Gestaltung des Material- und Informationsflusses	146
4.2.4.3 Analyse der personalkritischen Engpässe.....	148
4.2.4.4 Maßnahmen zum Kapazitätsausgleich.....	151
4.3 Zusammenfassung.....	153
5 Fallstudien und Gestaltungsempfehlungen für das wertorientierte Wertstromdesign.....	156
5.1 Auswahl der Fallstudien	156
5.2 Ausgangssituation.....	157
5.2.1 Fallstudie 1: Wertstromtyp „Balanced“	157
5.2.2 Fallstudie 2: Wertstromtyp „Pending“	162
5.2.3 Fallstudie 3: Wertstromtyp „Project“	165
5.2.4 Fallstudie 4: Wertstromtyp „Service“	168
5.3 Gestaltungsempfehlungen	172
5.3.1 Wertstromtyp „Balanced“	172
5.3.2 Wertstromtyp „Pending“	174
5.3.3 Wertstromtyp „Project“	176
5.3.4 Wertstromtyp „Service“	177
5.4 Zusammenfassung.....	180
6 Zusammenfassung und Ausblick.....	183
7 Literaturverzeichnis	187

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Ableitung der Forschungsfrage	11
Abb. 2: Struktur der Arbeit und Vorgehensweise.....	13
Abb. 3: Wertstrom.....	21
Abb. 4: Abgrenzung von Lean-Methoden nach Gestaltungsobjekten.....	22
Abb. 5: Produkt-Prozess-Matrix.....	26
Abb. 6: Ähnlichkeitsmatrix	27
Abb. 7: Wertstromsymbole und Erläuterungen	28
Abb. 8: Sieben Verschwendungsarten	30
Abb. 9: Leitlinien für das Wertstromdesign	30
Abb. 10: Aktions- und Zustandsflexibilität.....	35
Abb. 11: Anwendungs- und Anpassungsflexibilität.....	36
Abb. 12: Bandbreiten- und Reaktionsflexibilität.....	36
Abb. 13: Klassifizierung nach externen und internen Flexibilitätsarten.....	40
Abb. 14: Vertikale Klassifizierung der Flexibilitätsarten	41
Abb. 15: Flexibilitätstypen nach SLACK	43
Abb. 16: Zeitliche Klassifizierung der Flexibilität.....	43
Abb. 17: Flexibilitätsarten als Grundlage für die Kostenabschätzung.....	46
Abb. 18: Nachteile traditioneller, bilanzgewinnorientierter Kennzahlen	49
Abb. 19: Herkunft und Verwendung des Cashflows	54
Abb. 20: Konzeptelemente des Modells	66
Abb. 21: Erfolgsfaktoren in der Literatur.....	70
Abb. 22: Kennzahlenauswahl	71
Abb. 23: Erfolgsfaktoren und Kennzahlenauswahl	73
Abb. 24: Modellrelevante Flexibilitätsarten	75
Abb. 25: Aufbau des Modells.....	77
Abb. 26: Sachlogischer Zusammenhang zwischen den Werttreiber- Kennzahlen und den Erfolgsfaktoren	78
Abb. 27: Modell zur Schätzung des Wertbeitrags.....	79
Abb. 28: Branchen- und Produktübersicht.....	83
Abb. 29: Organisation und Typ der Fertigung in den befragten Werken und Unternehmen	83
Abb. 30: Bewertung des Einflusses der Flexibilität auf die Kennzahl (E_{ij}^F) (Ausschnitt)	84
Abb. 31: Paarweise Bewertung der Flexibilitätsarten (Ausschnitt).....	85
Abb. 32: Ermittlung der Gewichtung für jede Flexibilitätsart	85

Abb. 33: Bewertung des Einflusses des Wertstromdesigns auf die einzelnen Kennzahlen (E_j^W)	86
Abb. 34: Paarweise Bewertung der Kennzahlen (Ausschnitt)	87
Abb. 35: Berechnung der Gewichtung der Kennzahlen.....	87
Abb. 36: Screeplot zur Bestimmung der Anzahl der Faktoren.....	90
Abb. 37: Dendrogramm zur Bestimmung der Cluster	95
Abb. 38: Vier Cluster zur Klassifizierung der Wertströme.....	96
Abb. 39: Klassifizierungsmerkmale zur Beschreibung eines Wertstromtyps ...	98
Abb. 40: Ausschöpfungspotenzial und Flexibilisierungspotenzial.....	99
Abb. 41: Gewichteter Einfluss der Flexibilität F_{ij} für die Haupteinflussgrößen.....	100
Abb. 42: Gewichteter Einfluss des Wertstromdesigns auf die Kennzahl W_j für die Haupteinflussgrößen	100
Abb. 43: Faktorspezifische Mittelwert- und Differenzbildung	101
Abb. 44: Clusterprofil 1: „Balanced“	103
Abb. 45: Clusterprofil 2: „Pending“	104
Abb. 46: Clusterprofil 3: „Project“	105
Abb. 47: Clusterprofil 4: „Service“	106
Abb. 48: Übersicht über die Wertstromtypen	107
Abb. 49: Einordnung der Clusterprofile in die Klassifizierungsmatrix.....	108
Abb. 50: Zusammenhang von Fehlerentstehung, -behebung und -beeinflussung im Produktlebenszyklus	114
Abb. 51: Phasenbezogene Unterteilung der Qualitätsmanagementmethoden	115
Abb. 52: Zeitstrategien und Ansätze zur Umsetzung.....	116
Abb. 53: Vier Gestaltungsfelder des wertorientierten Wertstromdesigns.....	118
Abb. 54: Regelkreis der Optimierung für die Gestaltungsfelder.....	119
Abb. 55: Wirksamkeit der Gestaltungsansätze auf die Flexibilität	120
Abb. 56: Qualitäts- und Zeitstrategien zur Realisierung der Ausschöpfungs- und Flexibilisierungspotenziale	121
Abb. 57: Fünf Arten der FMEA	123
Abb. 58: Bestandteile der FMEA	124
Abb. 59: Einheitliche Skalierung der Fehlerbedeutung für die Prozesskosten bzw. die Termineinhaltung.....	126
Abb. 60: Verteilung der Fehlerarten entlang des Prozesses (Quality Filter Mapping)	127
Abb. 61: Sieben Qualitätswerkzeuge.....	128
Abb. 62: Menschliche Fehlerarten und Maßnahmen zur Abhilfe	130

Abb. 63: Charakteristische Grenzwerte bei der statistischen Prozesskontrolle.....	132
Abb. 64: Mitarbeiterbezogene Ziele, Aufgaben und Maßnahmen für einen fehlerabsichernden Wertstrom	134
Abb. 65: Schwachstellen in der Planung variantenreicher Serienprodukte ...	135
Abb. 66: Variantenmerkmale	136
Abb. 67: Darstellung der Variantenvielfalt entlang des Prozesses (Production Variety Funnel).....	136
Abb. 68: Anforderungen an ein wertstromgerechtes Produktdesign	139
Abb. 69: Prozess- und organisationsbezogene Hindernisse bei der Optimierung von Produktionssystemen.....	140
Abb. 70: Leitfragen zur Reduzierung der Prozesskomplexität.....	140
Abb. 71: Produkt-Prozess-Matrix zur Einordnung des Produktionssystems..	141
Abb. 72: Designprinzipien für agile Produktionskonfigurationen.....	142
Abb. 73: Schritte der Fertigungssegmentierung	143
Abb. 74: Subsysteme der Produktion	144
Abb. 75: Informationsfluss nach Prozesstypen.....	146
Abb. 76: Leitlinien zur Prozessoptimierung	147
Abb. 77: Einsatz flexibler Arbeitszeitmodelle.....	149
Abb. 78: Gründe für Defizite beim kurzfristigen Kapazitätsausgleich	152
Abb. 79: Störungsvermeidende Maßnahmen	152
Abb. 80: Gestaltungsfelder des wertorientierten Wertstromdesigns	154
Abb. 81: Datenbasis der vier Fallstudien	157
Abb. 82: Wertstromanalyse Unternehmen 1 („Balanced“)	158
Abb. 83: Wertstromprofil für die Fallstudie 1 („Balanced“).....	160
Abb. 84: Wertstromanalyse Unternehmen 2 („Pending“).....	162
Abb. 85: Wertstromprofil für die Fallstudie 2 („Pending“).....	163
Abb. 86: Wertstromdesign Unternehmen 2 („Pending“).....	165
Abb. 87: Wertstromanalyse Unternehmen 3 („Project“).....	166
Abb. 88: Wertstromprofil für die Fallstudie 3 („Project“).....	167
Abb. 89: Wertstromanalyse Unternehmen 4 („Service“)	169
Abb. 90: Wertstromprofil für die Fallstudie 4 („Service“)	170
Abb. 91: Wertstromdesign Unternehmen 4 („Service“).....	172
Abb. 92: Möglichkeiten der Entkopplung von auftragsbezogener und kundenanonymer Fertigung	173
Abb. 93: Methoden des Lean Managements zur Umsetzung des Wertstromdesigns	175

Abbildungsverzeichnis

Abb. 94: Schritte der Optimierung beim Wertstromdesign in der Administration	178
Abb. 95: Dimensionen von Prozesskennzahlen	179
Abb. 96: Gestaltungsfelder des wertorientierten Wertstromdesigns	181

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Gewichtung der Flexibilitätsarten über alle 28 Unternehmen.....	86
Tab. 2: Gewichtung der erfolgskritischen Kennzahlen	88
Tab. 3: Beitrag des Wertstromdesigns zum Unternehmenswert unter Beachtung der Flexibilität des Produktionssystems (Flexibilitätsart-Kennzahlen-Kombinationen, $F_{ij} \cdot W_j$).....	89
Tab. 4: Übersicht über die wesentlichen Kenngrößen der Faktoren- analyse.....	91
Tab. 5: Festlegung der Haupteinflussgrößen	92
Tab. 6: Teilwertbeiträge nach den einzelnen Haupteinflussgrößen und Gesamtwertbeitrag je Unternehmen	93

Gleichungsverzeichnis

Gl. 1: Jaccard-Koeffizient.....	26
Gl. 2: Gesamtkapitalmethode (Entity-Ansatz)	56
Gl. 3: Ermittlung der Weighted Average Cost of Capital (WACC).....	57
Gl. 4: Ermittlung der Renditeanforderung der Eigenkapitalgeber	57
Gl. 5: Shareholder-Value.....	58
Gl. 6: Cash Value Added (CVA).....	60
Gl. 7: Unternehmensbewertung nach der Methode des CVA	60
Gl. 8: Economic Value Added (EVA).....	62
Gl. 9: Value-Spread-Formel	62
Gl. 10: Gewichteter Einfluss der Flexibilitätsart i auf die Kennzahl j.....	79
Gl. 11: Einfluss des Wertstromdesigns auf die gewichtete Kennzahl j.....	80
Gl. 12: Gesamtbeitrag des Wertstromdesigns zum Unternehmenswert.....	80

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Aufl.	Auflage
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
CAPM	Capital Asset Pricing Model
CFROI	Cash Flow Return on Investment
CVA	Cash Value Added
DCF	Discounted Cash-Flow
DoE	Design of Experiments
et al.	et alii
EVA	Economic Value Added
f.	folgende (Seite)
ff.	folgende (Seiten)
FIFO	First-in-First-out
FMEA	Fehlermöglichkeiten- und Einflussanalyse
Gl.	Gleichung
Hrsg.	Herausgeber
IDEF0	ICAM (Integrated Computer Manufacturing) Definition Zero
Jg.	Jahrgang
KAPOVAZ	Kapazitätsorientierte variable Arbeitszeit
MA	Mitarbeiter
Nr.	Nummer
OEE	Overall Equipment Efficiency
o. V.	ohne Verlag

Abkürzungsverzeichnis

Q7	Sieben Qualitätswerkzeuge
QFD	Quality Function Deployment
S.	Seite
SIT	Short Interval Technology
SPC	Statistische Prozesskontrolle
SSADM	Structured Systems Analysis and Design Method
SVA	Shareholder Value Added
Tab.	Tabelle
überarb.	überarbeitete
vgl.	vergleiche
WACC	Weighted Average Cost of Capital
z. B.	zum Beispiel

1 Einleitung

Die Individualisierung von Produkten, Produktinnovationen und die rapide Entwicklung neuer Fertigungstechnologien auf gesättigten Märkten haben den Wandel vom Preis- zum Qualitäts- und Zeitwettbewerb entscheidend vorangetrieben.¹

Geprägt von diesen Herausforderungen haben sich in den vergangenen Jahrzehnten verschiedene kundenorientierte Managementkonzepte und -philosophien etabliert. Besonders hervorzuheben ist das Lean Management, welches durch die Veröffentlichungen von KRAFCIKS Artikel „Triumph of the Lean Production System“ im Jahr 1988 und „The Machine that changed the World“ von WOMACK, JONES und ROOS im Jahr 1991 sehr bekannt wurde. Als wichtiger Meilenstein, welcher oftmals als Bestätigung des Erfolgs von Lean Management gesehen wird, ist die Ablösung von General Motors durch Toyota als weltweit größtem Automobilhersteller im Jahr 2007 zu sehen.²

Als eine zentrale Methode zur Identifizierung von Potenzialen zur Verkürzung der Durchlaufzeit haben sich die Wertstromanalyse und das Wertstromdesign aus dem Lean-Ansatz etabliert, in dessen Mittelpunkt der für den Kunden geschaffene Wert steht.³ Zweck der prozessualen Darstellung von Material- und Informationsflüssen in der Produktion sowie in der Administration ist die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit durch Senkung der Kosten und Verbesserung der Qualität der Produkte und Dienstleistungen.⁴ Durch optimales Wertstromdesign erzielte schlanke Prozesse und Strukturen erleichtern, besonders durch die produktionsorientierte Prozesssegmentierung, den Umgang mit der Komplexität auf sich diversifizierenden Märkten und schaffen dadurch einen Wettbewerbsvorteil.⁵

Ursprünglich entstanden aus den technologischen Möglichkeiten der Automation und Programmierung, hat die Flexibilität im Zuge der Diversifizierung der

¹ Vgl. Kidd (1994), S. 13.

² Vgl. Handelsblatt (27.12.2007), S. 15.

³ Vgl. Schneider; Hohenstein; Günthner (2011), S. 5, Hammer; Champy (1994), S. 14.

⁴ Vgl. Keyte; Locher (2004), S. 2.

⁵ Vgl. Schuh (2005), S. 3.

Produkte auf den Märkten eine zentrale Rolle eingenommen.⁶ Als zentraler Wettbewerbsfaktor und Voraussetzung zur Realisierung der Erfolgsfaktoren Qualität, Kosten und Zeit umfasst das ganzheitliche Konzept der Flexibilität über die rein technologische Betrachtung der Maschinen hinaus Eigenschaften des gesamten Fertigungssystems.⁷

In nationalen Programmen zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit, von denen hier die amerikanische Studie zur „Agilität“⁸ des Iacocca Institute Anfang der 1990er Jahre und das Konzept der „Wandlungsfähigkeit“⁹ von Unternehmen aus dem Jahr 2010 zur Sicherung des Standortes Deutschlands zu nennen sind, hat sich die Rolle der Flexibilität als Antwort auf die japanische Lean-Philosophie bestätigt.

Trotz der zahlreichen Versuche, Flexibilität zu definieren, hat sich kein einheitliches Begriffsverständnis durchgesetzt. Dies erschwert nicht nur die Vergleichbarkeit der Produktionssysteme in Hinsicht auf ihre Flexibilität, sondern auch die Ableitung konkreter Gestaltungsmaßnahmen zur Steigerung der Flexibilität der Produktion. Die Folge: Mögliche Unternehmenspotenziale werden nicht ausgeschöpft.

Ähnlich dem Wandel vom Preis- zum Zeitwettbewerb in den vergangenen Jahrzehnten stellen sich viele Unternehmen die Frage nach der wandelnden Bedeutung der Anspruchsgruppen.¹⁰

Die Orientierung der Unternehmensführung am Shareholder-Value als Vermögen der Eigenkapitalgeber¹¹ ist nicht nur auf den wachsenden Kapitalbedarf der Unternehmen für Wachstum und Restrukturierungen zurückzuführen, sondern auch auf einen immer größer werdenden Teil der Bevölkerung, der zunehmend seine Ersparnisse in Aktien investiert.¹² Dies erklärt auch die zunehmende Aus-

⁶ Vgl. Slack (1997), S. 55.

⁷ Vgl. Schmenner; Tatikonda (2005), S. 1185.

⁸ Vgl. Kidd (1994), S. 9.

⁹ Vgl. BMBF (2009).

¹⁰ Vgl. Müller-Stewens; Lechner (2011), S. 156, Black et al. (1998), S. 8f., Stelter; Roos (1999), S. 301.

¹¹ Vgl. Rappaport (1999), S. 39.

¹² Vgl. Kremin-Buch (2007), S. 263.

richtung vieler deutscher Unternehmen an der wertorientierten Unternehmensführung¹³: Primärer Erfolgsmaßstab ist sowohl bei den institutionellen als auch beim wachsenden Anteil privater Anleger die Rendite auf das von ihnen eingesetzte Kapital¹⁴. Der Shareholder-Value nimmt nur dann zu, wenn die Rendite von Neuinvestitionen voraussichtlich über der alternativer Anlagemöglichkeiten liegt.¹⁵

Hinsichtlich der Führungskonzepte und Managementphilosophien mit ihren unterschiedlichen Schwerpunkten bleibt festzuhalten, dass eine integrierende Operationalisierung der kundenfokussierten Lean-Philosophie und der kapitalgeberorientierten Unternehmensführung bislang nicht vorliegt.¹⁶ Gleiches gilt für das Konzept der Flexibilität, für das eine ganzheitliche Integration in das Lean Management und die wertorientierte Unternehmensführung fehlt. Beispielsweise konzentriert sich das von WESTKÄMPER beschriebene Stuttgarter Unternehmensmodell¹⁷ auf die Wandlungsfähigkeit des Produktionssystems, ohne die Interessen der Kapitalgeber aus Sicht der wertorientierten Unternehmensführung tiefergehend zu berücksichtigen. Auch fehlt im Kontext des Lean Managements eine ganzheitliche Integration der Wandlungsfähigkeit des Unternehmens.

Die Vielfalt an koexistierenden Managementansätzen stellt Führungskräfte vor die Herausforderung, ihren Beitrag zur wertorientierten Unternehmensführung zu erkennen, operative Entscheidungen zu treffen und auf diese Weise die Wettbewerbsfähigkeit im Spannungsfeld der Interessen der Anspruchsgruppen sicherzustellen. Wenn die wertorientierte Unternehmensführung als Ergänzung zu den traditionellen Kennzahlen an Bedeutung gewinnt, so sollte sich der Wert im Wertstrom auch an den Interessen der Eigentümer ausrichten.¹⁸

Die Pluralität der Wertekonzeptionen in der an den Shareholdern ausgerichteten wertorientierten Unternehmensführung und im kundenorientierten Wert-

¹³ Vgl. Horster; Knauer (2012), S. 121.

¹⁴ Vgl. Kremin-Buch (2007), S. 264.

¹⁵ Vgl. Rappaport (1999), S. 21.

¹⁶ Vgl. Buhl et al. (2011), S. 5.

¹⁷ Vgl. Westkämper (2009a), S. 26.

¹⁸ Vgl. Horster; Knauer (2012), S. 121.

stromdesign gilt es aufzulösen.¹⁹ Dies erfordert eine bislang nicht vorliegende integrale Betrachtung aller drei Konzepte, denn erst das gemeinsame Werteverständnis verschafft Führungskräften die Möglichkeit, mit dem Wertstromdesign als Instrument der wertorientierten Unternehmensführung unter besonderer Beachtung der Flexibilität des Produktionssystems einen Beitrag zum Unternehmenswert zu leisten.²⁰

Die vorliegende Arbeit widmet sich den jeweils vorliegenden Spannungsfeldern innerhalb der Managementkonzepte und innerhalb der Anspruchsgruppen. Nach einer ausführlichen Vorstellung der Defizite bei der Integration der Managementkonzepte unter Beachtung der relevanten Anspruchsgruppen wird die Zielsetzung der Arbeit detailliert dargelegt und es wird die Vorgehensweise der Untersuchung beschrieben.

1.1 Behandlung des Themas in der Literatur

Aus den zahlreichen Veröffentlichungen zum Wertstromdesign, der Flexibilität und der wertorientierten Unternehmensführung werden im Folgenden die häufig in der Literatur aufgeführten und maßgeblich diskutierten Arbeiten vorgestellt. Hierbei gilt es auch die heutigen Defizite zu identifizieren, welche zur Formulierung einer präzisen Zielsetzung der Arbeit führen.

1.1.1 Wertstromdesign

Das Standardwerk „Sehen Lernen: Mit Wertstromdesign die Wertschöpfung erhöhen und Verschwendung beseitigen“ von ROTHER und SHOOK aus dem Jahr 1997 beschreibt die allgemeine Vorgehensweise bei der Wertstromanalyse und beim Wertstromdesign. Gestaltungsrichtlinien und -prinzipien zur Verbesserung der Prozesse dienen hier dem Anwender zur Orientierung.

Seit der ersten deutschen Veröffentlichung zu Wertstromanalyse und Wertstromdesign im Jahr 2000 gab es eine Vielzahl an ausführlicheren Darstellungen. Hervorzuheben ist „Wertstromdesign: Der Weg zur schlanken Fabrik“ von ERLACH, in dem die Vorgehensweise und die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Elementen ausführlich beschrieben und um die bekannten mathe-

¹⁹ Vgl. Wildemann (2007), S. 14f.

²⁰ Vgl. Schäffer; Lewerenz (2011), S. 295, Corrêa (1992), S. 20.

matischen Ansätze der Bestandsoptimierung erweitert werden. Das Vorgehen beim Wertstromdesign lehnt sich an das oben genannte Standardwerk von ROTHER und SHOOK an.

Einen zentralen Ausgangspunkt bilden die Wertstromanalyse und das Wertstromdesign in „Die perfekte Produktion: Manufacturing Excellence durch Short Interval Technology (SIT)“ von KLETTI und SCHUMACHER. Ausgehend vom Verständnis der Produktion als Regelkreis gilt demnach, die Reaktionsgeschwindigkeit des Regelkreises und die Informationsgenauigkeit zu erhöhen und so optimal auf die eintreffenden Ereignisse reagieren zu können.²¹ Die zur Steigerung von Transparenz, Reaktionsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit erforderlichen „Bausteine der perfekten Produktion“²² beschreiben in einer erweiterten Sichtweise neben dem Wertstrom die prozessorientierten Kennzahlen, das Manufacturing Execution System und die Einbindung und Schulung der Mitarbeiter. Die Vorgehensweise bei der Wertstromanalyse und beim Wertstromdesign lehnt sich auch hier stark an das Standardvorgehen von ROTHER und SHOOK an.

BRAGLIA, CARMIGNAN und ZAMMORI widmen sich in „A new value stream mapping approach for complex production systems“ den komplexen Wertströmen. Im Mittelpunkt ihres Vorgehens steht der aus der Materialstückliste („temporized bill of material“) abgeleitete Wertstrom, dessen kritischer Hauptpfad identifiziert werden soll.²³ In iterativen Schritten ist der kritische Pfad zu optimieren, bis der Umlaufbestand minimiert ist. Das Vorgehen lehnt sich an das Standardvorgehen von ROTHER und SHOOK an und erweitert es um iterative Schritte zur Bestimmung der kritischen Pfade.

Eine in der Praxis sehr häufig gestellte Frage betrifft die Messung der Kostenwirksamkeit durch das Wertstromdesign. SOBCZYK und KOCH stellen in „A Method for Measuring Operational and Financial Performance of a Production Value Stream“ ein Konzept vor, welches die Auswirkungen der Wertstromverbesserung auf die Kosten und Ressourcen quantifiziert.²⁴ Der Wertstrom

²¹ Vgl. Kletti; Schumacher (2011), S. 10.

²² Vgl. ebenda, S. 62.

²³ Vgl. Braglia; Carmignan; Zammori (2006), S. 3929.

²⁴ Vgl. Sobczyk; Koch (2008), S. 152.

wird um verschiedene Module zum Kostenwertstrom („value stream cost map“) erweitert, wodurch auch hier auf dem Standardvorgehen von ROTHER und SHOOK aufgesetzt wird.

Den zahlreichen Veröffentlichungen ist der Fokus auf das methodische Vorgehen mit ausschließlicher Kundenfokussierung gemein. Darüber hinausgehende Betrachtungen, welche das Wertstromdesign methodisch in andere Managementkonzepte integrieren und die enge Sicht auf die Kundenanforderungen auf andere Anspruchsgruppen erweitern, liegen nicht vor. Vereinzelt liefern Schriften höchstens erste Erklärungen für die Gemeinsamkeiten von Lean Management und wertorientierter Unternehmensführung, welche jedoch nicht weiter ausgeführt werden.²⁵

Verknüpfungen des Lean Managements mit anderen Managementkonzepten sind oftmals allgemeiner Art, von denen das Lean Six Sigma zu nennen ist.²⁶ Besonders hervorzuheben ist, dass trotz der optimierenden Strukturierung des Produktionssystems durch das Wertstromdesign bislang keine ausführliche Betrachtung zwischen dem Wertstromdesign und der Flexibilität des Produktionssystems als Kern der Wandlungsfähigkeit eines Unternehmens vorliegt.

So bleibt an dieser Stelle festzuhalten, dass das Wertstromdesign bisher als alleinstehende Methode des Lean Managements ausführlich beschrieben wurde, jedoch weitergehende Verknüpfungen mit anderen Managementkonzepten und die Erweiterung auf andere Anspruchsgruppen noch nicht genügend beleuchtet wurden.

1.1.2 Flexibilität des Produktionssystems

Der umfangreichen Literatur zur Flexibilität von Fertigungssystemen, welche besonders in den 1990er Jahren entstand, liegen die folgenden drei Hauptwerke zugrunde.

MANDELBAUM unterscheidet in seiner Dissertation „Flexibility in decision making: an exploration and unification“ aus dem Jahr 1978 zwischen der Flexibilität als Aktion und als Eigenschaft, sich auf sich ändernde Umweltbedingungen einzu-

²⁵ Vgl. Bühner (1994a), S. 145.

²⁶ Vgl. Töpfer (2006), S. 439.

stellen zu können. Während es bei der Aktionsflexibilität („action flexibility“) um die Fähigkeit geht, durch das Vorhalten von Handlungskorridoren Veränderungen zu antizipieren, versteht er die Zustandsflexibilität („state flexibility“) als robuste und stabilisierende Eigenschaft des Systems.

In seinem Artikel „Flexibility – a condition for effective production systems“ aus dem Jahre 1982 grenzt ZELENović das Unternehmen von seiner Umwelt ab und unterscheidet zwischen Flexibilitätsarten für die exogenen sowie endogenen Einflussgrößen.²⁷

Die Anwendungsflexibilität („application flexibility“) beschreibt die endogene Fähigkeit des Produktionssystems, die vorhandenen Kapazitäten optimal auszulasten. Die Anpassungsflexibilität („adaptation flexibility“) versteht ZELENović als Maß für die erforderliche Zeit zur Anpassung an die vom Markt getriebenen endogenen Veränderungen.

Die Unterscheidung nach der Spanne an Zuständen, welche ein Produktionssystem annehmen kann, und der Zeit, die es zur Veränderung der Zustände benötigt, bildet die Grundlage für die Flexibilitätsarten nach SLACK in seinem Beitrag „The flexibility of manufacturing Systems“ aus dem Jahre 1987. Demnach beschreibt die Bandbreitenflexibilität („range flexibility“) die Fähigkeit eines Systems, verschiedene Zustände anzunehmen, wogegen die Reaktionsflexibilität („response flexibility“) die zeitliche (oder wirtschaftliche) Dimension der Veränderung definiert.²⁸

Auf der Grundlage dieser drei Hauptwerke lassen sich viele weitere Definitions- und Klassifizierungsansätze in der Literatur finden. Hervorzuheben ist „A Unifying Framework for Manufacturing Flexibility“ von HYUN und AHN aus dem Jahre 1992 zur Integration der verschiedenen Flexibilitätsansätze und „Manufacturing flexibility: a literature review“ von DE TONI und TONCHIA aus dem Jahre 1998, die einen ausführlichen Überblick über die vorhandenen Definitions- und Klassifizierungsansätze geben.

²⁷ Vgl. Zelenović (1982), S. 323.

²⁸ Vgl. Slack (1987), S. 39.

Aufgrund der Vielzahl an Definitionen spielt die Klassifizierung und Messbarkeit der verschiedenen Flexibilitätsarten eine wichtige Rolle. Umfassende Ansätze der Klassifizierung und Messung der Flexibilität sind ebenfalls zu finden bei HYUN und AHN sowie bei BROWNE ET AL. in „Classification of flexible manufacturing systems“ aus dem Jahre 1984, bei GUPTA und GOYAL in „Flexibility of manufacturing systems: Concepts and measurements“ aus dem Jahre 1989 und bei SETHI und SETHI in „Flexibility in manufacturing: A Survey“ aus dem Jahre 1990.

Betrachtet man die zahlreichen Definitionen und Klassifizierungen, fällt auf, dass sich bislang keine Methode zur Steigerung der Flexibilität durchgesetzt hat. Auch die breite Spanne zwischen den einzelnen, teilweise sehr operativen Flexibilitätsarten und der Wandlungsfähigkeit eines Unternehmens wurde bisher nicht fundiert geschlossen.

Einen theoretischen Erklärungsansatz der Wechselwirkung zwischen der Flexibilität des Produktionssystems im Lean-Management-Kontext liefert MASUYAMA in seinem Artikel „Idea and Practice of Flexible Terms of Toyota“ aus dem Jahr 1995. Weitere vertiefende Ausführungen hierzu lassen sich kaum finden.

Die fehlenden Untersuchungen zur Einbettung der Flexibilität in andere Managementkonzepte wie beispielsweise die wertorientierte Unternehmensführung bestätigen, dass das Konzept der Flexibilität des Fertigungssystems auch Jahrzehnte nach der intensiven Auseinandersetzung ein isoliertes Dasein mit einem großen Potenzial der Operationalisierung führt.

1.1.3 Wertorientierte Unternehmensführung

Die in der Literatur zu findenden Grundlagenwerke zur wertorientierten Unternehmensführung und insbesondere zum wertorientierten Kennzahlenkonzept werden in diesem Abschnitt vorgestellt. Ansätze zur Führung mittels operativer Kennzahlen, welche sich aus dem wertorientierten Kennzahlenkonzept ableiten, stehen hierbei im Mittelpunkt.

„Creating Shareholder Value: A Guide for Managers and Investors“ von RAPPAPORT aus dem Jahre 1986 gilt als eines der Hauptwerke zur wertorientierten Unternehmensführung, es stellt den Shareholder-Value als Vermögen der Eigenkapitalgeber in den Mittelpunkt. Der ökonomische Wert einer Investition wird

durch die Diskontierung der prognostizierten Cashflows mittels des Kapitalkostensatzes ermittelt.²⁹ Dieser Bewertungsansatz verschiebt die Schätzung des Wertes eines Geschäfts hin zur Schätzung des Wertes einer Geschäftsstrategie.³⁰

Ein auf dem Cash Flow Return on Investment (CFROI) basierender Ansatz zur Ermittlung des Unternehmenswertes bildet der von LEWIS ET AL. in „Steigerung des Unternehmenswertes. Total Value Management“ im Jahre 1994 beschriebene Cash Value Added (CVA). Den Ausgangswert bei der Ermittlung des Cash Value Added bildet der CFROI, der als Verhältniszahl des Brutto-Cashflows abzüglich der ökonomischen Abschreibungen und der Bruttoinvestitionsbasis die Rendite der zurückgeflossenen Mittel auf die eingesetzte Kapitalbasis angibt.³¹ Durch den Vergleich des CFROI mit dem Kapitalkostensatz lässt sich eine Aussage über die Wertsteigerung bzw. -vernichtung treffen. Der CVA wird dann durch die Multiplikation der Bruttoinvestitionsbasis mit der Differenz von CFROI und dem gewichteten Kapitalkostensatz gebildet.

Das in „The EVA Challenge. Implementing Value-Added Change in an Organization“ von STERN, SHIELY und ROSS aus dem Jahre 2001 beschriebene Konzept des Economic Value Added (EVA) beruht auf der Betrachtung des Residualgewinns als jenem Teil des Gewinns, der über die Verzinsung des Fremdkapitals und über die an das Risiko angepasste Rendite auf das Eigenkapital erzielt wird. Dieser Gewinnanteil steht den Eigentümern als Entschädigung für das überlassene Eigenkapital zur Verfügung.³²

Die Ansätze in der Literatur zur Operationalisierung der wertorientierten Kennzahlenkonzepte sind vielfältig. Der bekannteste Ansatz der Operationalisierung nach RAPPAPORT erfolgt in einem Shareholder-Value-Netzwerk: Führungsentscheidungen werden über Werttreiber getroffen, von denen die Investitionen ins

²⁹ Vgl. Rappaport (1999), S. 39.

³⁰ Vgl. ebenda.

³¹ Vgl. Bühner (1994b), S. 41.

³² Vgl. Baetge; Kirsch; Thiele (2004), S. 462.

Umlauf- und Anlagevermögen und die betriebliche Gewinnmarge für die Produktion relevant sind.³³

Als weiterer Ansatz sei das hierarchische Mittel-Zweck-Modell von WOODRUFF, SCHUMANN und FISHER GARDIAL in „Understanding Value and Customer Satisfaction from the Customer's Point of View“ aus dem Jahre 1993 genannt.³⁴ Es beschreibt die Wirkungszusammenhänge zwischen operativen Zielen wie beispielsweise der Liefertreue, der Verfügbarkeit, dem Vertrauen, der Expertise und dem „Logistic Value“. RUTNER und LANGLEY greifen dieses Modell im Jahre 2000 in „Logistics Value: Definition, Process and Measurement“ auf und leiten auf Basis empirischer Untersuchungen Handlungsempfehlungen davon ab.³⁵ Einen ähnlichen Ansatz zur Beschreibung des logistischen Wertbeitrags nach dem EVA verfolgen LAMBERT und BURDUROGLU in „Measuring and Selling the Value of Logistics“ aus dem Jahre 2000.³⁶ Ihre beispielhaften Kennzahlen sowohl zu Transport- und Lagerkosten als auch zum Umlauf- und Anlagevermögen weisen Parallelen zur Werttreiberhierarchie von RAPPAPORT auf.

Trotz der sehr konkreten Ansätze zur Operationalisierung der wertorientierten Unternehmensführung in Form konkreter Kennzahlen von STELTER und ROOS in „Die Komponenten eines integrierten Wertmanagementsystems“ aus dem Jahr 1999 und dem direkten Vergleich zwischen Lean Management und der wertorientierten Unternehmensführung durch BÜHNER in „Lean Management und Shareholder Value“ aus dem Jahr 1994 fällt auf, dass ein methodisch stringenter Vorschlag zur Umsetzung auf der operativen Prozessebene in den verschiedenen Schriften fehlt und dieser den Disziplinen der Produktions- und Prozessoptimierung überlassen wird. Vielmehr liegen die Schwerpunkte der verschiedenen Arbeiten auf der Ausgestaltung des Planungs-, Kommunikations- und Entgeltsystems.³⁷

Aus den genannten Forschungsdefiziten leiten sich Problemstellung und Zielsetzung dieser Arbeit ab, welche im nächsten Abschnitt beschrieben werden.

³³ Vgl. Rappaport (1999), S. 68.

³⁴ Vgl. Woodruff; Schumann; Fisher Gardial (1993), S. 33.

³⁵ Vgl. Rutner; Langley (2000), S. 73.

³⁶ Vgl. Lambert; Burduroglu (2000), S. 1.

³⁷ Vgl. Ebeling (2007), S. 27.

1.2 Problemstellung und Zielsetzung

Zusammenfassend lässt sich aus der Sichtung der Literaturlage die Erkenntnis ableiten, dass das Wertstromdesign als zentrale Methode des Lean Managements, Flexibilität als übergreifendes Unternehmenskonzept wie beispielsweise der Wandlungsfähigkeit und die wertorientierte Unternehmensführung ausführlich beschrieben wurden. Eine zusammenhängende Betrachtung, welche alle drei Konzepte integrierend operationalisiert und Orientierung hinsichtlich ihres täglichen Einsatzes im Spannungsfeld der Managementansätze und Anspruchsgruppen gibt, fehlt bislang. Dieser wissenschaftlichen Forschungslücke widmet sich die vorliegende Arbeit (vgl. Abb. 1).

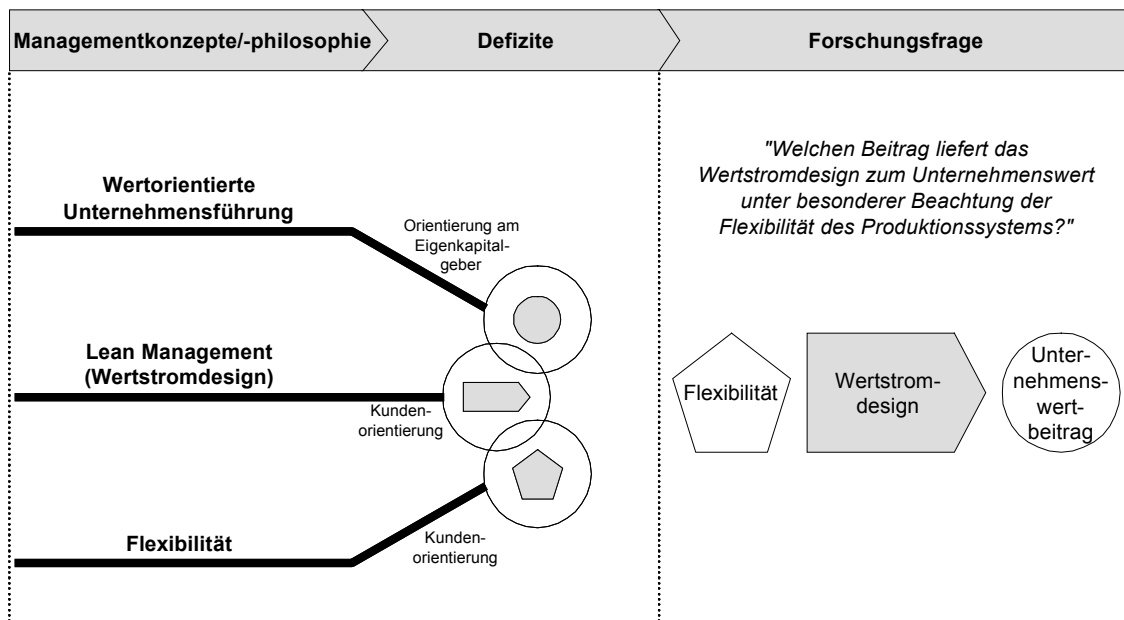


Abb. 1: Ableitung der Forschungsfrage³⁸

Unter der zentralen Forschungsfrage, welchen Beitrag das Wertstromdesign als Instrument der wertorientierten Unternehmensführung zum Unternehmenswert unter Beachtung der Flexibilität des Produktionssystems leistet, gilt es die Einzelkonzepte genau zu betrachten, wesentliche Einflussgrößen sowie deren Wechselwirkungen durch Reduktion von Komplexität zu erkennen und methodisch gestützte Hilfestellungen zur Handlungsorientierung bereitzustellen.

³⁸ Eigene Darstellung.

Damit setzt sich die vorliegende Arbeit das Ziel,

- die Komplexität auf die Wesensmerkmale des integrativen Problems zu reduzieren,
- praxisrelevante Anwendungsfälle zu identifizieren und
- Gestaltungsfelder- und -empfehlungen für den Anwender abzuleiten.

Zur Ausgestaltung des Wertstromdesigns, welches auf der integrierten Operationalisierung von Konzeptelementen beruht und im Rahmen dieser Arbeit auch als wertorientiertes Wertstromdesign bezeichnet wird, bedarf es der Beantwortung folgender zentraler Fragen:

- Welcher Konzeptelemente bedarf es für das Modell?
- Was zeichnet die einzelnen Konzeptelemente aus?
- Wie lässt sich der Beitrag des Wertstromdesigns zum Unternehmenswert definieren?
- Was sind die Haupteinflussgrößen auf den Wertbeitrag?
- Welche Wertstromtypen lassen sich anhand der Haupteinflussgrößen klassifizieren?
- Wie lassen sich die Wertstromtypen charakterisieren?
- Welche Gestaltungsfelder bieten sich an?
- Welche praktischen Erfahrungen liegen vor?
- Welche Gestaltungsempfehlungen leiten sich ab?
- Wo liegen die Potenziale des wertorientierten Wertstromdesigns?

Aus der logischen Abfolge der Leitfragen ergibt sich die Struktur und Vorgehensweise der Untersuchung, welche im nächsten Abschnitt vorgestellt wird.

1.3 Struktur der Arbeit und Vorgehensweise

Im Folgenden werden der Aufbau der Arbeit und die Vorgehensweise in der Untersuchung beschrieben, die zum Ziel hat, die zentrale Untersuchungsfrage und weitere, untergeordnete Fragen zu beantworten (vgl. Abb. 2).

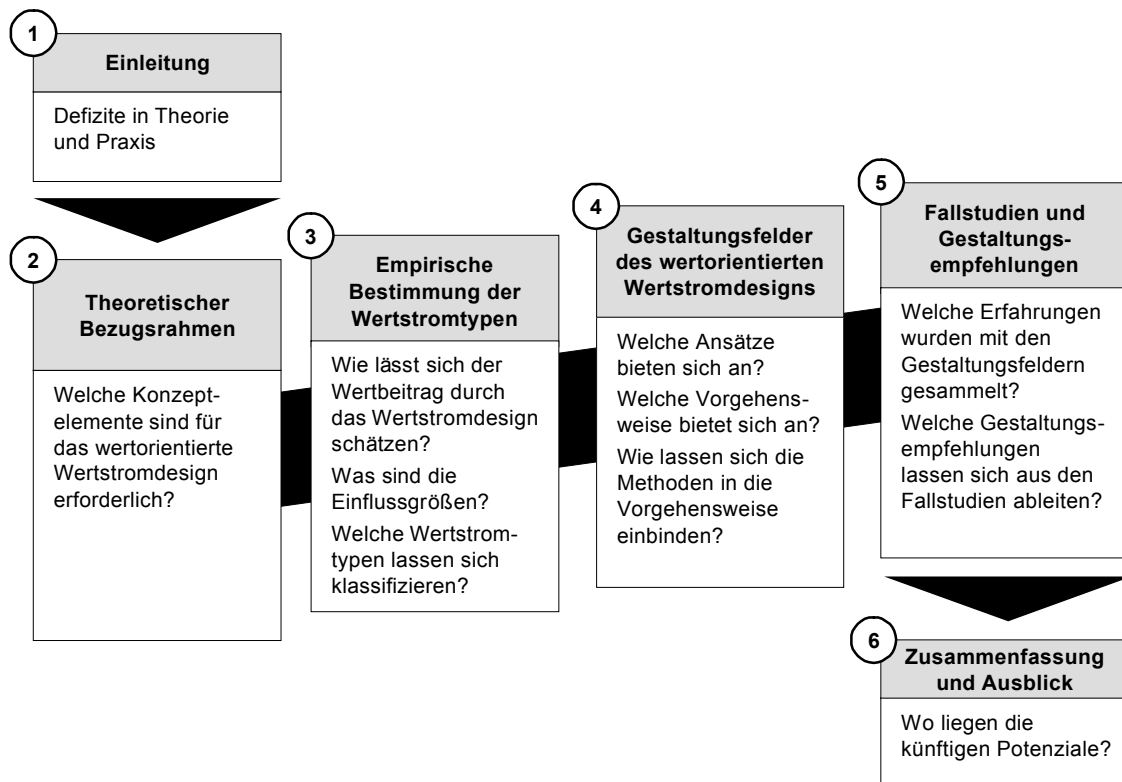


Abb. 2: Struktur der Arbeit und Vorgehensweise

Das erste Kapitel stellt Ausgangssituation, Problemstellung und Zielsetzung der Arbeit vor. Außerdem wird ein Überblick über den Stand der Literatur gegeben, aus dem heutige in Theorie und Praxis vorhandene Wissensdefizite hervorgehen. Hieraus leitet sich die Untersuchungsfrage ab.

Der theoretische Bezugsrahmen im zweiten Kapitel benennt die für die Modellbildung zur Klassifizierung der Wertstromtypen erforderlichen Grundlagen. Hierfür werden drei Themensäulen erstellt, die zur ganzheitlichen Betrachtung der Problemstellung erforderlich sind. Ausgangspunkt der späteren Formulierung von Gestaltungsfeldern und -empfehlungen ist das Wertstromdesign. Daher wird in der ersten Säule des theoretischen Bezugsrahmens gezielt auf die Struktur des Wertstroms und die Vorgehensweise beim Wertstromdesign eingegangen.

Die zweite Themensäule beschäftigt sich mit dem Konzept der Flexibilität. Neben der Vorstellung verschiedener Definitionen und Klassifikationen werden Ansätze zur Messung als Grundlage für die spätere Zusammenführung von Wertstromdesign und Flexibilität vorgestellt.

Das Wertstromdesign unter Beachtung der Flexibilität wird als Instrument der wertorientierten Unternehmensführung gesehen. Hierzu bedarf es der dritten Säule des theoretischen Bezugsrahmens, in der das Grundverständnis der wertorientierten Unternehmensführung, die verschiedenen Kennzahlenkonzepte und deren Operationalisierung erläutert werden.

Durch die Aufteilung des theoretischen Bezugsrahmens auf drei Säulen wird die Komplexität reduziert und es wird die Anforderung an ein wertorientiertes Wertstromdesign deutlich, dass die gewonnenen Einzelerkenntnisse in ein Gesamtmodell einzubinden sind. Eine Schätzung des Beitrags des wertorientierten Wertstromdesigns zum Unternehmenswert erfolgt zu Beginn des dritten Kapitels anhand eines Modells, welches die drei Säulen sachlogisch zusammenführt.

Die Erhebung der Daten zur Klassifizierung der Wertstromtypen erfolgt empirisch auf Grundlage einer Umfrage, deren Konzeption auf dem Modell beruht. Mit Hilfe statistischer Methoden werden Einzelmerkmale zu Faktoren gebündelt und anschließend Cluster mit gleichen Eigenschaften gebildet. Das dritte Kapitel schließt mit der Charakterisierung der Wertstromtypen, aus deren Clusterprofilen die einzelnen Potenziale hervorgehen.

Ausgehend von den Haupteinflussgrößen der identifizierten Wertstromtypen, werden im vierten Kapitel Gestaltungsfelder für das Wertstromdesign abgeleitet, denen bewährte Methoden und Strategien zugeordnet werden.

Fallstudien zu den einzelnen Wertstromtypen bilden im fünften Kapitel die Grundlage zur Ableitung typenbezogener Gestaltungsempfehlungen anhand der angewendeten Gestaltungsfelder.

Die Arbeit schließt mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick auf weitere Anwendungsmöglichkeiten des wertorientierten Wertstromdesigns in der Praxis.

2 Theoretischer Bezugsrahmen

Die Klassifizierung der Wertstromtypen, für die es Gestaltungsempfehlungen zu formulieren gilt, beruht auf empirisch gewonnenen Untersuchungsergebnissen. Der durchgeführten Umfrage liegt ein Modell zugrunde, welches den Beitrag des Wertstromdesigns zum Unternehmenswert unter Beachtung der Flexibilität des Produktionssystems einschätzt. Die konzeptionelle Basis für das zu definierende Modell, das der gezielten Reduktion von Komplexität dient, wird in diesem Kapitel geschaffen.

Den Ausgangspunkt der Betrachtung bildet das Produktionssystem als Subsystem des Unternehmens. Es lässt sich durch den Wertstrom abbilden. Seine Herleitung zwecks gezielter Reduktion der Komplexität erfolgt nach der Vorstellung des Ansatzes der allgemeinen Systemtheorie.

Nachdem das Wertstromdesign als Methode zur Gestaltung von Produktionssystemen vorgestellt wurde, wird auf die Flexibilität von Produktionssystemen, welche später ebenfalls mit Hilfe des Wertstromdesigns zu gestalten ist, eingegangen. Neben den verschiedenen Definitionen von Flexibilität werden die unterschiedlichen Möglichkeiten von deren Klassifizierung und Messung dargestellt.

Der letzte Abschnitt des theoretischen Bezugsrahmens widmet sich der wertorientierten Unternehmensführung. Ausgehend von einer Arbeitsdefinition für wertorientierte Unternehmensführung, werden verschiedene Kennzahlenkonzepte und mögliche Varianten der Operationalisierung präsentiert.

2.1 Systemtheoretischer Ansatz zur Reduktion der Komplexität

Die Reduktion von Komplexität zur Schaffung modellrelevanter Grundlagen erfolgt in diesem Abschnitt auf Grundlage des systemtheoretischen Ansatzes.

Ausgehend von einer Arbeitsdefinition für das Produktionssystem als realem Gebilde, wird nach einer Einführung in die allgemeine Systemtheorie der Wertstrom als modellrelevante Abstraktion des Produktionssystems hergeleitet.

2.1.1 Begriffliche Abgrenzung und Arbeitsdefinition

Die eigentliche Aufgabe der Produktion ist die Herstellung von Gütern durch die Transformation von materiellen und immateriellen Gütern. Die Transformation geschieht in einem Arbeitssystem als kleinste Transformationseinheit, in der Menschen und Betriebsmittel ihre Arbeitsaufgaben erfüllen.³⁹ Die Gesamtheit der einzelnen Produktiveinheiten und deren Beziehungen untereinander in Form von Material- oder Informationsflüssen und Personenbewegungen bezeichnet ZÄPFEL als Produktionssystem.⁴⁰

WESTKÄMPER geht in der Definition des „Stuttgarter Ganzheitlichen Produktionssystems“ in Anlehnung an die allgemeine Systemtheorie von Elementen und Beziehungen aus. Sie werden bestimmt durch selbstoptimierende Methoden und Werkzeuge, welche eine optimale Betriebsführung auch unter sich ändernden Umweltbedingungen sicherstellen sollen.⁴¹ Diese Definition geht durch die Einbeziehung der Methoden und Werkzeuge zur Selbstoptimierung über das Verständnis des Produktionssystems als Stätte des Transformationsprozesses hinaus.

WILDEMANN stellt in seiner Definition eines Produktionssystems statt der Werkstatt als Ort des Transformationsprozesses den Geschäftsprozess in den Mittelpunkt.⁴² Gestaltungsprinzipien, Methoden und Werkzeuge werden zur Planung, zum Betrieb und zur permanenten Verbesserung genutzt.⁴³

Das Toyota Produktionssystem versteht sich als integrierter Produktionsansatz, der von bestehenden Einrichtungen, Materialien und Arbeitskräften ausgeht und mit dem Fokus auf die Eliminierung von Verschwendung (Muda), ungleichmäßige Produktionsauslastung (Mura) und Überbeanspruchung (Muri) nach höchster Effizienz strebt.⁴⁴

³⁹ Vgl. Zäpfel (1989a), S. 9.

⁴⁰ Vgl. ebenda.

⁴¹ Vgl. Westkämper (2009a), S. 26.

⁴² Vgl. Wildemann (2008c), S. 19.

⁴³ Vgl. ebenda.

⁴⁴ Vgl. Oeltjenbruns (2000), S. 30.

In der vorliegenden Arbeit wird unter einem Produktionssystem im engeren Sinne die Gesamtheit der am Geschäftsprozess beteiligten Produktiveinheiten verstanden, welche durch Material- bzw. Informationsflüsse oder Personenbewegungen miteinander verbunden sind.⁴⁵ Angrenzende Funktionen wie die Beschaffung oder der Absatz werden hier nicht betrachtet. Das Produktionssystem im weiteren Sinne umfasst darüber hinaus Gestaltungsprinzipien, Methoden und Werkzeuge.

2.1.2 Ansatz der allgemeinen Systemtheorie

Die menschliche Wahrnehmung äußerst komplexer und variabler Zusammenhänge verlangt nach einer Reduktion des realen Gebildes auf ein erfassbares abstraktes Abbild.⁴⁶

Einen Ansatz zur Komplexitätsreduktion bietet die Systemtheorie.⁴⁷ Unter einem System wird eine geordnete Gesamtheit von Elementen verstanden, zwischen denen Beziehungen bestehen oder hergestellt werden können.⁴⁸ Den zahlreichen Definitionsversuchen des Systembegriffs sind drei konstitutive Wesensmerkmale gemein: Elemente, Beziehungen und Ganzheit. Letztere umschreibt den Tatbestand, dass die Veränderung eines Elements gleichzeitig die Veränderung aller anderen Elemente nach sich zieht.⁴⁹ Dieser Veränderungsprozess der Elemente prägt das Systemverhalten nach außen. Zur Gestaltung eines Systems stellt der Systemansatz die ganzheitliche Betrachtung aller konstitutiven Elemente sicher.⁵⁰

Um durch die Kombination der konstitutiven Merkmale das beabsichtigte Ergebnis des Systems zu erzielen, ist die Kenntnis des klar formulierten Systemzwecks erforderlich.⁵¹ Die Feststellung der konkreten Leistung, die durch das zu

⁴⁵ Vgl. Amberg; Bodendorf; Möslin (2011), S. 59f., Zäpfel (1989), S. 9.

⁴⁶ Vgl. Bleicher (1972), S. 174.

⁴⁷ Vgl. Raffée (1974), S. 86f.

⁴⁸ Vgl. Ulrich (1970), S. 125.

⁴⁹ Vgl. Bertalanffy (1972), S. 35.

⁵⁰ Vgl. Wu (1992), S. 28.

⁵¹ Vgl. Blanchard; Fabrycky (1981), S. 3f.

erstellende System erbracht werden soll, erfolgt somit vor der eigentlichen Konstruktion.⁵²

Das Erkenntnisobjekt stellt die Abstraktion eines realen Gebildes, des Erfahrungsobjekts⁵³, dar, das die für die Erkenntnisgewinnung wesentlichen Elemente und Eigenschaften zusammenfasst. Die zweckorientierte Konstruktion des finalen Erkenntnisobjekts erfolgt durch eine empirisch-intuitive Auswahl der als wesentlich erachteten Kriterien.⁵⁴

2.1.2.1 Das Produktionssystem als Erfahrungsobjekt

Zu einem einheitlichen Verständnis für die Verwendung des Begriffes in der vorliegenden Arbeit bedarf es einer klaren Definition des Erfahrungsobjekts. Das Produktionssystem als Erfahrungsobjekt gilt es auf seine systemtheoretischen Merkmale hin zu prüfen, um hieraus das Erkenntnisobjekt als Untersuchungsgegenstand des theoretischen Bezugsrahmens abzuleiten.

Konstitutive Elemente im Sinne der „Allgemeinen Systemtheorie“⁵⁵ lassen sich in allen Instanzen des Erfahrungsbereichs finden. Das Produktionssystem als soziales produktives System besitzt verschiedene Elemente: menschliche und nicht-menschliche, materielle und nicht-materielle, deren Beziehungen unternehmensindividuelles Verhalten auszeichnen. Unter einem sozialen System wird hier eine von Menschen zur Verfolgung klar gefasster Zwecke errichtete Institution verstanden, welche zum zweckorientierten Handeln über sachliche Hilfsmittel aller Art verfügt.⁵⁶

Auf verschiedenen Abstraktionsebenen lassen sich einzelne Subsysteme vorfinden. Beispielsweise führt die Differenzierung nach menschlichen und nicht-menschlichen Produktionsfaktoren zu einem interpersonellen und einem techni-

⁵² Vgl. Bleicher (1972), S. 177.

⁵³ Vgl. Ulrich (1970), S. 33.

⁵⁴ Vgl. Bertalanffy (1972), S. 42.

⁵⁵ Vgl. ebenda, S. 31.

⁵⁶ Vgl. Ulrich (1970), S. 29.

schen System.⁵⁷ Die Betrachtung der Informationsflüsse zwischen den einzelnen Elementen kann zur Bildung eines Kommunikationssystems nützlich sein.⁵⁸

Die verschiedenen Abstraktionen ermöglichen besondere Sichtweisen auf ein und denselben Gegenstand.⁵⁹ Jede Perspektive legt bestimmte Eigenschaften offen, die bei einer simultanen Betrachtung des komplexen Erfahrungsobjekts nur sehr schwer gleichzeitig zu erfassen wären.

Zur gezielten Reduktion der Komplexität zwecks Modellbildung wird das Produktionssystem als Subsystem des Unternehmens betrachtet. Die Erfüllung der konstitutiven Merkmale eines Systems lässt das Heranziehen des Produktionssystems im engeren Sinne als Erfahrungsobjekt zu.

2.1.2.2 Der Wertstrom als Erkenntnisobjekt

Ausgehend vom Produktionssystem als einem sozialen, produktiven Erfahrungsobjekt, wird das Erkenntnisobjekt abgeleitet. Wie aus der Arbeitsdefinition hervorgeht, interessiert in diesem Fall hauptsächlich die Abbildung der Gesamtheit der einzelnen Produktiveinheiten und deren Beziehungen untereinander in Form von Material- oder Informationsflüssen sowie Personenbewegungen. Eine mögliche Abbildungsform, welche sich in der Praxis besonders im Rahmen der Lean Production etabliert hat, bildet der Wertstrom.⁶⁰ Zweck des Wertstroms ist die Identifizierung kritischer Stellen im Prozess. Das Wertstromdesign dient der Gestaltung der Ablauf- und Aufbauorganisation und verfolgt die Ausrichtung der abgeleiteten Aktivitäten der Produktiveinheiten auf die gemeinsame Erstellung der Leistungen.⁶¹ Als Betrachtungsebene wird die Werksebene gewählt, welche sich aufgrund ihrer systemischen Geschlossenheit in der Praxis als Einstieg in die Wertstrombetrachtung bewährt hat.⁶²

Die Flexibilität des Produktionssystems und der Wertstrom werden in Hinsicht auf ihre Verbindung miteinander untersucht. Dabei gilt es, die Zusammenhänge

⁵⁷ Vgl. Ulrich (1970), S. 246.

⁵⁸ Vgl. ebenda, S. 257.

⁵⁹ Vgl. ebenda, S. 43.

⁶⁰ Vgl. Rother; Shook (2000), S. 3.

⁶¹ Vgl. Kosiol (1966), S. 60, Kieser; Kubicek (1983), S. 244.

⁶² Vgl. Rother; Shook (2000), S. 8.

zu erkennen und jene Handlungsalternativen zu finden, welche die Flexibilität des Produktionssystems steigern.

Die Bewertung der Handlungsalternativen für das Wertstromdesign unter Beachtung der Flexibilität des Produktionssystems erfolgt anhand seines geschätzten Beitrags zum Unternehmenswert. Hierzu bedarf es ebenfalls der Betrachtung der Beziehungen zwischen dem Wertstromdesign, der Flexibilität des Produktionssystems und den operationalisierten Ansätzen der wertorientierten Unternehmensführung.

Die modellierbare Ganzheit, also die möglichen Beziehungen der vorgestellten Elemente Wertstrom, Flexibilität des Produktionssystems und wertorientierte Unternehmensführung, lassen den Rückschluss zu, dass sich der Wertstrom als zweckorientierte Abstraktion des Erfahrungsobjekts (das Produktionssystem im engeren Sinne) zur Beantwortung der Frage nach dem Beitrag des Wertstromdesigns zum Unternehmenswert unter Beachtung der Flexibilität des Produktionssystems eignet. Er wird daher als Erkenntnisobjekt der vorliegenden Arbeit herangezogen.

2.2 Wertstromdesign als Gestaltungsmethode

Im vorhergehenden Abschnitt wurde mit Hilfe des systemtheoretischen Ansatzes der Wertstrom als abstraktes Abbild des Produktionssystems hergeleitet. Im Folgenden werden weitere für die Untersuchungsfrage relevante Aspekte des theoretischen Bezugsrahmens, die Flexibilität von Produktionssystemen und die wertorientierte Unternehmensführung erläutert.

In diesem Abschnitt wird zunächst das Wertstromdesign als Methode zur Gestaltung von Produktionssystemen vorgestellt.⁶³

2.2.1 Definition und Abgrenzung zu anderen Methoden

Für das Wertstromdesign als eine wesentliche Methode der Lean Production wird eine Arbeitsdefinition festgelegt. Anschließend wird das Wertstromdesign von anderen Lean-Methoden und weiteren Methoden zur Prozessgestaltung abgegrenzt.

⁶³ Vgl. Serrano Lasa; Ochoa Laburu; de Castro Vila (2008), S. 41.

2.2.1.1 Definition

Das Wertstromdesign ist die zentrale Methode zur Gestaltung des Material- und Informationsflusses von schlanken Produktionssystemen.⁶⁴ Unter einem Wertstrom werden alle notwendigen Aktivitäten verstanden, welche zur Erstellung des Produktes erforderlich sind und damit einen Wert für den Kunden schaffen.⁶⁵ Als Kunden und Lieferanten gelten alle außerhalb der betrachteten Systemgrenzen liegenden Leistungseinheiten. Es kann sich dabei auch um unternehmensinterne Kunden und Lieferanten handeln.

Die einzelnen Elemente des Material- und Informationsflusses und die Beziehungen zwischen den Elementen werden durch ausgewählte Symbole dargestellt, welche sich aus der Unterteilung des Produktionssystems in physische, informatorische und entscheidungstechnische Subsysteme ergeben (vgl. Abb. 3).⁶⁶

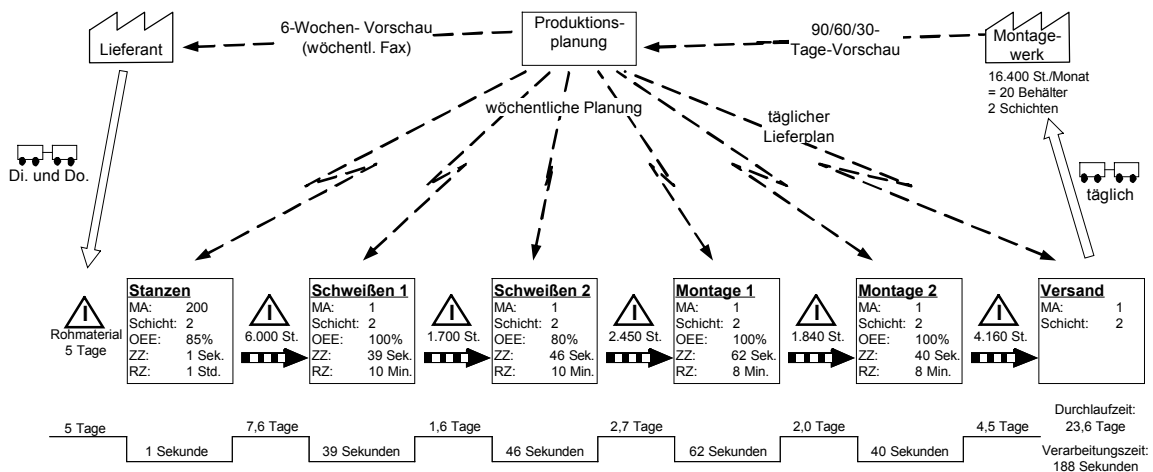


Abb. 3: Wertstrom⁶⁷

Obwohl ursprünglich aus der Produktion stammend, lässt sich die Methode auch auf administrative Geschäftsprozesse übertragen und anwenden.⁶⁸ Damit

⁶⁴ Vgl. Rother; Shook (2000), S. 3.

⁶⁵ Vgl. ebenda.

⁶⁶ Vgl. Serrano Lasa; Ochoa Laburu; de Castro Vila (2008), S. 41.

⁶⁷ Eigene Darstellung in Anlehnung an Rother; Shook (2000), S. 28f.

⁶⁸ Vgl. Keyte; Locher (2004), Emiliani; Stec (2004), Vollmer; Schlörke (2004).

stehen die Leistungsprozesse, die unmittelbar zur Gewinnung der betrieblichen Leistungen dienen, zusammen mit den Unterstützungsprozessen zur Sicherstellung der reibungslosen Abläufe im Mittelpunkt der Wertstromsicht.⁶⁹

Für die systemtheoretische Analyse eignet sich ein geschlossenes System, weswegen die vorliegende Arbeit zwecks Reduzierung der Komplexität nur Wertströme von Produktionswerken einschließlich der vor- und nachgelagerten Lieferanten- und Kundenschnittstellen betrachtet.

2.2.1.2 Abgrenzung zu anderen Lean-Methoden

Im Mittelpunkt der Gestaltung des Wertstroms steht die Synchronisierung der Produktionsprozesse mit dem Material- sowie dem Informationsfluss und damit besonders die logistischen Verknüpfungen.⁷⁰ Das Wertstromdesign grenzt sich aufgrund seiner übergreifenden Sicht auf den Gesamtprozess von den anderen Lean-Methoden ab (vgl. Abb. 4).⁷¹

Lean-Methode	Arbeitsplatz	Materialfluss	Informationsfluss
Wertstromanalyse/-design	◐	●	●
Flussorientiertes Layout	●	●	●
Kanban	●	●	●
Nivellierung	●	●	●
Losgrößenreduzierung	●	●	●
5S	●	○	○
Visualisierung	●	◐	◐
Standardisierte Arbeit	●	◐	◐
Problemlösung	●	◐	◐
Poka Yoke	●	○	○
Jidoka	●	○	○
Rüstzeitverkürzung	●	◐	◐
TPM	●	◐	○

Gestaltungseinfluss der Lean-Methode: ●: groß ◐: mittel ○: sehr gering

Abb. 4: Abgrenzung von Lean-Methoden nach Gestaltungsobjekten⁷²

⁶⁹ Vgl. Binner (2000), S. 5.

⁷⁰ Vgl. Erlach (2007), S. 31.

⁷¹ Vgl. Serrano Lasa; Ochoa Laburu; de Casto Vila (2008), S. 41.

⁷² Eigene Darstellung in Anlehnung an Hines et al. (1998), S. 39, Oeltjenbruns (2000), S. 147, Wildemann (2008c), S. 35ff.

Innerhalb des Lean Managements gilt das Wertstromdesign als eine Methode, die als Erste anzuwenden ist, um transparente Grundlagen für die weiteren Optimierungen zu schaffen.⁷³ Andere übergreifende Methoden wie beispielsweise das flussorientierte Layout oder Kanban dienen zur Umsetzung der identifizierten Potenziale und basieren idealerweise auf dem vorher erstellten Wertstromdesign. Die ganzheitliche Sicht auf den gesamten Wertstrom stellt sicher, dass sich Verbesserungen an den kritischen Stellen im Prozess positiv auf den Gesamtprozess auswirken.⁷⁴ Durch den gezielten Einsatz weiterer Lean-Methoden werden Engpässe beseitigt und nicht verlagert.⁷⁵ Die Wertstromsicht macht daher auch Auswirkungen von Entscheidungen über den Gesamtwertstrom sichtbar.⁷⁶

2.2.1.3 Abgrenzung zu anderen Prozessoptimierungsmethoden

Zur Gestaltung von Unternehmensprozessen haben sich in der Vergangenheit zahlreiche Methoden etabliert. Unter einem Unternehmensprozess wird ein Bündel an Aktivitäten verstanden, die einen Wert für den Kunden schaffen.⁷⁷

Als Methode zur generischen Darstellung von Unternehmensprozessen ist das Flussdiagramm zu nennen, welches besonders durch den Einsatz im Rahmen von Business Reengineering bekannt wurde.⁷⁸ Die qualitative Darstellungsform der einzelnen Prozessschritte lässt sich durch Kennzahlen ergänzen und dient primär der Visualisierung und Vereinheitlichung der Sprache.⁷⁹ Darüber hinaus gibt es weitere Methoden, die sich der Darstellung und Gestaltung hierarchischer Unternehmensprozesse widmen und oft in Verbindung mit der Gestaltung von Informationssystemarchitekturen genutzt werden.⁸⁰

Für eine Übersicht über weitere etablierte Methoden zur Optimierung von Prozessen sei auf „An evaluation of the value stream mapping tool“ von SERRANO

⁷³ Vgl. Keyte; Locher (2004), S. 6.

⁷⁴ Vgl. Erlach (2007), S. 31.

⁷⁵ Vgl. Kosturiak; Gregor (1999), S. 160.

⁷⁶ Vgl. Rother; Shook (2000), S. 4.

⁷⁷ Vgl. Hammer; Champy (1994), S. 52.

⁷⁸ Vgl. ebenda, S. 154.

⁷⁹ Vgl. Serrano Lasa; Ochoa Laburu; de Castro Vila (2008), S. 42.

⁸⁰ Vgl. ebenda.

LASA, OCHOA LABURU und DE CASTRO VILA aus dem Jahre 2008 hingewiesen, die beispielhaft IDEF0 (ICAM Definition Zero) von ROBOAM aus dem Jahr 1993, SADT (Structured Analysis and Design Technique) von MARCA ET AL. aus dem Jahr 1988 und SSADM (Structured Systems Analysis and Design Method) nach ASHWORTH aus dem Jahr 1988 aufführen. Auf hierarchische Darstellungsformen zur Abbildung von Unternehmensprozessen wird an dieser Stelle verzichtet, da sie sich aufgrund einer anderen Zweckverfolgung nicht zum Vergleich mit dem Wertstromdesign eignen.

Das Wertstromdesign lässt sich auch zur Darstellung von Unternehmensprozessen verwenden. Jedoch grenzt es sich durch den Fokus auf den Material- und Informationsfluss in Produktionssystemen mit den hierfür definierten Basisparametern vom Flussdiagramm und hierarchischen Prozessmethoden ab.⁸¹ Es geht stets um die Frage nach wertsteigernden und nicht-wertsteigernden Prozessen.⁸² Die starke Verknüpfung mit den Lean-Methoden zur anschließenden Optimierung der Prozesse resultiert aus dem Ursprung des Wertstromdesigns in der Lean Production.⁸³

2.2.2 Vorgehensweise

Die Gestaltung des Soll-Wertstroms erfolgt in vier Schritten.⁸⁴ Im ersten Schritt wird die Produktfamilie gebildet und anschließend durch die Wertstromanalyse der Ist-Wertstrom erfasst. Das Wertstromdesign definiert unter Einbindung der identifizierten Verbesserungspotenziale den Soll-Zustand.

2.2.2.1 Festlegung der Produktfamilie

Unter einer Produktfamilie wird ein Bündel von Produkten bzw. Dienstleistungen⁸⁵ verstanden, die sich in ihren Durchläufen bei der Herstellung ähneln⁸⁶:

⁸¹ Vgl. Serrano Lasa; Ochoa Laburu; de Castro Vila (2008), S. 42.

⁸² Vgl. Seth; Gupta (2005), S. 47.

⁸³ Vgl. Keyte; Locher (2004), S. 6.

⁸⁴ Vgl. Rother; Shook (2000), S. 57.

⁸⁵ Vgl. Amberg; Bodendorf; Möslein (2011), S. 86f.

⁸⁶ Vgl. Hines et al. (1998), S. 31.

In der Produktion sind es diejenigen Produkte mit ähnlichen Bearbeitungsschritten auf den gleichen Betriebsmitteln.⁸⁷

Die Bildung von Produktfamilien ist ein wesentlicher Schritt zur Reduzierung der Komplexität. Ihr liegt der Gedanke der Segmentierung und Fokussierung der Fertigung zugrunde.⁸⁸ Unter Segmentierung wird die Aufteilung eines Bereichs in voneinander abgrenzbare, eigenständige Teilbereiche verstanden.⁸⁹ Die Besonderheit der Produktfamilie ist, dass sie nicht aus Vertriebs-, sondern aus Produktionssicht gebildet wird.⁹⁰ Dadurch wird die Steuerbarkeit der einzelnen Leistungseinheiten erhöht.⁹¹ Zielkonflikte lassen sich durch den klar abgegrenzten Aufgabenumfang vermeiden und Skaleneffekte durch die Bündelung homogener Aufgaben realisieren.⁹² Durch die entstehende Transparenz, die Wiederholbarkeit der Prozesse und die Konzentration von Erfahrungen lässt sich systematisch Kompetenz aufbauen.⁹³

Den ersten Schritt zur Bildung von Produktfamilien bildet die Identifizierung der Hauptprodukte nach den größten Mengen und Aufwänden. Die Fokussierung auf die Hauptmengen soll unter Nutzung von Skaleneffekten die Leistung des Werkes verbessern.⁹⁴

Die einzelnen Durchläufe der identifizierten Hauptprodukte können stark voneinander abweichen. Zur systematischen Clusterung der Produkte eignet sich die Produkt-Prozess-Matrix.⁹⁵ In dieser sind sämtliche Produkte und Prozessschritte aufgeführt. Jede zutreffende Zuordnung von Produkt und Prozessschritt wird durch eine „1“ gekennzeichnet (vgl. Abb. 5). Produkte mit gleichen Durchläufen werden anschließend zu Produktfamilien gebündelt.

⁸⁷ Vgl. Erlach (2007), S. 40, Braglia; Carmignani; Zammori (2006), S. 3932.

⁸⁸ Vgl. Vollmer; Schlörke (2004), S. 130, Skinner (1974), S. 119f.

⁸⁹ Vgl. Westkämper (2006), S. 56.

⁹⁰ Vgl. Vollmer; Schlörke (2004), S. 130.

⁹¹ Vgl. Westkämper (2006), S. 53.

⁹² Vgl. Skinner (1974), S. 119.

⁹³ Vgl. ebenda, S. 115.

⁹⁴ Vgl. Braglia; Carmignani; Zammori (2006), S. 3933f.

⁹⁵ Vgl. ebenda.

Prozess- schritt Produkt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1					1	1	1			1		1	1		
2	1		1				1		1					1	1
3		1		1							1	1			
4					1	1		1		1		1			
5	1		1				1	1	1					1	1
6	1		1				1		1					1	1
7					1	1		1		1		1	1		
8		1		1							1		1		
9					1	1	1			1			1		
10		1		1							1		1		1

Abb. 5: Produkt-Prozess-Matrix⁹⁶

Bei einer großen Anzahl an Produkten und Prozessschritten empfiehlt sich zur Clusterung der Produkte und Prozessschritte der paarweise Vergleich von Produkt- und Prozesskombinationen. Die Ähnlichkeit von Produkt- und Prozesskombinationen lässt sich mit dem sogenannten Jaccard-Koeffizienten ermitteln (vgl. Gl. 1).⁹⁷

$$S_{ij} = \frac{X_{ij} + \sqrt{X_{ij} \cdot Y_{ij}}}{X_{ij} + X_i + X_j + \sqrt{X_{ij} \cdot Y_{ij}}}$$

mit

$$0 \leq S_{ij} \leq 1$$

X_{ij} : Anzahl der gemeinsamen Prozessschritte zur Produktion von Produkt i und j

X_i : Anzahl der Prozessschritte zur Produktion von Produkt i

X_j : Anzahl der Prozessschritte zur Produktion von Produkt j

Y_{ij} : Anzahl der Prozessschritte, die nicht der Produktion von Produkt i und j dienen

Gl. 1: Jaccard-Koeffizient

Für Produkte mit identischen Prozessen ist der Jaccard-Koeffizient gleich eins. Je geringer die Anzahl gleicher Prozessschritte ist, desto mehr nähert sich der Wert null.

Für jedes Produktpaar ergibt sich ein Ähnlichkeitskoeffizient, in Bezug auf den die ähnlichen Hauptprodukte gemäß der Größe des Jaccard-Koeffizienten zusammenfasst werden (vgl. Abb. 6).

⁹⁶ Vgl. Braglia; Carmignani; Zammori (2006), S. 3933f.

⁹⁷ Vgl. ebenda., Offodile (1997), Veramani; Mani (1996).

Produkt \ Produkt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0,231	0,301	0,763	0,199	0,231	0,850	0,301	0,921	0,264
2		1	0	0	0,928	0,850	0	0	0,264	0,264
3			1	0,342	0	0,301	0,301	0,301	0,809	0,732
4				1	0,231	0	0,921	0	0,672	0
5					1	0,784	0,199	0	0,231	0,231
6						1	0	0,301	0,264	0,438
7							1	0,301	0,763	0,264
8								1	0,342	0,912
9									1	0,301
10										1

Abb. 6: Ähnlichkeitsmatrix⁹⁸

Die mengenmäßige Bündelung der Hauptprodukte führt zu Produktfamilien, für die eine Wertstromanalyse durchgeführt wird.

2.2.2.2 Wertstromanalyse

Die Wertstromanalyse zur Erfassung der Ist-Situation erfolgt für die jeweilige Produktfamilie einzeln. Jeder Prozessschritt wird durch eine Leistungseinheit durchgeführt. Eine Leistungseinheit entspricht einer organisatorischen Einheit eines Unternehmens, in der ein oder mehrere Mitarbeiter durch Ressourceneinsatz abgestimmte Ziele verfolgen.⁹⁹ Die Leistungseinheit produziert aus Material und Informationen mittels Führungs- und Ausführungsprozessen Produkte oder Informationen.¹⁰⁰ Vor der Aufnahme des Ist-Wertstroms sind die Systemgrenzen genau zu definieren¹⁰¹.

Jeder Prozessschritt wird durch eine Prozessbox dargestellt, welche die wesentlichen Informationen zum Prozess und zur Leistungseinheit. Hierzu gehören auch die vor- und nachbereitenden Tätigkeiten, die als eigene Prozessbox erfasst werden sollten.¹⁰² Die Wertstromkomponenten werden zur besseren Übersicht als Symbole dargestellt (vgl. Abb. 7).

⁹⁸ Eigene Darstellung in Anlehnung an Braglia; Carmignani; Zammori (2006), S. 3933.

⁹⁹ Vgl. Westkämper (2009b), S. 52.

¹⁰⁰ Vgl. ebenda.

¹⁰¹ Vgl. Klevers (2009), S. 42.

¹⁰² Vgl. Erlach (2007), S. 57f.

Theoretischer Bezugsrahmen


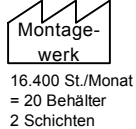


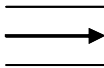



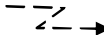
Symbol	Bezeichnung	Beschreibung
	Prozessbox	Jeder Prozessschritt wird mit seinen Basisparametern als eigenständige Prozessbox erfasst, vor- und nachbereitende Tätigkeiten ggf. in separaten Prozessboxen.
	Kunde	Die Prozessbox für den Kunden enthält die wichtigsten Planzahlen, aus denen sich der Kundentakt ermitteln lässt.
	Lieferant	Der Lieferant versorgt das Produktionssystem mit Rohmaterialien und Teilen. Die wesentliche Größe beim Lieferanten ist neben der Liefermenge die Wiederbeschaffungszeit. Sie gibt an, wie lange es dauert, bis das Material nach Bestellung wieder geliefert wird.
	Materialfluss nach dem Bring-Prinzip	Die Bereitstellung erfolgt zu einem durch die Produktionsplanung geplanten Termin (teilweise abweichend vom aktuellen Bedarf) (Push-Prinzip).
	FIFO	Das First-in-First-out-Prinzip (FIFO) besagt, dass das erste Teil, das fertigbearbeitet wurde, auch als Erstes im nächsten Prozessschritt weiterbearbeitet wird. Definierte Minimal- und Maximalbestände bestimmen, wann der vorgelagerte Prozess mit der Produktion beginnt bzw. aufhört.
	Materialfluss nach dem Hol-Prinzip	Das Pull-Prinzip ist die Beauftragung des vorgelagerten Prozesses auf Basis klar definierter Auslöser (Pull-Prinzip).
	Bestand	Bestände im Materialfluss werden mit ihren Reichweiten angegeben. Diese geben an, wie lange der Bestand ausreicht, wenn kein weiteres Material zufließen würde.
	Supermarkt	Eine besondere Form des Lagers ist der Supermarkt. Er zeichnet sich durch einen definierten Minimal- und Maximalbestand aus. Ein Supermarkt wird dann eingesetzt, wenn <ul style="list-style-type: none"> • mehrere Materialflüsse zusammenfließen, • Losgrößen zwischen vor- und nachgelagerten Prozessen unterschiedlich sind, • Schwankungen von Materialflüssen durch die Entkopplung vermieden werden sollen
	Elektronischer Informationsfluss	Elektronische Informationsflüsse gehen vom Produktions-, Planungs- und Steuerungssystemen aus.

Abb. 7: Wertstromsymbole und Erläuterungen¹⁰³

¹⁰³ Eigene Darstellung in Anlehnung an Rother; Shook (2000), S. 5f., Erlach (2007), S. 62ff.

Als typische Prozessparameter werden die Zykluszeit, die Bearbeitungszeit, die Rüstzeit, die Maschinenverfügbarkeit und die verfügbare Arbeitszeit erfasst.¹⁰⁴ Neben diesen Basisparametern gibt es eine Vielzahl weiterer Kenngrößen, die zur Analyse des Ist-Wertstroms hilfreich sein können. Die Auswahl hat sehr sorgfältig zu erfolgen, um die Erkenntnisse zu maximieren und gleichzeitig den Aufwand einzugrenzen.¹⁰⁵

Die Prozesse im Wertstrom orientieren sich an der externen Kundennachfrage, welche als Kundentakt ausgedrückt wird. Der Kundentakt gibt an, in welcher durchschnittlichen Frequenz der Kunde je Stück beliefert werden muss, und dient der Synchronisation des Verkaufstempos mit dem Produktionstempo.¹⁰⁶

Zur Ermittlung des Kundentaktes werden der Kundenbedarf und die verfügbare Betriebszeit, bezogen auf einen Zeitraum, benötigt. Der Quotient aus der verfügbaren Betriebszeit und dem Kundenbedarf, beide bezogen auf den gleichen Zeitraum, bilden den Kundentakt.¹⁰⁷ Aus der Synchronisation aller Prozessschritte mit dem Kundentakt zeigt sich spätestens bei der Umsetzung die Notwendigkeit von zuverlässigen Prozessen.

Nachdem die einzelnen Prozessschritte erfasst wurden, sind der Material- und Informationsfluss als logistische Verknüpfung der Leistungseinheiten zu ergänzen.¹⁰⁸ Der Materialfluss umfasst neben dem rein physischen Materialfluss die Steuerungslogik.¹⁰⁹ Die verschiedenen Transport-, Lager- und Steuerungsmöglichkeiten werden im Wertstrom ebenfalls durch unterschiedliche Symbole dargestellt.

Im Ist-Zustand, als Ausgangspunkt der Transformation, sind die Verbesserungspotenziale zu identifizieren.¹¹⁰ Dazu wird im Ist-Wertstrom nach Verschwendung gesucht. Folgende sieben Verschwendungsarten werden unterschieden (vgl. Abb. 8).

¹⁰⁴ Vgl. Klevers (2009), S. 45.

¹⁰⁵ Vgl. Erlach (2007), S. 59ff.

¹⁰⁶ Vgl. Rother; Shook (2000), S. 44.

¹⁰⁷ Vgl. Erlach (2007), S. 46f.

¹⁰⁸ Vgl. ebenda, S. 31.

¹⁰⁹ Vgl. Erlach (2007), S. 31.

¹¹⁰ Vgl. Keyte; Locher (2004), S. 7.

Verschwendungsart	Beschreibung
Überproduktion	Produzierte Menge liegt über dem tatsächlichen Bedarf
Bestände	Nicht benötigte, lagernde Endprodukte, Zulieferteile und Material
Nacharbeit/Fehler	Fehlerhafte Produkte, welche den Produktionsfluss stören
Bewegung	Unnötige Körperbewegungen aufgrund nicht optimaler Arbeitsabläufe und Arbeitsplatzorganisation
Überspezifikation	Zu hohe technologische oder konstruktive Anforderungen
Warten	Ungenutzte Verfügbarkeit des Mitarbeiters oder Betriebsmittels
Transport	Bewegung von Materialien oder Produkten ist nicht wertschöpfend

Abb. 8: Sieben Verschwendungsarten¹¹¹

Die Verschwendungsarten sind als Symptome zu verstehen, welche auf mangelnde Abstimmung innerhalb der Prozesse zurückzuführen sind. Es reicht jedoch nicht aus, allein die offensichtlichen Verschwendungen durch einmalige Aktionen zu beseitigen, solange die Ursachen nicht beseitigt sind.¹¹² Die gezielte Konzentration auf die Engpässe im Wertstrom stellt sicher, dass sich die Optimierung auf den Gesamtmaterial- und Informationsfluss auswirkt.

2.2.2.3 Wertstromdesign

Ausgehend von den identifizierten kritischen Stellen im Ist-Wertstrom, wird anhand der folgenden Leitlinien der Soll-Zustand entwickelt (vgl. Abb. 9).

Leitlinien für das Wertstromdesign
<ol style="list-style-type: none">1. Bestimmung des Kundentaktes für die Produktfamilie2. Gezielte Einführung von Fluss3. Gezielte Entkopplung des Materialflusses (durch den Einsatz von Supermärkten)4. Gezielter Eingriff in die Produktionsplanung und -steuerung

Abb. 9: Leitlinien für das Wertstromdesign¹¹³

Die Aktivitäten im Wertstrom orientieren sich am Kundenbedarf.¹¹⁴ Als Vorgabegröße haben sich alle Prozesse an ihm auszurichten. Das Wertstromdesign

¹¹¹ Eigene Darstellung in Anlehnung an Ohno (1988), S. 58, Womack; Jones (2004), S. 23.

¹¹² Vgl. Rother; Shook (2000), S. 42.

¹¹³ Eigene Darstellung in Anlehnung an Rother; Shook (2000), S. 58, Braglia; Carmignani; Zammori (2006), S. 3931.

¹¹⁴ Vgl. Abschnitt 2.2.2.2.

strebt die Schaffung aller zur Synchronisierung der Prozesse mit dem Kundentakt nötigen Voraussetzungen an.

Einer der wichtigsten Leitlinien des Wertstromdesigns bildet die Verknüpfung aller Prozesse in Form eines idealen Material- und Informationsflusses, der sich durch die bedarfsgerechte Produktion und unmittelbare Weitergabe an den nächsten Prozessschritt auszeichnet.¹¹⁵

Die für den Fluss relevante Größe bildet die Übergangszeit, welche jedem Auftrag als Puffer zwischen zwei Prozessen eingeräumt wird.¹¹⁶ Neben der reinen Transportzeit zwischen den beiden Prozessen enthält sie auch Wartezeiten, die geplant oder ungeplant sein können. Besonders die zeitverzögerte Verarbeitung der Informationen beeinträchtigt die Übergangszeit und erzeugt dadurch Störungen im physischen Fluss.¹¹⁷ Verstärkt wird dies durch zeitlich und mengenmäßig schwankende Vorgaben, welche sich nicht exakt im Voraus planen lassen.¹¹⁸ Folge sind instabile Prozesse mit großen Volumenschwankungen.¹¹⁹

Zur Verkürzung der Durchlaufzeit und zur Schaffung von Transparenz hinsichtlich der Störungsursachen eignet sich das First-in-First-out-Prinzip (FIFO). Die Etablierung des FIFO-Prinzips stellt an die Abstimmung der Prozesse innerhalb des Wertstroms hohe Anforderungen, trägt aber auch zu deutlichen Verkürzungen der Durchlaufzeit bei. Jede Unterbrechung im Material- und Informationsfluss ist genau auf seine Ursachen hin zu prüfen und durch entsprechende Maßnahmen zu beseitigen.

Nicht immer lässt sich das Fluss-Prinzip entlang des gesamten Wertstroms ohne Unterbrechungen realisieren.¹²⁰ Typische Stellen im Wertstrom sind Materialflusssknoten, an denen verschiedene Materialströme zu- bzw. abfließen.

Insbesondere an Materialflusssknoten mit sehr schwankenden Übergangszeiten ist der Prozess durch Supermärkte zu entkoppeln. Supermärkte sind als strate-

¹¹⁵ Vgl. Rother; Shook (2000), S. 45.

¹¹⁶ Vgl. Erlach (2007), S. 151.

¹¹⁷ Vgl. Wu (1992), S. 41.

¹¹⁸ Vgl. Syska (2006), S. 34f.

¹¹⁹ Vgl. Erlach (2007), S. 152.

¹²⁰ Vgl. Rother; Shook (2000), S. 48.

gische Puffer zu verstehen, die sich das Material in einem sich selbst regelnden („intrinsic“¹²¹ bzw. „integriert“¹²²) Material- und Informationsregelkreis bedarfsgerecht bereitstellen. Die Wiederbeschaffungszeit des Materials nach einem Pull-Signal, welches einen Produktionsauftrag des vorgelagerten Prozesses auslöst, ist im Regelkreis festgelegt. Durch die optimale Auslegung des Supermarktes wird sichergestellt, dass für den nachgelagerten Prozess stets der minimal erforderliche Bestand an Material bereitgestellt ist.

Mit der gezielten Entkopplung der einzelnen Wertstromabschnitte durch die intrinsicen Regelkreise wird eine Übersteuerung des Systems, welche zum bekannten Bullwhip-Effekt führen kann, vermieden.¹²³ Supermärkte sind daher ein adäquates Mittel, um non-lineare Systeme zu entkoppeln und kontrollierbar zu machen.

Sind die Voraussetzungen für den idealen Material- und Informationsfluss geschaffen, ist die Stelle des Eingriffs der Produktionssteuerung im Prozess festzulegen. Bei strikter Einhaltung des Fluss-Prinzips befindet sie sich an der spätestmöglichen Stelle im Wertstrom, dort, wo die kundenanonyme Produktion in die kundenauftragsbezogene Produktion wechselt.¹²⁴ Diese Stelle im Wertstrom, ab der kundenauftragsbezogen produziert wird, wird auch Kundenentkopplungspunkt genannt.¹²⁵ Sämtliche Prozesse flussaufwärts zum Lieferanten hin werden durch den sogenannten Schrittmacherprozess synchronisiert.¹²⁶

Ein prognosebasierter Planungsansatz ist bei strikter Einhaltung der Gestaltungsprinzipien nicht mehr erforderlich.¹²⁷ Bei einer zentralen Ansteuerung verschiedener Stellen im Materialfluss vor und nach dem Schrittmacherprozess werden die intrinsicen Regelkreise durch die asynchronen Eingriffe gestört. Sich widersprechende oder nicht synchronisierte Steueranweisungen führen zu Beständen bzw. Fehlmengen und destabilisieren den Prozess. Durch die Redu-

¹²¹ Vgl. Wu (1992), S. 41.

¹²² Vgl. ebenda.

¹²³ Vgl. Forrester (1961), S. 27.

¹²⁴ Vgl. Erlach (2007), S. 198.

¹²⁵ Vgl. ebenda, S. 202.

¹²⁶ Vgl. ebenda, S. 197.

¹²⁷ Vgl. ebenda, S. 150.

zierung und Optimierung der Informationsflüsse werden die Störquellen in der Steuerung beseitigt.¹²⁸

Die Umsetzung des Wertstromdesigns erfolgt anhand eines Implementierungsplans, der neben der Reihenfolge auch die Auswahl an geeigneten Methoden enthalten sollte.¹²⁹ Hierfür haben sich verschiedene Vorgehensweisen und Methoden des Lean Managements etabliert.¹³⁰ Die Auswahl der Methoden hat dabei so zu erfolgen, dass die einzelnen Elemente des Produktionssystems im Rahmen ihrer Gestaltung auf ein einheitliches Ziel ausgerichtet werden.¹³¹

2.2.3 Zusammenfassung

Der Ansatz der Systemtheorie zur Reduktion der Komplexität erlaubt somit die Ableitung des Wertstroms als erkenntnistheoretisches Abbild des realen Produktionssystems. Die systemische Geschlossenheit als Auswahlkriterium begründet die Betrachtung des Produktionswerkes als Anwendungsebene der vorliegenden Arbeit.

Ausgehend von der Produktfamilie als wichtigem Ausgangspunkt wurden die Wertstromanalyse und das Wertstromdesign beschrieben. Das Wertstromdesign erlaubt die ganzheitliche Gestaltung der Elemente und ihrer Beziehungen und bildet für die spätere Modellbildung die erste Säule des theoretischen Bezugsrahmens.

Ausgehend von der Untersuchungsfrage, welchen Beitrag das Wertstromdesign unter Beachtung seiner Flexibilität zum Unternehmenswert leistet, wird im nächsten Schritt das Konzept der Flexibilität als erfolgskritische Eigenschaft des Produktionssystems beschrieben. Es bildet die zweite Säule des theoretischen Bezugsrahmens.

¹²⁸ Vgl. Wu (1992), S. 44.

¹²⁹ Vgl. Hines et al. (1998), S. 39, Juran (1991), S. 31.

¹³⁰ Vgl. Keyte; Locher (2004), S. 6, Pavnaskar; Gershenson; Jambekar (2003), S. 3080, Hines et al. (1998), S. 39.

¹³¹ Vgl. Skinner (1974), S. 119.

2.3 Flexibilität von Produktionssystemen

Bedeutsame Veränderungen der wirtschaftlichen, technologischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen haben zu einem Umdenken in der Produktionsphilosophie geführt. Bezeichnend für die signifikanten Veränderungen sind der Übergang vom Preis- zum Zeitwettbewerb¹³², die steigende kundenspezifische Variantenvielfalt der Produkte¹³³ und die Intensivierung der Zusammenarbeit von Lieferanten und Kunden entlang der gesamten Wertschöpfungskette.¹³⁴ Zwischen den klassischen Konzepten der Massen- und Einzelfertigung entstand, getrieben durch den technologischen Fortschritt, als neuer strategischer Imperativ eine weitere Antwort auf die Kosten- und Zeiteffizienz der internationalen Märkte¹³⁵: die „flexible Produktion“.¹³⁶

Die Flexibilität von Produktionssystemen fließt als kritischer Erfolgsfaktor in das später zu erstellende Modell ein und bildet daher die zweite Säule des theoretischen Bezugsrahmens. Hierzu bedarf es zunächst eines einheitlichen Verständnisses des Flexibilitätsbegriffes und seiner Abgrenzung von verwandten Themengebieten. Aufbauend auf der Arbeitsdefinition, werden verschiedene Möglichkeiten der Klassifizierung vorgestellt mit dem Ziel, auf diese Weise die Flexibilität des Produktionssystems einer späteren Modellbildung zugänglich zu machen. Abschließend wird auf die Messbarkeit der Flexibilität von Produktionssystemen eingegangen. Die Betrachtung der quantitativen Dimensionen der Flexibilität ermöglicht bei der späteren Modellbildung operationalisierbare Verknüpfungen mit dem Wertstromdesign und den Kennzahlenkonzepten der wertorientierten Unternehmensführung.

2.3.1 Definition und begriffliche Abgrenzung

Die über 50 vorliegenden Definitionsansätze zur Flexibilität zeigen, dass keine einheitliche Verwendung in der Nomenklatur gefunden werden konnte.¹³⁷ Umso

¹³² Vgl. Hyun; Ahn (1992), S. 251.

¹³³ Vgl. De Toni; Tonchia (1998), S. 1593f.

¹³⁴ Vgl. Slack (1997), S. 56.

¹³⁵ Vgl. Gupta; Goyal (1989), S. 119f.

¹³⁶ Vgl. Suarez; Cusumano; Fine (1995), S. 26.

¹³⁷ Vgl. Sethi; Sethi (1990), S. 289.

wichtiger ist es, der vorliegenden Arbeit eine Arbeitsdefinition zugrunde zu legen. Dies erfolgt nach der Vorstellung der häufig in der Literatur genannten Definitionen.

2.3.1.1 Allgemeine Definitionen

Als gemeinsames Merkmal der zahlreichen Definitionen findet sich hinsichtlich der Flexibilität die Fähigkeit, sich effektiv und effizient an sich ändernde Umstände anzupassen.¹³⁸ Die Definitionen aus den häufig zitierten drei Hauptwerken werden im Folgenden vorgestellt.

MANDELBAUM (1978) unterscheidet zwischen Aktions- und Zustandsflexibilität (vgl. Abb. 10):¹³⁹

Flexibilitätsart	Definition
Aktionsflexibilität („action flexibility“)	Fähigkeit, auf neue Umfeldbedingungen entsprechend zu reagieren. Diese Handlungsoptionen können in der Planung vorgehalten werden. ¹⁴⁰ Dadurch wird der Übergang von einem bestehenden Geschäftstyp zu einem neuen binnen kurzer Zeit und mit geringen Kosten sichergestellt. ¹⁴¹
Zustandsflexibilität („state flexibility“)	Sicherstellung der Funktionsfähigkeit in einem sich ändernden Umfeld. Eine eingebaute, interne Eigenschaft des Systems, die dessen Robustheit bzw. Stabilität gegenüber Veränderungen in der Umwelt sicherstellt. ¹⁴²

Abb. 10: Aktions- und Zustandsflexibilität¹⁴³

Die Definition von MANDELBAUM (1978) lässt sich durch die Aspekte Sensitivität und Stabilität von GUPTA und BUZACOTT (1989) ergänzen: Durch die Sensitivität des Produktionssystems wird die Notwendigkeit einer Veränderung erkannt. Stabilität entspricht der Fähigkeit, auf die gegebene neue Situation angemessen reagieren zu können.¹⁴⁴

¹³⁸ Vgl. Mandelbaum (1978), S. 20.

¹³⁹ Vgl. ebenda.

¹⁴⁰ Vgl. Buzacott (1982), S. 14.

¹⁴¹ Vgl. De Toni; Tonchia (1998), S. 1591.

¹⁴² Vgl. Buzacott (1982), S. 14, De Toni; Tonchia (1998), S. 1591.

¹⁴³ Eigene Darstellung in Anlehnung an Mandelbaum (1978), S. 20.

¹⁴⁴ Vgl. Gupta; Buzacott (1989), S. 90.

ZELENOVIĆ (1982) definiert Flexibilität als Maß für die Anpassungsfähigkeit an Umweltveränderungen und Prozessanforderungen.¹⁴⁵ Durch seinen systemischen Ansatz, in dem er das Produktionssystem strikt von seiner Umwelt abgrenzt, hebt er besonders die durch den Markt bestimmte exogene und durch Technologieinnovationen geschaffene endogene Triebkraft der Flexibilität hervor.¹⁴⁶ Die Anpassungsfähigkeit des Systems an exogene und endogene Triebkräfte wird nach ZELENOVIĆ (1982) durch die folgenden beiden Flexibilitätstypen sichergestellt (vgl. Abb. 11):

Flexibilitätsart	Definition
Anwendungsflexibilität („application flexibility“)	Fähigkeit des Produktionssystems, die Kapazitäten ideal auszulasten.
Anpassungsflexibilität („adaptation flexibility“)	Erforderliche Zeit für die Transformation bzw. Anpassung an die neue Aktivität.

Abb. 11: Anwendungs- und Anpassungsflexibilität¹⁴⁷

Die von ZELENOVIĆ (1982) genannten Flexibilitätstypen beziehen sich auf Umwelt- und Prozessveränderungen innerhalb der geplanten Grenzen, in denen das Design des Produktionssystems „adäquat“ ist. Veränderungen, welche über die geplanten Grenzen hinausgehen, kann ein adäquates Produktionssystem nicht mehr abdecken und bedarf dann einer strukturellen Anpassung.¹⁴⁸

SLACK (1983) definiert Flexibilität wie folgt (vgl. Abb. 12):

Flexibilitätsart	Definition
Bandbreitenflexibilität („range flexibility“)	Fähigkeit eines Systems, verschiedene Zustände einnehmen zu können. Ein Produktionssystem ist demnach flexibler als ein anderes Produktionssystem, wenn es eine größere Bandbreite an einnehmbaren Zuständen besitzt.
Reaktionsflexibilität („response flexibility“)	Die Bandbreite alleine reicht nicht aus, um die Flexibilität eines Produktionssystems zu beschreiben. Vielmehr muss die Reaktionsfähigkeit betrachtet werden, mit der das Produktionssystem seine Zustände ändert.

Abb. 12: Bandbreiten- und Reaktionsflexibilität¹⁴⁹

¹⁴⁵ Vgl. Zelenović (1982), S. 323.

¹⁴⁶ Vgl. De Toni; Tonchia (1998), S. 1592.

¹⁴⁷ Vgl. Zelenović (1982), S. 323f.

¹⁴⁸ Vgl. ebenda.

¹⁴⁹ Eigene Darstellung in Anlehnung an Slack (1987), S. 39.

Aufgrund der langfristigen Veränderungsdauer der Bandbreitenflexibilität sprechen DE TONI und TONCHIA (1998) auch von einer statischen Eigenschaft. Die Reaktionsflexibilität setzt bei Veränderungen in einem kurzen Betrachtungszeitraum ohne signifikante Veränderungskosten an und besitzt somit einen dynamischen Charakter.¹⁵⁰

Die Grenzen zwischen der Flexibilität eines Systems und darüber hinausgehenden, fundamentalen strukturellen Veränderung sind nicht eindeutig definiert. Die Konzepte der Flexibilität gehen von geringen physischen Veränderungen aus.¹⁵¹ HYUN und AHN (1992) sprechen hier auch von einer statischen Flexibilität, die sich mit den Unsicherheiten im Handling von gegebenen Kapazitäten einer gegebenen Produkt- und Produktionsstruktur befasst.¹⁵² Sie entspricht damit der Möglichkeit zur Veränderung in vorgehaltenen Korridoren, die bei der Planung des Produktionssystems berücksichtigt werden können.¹⁵³ Ein System, das mit diesen Gegebenheiten umgehen kann, besitzt ein adäquates Design.¹⁵⁴

Das dieser Arbeit zugrunde gelegte Verständnis von Flexibilität unterscheidet zwischen der Aktionsflexibilität, welche durch das Wertstromdesign ausgelöst und planerisch vorgehalten wird, und der Zustandsflexibilität, welche im Soll-Zustand des Wertstroms stabilisierend gegenüber Veränderungen im geplanten Korridor wirkt. Die Arbeitsdefinition lehnt sich an die Definition von MANDELBAUM (1978) an und ist durch den aktivierenden Charakter des Wertstromdesigns bei der Definition des Soll-Zustands und der stabilisierenden Funktion nach Umsetzung des Soll-Zustands begründet.

2.3.1.2 Abgrenzung von Agilität und Wandlungsfähigkeit

Anfang der 1990er Jahre wurde der Begriff der Agilität durch die Studie „21st Century Manufacturing Enterprise Strategy“ des Iacocca Institute geprägt.¹⁵⁵ Entsprungen aus der nationalen Notwendigkeit, die Wettbewerbsfähigkeit der

¹⁵⁰ Vgl. De Toni; Tonchia (1998), S. 1590.

¹⁵¹ Vgl. Slack (1983), S. 7.

¹⁵² Vgl. Hyun; Ahn (1992), S. 255.

¹⁵³ Vgl. Cisek; Habicht; Neise (2002), S. 441.

¹⁵⁴ Vgl. Zelenović (1982), S. 323.

¹⁵⁵ Vgl. Kidd (1994), S. 9.

USA zu sichern, galt damals Agilität als Antwort auf die japanische Lean-Philosophie.¹⁵⁶

Unter Agilität wird eine Philosophie¹⁵⁷ verstanden, welche durch die Integration der Fähigkeiten und des Wissens der Mitarbeiter sowie die Nutzung fortschrittlicher Technologien ermöglicht, auf die differenzierten Wünsche der Kunden nach qualitativ hochwertigen Produkten angemessen zu reagieren.¹⁵⁸ Die Sichtweise der Agilität geht sehr stark von sich ändernden Kundenanforderungen aus und rückt das Wissen und die Fertigkeiten der Mitarbeiter in den Mittelpunkt.¹⁵⁹

Flexibilität führt aufgrund der Eingrenzung auf planbare Korridore und der fehlenden Kunden- als auch Mitarbeiterfokussierung nicht zu Agilität.¹⁶⁰ Agilität ist somit als eine Fähigkeit zu verstehen, welche die Flexibilität nutzt, um die Kundenanforderungen sehr schnell zu erfüllen.¹⁶¹ Sie ist, im Gegensatz zur Flexibilität, die den Planungskorridor betont, auf unerwartete Veränderungen außerhalb der planbaren Dimension ausgerichtet.¹⁶²

Wandlungsfähigkeit ist als deutsche Antwort auf die „turbulenten Märkte“ zu verstehen. Ähnlich wie in den 1990er Jahren in den USA, wird die Wandlungsfähigkeit von Unternehmen als notwendig für die Standortsicherung Deutschlands gesehen.¹⁶³ Unter Wandlungsfähigkeit wird die Fähigkeit eines Unternehmens verstanden, sein technisches und soziales System verändern zu können.¹⁶⁴ Diese Fähigkeit ist auf die menschliche Kreativität und Intelligenz der Unternehmung zurückzuführen und sowohl struktureller als auch funktioneller Art.¹⁶⁵ Wandlungsfähigkeit erlaubt die Anpassung auf außerhalb der vorgehalte-

¹⁵⁶ Vgl. Goldman; Preiss (1991), S. 2.

¹⁵⁷ Vgl. Jackson; Johansson (2002), S. 482.

¹⁵⁸ Vgl. Kidd (1994), S. 10.

¹⁵⁹ Vgl. Katayama; Bennett (2001), S. 486.

¹⁶⁰ Vgl. Kidd (1994), S. 9.

¹⁶¹ Vgl. Gunasekaran et al. (2001), S. 25.

¹⁶² Vgl. Corrêa (2001), S. 10.

¹⁶³ Vgl. BMBF (2009).

¹⁶⁴ Vgl. Westkämper (2009b), S. 47.

¹⁶⁵ Vgl. ebenda.

nen Korridore eintretende Fälle.¹⁶⁶ Auch wenn in Gegenüberstellung zur Wandlungsfähigkeit die Flexibilität als ein „passives Merkmal für Veränderungen in vorgehaltenen Aktionsspielräumen“¹⁶⁷ gesehen wird, lässt sich die Wandlungsfähigkeit nicht unabhängig von der Flexibilität betrachten.

Die Eingrenzung auf planbare Korridore und die Fokussierung auf das technische System deckt sich stark mit der Sichtweise des Wertstromdesigns auf die Material- und Informationsflüsse und begründet auch die Wahl der Flexibilität als zu betrachtende Einflussgröße für das Modell.

2.3.2 Klassifizierung der Flexibilitätstypen

Diese Arbeitsdefinition für Flexibilität ist noch zu allgemein und reicht nicht zu deren Operationalisierung aus. Die verschiedenen Ansätze zur Klassifizierung der Flexibilitätstypen konkretisieren die Flexibilität und eignen sich daher als Grundlage für die Operationalisierung der Produktionsstrategie, zur Formulierung von Gestaltungsrichtlinien und zur Messung der Flexibilität.

Die Betrachtung der Flexibilität im Unternehmenskontext erklärt ihre häufig vorzufindende horizontale bzw. vertikale Klassifizierung, welche der Aktions- und Zustandsflexibilität unterzuordnen sind. Während die horizontale Klassifizierung zwischen dem Unternehmen und seiner Umwelt unterscheidet, betrachtet die vertikale Klassifizierung die hierarchischen Beziehungen innerhalb des Unternehmens.

Das Produktionssystem als Subsystem des Unternehmens lässt sich ebenfalls von seiner Umwelt abgrenzen und weist gleichermaßen Hierarchien auf. Beide Sichtweisen der Klassifizierung lassen sich damit auf das Produktionssystem übertragen und werden als mögliche Grundlage für die spätere Modellbildung vorgestellt.

2.3.2.1 Horizontale Klassifizierung

Der horizontalen Klassifizierung liegt der Gedanke zugrunde, dass die Flexibilität eines Produktionssystems stets im Kontext mit den Veränderungen seiner

¹⁶⁶ Vgl. Cisek; Habicht; Neise (2002), S. 441.

¹⁶⁷ Westkämper (2009b), S. 47.

Umwelt zu betrachten ist.¹⁶⁸ Aus dieser Sichtweise leitet sich die Unterscheidung zwischen externer und interner Flexibilität ab.

Externe Flexibilität beschreibt die Fähigkeit eines Systems, auf Veränderungen der Umwelt reagieren zu können, und geht von den Veränderungen der äußeren Rahmenbedingungen durch Kunden, Lieferanten oder Wettbewerber aus.¹⁶⁹ Sie gilt besonders dann als Wettbewerbsvorteil, wenn die durch das System initiierte Veränderung eine Anpassung an die Umweltbedingungen vorwegnimmt.¹⁷⁰

Die interne Flexibilität dagegen beschreibt die Fähigkeit eines Systems, bei gleich bleibenden Umweltbedingungen auf Veränderungen und Abweichungen vom Soll-Zustand innerhalb der Planungskorridore reagieren zu können.¹⁷¹

HYUN und AHN (1992) sowie BARAD und SIPPER (1988) unterscheiden zwischen folgenden externen und internen Flexibilitätsarten (vgl. Abb. 13).

Externe Flexibilitätsarten	Definition
Expansionsflexibilität („expansion flexibility“)	Fähigkeit des Systems, Kapazitäten zu steigern oder das Produktprogramm zu verändern. Anpassungen können auch durch die Veränderung des Layouts mit zusätzlichen Kapazitäten entstehen.
Produktflexibilität („product flexibility“)	Fähigkeit des Systems, mit komplexen Sonderaufträgen umzugehen. Hierzu gehört neben den schnellen Wechseln zwischen Produkten auch die schnelle Einführung neuer Produkte.
Volumenflexibilität „volume flexibility“)	Fähigkeit des Systems, kurzfristige Aufträge in sehr kurzer Zeit wirtschaftlich erfolgreich abzuwickeln, und bei möglichen Volumenschwankungen profitabel zu arbeiten.
Interne Flexibilitätsarten	Definition
Produktprogrammflexibilität („program flexibility“)	Fähigkeit des Systems, mit ungeplanten Störungen durch Maschinenausfälle, Qualitätsprobleme, Materialfehler etc. umzugehen.
Prozessflexibilität („process flexibility“)	Fähigkeit, mit den gegebenen Fertigungsprozessen eine große Spanne an Spezifikationen abzudecken. Dies umfasst auch das Rüsten.

Abb. 13: Klassifizierung nach externen und internen Flexibilitätsarten¹⁷²

¹⁶⁸ Vgl. Barad; Sipper (1988), S. 237.

¹⁶⁹ Vgl. Buzacott (1982), S. 14.

¹⁷⁰ Vgl. Upton (1994), S. 75.

¹⁷¹ Vgl. Buzacott (1982), S. 14.

¹⁷² Eigene Darstellung in Anlehnung an Hyun; Ahn (1992), S. 254f., Barad; Sipper (1988), S. 237.

Anhand der aufgeführten horizontalen Flexibilitätsarten wird deutlich, dass die externen und internen Flexibilitätsarten nicht unabhängig voneinander sind, sondern sich vielmehr gegenseitig bedingen. Eine isolierte Betrachtung der einzelnen Flexibilitätsarten ist daher nicht möglich.

2.3.2.2 Vertikale Klassifizierung

Die vertikale Klassifizierung, auch hierarchische Klassifizierung genannt, sieht in Anlehnung an BROWNE ET AL. (1984), GUPTA und GOYAL (1989) sowie SETHI und SETHI (1990) folgende Flexibilitätstypen vor (vgl. Abb. 14).

Cluster	Flexibilitätsart	Definition
Basisflexibilität	Maschinenflexibilität („machine flexibility“)	Operationen, die eine Maschine ohne größeren Änderungsaufwand ausführen kann.
	Materialhandlingflexibilität („material handling flexibility“)	Fähigkeit des Materialhandlingsystems, verschiedene Produkttypen genau zu positionieren und damit die Bearbeitung des Produktes in der Maschineneinrichtung zu ermöglichen.
	Bearbeitungsflexibilität („operation flexibility“)	Alternative Bearbeitungsmöglichkeiten eines Bauteils. Dies sind beispielsweise geänderte Arbeitsfolgen oder andere mögliche Arbeitsschritte. Die Bearbeitungsflexibilität ist damit eine Eigenschaft des Bauteils.
Systemflexibilität	Prozessflexibilität („process flexibility“)	Fähigkeit des Produktionssystems, das bestehende Produktprogramm ohne größeres Rüsten herzustellen.
	Produktflexibilität („product flexibility“)	Fähigkeit, neue Produkttypen dem Produktprogramm hinzuzufügen oder zu ersetzen.
	Routenflexibilität („routing flexibility“)	Fähigkeit eines Produktionssystems, ein Produkt über verschiedene, mögliche Routen durch das System herzustellen. ¹⁷³ Die alternativen Routen können dabei andere Maschinen, Operationen oder Reihenfolgen beinhalten.
	Volumenflexibilität („volume flexibility“) ¹⁷⁴	Fähigkeit, auf verschiedenen Stückzahl-niveaus innerhalb der geplanten Planungskorridore wirtschaftlich zu arbeiten. Die Volumenflexibilität orientiert sich hierbei an der unteren Stückzahl-grenze.
	Expansionsflexibilität („expansion flexibility“)	Fähigkeit zur (modularen) Kapazitätserweiterung. Sie orientiert sich im Gegensatz zur Volumenflexibilität an der oberen Stückzahl-grenze.
Über-greifende Flexibilität	Produktprogrammflexibilität („program flexibility“)	Fähigkeit des Produktionssystems, das Produktprogramm langfristigen Änderungen anzupassen.
	Produktionsflexibilität („production flexibility“)	Entspricht dem potenziellen Produktprogramm, das mit dem Fertigungssystem ohne größere Investitionen in Maschinen produziert werden kann.
	Marktflexibilität („market flexibility“)	Fähigkeit eines Produktionssystems, sich leicht den sich ändernden Marktbedingungen anzupassen. Sie ist von der Produktions- und Produktprogrammflexibilität abhängig.

Abb. 14: Vertikale Klassifizierung der Flexibilitätsarten

¹⁷³ Vgl. Gerwin (1982), S. 114.

¹⁷⁴ Vgl. ebenda.

Die einzelnen Flexibilitätsarten lassen sich, bezogen auf die Unternehmensebenen, hierarchisch bündeln.¹⁷⁵ So schlagen SETHI und SETHI (1990) eine Zusammenfassung der Flexibilitätsarten zu Basisflexibilitäts-, Systemflexibilitäts- und übergreifenden Flexibilitätsclustern vor, um die hierarchischen Unternehmensebenen deutlicher voneinander abzugrenzen.¹⁷⁶

HYUN und AHN (1992) empfehlen dagegen eine Unterteilung der Gesamtsystemflexibilität in funktionale und Komponentencluster.¹⁷⁷

Ähnlich wie bei der horizontalen bestehen bei der vertikalen Klassifizierung Abhängigkeiten zwischen den Flexibilitätsarten, sie sind daher nicht getrennt voneinander zu betrachten.

Für die spätere Integration der Flexibilität in das Modell zur Schätzung des Wertbeitrags bedarf es einer konkreten Auswahl an Flexibilitätsarten, welche die material- und informationsflussbezogene Sichtweise des Wertstroms sowie die Operationalisierung der wertorientierten Unternehmensführung gleichermaßen zulassen. Die Systemflexibilität der vertikalen Klassifizierung mit den fünf Flexibilitätsarten Prozess-, Produkt-, Routen-, Volumen- und Expansionsflexibilität, welche bis auf die im vorherigen Abschnitt erläuterte Routen- bzw. Produktprogrammflexibilität der horizontalen Klassifizierung mit den fünf Systemflexibilitätsarten identisch sind, bildet aufgrund ihrer horizontalen Vereinbarkeit mit dem produktions- und logistiklastigen Fokus auf den Wertstrom und ihrer hierarchischen Einordnung zwischen der Basisflexibilität und der übergreifenden Flexibilität die Grundlage für die spätere Modellbildung. Gegen die Einbindung der Basisflexibilitätsarten sprechen der zu detaillierte technische sowie der vertriebliche Schwerpunkt.

2.3.2.3 Sonstige Klassifizierungen

Neben der horizontalen und vertikalen Klassifizierung der Flexibilität gibt es zahlreiche Alternativen. Häufig handelt es sich hierbei um die Zusammenfassung mehrerer Flexibilitätstypen oder auch um Kombinationen verschiedener

¹⁷⁵ Vgl. Gupta (1993), S. 2949, Slack (1997), S. 56, Gerwin (2005), S. 1172.

¹⁷⁶ Vgl. Sethi; Sethi (1990), S. 297.

¹⁷⁷ Vgl. Hyun; Ahn (1992), S. 252f.

Klassifizierungskriterien. Auf zwei häufig in der Literatur genannte Klassifizierungen wird der Vollständigkeit halber eingegangen.

Ausgangspunkt der Klassifizierung nach SLACK (1987) ist das von ihm erkannte Defizit, dass sich trotz zahlreicher theoretischer Ansätze zur Klassifizierung der Flexibilität für die Praxis kein einheitliches Verständnis durchgesetzt hat.¹⁷⁸ Auf Grundlage der theoretischen Ansätze identifiziert SLACK (1987) über eine empirische Befragung vier Flexibilitätstypen, mit Hilfe derer sich nach Einschätzung der Befragten die Flexibilität eines Systems beschreiben lässt (vgl. Abb. 15).

Flexibilitätsart	Definition
Produktflexibilität („product flexibility“)	Fähigkeit, neue Produkte einzuführen oder bestehende Produkte zu modifizieren.
Mixflexibilität („mix flexibility“)	Fähigkeit, innerhalb einer gegebenen Zeit Produktspektren anzupassen.
Volumenflexibilität („volume flexibility“)	Fähigkeit, die Produktionsmenge zu variieren.
Lieferflexibilität („delivery flexibility“)	Fähigkeit, auf ungeplante Änderungen der Lieferzeiten zu reagieren.

Abb. 15: Flexibilitätstypen nach SLACK¹⁷⁹

HYUN und AHN (1992) unterscheiden in ihrer Klassifizierung in zeitlicher Hinsicht zwischen langfristiger (strategischer), mittelfristiger (taktischer) und kurzfristiger (operativer) Flexibilität (vgl. Abb. 16).

Flexibilitätsart	Definition
Langfristige Flexibilität	Fähigkeit, sich den sich ändernden Marktbedingungen anzupassen und sich strategisch mittels neuer Produkte und Anpassungen der Basisprodukte neu zu positionieren. Die Veränderungen der Umwelt sind dabei unbekannt.
Mittelfristige Flexibilität	Fähigkeit des Systems, auf die Veränderungen innerhalb bekannter bzw. geplanter Korridore zu reagieren.
Kurzfristige Flexibilität	Fähigkeit des Systems, Prozesse auf Werkstattebene zeitnah anzupassen. Die Prozesse umfassen sowohl technische als auch logistische Prozesse.

Abb. 16: Zeitliche Klassifizierung der Flexibilität¹⁸⁰

¹⁷⁸ Vgl. Slack (1987), S. 1190.

¹⁷⁹ Eigene Darstellung in Anlehnung an ebenda, S. 1193.

¹⁸⁰ Eigene Darstellung in Anlehnung an Hyun; Ahn (1992), S. 256, Gupta; Buzacott (1989), S. 94.

Die Beschreibung der einzelnen Klassifizierungen verdeutlicht, dass häufig die gleichen Flexibilitätsarten auftauchen, jedoch dem konkreten Anwendungsfall entsprechend unterschiedliche Klassifizierungskriterien zugeordnet werden.

2.3.3 Messung der Flexibilität

Die Schätzung des Beitrags des Wertstromdesigns zum Unternehmenswert unter Beachtung der Flexibilität des Produktionssystems erfordert das Verständnis des Wirkzusammenhangs zwischen dem Wertstromdesign und der Flexibilität. Erst dann lassen sich Gestaltungsempfehlungen für das wertorientierte Wertstromdesign ableiten.

Einen wichtigen Ausgangspunkt zur Operationalisierung und Beschreibung der Wirkzusammenhänge bildet die Messung der Flexibilität, welche in den Dimensionen Kosten oder Zeit erfolgt. Bei der Vorstellung der Ansätze wird die gesonderte Rolle und das besondere Verhältnis der Flexibilität gegenüber den anderen Erfolgsfaktoren deutlich: Sie ist als Voraussetzung für die Realisierung der Erfolgsfaktoren Kosten, Zeit und Qualität¹⁸¹ zu verstehen.

Die Vielfalt an Definitionen für Flexibilität lässt erahnen, dass in Bezug auf deren Messbarkeit ebenfalls keine Übereinkunft vorliegt.¹⁸² Im Folgenden werden drei schlüssige Ansätze vorgestellt.

2.3.3.1 Zeit als Maß für die Flexibilität

Ausgehend von der Bandbreiten- und insbesondere der Reaktionsflexibilität nach SLACK (1983), aber auch hervorgehend aus der Erkenntnis, dass sich Flexibilität aufgrund ihrer Komplexität und Mehrdimensionalität nicht in einer einzigen Kennzahl messen lässt¹⁸³, schlagen verschiedene Autoren vor, die Flexibilität über die Zeit bzw. den Zeitverlust zu messen, welche das System für den Zustandswechsel benötigt bzw. verzeichnet.¹⁸⁴ Hierzu gehören insbesondere sowohl die Dauern, welche für den Wechsel zwischen den Zuständen (z. B. den Rüstvorgang) anfallen, als auch die Verfügbarkeiten, welche sich durch den

¹⁸¹ Vgl. Abschnitt 4.1.1.3.

¹⁸² Vgl. Sethi; Sethi (1990), S. 289, De Toni; Tonchia (1998), S. 1587.

¹⁸³ Vgl. Barad; Sipper (1988), S. 241.

¹⁸⁴ Vgl. ebenda, Gupta; Goyal (1989), Upton (1995), Masuyama (1995).

Wechsel reduzieren (z. B. OEE).¹⁸⁵ Für eine genaue Zuordnung zum jeweiligen Flexibilitätstyp ist die Unterscheidung nach internen und externen Ursachen für die Veränderung hilfreich.¹⁸⁶

Die Betrachtung der Messbarkeit beschränkt sich dabei auf die Basis- und Systemflexibilität gemäß der vertikalen Klassifizierung.¹⁸⁷ Als Beispiele seien die Rüstzeit und die Durchlaufzeit genannt. Die Zeit als Maß für die operationelle Flexibilität eignet sich, um Verbesserungen quantitativ zu erfassen und zu bewerten, und lässt auch den Vergleich der Flexibilität verschiedener Systeme zu.¹⁸⁸

An den genannten Beispielen zeigt sich bereits, dass eine klare Abgrenzung zwischen der Flexibilität des Produktionssystems und dem Wertstromdesign nicht möglich ist, sondern sich beide vielmehr methodisch ergänzen.

Die Zeit bildet somit ein wichtiges gemeinsames Maß sowohl für die Flexibilität als auch für das Wertstromdesign, welches den Material- und Informationsfluss unter dem Aspekt der (Durchlauf-)Zeit zu optimieren versucht.¹⁸⁹ Sie wird daher in der späteren Modellbildung zur sachlogischen Verknüpfung der beiden Konzeptelemente Flexibilität und Wertstromdesign herangezogen.

Im Hinblick auf die modelltheoretische Verknüpfung wird die wertorientierte Unternehmensführung als dritte Säule des theoretischen Bezugsrahmens vorgestellt und auf weitere Gemeinsamkeiten überprüft.

2.3.3.2 Kosten als Maß für die Flexibilität

Einen Ansatz zur wirtschaftlichen Bewertung von Flexibilität entwickeln SON und PARK (1989). Mit dem Ziel, eine gemeinsame Kennzahl für Produktivität, Qualität und Flexibilität zu erarbeiten, werden verschiedene Flexibilitätstypen zu einer Flexibilitätskennzahl zusammengefasst. Hierbei werden nur die Maschinen-, Produkt-, Prozess- und Nachfrageflexibilität betrachtet.¹⁹⁰ Der Ansatz

¹⁸⁵ Vgl. Boyer; Leong (1996), S. 495.

¹⁸⁶ Vgl. Gupta; Buzacott (1989), S. 91.

¹⁸⁷ Vgl. Barad; Sipper (1988), S. 241, Abschnitt 2.3.2.2.

¹⁸⁸ Vgl. ebenda.

¹⁸⁹ Vgl. Abschnitt 2.2.2.3.

¹⁹⁰ Vgl. Son; Park (1987), S. 197f.

stellt den Output in Relation zu den Kosten und definiert auf diese Weise die einzelnen Flexibilitätstypen (vgl. Abb. 17).

Flexibilitätsart	Definition
Maschinenflexibilitat („machine flexibility“)	Fähigkeit, Produktvarianten und neue Produkte zu produzieren, gemessen an den Leerkosten. Bei den Leerkosten handelt es sich um Opportunitätskosten für die Verfügbarkeit der Maschinen, welche für die Produktion bestehender Varianten bzw. neuer Produkte zur Verfügung ständen. Ihnen liegen die Leerzeiten der Maschinen zugrunde.
Produktflexibilität („product flexibility“)	Fähigkeit eines Fertigungssystems, sich marktbedingten Änderungen des Produktmixes kurzfristig anzupassen. Kürzere Produktlebenszyklen und das breitere Produktprogramme stellen die Produktion in kleineren Losgrößen und damit das Rüsten in den Mittelpunkt der Produktflexibilität.
Prozessflexibilität („process flexibility“)	Fähigkeit, auf kurzfristige Abweichungen und Störungen zu reagieren. Demnach lässt sich die Prozessflexibilität durch die Wartekosten für den Umlaufbestand messen.
Nachfrageflexibilität („demand flexibility“)	Fähigkeit, auf die schwankende Nachfrage der externen und internen Kunden reagieren zu können. Die Volatilität der Nachfrage führt in der Regel zu Lagerbeständen, aber auch zu Fehlbestanden. Beide Kosten, sowohl die Lagerkosten als auch die Fehlkosten, eignen sich zur Messung der Nachfrageflexibilität.

Abb. 17: Flexibilitätsarten als Grundlage für die Kostenabschatzung¹⁹¹

Auffällig beim Kostenansatz nach SON und PARK sind die hier zugrunde gelegten Opportunitätskosten, welche prozessual auf Zeitgrößen wie beispielsweise den Leerzeiten der Maschinen und den Wartezeiten für den Umlaufbestand beruhen. In einigen Fällen sind Kosten und Zeit als Messgrößen voneinander ableitbar.

Mit diesem Ansatz lassen sich die einzelnen Flexibilitätstypen bzw. deren Kosten zu einer Gesamtflexibilitatskennzahl bzw. zu den Gesamtkosten zusammenführen.¹⁹²

Während die Zeit dem späteren Modell als gemeinsames Maß zur sachlogischen Verknüpfung der Flexibilität und des Wertstromdesigns zugrunde gelegt werden soll, bieten sich zur Verbindung der Flexibilität mit der wertorientierten Unternehmensführung die Kosten als gemeinsames Maß an. Die genauen Zusammenhänge gilt es bei der Modellbildung im dritten Kapitel zu prüfen.

¹⁹¹ Eigene Darstellung in Anlehnung an Son; Park (1987), S. 197f.

¹⁹² Vgl. ebenda, S. 198.

Beide Dimensionen, Zeit und Kosten, werden daher bei der Zusammenführung der drei Säulen des theoretischen Bezugsrahmens im Modell zur Schätzung des Wertbeitrags aufgegriffen.

2.3.3.3 Wahrscheinlichkeit als Maß für die Flexibilität

Einen auf Wahrscheinlichkeiten aufbauenden Ansatz wählen STOCKTON und BATEMAN (1995). Ausgehend von der Wahrscheinlichkeit, dass die Maße eines zu bearbeitenden Teils außerhalb der bearbeitbaren Maße der Maschine sind, wird ein hierarchisches Wahrscheinlichkeitskonstrukt aufgebaut. Demnach leitet sich aus den Wahrscheinlichkeiten für die Bauteilmaße („size flexibility“) die Wahrscheinlichkeit für die Bearbeitbarkeit der Bauteilgeometrie („shape flexibility“) ab.

Hinzu kommen weitere Einflussgrößen wie

- das Material („material flexibility“),
- die Maschine („machine flexibility“),
- der Prozess („process flexibility“),
- die Route („routing flexibility“),
- das Produktprogramm („product range“).

Alle Wahrscheinlichkeiten werden sinngemäß kombiniert und auf diese Weise wird die Flexibilität des Systems als Gesamtwahrscheinlichkeit ausgedrückt.¹⁹³

2.3.4 Zusammenfassung

Die Flexibilität des Produktionssystems bildet die zweite Säule des theoretischen Bezugsrahmens. Die der Arbeit zugrunde gelegte Unterscheidung zwischen Aktions- und Zustandsflexibilität weist ähnliche Eigenschaften wie das Wertstromdesign auf. Das Flexibilitätsverständnis bezieht sich auf Handlungsmöglichkeiten des Wertstromdesigns, innerhalb der Planungskorridore auf Umfeldveränderungen reagieren (Aktionsflexibilität) und den Zustand gegenüber den Veränderungen stabil halten (Zustandsflexibilität) zu können.

Als modellrelevante Konkretisierung der Flexibilität werden die fünf Systemflexibilitätsarten (Prozess-, Produkt-, Routen-, Volumen- und Expansionsflexibilität)

¹⁹³ Vgl. Stockton; Bateman (1995), S. 30.

aus der vertikalen Klassifizierung als Abbild der hierarchischen Unternehmensebenen herangezogen.¹⁹⁴ Sie eignen sich mit ihrem Produktions- und Logistik-Schwerpunkt zur Beschreibung der Flexibilität des Wertstromdesigns als interne Eigenschaft des Produktionssystems.

Mit der Zeit und den Kosten als Größen zur Messung der Flexibilität sind die Möglichkeiten der Integration von Flexibilitätsaspekten in das Modell zur Schätzung des Wertbeitrags gegeben.

Als Instrument der wertorientierten Unternehmensführung gilt es den Beitrag des Wertstromdesigns unter Beachtung der Flexibilität des Produktionssystems einzuschätzen. Hierzu bedarf es der Einordnung der Wirkzusammenhänge in den Kontext der wertorientierten Unternehmensführung. Etablierte Kennzahlenkonzepte und Ansätze der Operationalisierung sollen im folgenden Abschnitt als dritte und letzte Säule des theoretischen Bezugsrahmens die Integration der beiden ersten Säulen in das Modell ermöglichen.

2.4 Wertorientierte Unternehmensführung

Als dritte und letzte Säule des theoretischen Bezugsrahmens gilt es, die Grundlagen für das Modell zu schaffen, welches eine Schätzung des Wertbeitrags unter Beachtung der Wirkzusammenhänge zwischen der wertorientierten Unternehmensführung, dem Wertstromdesign und der Flexibilität zulässt. Hierzu bedarf es zunächst einer einheitlichen Arbeitsdefinition für die wertorientierte Unternehmensführung, welche aus der Gegenüberstellung von Shareholder-Value- und Stakeholder-Konzept abgeleitet wird.

Im Rahmen der Modellbildung zur Schätzung des Wertbeitrags interessieren besonders die Möglichkeiten der Quantifizierung der wertorientierten Unternehmensführung zwecks Ableitung von messbaren Kenngrößen als Entscheidungshilfe. Sie erlauben die Internalisierung der Erwartungen der Shareholder und die Ausrichtung der Einzelprozesse, weswegen den wertorientierten Kennzahlenkonzepten zur Beschreibung und Integration der Wirkzusammenhänge zwischen dem Wertstromdesign und der Flexibilität zur Schätzung des Wertbeitrags besondere Aufmerksamkeit zukommt.

¹⁹⁴ Vgl. Abschnitt 2.3.2.2.

2.4.1 Begriffliche Abgrenzung und Definition

Für die modellbasierte Zusammenführung der drei Säulen des theoretischen Bezugsrahmens bedarf es eindeutiger Sach- und Formalziele, welche sich aus dem Grundverständnis der wertorientierten Unternehmensführung ableiten. Die der vorliegenden Arbeit zugrunde gelegte Definition leitet sich aus der Gegenüberstellung des Shareholder-Value- und Stakeholder-Ansatzes ab.

2.4.1.1 Shareholder-Value-Ansatz

Während sich die Unternehmensführung nach dem Stakeholder-Ansatz an den Interessen verschiedener Anspruchsgruppen orientiert, fokussiert sich die Unternehmensführung nach dem Shareholder-Value-Ansatz ausschließlich auf die Interessen der Kapitalgeber.¹⁹⁵ Der Shareholder-Value ist der Wert eines Unternehmens für die Anteilseigner und wird auch als Marktwert des Eigenkapitals bezeichnet.¹⁹⁶

Durch die Einnahme der Sicht der Kapitalanleger geraten in RAPPAPORTS Ausführungen insbesondere der Gewinn und die daraus abgeleiteten traditionellen, bilanzgewinnorientierten Kennzahlen als ungeeignete Größe zur Messung der Steigerung des Unternehmenswertes in die Kritik (vgl. Abb. 18).

Nachteile traditioneller, bilanzgewinnorientierter Kennzahlen
<ul style="list-style-type: none">• Manipulationsmöglichkeiten durch rein bilanzpolitische Eingriffe,• Vergangenheits- statt Zukunftsorientierung,• eine damit verbundene fehlende Berücksichtigung des Zeitwertes des Geldes („Zeitpräferenz“), des Risikos des Investments sowie der Inflation und• fehlende Berücksichtigung von Investitionserfordernissen sowie• ein fehlender Zusammenhang zwischen den „traditionellen“ Kennzahlen und der Entwicklung des Marktwertes des Eigenkapitals (Unternehmenswert, Börsenkurs)¹⁹⁷

Abb. 18: Nachteile traditioneller, bilanzgewinnorientierter Kennzahlen¹⁹⁸

¹⁹⁵ Vgl. Hachmeister (1999), S. 8.

¹⁹⁶ Vgl. Küting; Weber (2012), S. 422.

¹⁹⁷ Vgl. Rappaport (1999), S. 16, Bea; Schweitzer (2011), S. 321, Horster; Knauer (2012), S. 119.

¹⁹⁸ Eigene Darstellung in Anlehnung an Rappaport (1999), S. 16.

Im Mittelpunkt der Kritik am Shareholder-Value-Ansatz stehen die Unterstellung einer theoretisch angenommenen Langfristorientierung der Unternehmensführung und der in der Praxis kurzfristig orientierten Interessen der Anteilseigner.¹⁹⁹ Die Kluft zwischen den theoretischen Annahmen und der Praxis berge auf Dauer die Gefahr einer langfristigen Aushöhlung der Unternehmenssubstanz.²⁰⁰ Zudem würden berechnete Bedürfnisse der Anspruchsgruppen nicht berücksichtigt werden.²⁰¹

Dieser Meinung wird entgegengehalten, dass das Spekulieren nicht für die Mehrheit der Aktionäre gelte und sich die Unternehmen zudem aus Gründen der Selbsterhaltung den langfristig orientierten Aktionären widmen würden.²⁰² Vielmehr verhindere der Shareholder-Value-Ansatz Fehlentscheidungen durch kurzfristiges Denken, dessen Risiken nicht durch die traditionellen bilanzgewinnorientierten Kennzahlen abgebildet werden können.²⁰³

2.4.1.2 Stakeholder-Ansatz

Der Wettbewerb um neue Finanzierungsquellen verlangt eine starke Orientierung an den Vorstellungen der Kapitalgeber, jedoch wird neben dem dominierenden Gewinnstreben privatwirtschaftlicher Unternehmungen die Forderung nach sozialer und ökologischer Verantwortung lauter.²⁰⁴ Dies gilt besonders für Großunternehmen, die als Verursacher von Fehlentwicklungen und Problemen zahlreiche Auflagen erhalten, die sowohl die Organisation als auch das Verhalten gegenüber der Gesellschaft betreffen. Daher sind in den unternehmungspolitischen Zielen die Interessen der Anspruchsgruppen („Stakeholder“) einzubinden.²⁰⁵

Unter einer Anspruchsgruppe wird die betroffene Unternehmensumwelt im weitesten Sinne verstanden. Sie umfasst im Kern die Mitarbeiter, Kunden und

¹⁹⁹ Vgl. Bleicher (1999), S. 260.

²⁰⁰ Vgl. ebenda.

²⁰¹ Vgl. Bühner; Tuschke (1999), S. 8.

²⁰² Vgl. ebenda, S. 9.

²⁰³ Vgl. Bea; Haas (2009), S. 88.

²⁰⁴ Vgl. Staehle (1999), S. 616.

²⁰⁵ Vgl. Abschnitt 2.4.1.1.

Lieferanten sowie Kapitalgeber, Staat und Öffentlichkeit.²⁰⁶ Die Berücksichtigung der Unternehmensumwelt führt zu einem Unternehmensverständnis, welches über die reine Erzielung von Gewinnen für die Kapitalgeber („Shareholder“) hinausgeht.²⁰⁷ In einer ganzheitlich gedachten Managementkonzeption gilt es daher die vielfältigen Interessen im Außenverhältnis zu beachten.²⁰⁸

Unternehmensführung ist daher stets in einem bestimmten Kontext bzw. einer bestimmten Umwelt zu verstehen.²⁰⁹ Werden die Interessen der Anspruchsgruppen langfristig nicht erfüllt, so wenden sie sich mit der Suche nach Alternativen vom Unternehmen ab.²¹⁰ Solch eine Abkehr wichtiger Anspruchsgruppen kann Probleme und Zusammenbrüche zur Folge haben.²¹¹ Die umfassende Auseinandersetzung mit den Interessen der Anspruchsgruppen sowie das Schaffen von Klarheit über die gesellschaftliche Rolle des Unternehmens sind daher Kernaufgaben der Unternehmensführung.²¹²

Unternehmensführung ist die Leitung²¹³ und Gestaltung²¹⁴ von Unternehmen als einem bestimmten Typus soziotechnischer Systeme. Die sachbezogene Dimension der Unternehmensführung befasst sich mit der Bewältigung der Aufgaben, die sich aus den Unternehmenszielen ableiten, während die personenbezogene Dimension den richtigen Umgang mit allen Menschen, deren Zusammenarbeit zur Aufgabenerfüllung erforderlich ist, im Blick hat.²¹⁵

2.4.1.3 Arbeitsdefinition

Eine „monistische“ Ausrichtung an ökonomischen Zielen wie beim Shareholder-Value-Ansatz birgt die Gefahr, dass sich theoretische Annahmen und Realität nicht decken. Die „pluralistische“, gesellschaftsorientierte Ausrichtung der Ziele

²⁰⁶ Vgl. Freeman (2010), S. 24.

²⁰⁷ Vgl. Bea; Haas (2009), S. 113.

²⁰⁸ Vgl. Freeman (2010), S. 3ff.

²⁰⁹ Vgl. Schreyögg; Koch (2007), S. 34.

²¹⁰ Vgl. Müller-Stewens; Lechner (2011), S. 155.

²¹¹ Vgl. ebenda.

²¹² Vgl. Müller-Stewens; Lechner (2011), S. 155, Fluri; Ulrich (1995), S. 13.

²¹³ Vgl. Fluri; Ulrich (1995), S. 13.

²¹⁴ Vgl. Bea; Schweitzer (2011), S. 23.

²¹⁵ Vgl. Fluri; Ulrich (1995), S. 13.

bringt dagegen das Problem der Zielgewichtung mit sich.²¹⁶ Es gilt daher, die Maximierung der Wertschaffung statt auf eine einzige auf die relevanten Anspruchsgruppen zu beziehen.²¹⁷

Der bestmögliche Nutzen für die Anspruchsgruppen wird durch eine langfristige Steigerung des Kapitalwertes erreicht.²¹⁸ Dieses Streben dient nach HAHN (2006) den Interessen aller betroffenen Anspruchsgruppen, hauptsächlich jedoch den langfristig orientierten Kapitalgebern.²¹⁹

Das Wertstromdesign richtet dagegen die Material- und Informationsflüsse ausschließlich am Kunden aus.²²⁰ Damit sind im Rahmen der Untersuchungsfrage, welchen Beitrag das Wertstromdesign zum Unternehmenswert unter Beachtung der Flexibilität des Produktionssystems leistet, neben den Kapitalgebern die Kunden als weitere Anspruchsgruppe einzubeziehen. Weitere Anspruchsgruppen, die sich den Interessen der Kapitalgeber und den Kunden unterordnen, werden im Folgenden der Vereinfachung halber nicht betrachtet.

Der vorliegenden Untersuchung wird der Stakeholder-Ansatz zugrunde gelegt, bei dem gleichermaßen die Steigerung des Unternehmenswertes und damit die Fokussierung auf die Kapitalgeber und die Orientierung am Kunden im Mittelpunkt stehen.²²¹ Das Verständnis von wertorientierter Unternehmensführung gründet auf der Shareholder-Value-Orientierung, die das Streben nach einer langfristigen Maximierung des Marktwerts des Eigenkapitals als zentrale Zielsetzung sieht, welche sich durch die kurz-, mittel- und langfristige Ausrichtung des Wertstroms am Kundeninteresse sicherstellen lässt.²²²

2.4.2 Wertorientierte Kennzahlenkonzepte

Die Bestimmung des Unternehmenswertes mit den folgenden Cashflow-basierten, wertorientierten Kennzahlenkonzepten sowie die Identifizierung von An-

²¹⁶ Vgl. Bleicher (1999), S. 164.

²¹⁷ Vgl. Müller-Stewens; Lechner (2011), S. 158.

²¹⁸ Vgl. Hahn (2006), S. 6.

²¹⁹ Vgl. ebenda, S. 6ff., Rappaport (1999), S. 8f.

²²⁰ Vgl. Abschnitt 2.2.1.1.

²²¹ Vgl. Hahn (2006), S. 8, Rappaport (1999), S. 9.

²²² Vgl. Lorson (2004), S. 2.

satzpunkten zur gezielten Steigerung des Unternehmenswertes im Interesse der Kapitalgeber bildet eine zentrale Aufgabe der wertorientierten Unternehmensführung.²²³

Die Fokussierung auf die Kennzahlenkonzepte in der vorliegenden Untersuchung ist durch das zu bildende Modell begründet, welches den Wertbeitrag durch das Wertstromdesign zum Unternehmenswert unter der besonderen Beachtung der Flexibilität des Produktionssystems schätzt.

In der Praxis haben sich verschiedene Kennzahlenkonzepte etabliert, welche auf dem Cashflow beruhen. Besonders hervorzuheben sind der Discounted Cash-Flow (DCF), der Shareholder Value Added (SVA), der Cash Flow Return on Investment (CFROI) in Kombination mit dem Cash Value Added (CVA) und dem Economic Value Added (EVA), die im folgenden Abschnitt vorgestellt werden sollen.²²⁴

2.4.2.1 Definition und Verwendung des Cashflows

Als Differenz zwischen den betrieblichen Ein- und Auszahlungen stellt der Cashflow einen direkten Bezug zu dem im Unternehmen erwirtschafteten Geldbetrag her.²²⁵ Anders als beim Jahresüberschuss enthält er nicht die Korrekturen der Ergebnisrechnung um alle zahlungsunwirksamen Aufwendungen und Erträge.²²⁶ So werden beispielsweise die wichtigsten bilanzpolitisch beeinflussbaren und tatsächlich beeinflussten Abschreibungen bzw. Zuschreibungen sowie die Zuführungen bzw. Auflösungen von Rückstellungen anders als beim Jahresüberschuss nicht aus dem Cashflow herausgerechnet. Konzeptionell gesehen, ist der Cashflow somit die „objektivere“ Kennzahl.²²⁷

Der Nutzen des Cashflows liegt nicht nur in einer so möglichen objektiveren Betrachtung der Finanz- und Ertragslage des Unternehmens, sondern auch in

²²³ Vgl. Born (1995), S. 219, Bühner; Tuschke (1999), S. 12.

²²⁴ Vgl. Schäffer; Lewerenz (2011), Bausch; Buske; Hagemeier (2011), Bausch; Hunoldt; Matysiak (2009), Weber; Schäffer (2008), Ballwieser et al. (2003).

²²⁵ Vgl. Bühner; Tuschke (1999), S. 13.

²²⁶ Vgl. Baetge; Kirsch; Thiele (2004), S. 129.

²²⁷ Vgl. Küting; Weber (2012), S. 158f.

seiner Vorteilhaftigkeit bei der Bewertung von geplanten Investitionen.²²⁸ Nach RAPPAPORT bestimmt sich der ökonomische Wert einer Investition durch die prognostizierten Cashflows, welche mittels des Kapitalkostensatzes auf den Beurteilungszeitpunkt hin diskontiert werden.²²⁹ Der ökonomische Wert, der auch Ertrags- bzw. Zukunftserfolgswert genannt wird, verdeutlicht die Zukunftsorientierung des Shareholder-Value-Ansatzes.²³⁰

Als pragmatisches Instrument aus der Finanz- und Wertpapieranalyse entwickelt und bedingt durch die rasche Verbreitung dieser Kennzahl, hat sich keine einheitliche Definition herausgebildet.²³¹ Dem Cashflow liegt demnach kein geschlossenes theoretisches Konzept zugrunde, jedoch lassen sich die für den Shareholder-Value-Ansatz wichtigen Cashflow-Arten benennen (vgl. Abb. 19).²³²

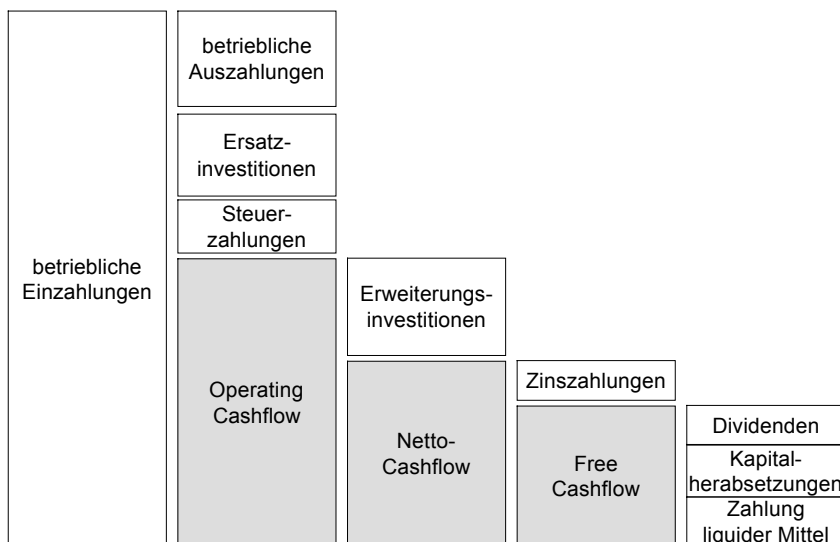


Abb. 19: Herkunft und Verwendung des Cashflows²³³

Der operative Cashflow drückt die Ertragskraft des Unternehmens bzw. des entsprechenden Bereichs unter Beibehaltung seiner bisherigen Leistungsfähig-

²²⁸ Vgl. Küting; Weber (2012), S. 158.

²²⁹ Vgl. Rappaport (1999), S. 39.

²³⁰ Vgl. Born (1995), S. 24.

²³¹ Vgl. Küting; Weber (2012), S. 157.

²³² Vgl. Bühner (1994b), S. 15f., Bühner; Tuschke (1999), S. 13.

²³³ Eigene Darstellung in Anlehnung an Bühner (1994b), S. 15.

keit aus.²³⁴ Er ergibt sich nach Abzug aller Auszahlungen für den betrieblichen Leistungserstellungsprozess, für Ersatzinvestitionen und für auf den Einzahlungsüberschuss bezogene Ertragsteuerzahlungen.

Als Grundlage für die Investitionsplanung im Unternehmen beschreibt der Netto-Cashflow die zukünftige Leistungsfähigkeit des Unternehmens.²³⁵ Rechnerisch ergibt sich der Netto-Cashflow durch Abzug der Zahlungen für das geplante Wachstum vom operativen Cashflow.

Der freie Cashflow ergibt sich nach Abzug der Zinsen für das Fremdkapital vom Netto-Cashflow. Der freie Cashflow steht den Aktionären („Eigentümern“) zur Verfügung und kann neben Dividendenzahlungen zur Bildung liquider Mittel im Unternehmen verwendet werden.²³⁶ Er drückt damit die Innenfinanzierungskraft aus, die der Fähigkeit des Unternehmens entspricht, aus eigenerwirtschafteten Mitteln zu investieren, Schulden zu tilgen und Dividenden zu zahlen, ohne sich an außenstehende Kapitalgeber wenden zu müssen.²³⁷

Während die Eigentümer über den freien Cashflow verfügen dürfen, enthält der Netto-Cashflow die Anteile von Eigen- und Fremdkapitalgebern, weswegen er zur Berechnung des Unternehmenswertes herangezogen wird.²³⁸

2.4.2.2 Discounted Cash-Flow (DCF)

Der Discounted Cash-Flow drückt den Wert eines Unternehmens als Barwert der Dividenden aus.²³⁹ Der Barwert berücksichtigt dabei die in Zukunft generierten und den Kapitalgebern zur Verfügung gestellten Cashflows und spiegelt die zukunftsorientierte Renditeerwartung der Kapitalgeber wider.²⁴⁰

Zwei Ansätze zur Ermittlung des Discounted Cash-Flows lassen sich unterscheiden:

²³⁴ Vgl. Bühner; Tuschke (1999), S. 13.

²³⁵ Vgl. Bühner (1994b), S. 15.

²³⁶ Vgl. ebenda.

²³⁷ Vgl. Baetge; Kirsch; Thiele (2004), S. 273.

²³⁸ Vgl. Bühner (1994b), S. 15f.

²³⁹ Vgl. Küting; Weber (2012), S. 427.

²⁴⁰ Vgl. Weber; Bramsemann; Heineke; Hirsch (2002), S. 21.

Die Eigenkapitalmethode (Equity-Approach) berechnet direkt den Unternehmenswert und stellt damit die den Eigenkapitalgebern zur Verfügung stehenden Cashflows in den Mittelpunkt der Betrachtung.²⁴¹ Man spricht hier auch von der Nettokapitalisierung eines eigenkapitalgeberbezogenen freien Cashflows mit Eigenkapitalkosten.²⁴² Aufgrund des bewussten Ausschlusses der Zahlungen für die Tilgung und Überlassung von Fremdkapital wird die Equity-Methode auch als Flow-to-Equity bezeichnet.²⁴³

In der Praxis wird der Unternehmenswert aus Sicht von Eigen- und Kapitalgebern vorwiegend mit der Gesamtkapitalmethode (Entity-Approach) ermittelt.²⁴⁴ Dabei wird zunächst der Unternehmensgesamtwert als Summe aus dem Marktwert des Eigenkapitals und dem Marktwert des Fremdkapitals berechnet und anschließend werden die Kosten des Fremdkapitals abgezogen (vgl. Gl. 2).²⁴⁵

$$\text{Marktwert Eigenkapital} = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{\text{Free Cash Flow}_t}{(1 + \text{WACC}_t)^t} - \text{Marktwert Fremdkapital}$$

Gl. 2: Gesamtkapitalmethode (Entity-Ansatz)²⁴⁶

Der freie Cashflow stellt die den Kapitalgebern zur Verfügung stehenden Rückflüsse aus der Unternehmenstätigkeit dar, die zur Erfüllung der Ansprüche von Fremd- und Eigenkapitalgebern dienen.²⁴⁷

Der gewichtete Gesamtkapitalkostensatz (Weighted Average Cost of Capital (WACC)) berücksichtigt in Form des arithmetischen Mittels die Verzinsungsansprüche der Eigen- und Fremdkapitalgeber.²⁴⁸ Steuerliche Aspekte werden in diesem Fall nicht berücksichtigt (vgl. Gl. 3):

²⁴¹ Vgl. Weber et al. (2002), S. 22.

²⁴² Vgl. Küting; Weber (2012), S. 436.

²⁴³ Vgl. ebenda.

²⁴⁴ Vgl. Weber et al. (2002), S. 22.

²⁴⁵ Vgl. Küting; Weber (2012), S. 436.

²⁴⁶ Vgl. Weber et al. (2002), S. 22.

²⁴⁷ Vgl. Rappaport (1999), S. 40.

²⁴⁸ Vgl. Weber et al. (2002), S. 22.

$$WACC = r^{EK} \cdot \frac{EK^M}{EK^M + FK^M} + r^{FK} \cdot \frac{FK^M}{EK^M + FK^M}$$

mit

WACC: Weighted Average Cost of Capital

EK^M : Marktwert des Eigenkapitals

FK^M : Marktwert des Fremdkapitals

r^{EK} : Renditeforderung der Eigenkapitalgeber

r^{FK} : Renditeforderung der Fremdkapitalgeber

Gl. 3: Ermittlung der Weighted Average Cost of Capital (WACC)²⁴⁹

Während sich die Renditeforderung der Fremdkapitalgeber aus der bestehenden Fremdkapitalstruktur einfach ermitteln lässt, bedarf es bei der risikoadäquaten Renditeforderung der Eigenkapitalgeber (Capital Asset Pricing Model (CAPM)) der Berücksichtigung eines Risikozuschlags auf die Rendite einer risikolosen Anlage. Der Risikozuschlag ergibt sich aus der Differenz zwischen der erwarteten Rendite des Gesamtmarktes und dem risikolosen Zinssatz, welcher wiederum mit dem so genannten Beta-Faktor multipliziert wird (vgl. Gl. 4):

$$r^{EK} = r^S + (r^M - r^S) \cdot \beta$$

mit

r^{EK} : Renditeforderung der Eigenkapitalgeber

r^S : Rendite der risikolosen Anlage

r^M : Rendite des Marktportfolios

β : Beta-Faktor des Unternehmens

Gl. 4: Ermittlung der Renditeanforderung der Eigenkapitalgeber²⁵⁰

Der Beta-Faktor gibt an, wie stark sich die Rendite einer Anlage bei Schwankungen der Marktrendite verändert.

Weil der eigentliche Unternehmenswert durch dessen Verminderung um den Marktwert des Fremdkapitals ermittelt wird, spricht man auch vereinfacht von der Bruttokapitalisierung eines gesamtkapitalgeberbezogenen Cashflows – also

²⁴⁹ Vgl. Weber et al. (2002), S. 22.

²⁵⁰ Vgl. ebenda.

vor Abzug von Zahlungen für die Tilgung und Überlassung von Fremdkapital – mit gewogenen Gesamtkapitalkosten.²⁵¹

2.4.2.3 Shareholder Value Added (SVA)

Im Mittelpunkt des Shareholder-Value-Ansatzes nach RAPPAPORT steht der ökonomische Gesamtwert eines Unternehmens oder einer Geschäftseinheit, der sich aus dem Wert des Eigen- und Fremdkapitals zusammensetzt (Unternehmenswert = Shareholder-Value + Fremdkapital).²⁵²

Umgekehrt bestimmt sich der Shareholder-Value, der auch als Marktwert des Eigenkapitals bezeichnet wird und das Vermögen der Eigenkapitalgeber widerspiegelt, als Differenz aus dem Unternehmenswert und dem Marktwert des Fremdkapitals (Shareholder-Value = Unternehmenswert – Fremdkapital).²⁵³

Auf der Grundlage des „Entity-Konzepts“²⁵⁴ wird der Unternehmenswert als Summe des Gegenwartswertes der betrieblichen Cashflows während der Prognoseperiode und dem Residualwert, der den Gegenwartswert eines Geschäftes für den Zeitraum nach der Prognoseperiode darstellt, ermittelt (vgl. Gl. 5).²⁵⁵

$$\text{Shareholder-Value} = \sum_{t=1}^n \frac{\text{Cashflow}_t}{(1 + \text{WACC}_t)^t} + \frac{\text{Residualwert}}{(1 + \text{WACC})^n} - \text{Fremdkapital}$$

Gl. 5: Shareholder-Value²⁵⁶

Besonderes Augenmerk gilt dem Residualwert, der in der Regel den größten Teil des Unternehmenswertes ausmacht und daher ganz besonders die nachhaltige Wirkung auf den Unternehmenswert beeinflusst.²⁵⁷

²⁵¹ Vgl. Küting; Weber (2012), S. 436.

²⁵² Vgl. Rappaport (1999), S. 39.

²⁵³ Vgl. Küting; Weber (2012), S. 422, Bühner; Tuschke (1999), S. 11, Bea; Haas (2009), S. 83.

²⁵⁴ Vgl. Abschnitt 2.4.2.2.

²⁵⁵ Vgl. Rappaport (1999), S. 40.

²⁵⁶ Vgl. Bea; Haas (2009), S. 83.

²⁵⁷ Vgl. Bühner (1994b), S. 19f.

Für seine Bestimmung gibt es keine allgemeingültige Formel.²⁵⁸ Vielmehr hängt seine Höhe von Annahmen für die Zukunft und damit der Unternehmensstrategie ab, welche insbesondere die Entscheidungen für Investitionen und Desinvestitionen beeinflusst.²⁵⁹ In der unternehmerischen Praxis wird oftmals auch von der Annahme ausgegangen, dass, unabhängig von der Investitionsstrategie, nach der Planungsperiode weder zusätzlicher Wert geschaffen noch bereits bestehender vernichtet wird.²⁶⁰ Der Restwert bestimmt sich in diesem Falle über die Annuitätenmethoden als Quotient aus dem operativen Cashflow und den Kapitalkosten, was einem konstanten, unendlich erzielbaren Cashflow entspricht.²⁶¹

2.4.2.4 Cash Flow Return on Investment (CFROI) und Cash Value Added (CVA)

Der Cash Flow Return on Investment (CFROI) drückt als Renditekennzahl den Rückfluss an Mitteln während einer Planungsperiode auf eine eingesetzte Kapitalbasis aus und wird als Verhältniszahl des Brutto-Cashflows, abzüglich der ökonomischen Abschreibungen, und der Bruttoinvestitionsbasis berechnet.²⁶²

Die Brutto-Cashflows werden auf Basis des Jahresüberschusses (korrigiert um außerordentliche und aperiodische Posten) ermittelt und bilden eine weitestgehend bewertungsfreie²⁶³ Eingangsgröße.²⁶⁴ Abschreibungen und Zinsaufwendungen werden als nicht-zahlungswirksame Aufwendungen zusätzlich addiert.²⁶⁵ Die Summe der Wiederbeschaffungswerte des Umlauf- und Anlagevermögens abzüglich der nicht-zinstragenden Verbindlichkeiten bildet die Bruttoin-

²⁵⁸ Vgl. Rappaport (1999), S. 49.

²⁵⁹ Vgl. Bühner (1994b), S. 19.

²⁶⁰ Vgl. Bühner; Tuschke (1999), S. 16.

²⁶¹ Vgl. ebenda.

²⁶² Vgl. Bühner (1994b), S. 41.

²⁶³ Vgl. Küting; Weber (2012), S. 469.

²⁶⁴ Vgl. Weber et al. (2002), S. 25.

²⁶⁵ Vgl. ebenda.

vestitionsbasis.²⁶⁶ Das Vermögen wird dabei unter Berücksichtigung der an die Inflation angepassten Anschaffungskosten bewertet.²⁶⁷

Als interner Zinsfuß eines fiktiven Investitionsprofils lässt der CFROI einen Vergleich mit dem Kapitalkostensatz zu und ermöglicht so die Beurteilung der Wertsteigerung bzw. -vernichtung.²⁶⁸ Einen Ansatz, der auf dem Vergleich der Renditekennzahl mit dem Kapitalkostensatz beruht und die Differenz in einen absoluten Betrag der Wertsteigerung überführt, stellt der Cash Value Added (CVA) dar. Die Differenz aus dem CFROI und dem gewichteten Kapitalkostensatz (WACC) wird mit der Bruttoinvestitionsbasis multipliziert (vgl. Gl. 6).

$$\text{Cash Value Added}_t = (\text{CFROI}_t - \text{WACC}_t) \cdot \text{Kapitalbasis}_t$$

mit

t: Jeweils betrachtete Periode

CFROI: Cash Flow Return on Investment der Periode

WACC_i: Weighted Average Cost of Capital

Gl. 6: Cash Value Added (CVA)²⁶⁹

Der Unternehmenswert wird berechnet, indem die zukünftigen CVA mit dem gewichteten Kapitalkostensatz (WACC) diskontiert und summiert werden. Die Bruttoinvestitionsbasis in $t = 0$ ist zu addieren und das Fremdkapital zu subtrahieren (vgl. Gl. 7):

$$\text{EK}^M = \text{IK}_0^{\text{CFROI}} + \sum_{t=1}^{\infty} \frac{\text{CVA}_t}{(1 + \text{WACC}_t)^t} - \text{FK}^M$$

mit

EK^M : Marktwert des Eigenkapitals

FK^M : Marktwert des Fremdkapitals

CVA_t : Cash Value Added der Periode t

$\text{IK}_0^{\text{CFROI}}$: Gesamtkapitalbasis in $t = 0$

t: Jeweils betrachtete Periode

WACC_i: Weighted Average Cost of Capital der Periode t

Gl. 7: Unternehmensbewertung nach der Methode des CVA²⁷⁰

²⁶⁶ Vgl. Bühner (1994b), S. 42f.

²⁶⁷ Vgl. Weber et al. (2002), S. 25, Küting; Weber (2012), S. 469.

²⁶⁸ Vgl. Küting; Weber (2012), S. 468.

²⁶⁹ Vgl. Weber et al. (2002), S. 25f.

²⁷⁰ Vgl. ebenda.

Folgende kritische Punkte am CFROI- und am CVA-Ansatz sind der Vollständigkeit halber an dieser Stelle anzuführen. Die Einschränkung bei der Kennzahlenermittlung nur auf den Jahresabschluss birgt das Risiko der Verzerrung des Ergebnisses durch den Einfluss atypischer Besonderheiten des Betrachtungsjahres.²⁷¹ Die Identität des Eigenkapitalwertes nach der CVA-Methode mit dem nach der DCF-Methode ermittelten Eigenkapitalwert konnte bisher nicht analytisch nachgewiesen werden, sodass der praktische Einsatz des CFROI-/CVA-Ansatzes kritisch zu hinterfragen ist.²⁷² Der CFROI und der CVA sollten stets in Kombination miteinander verwendet werden, da der CFROI zwar im Falle der Kapitalknappheit, jedoch nicht unbedingt bei Kapitalüberfluss als richtige Entscheidungsgrundlage dient.²⁷³

2.4.2.5 Economic Value Added (EVA)

Grundlage des EVA bilden die Überlegungen zum sogenannten Residualgewinn bzw. Übergewinn. Der Residualgewinn als der bereinigte Gewinn nach Steuern, der nach Abzug der Fremd- und Eigenkapitalkosten verbleibt, zeichnet sich gegenüber dem bilanziellen Gewinn dadurch aus, dass nur der Teil des Umsatzes werthaltig ist, der über die Ansprüche der Fremd- und Eigenkapitalgeber hinausgeht.²⁷⁴

Zur Ermittlung des EVA wird die periodenbezogene Differenz zwischen dem Gewinn, der durch das eingesetzte Kapital erwirtschaftet wurde, und den Kapitalkosten als Produkt aus dem betriebsnotwendigem Vermögen und dem Kapitalkostensatz gebildet.²⁷⁵ Die Ermittlung anhand der Absolutwerte erfolgt durch die „Capital-Charge-Formel“ (vgl. Gl. 8).²⁷⁶

²⁷¹ Vgl. Bühner (1994b), S. 44f.

²⁷² Vgl. Weber et al. (2002), S. 26.

²⁷³ Vgl. ebenda, S. 25.

²⁷⁴ Vgl. Baetge; Kirsch; Thiele (2004), S. 462.

²⁷⁵ Vgl. Weber et al. (2002), S. 24.

²⁷⁶ Vgl. Bausch; Buske; Hagemeyer (2011), S. 373.

$$EVA_t = NOPAT_t^{EVA} - (WACC_t \cdot IK_t^{EVA})$$

mit

- EVA_t : Economic Value Added der Periode t
 $NOPAT_t^{EVA}$: Net Operating Profit after Tax der Periode t gemäß EVA-Konzept
 $WACC_t$: Weighted Average Cost of Capital der Periode t
 IK_t^{EVA} : Investiertes Kapital der Periode t gemäß EVA-Konzept
t: Jeweils betrachtete Periode

Gl. 8: Economic Value Added (EVA)²⁷⁷

Durch Umformung des EVA ergibt sich die „Value-Spread-Formel“ (vgl. Gl. 9):

$$EVA = (r - c^*) \cdot \text{Kapital}$$

mit

- r: Interne Rendite der operativen Prozesse als Verhältnis von NOPAT und Kapital
EV: Differenz aus dem operativen Ergebnis und den Kapitalkosten. Die Kapitalkosten ergeben sich durch Multiplikation des eingesetzten Nettobetriebsvermögens mit dem Kapitalkostensatz
NOPAT: Betrieblicher Gewinn nach Abzug der adjustierten Steuern vor Finanzierungskosten (vor allem Zinsen auf Fremdkapital)
Capital: Betriebsnotwendiges Vermögen, welches zur Erwirtschaftung des NOPAT erforderlich ist
 c^* : Gewichteter Kapitalkostensatz des Eigen- und Fremdkapitals zu Marktwerten

Gl. 9: Value-Spread-Formel²⁷⁸

Ein positiver Spread bedeutet, dass Wert geschaffen wurde und die Renditeforderungen der Eigen- und Fremdkapitalgeber übererfüllt sind sowie zusätzlicher Wert für die Eigenkapitalgeber entstand. Bei einem negativen Spread wird dagegen Wert vernichtet.

Zur Ermittlung des NOPAT bedarf es der Korrektur der Jahresabschlussdaten, welche durch die angewandten Rechnungslegungsnormen beeinflusst werden.²⁷⁹ In Bezug auf die über hundert Korrekturen, auch „Conversions“ genannt, herrscht in der Praxis keine einheitliche Meinung.²⁸⁰

²⁷⁷ Vgl. Weber et al. (2002), S. 24.

²⁷⁸ Vgl. Baetge; Kirsch; Thiele (2004), S. 463.

²⁷⁹ Vgl. Küting; Weber (2012), S. 463.

²⁸⁰ Vgl. ebenda.

Stärker als andere wertorientierte Kennzahlenkonzepte hat sich der EVA in den meisten deutschen DAX-Unternehmen etabliert.²⁸¹ Im Gegensatz zum CVA²⁸² lässt sich die Identität des Eigenkapitalwertes ohne analytische Defizite nach der EVA-Methode und der DCF-Methode nachweisen.²⁸³

Neben der praktischen Relevanz sprechen aus modelltheoretischer Sicht die ausführlich beschriebenen Ansätze zur Operationalisierung²⁸⁴ für die Auswahl des EVA als wertorientierte Top-Kennzahl des Modells, weswegen es den Ausgangspunkt der Modellbildung bildet.

Der durch die Sicht des Wertstromdesigns eingebrachte Kunde als zweite Hauptanspruchsgruppe des Modells wird in Anlehnung an die verschiedenen Kennzahlenkonzepte auf den unteren Ebenen der Operationalisierung mit den beschriebenen Wechselwirkungen zum EVA integriert. Die Anforderungen der beiden Anspruchsgruppen gilt es anhand der zu beschreibenden Wechselwirkungen gleichzeitig zu befriedigen.

2.4.3 Operationalisierung der wertorientierten Kennzahlenkonzepte

Die Zusammenführung der wertorientierten Unternehmensführung mit dem Wertstromdesign im Modell zur Schätzung des Wertbeitrags erfordert die durchgängige Konkretisierung des wertorientierten Kennzahlenkonzeptes auf Einzelprozessebene. Durch die Operationalisierung der wertorientierten Unternehmensführung ist die damit einheitliche Ausrichtung aller Unternehmensaktivitäten möglich, trotz der großen Zeitabstände zwischen den Quartals- und Jahresabschlüssen, anlässlich derer der Unternehmenswert aufgrund des hohen Aufwands berechnet wird, und trotz des Bezugs auf das gesamte Unternehmen oder alle Geschäftsbereiche.²⁸⁵

Zwei wesentliche Ansätze zur Operationalisierung der wertorientierten Unternehmensführung und Möglichkeiten zur Verknüpfung mit dem Wertstromdesign werden an dieser Stelle vorgestellt.

²⁸¹ Vgl. Bausch; Hunoldt; Matysiak (2009), S. 20.

²⁸² Vgl. Abschnitt 2.4.2.4.

²⁸³ Vgl. Weber; Bramsemann; Heineke; Hirsch (2002), S. 26.

²⁸⁴ Vgl. Abschnitt 1.1.3.

²⁸⁵ Vgl. Weber et al. (2002), S. 38.

2.4.3.1 Kennzahlensystem

Kennzahlensysteme lassen sich nach rein mathematischen Rechensystemen sowie Ordnungssystemen mit sachlogischen Verknüpfungen unterscheiden.²⁸⁶ Unter einem Kennzahlensystem wird in der vorliegenden Arbeit ein Rechensystem mit rein mathematischen Zusammenhängen verstanden.

Kennzahlen geben zahlenmäßig einen quantitativ messbaren Sachverhalt wieder und dienen der bewussten Verdichtung komplexer realer Sachverhalte.²⁸⁷ Sie fokussieren sich auf die Effektivität und Effizienz der Leistung und der Leistungspotenziale der Betrachtungsobjekte.²⁸⁸

Zur Beurteilung wirtschaftlicher Sachverhalte werden in der Regel mehrere Kennzahlen herangezogen²⁸⁹, welche verschiedene Dimensionen (z. B. Kosten, Zeit, Qualität, Kundenzufriedenheit) besitzen können.²⁹⁰ Über ihnen steht die Spitzenkennzahl, welche den wichtigsten betriebswirtschaftlichen Aspekt hervorhebt.²⁹¹

2.4.3.2 Werttreiberhierarchie

Zur Operationalisierung des Unternehmenswertes führt RAPPAPORT die sogenannte Werttreiberhierarchie auf.²⁹² Werttreiber sind beeinflussbare Faktoren, die eine hohe Relevanz für das wirtschaftliche Ergebnis eines Unternehmens (bereiches) besitzen.²⁹³ Die Analyse und Festlegung der Werttreiber spielt eine zentrale Rolle bei der Operationalisierung des Unternehmenswertes, da sie sowohl dem Management als auch den operativen Bereichen die Fokussierung auf die wesentlichen Hebel ermöglicht.²⁹⁴

²⁸⁶ Vgl. Weber; Schäffer (2008), S. 187.

²⁸⁷ Vgl. ebenda, S. 173, Gleich (1986), S. 21, Sandt (2004), S. 12.

²⁸⁸ Vgl. Neely; Gregory; Platts (1995), S. 80.

²⁸⁹ Vgl. Küpper (2008), S. 390.

²⁹⁰ Vgl. Gleich (2011), S. 17.

²⁹¹ Vgl. ebenda, S. 10.

²⁹² Vgl. Weber et al. (2002), S. 37.

²⁹³ Vgl. Weber; Schäffer (2008), S. 189.

²⁹⁴ Vgl. Rappaport (1999), S. 202.

Das Shareholder-Netzwerk von RAPPAPORT (1999) enthält die sieben Werttreiber Wachstumsrate des Umsatzes, betriebliche Gewinnmarge, Gewinnsteuersatz, Investitionen ins Umlaufvermögen, Investitionen ins Anlagevermögen, Kapitalkosten und Länge der Prognoseperiode.²⁹⁵ Sie sind als finanzielle Ergebnisgrößen zu verstehen, welche aus den Aktivitäten und Entscheidungen im Unternehmen resultieren.²⁹⁶ Durch eine sachlogische Verknüpfung von finanziellen und operativen Werttreibern, welche bis hin zu „Mikro-Werttreibern“ heruntergebrochen werden können, wird sichergestellt, dass die operative Orientierung nach den operativen Werttreibern in die Steigerung des Unternehmenswerts mündet.²⁹⁷

Die mathematische und qualitative Beschreibung der Abhängigkeiten zwischen den finanziellen, wertorientierten Kennzahlen und den operativen Leistungskennzahlen des Wertstromdesigns durch sachlogische Verknüpfungen ermöglicht die Zusammenführung beider Konzepte in einem gemeinsamen Modell zur Schätzung des Wertbeitrags. Auch das in Kosten und Zeit messbare Konzept der Flexibilität lässt sich als dritte Komponente in das Modell integrieren.²⁹⁸ Hierdurch wird ein durchgängiges, einheitliches und kommunizierbares Geschäftsverständnis entwickelt, welches die Kapitalgeber und die Kunden als Hauptanspruchsgruppen des hier zugrunde gelegten Verständnisses der wertorientierten Unternehmensführung beachtet.²⁹⁹ Durch die Fokussierung auf die wesentlichen Abhängigkeiten wird zudem die Komplexität reduziert, sodass dieser Ansatz für die Modellbildung im nächsten Kapitel gewählt wird.

2.5 Zusammenfassung

Als dritte und letzte Säule des theoretischen Bezugsrahmens wurde die wertorientierte Unternehmensführung als Modellgrundlage zur Schätzung des Beitrags des Wertstromdesigns unter Beachtung der Flexibilität des Produktionssystems definiert. Wertorientierte Unternehmensführung richtet sich in dieser

²⁹⁵ Vgl. Rappaport (1999), S. 202.

²⁹⁶ Vgl. Weber; Schäffer (2008), S. 189, Rappaport (1999), S. 201.

²⁹⁷ Vgl. ebenda.

²⁹⁸ Vgl. Abschnitt 2.3.3.

²⁹⁹ Vgl. Weber et al. (2002), S. 38.

Untersuchung an den Anteilseignern und den Kunden als Hauptanspruchsgruppen aus³⁰⁰: Die Pluralität des Wertebegriffs³⁰¹, welche den Kundenwert (Wertstromsicht) und den Unternehmenswert (Eigenkapitalgebersicht) umfasst, gilt es in das Modell zu integrieren und zu operationalisieren (vgl. Abb. 20).

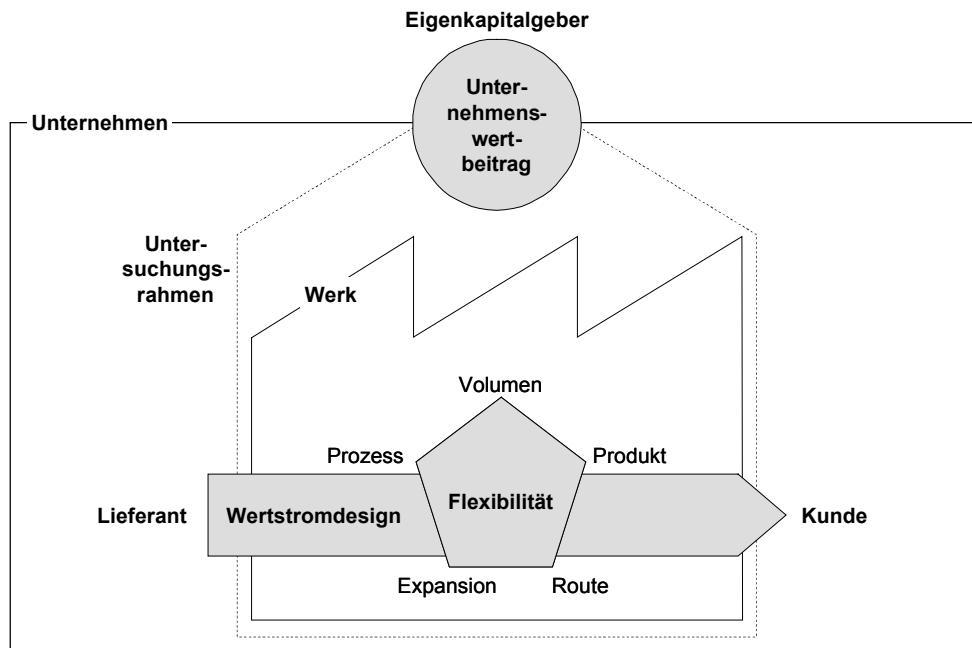


Abb. 20: Konzeptelemente des Modells³⁰²

Begründet in seiner Verbreitung in den deutschen DAX-Unternehmen und den Möglichkeiten zur Operationalisierung mittels der Werttreiberhierarchie, wurde das EVA-Konzept als Ausgangspunkt gewählt.

Aufgrund der zahlreichen Definitionen bedurfte es einer Konkretisierung des Flexibilitätsbegriffs mit Hilfe einer Klassifikation, welche die Sichtweise auf den Material- und Informationsfluss des Wertstroms am besten abdeckt. Hierfür wurde aus der vertikalen Klassifizierung die Systemflexibilität mit den fünf Flexibilitätsarten Prozess-, Produkt-, Routen-, Volumen- und Expansionsflexibilität gewählt. Die Messbarkeit der Flexibilität anhand von Zeit- bzw. Kostengrößen erlaubt die sachlogische Verknüpfung mit dem EVA-Konzept.

³⁰⁰ Vgl. Copeland; Koller; Murrin (1994), S. 23.

³⁰¹ Vgl. Wildemann (2007), S. 14f.

³⁰² Eigene Darstellung.

Somit werden die Anforderungen an das Modell zur Schätzung des Wertbeitrags unter besonderer Beachtung der Flexibilität des Produktionssystems definiert:

- Der Wertbeitrag lässt sich ausgehend vom EVA als übergeordnete wertorientierte Kennzahl mit einer Werttreiberhierarchie auf Einzelprozessebene operationalisieren.
- Mit der Auswahl an operativen Kennzahlen, welche sich durch das Wertstromdesign und die fünf Systemflexibilitätsarten beeinflussen lassen, wird anhand eines messbaren Wertbeitrags die gleichzeitige Orientierung an den Eigenkapitalgebern als auch an den Kunden als Hauptanspruchsgruppen sichergestellt.
- Die Wertbeiträge des Wertstromdesigns bzw. der Flexibilität lassen sich getrennt ermitteln und untersuchen.
- Das Modell erlaubt zur Bestimmung von Wertstromtypen die Ermittlung von Haupteinflussgrößen und die Clusterung von Wertströmen.

Damit sind die Grundlagen für die Integration in ein Modell zur Schätzung des Wertbeitrags unter Beachtung der Wirkzusammenhänge zwischen dem Wertstromdesign und der Flexibilität des Produktionssystems gegeben, welcher sich das folgende Kapitel widmet.

3 Empirische Bestimmung von Wertstromtypen

Die empirische Klassifizierung von Wertströmen dient zur gezielten Reduzierung der Komplexität für das wertorientierte Wertstromdesign.³⁰³ Die Klassifizierung erfolgt anhand eines Modells, welches die drei Säulen des theoretischen Bezugsrahmens zur Schätzung des Wertbeitrags verknüpft.³⁰⁴

Ausgehend vom EVA als übergeordnetem wertorientierten Kennzahlenkonzept, ist die Grundstruktur der Werttreiberhierarchie bereits vorgegeben. Für die vollständige Abbildung eines Produktionswerkes aus Sicht des Wertstroms bedarf es der sachlogischen Verknüpfung der finanziellen Kennzahlen des EVA mit Erfolgsfaktoren, welche durch nicht-finanzielle oder operative Kennzahlen konkretisiert werden und durch das Wertstromdesign und die Flexibilitätsarten beeinflussbar sein müssen.³⁰⁵ Dies ermöglicht die ganzheitliche Operationalisierung des EVA durch das wertorientierte Wertstromdesign auf Einzelprozessebene.

Aus der Vielzahl der verschiedenen Einflussgrößen (= Variablen als Flexibilitätsart-Kennzahlen-Kombination) gilt es mit Hilfe der Faktorenanalyse die bei der realen Anwendung des Modells relevanten Haupteinflussgrößen (= Faktoren) zu identifizieren.

Die empirisch identifizierten Haupteinflussgrößen bilden die Grundlage für die Klassifizierung von Wertströmen mittels der Clusteranalyse. Die einzelnen Clusterprofile werden unter Berücksichtigung der Flexibilität und des Einflusses durch das Wertstromdesign untersucht, um Ansatzpunkte für das wertorientierte Wertstromdesign im vierten und fünften Kapitel abzuleiten.

3.1 Modell zur Schätzung des Wertbeitrags durch das Wertstromdesign

Einen wesentlichen Schritt beim Modellaufbau bildet die Identifizierung und Isolierung der modellrelevanten Einflussgrößen, welche zur Schätzung des Wertbeitrags durch das Wertstromdesign zusammengeführt werden.

³⁰³ Vgl. Bühner (1994b), S. 37.

³⁰⁴ Vgl. Wildemann (2007), S 69.

³⁰⁵ Vgl. Weber et al. (2002), S. 9, Rutner; Langley (2000), S. 79, Günther (1997), S. 331.

3.1.1 Bestimmung der Einflussgrößen

Die Auswahl der Erfolgsfaktoren, Kennzahlen und Flexibilitätsarten erfolgt durch eine fundierte Literaturrecherche. Dabei sind im ersten Schritt die unternehmensübergreifenden Erfolgsfaktoren zu definieren und anschließend unternehmensspezifisch zu bewerten. Die unternehmensspezifische Gewichtung der einzelnen Einflussgrößen wird anschließend mit Hilfe einer Befragung zu den einzelnen Einflussgrößen durchgeführt.

3.1.1.1 Bestimmung der Erfolgsfaktoren und Kennzahlen

Der Wandel vom Kosten- über den Qualitäts- zum Zeitwettbewerb hat in den vergangenen Jahrzehnten die Bedeutung der nicht-finanziellen Kenngrößen wesentlich gesteigert.³⁰⁶ Durch die damit einhergehende Auseinandersetzung mit den sachlogisch verknüpften, nicht-finanziellen Kenngrößen spielen Erfolgsfaktoren zunehmend eine zentrale Rolle.³⁰⁷ Erfolgsfaktoren sind Differenzierungsmerkmale, welche vom Wettbewerb nicht im gleichen Maße nachgeahmt werden können, und die damit das Unternehmen auszeichnen. Diese Differenzierungsmerkmale gilt es je nach Marktveränderung schneller als die Wettbewerber kundenwirksam zu nutzen.³⁰⁸

Zu unterscheiden sind die Basiserfolgsfaktoren („qualifying criteria“ bzw. „market hygiene factors“) von den differenzierenden Erfolgsfaktoren („order-winning criteria“ bzw. „competitive-edge factors“).³⁰⁹ Während die Basiserfolgsfaktoren die Teilnahme am Wettbewerb sicherstellen und den schnellen Verlust von Aufträgen verhindern, werden neue Aufträge erst durch die differenzierenden Erfolgsfaktoren gewonnen. Die Herausforderung für die Unternehmen besteht in den anspruchsvoller werdenden Basiserfolgsfaktoren und dem Wandel von differenzierenden zu Basiserfolgsfaktoren.³¹⁰ Die genaue Kenntnis der Erfolgs-

³⁰⁶ Vgl. Maskell (1989a), S. 63.

³⁰⁷ Vgl. Bühner (1994b), S. 55.

³⁰⁸ Vgl. Wildemann (1994), S. 5.

³⁰⁹ Vgl. Hill (1993), S. 42.

³¹⁰ Vgl. Corbett; Van Wassenhove (1993), S. 114.

faktoren bildet einen wesentlichen Bestandteil der Formulierung und Umsetzung der Unternehmensstrategie.³¹¹

Häufig zitierte Quellen mit Bezug auf Erfolgsfaktoren und Kennzahlen in der Produktion bestätigen, dass trotz einer sich wandelnden Umwelt und verschiedener Paradigmenwechsel die Erfolgsfaktoren Qualität, Zeit, Liefertreue und Kosten weiter wirkmächtig bleiben (vgl. Abb. 21).³¹²

Quellen/Verfasser	Qualität	Kosten	Produktivität	Zeit	Liefertreue	Flexibilität	Sonst.
Skinner (1969)	x	x	x	x	x		x
Fine; Hax (1985)	x	x		x	x	x	
Swamidass; Newell (1987)	x	x				x	x
Schonberger (1988)	x	x		x		x	
Maskell (1989)	x			x		x	x
Ferdows; De Meyer (1990)	x	x		x			x
Slack (1991)	x	x		x		x	x
New (1992)	x			x	x	x	
Corbett; Van Wassenhove (1993)	x	x		x			
Caplice; Sheffi (1994)			x				
Neely; Gregory; Platts (1995)	x	x		x	x	x	
Wildemann (1997)	x		x	x			
Filippini; Forza; Vinelli (1998)	x			x			
Rutner; Langley (2000)	x	x					x
Mapes; Szwajczewski; New (2000)	x		x	x	x		
Westkämper (2006)	x	x		x			
	93%	64%	29%	79%	36%	43%	36%

Abb. 21: Erfolgsfaktoren in der Literatur³¹³

Aufgrund des häufig in der Literatur vorzufindenden synonymen Gebrauchs von „Kosten“ und „Produktivität“ wird im Folgenden nur der Begriff „Produktivität“ verwendet.³¹⁴ Aufgrund eines fehlenden einheitlichen Flexibilitätsverständnisses³¹⁵ und bisher nicht einheitlich durchgesetzter Ansätze zu ihrer Mes-

³¹¹ Vgl. Voss (2005a), S. 1212.

³¹² Vgl. Filippini; Forza; Vinelli (1998), S. 3384.

³¹³ Eigene Darstellung.

³¹⁴ Vgl. De Toni; Tonchia (2001), S. 52.

³¹⁵ Vgl. Abschnitt 2.3.1.1.

sung³¹⁶ wird die Flexibilität als Erfolgsfaktor im nächsten Abschnitt separat behandelt, nicht zuletzt wegen ihrer strategischen Bedeutung im Modell.³¹⁷

Die Auswahl der Kennzahlen erfolgt auf Grundlage einer ausführlichen Literaturrecherche häufig genannter Quellen zum Produktions- und Logistikmanagement (vgl. Abb. 22).

Erfolgsfaktor	Vorgeschlagene Kennzahlen	Auswahl	Verfasser/Quelle
Qualität	Percentage of first time pass rate (internal)	Percentage of scrap or percentage below ideal yield rate (internal) Percentage of customer returns or complaints (external)	Mapes; Szwejczewski; New (2000), S. 793
	Performance Features Reliability Conformance Durability Serviceability Aesthetics Perceived quality		Garvin (1987), S. 104
	SPC measures Machine reliability Quality system costs Custom satisfaction Technical assistance Returned goods	Reworks In-bound qual. Vendor qual. rating	Toni; Tonchia (2001), S. 56
		Ausschuss- und Nacharbeitsrate Reklamationsrate	Jodlbauer (2008), S. 21
	Superior product quality and reliability		Skinner (1974), S. 115
	Unreliable parts delivery		Slack (1987), S. 40f.
Produktivität	Machinery material consumption Inventory and WIP level	Labour costs Machinery energy costs Machinery saturation	Toni; Tonchia (2001), S. 55
	Kosten für Zusatzkapazität Kosten für Normalkapazität		Jodlbauer (2008), S. 21
	Value-added productivity Value-added productivity/employee Fixed capital productivity Working capital productivity	Total productivity Direct labour productivity Indirect labour productivity	Toni; Tonchia (2001), S. 55
	Ausbringungsmenge		Jodlbauer (2008), S. 21
	Low investment and hence higher return on investment, and low costs		Skinner (1974), S. 115
		Kapazitätsauslastung	Zäpfel (1989), S. 191f.
	Fluctuating demand between product groups Labour skill shortage	Machine changeover times	Slack (1987), S. 40f.

Abb. 22: Kennzahlenauswahl

³¹⁶ Vgl. Abschnitt 2.3.3.

³¹⁷ Vgl. Abschnitt 1.1.

Empirische Bestimmung von Wertstromtypen

Erfolgsfaktor	Vorgeschlagene Kennzahlen	Auswahl	Verfasser/Quelle
Zeit	Distribution lead times Supplying lead times Standard run times Actual run times Move times Order carrying-out times (Mean) flexibility Time-to-market	Manufacturing lead times Wait times Set-up times Inventory turnover	Toni; Tonchia (2001), S. 55
	Lower stock levels	Throughput time	Mapes; Szwejczewski; New (2000), S. 793
		Lagerbestand (Inventory) Auslastung (Utilization) Durchlaufzeit	Jodlbauer (2008), S. 21
	Lieferfähigkeit Flexibilität Throughput	Lieferzeit	Jodlbauer (2008), S. 21
		Durchlaufzeiten	Zäpfel (1989), S. 191f.
Lieferzuverlässigkeit	Customer demand Slow vendor response Competitors offering customisation New product lead-times too long	Lead times	Slack (1987), S. 40f.
	Flexibility in adjusting to volume changes Short delivery cycles Ability to produce new products quickly		Skinner (1974), S. 115
	Percentage of service level ex-finished stock	Percentage of delivery on time	Mapes; Szwejczewski; New (2000), S. 793
	Supplier delivery reliability	Delivery reliability (to clients)	Toni; Tonchia (2001), S. 55
		Liefertreue Verspätung	Jodlbauer (2008), S. 21
	Dependable delivery promises Terminabweichungen		Skinner (1974), S. 115 Zäpfel (1989), S. 191f.
	Zurückweisungsquote Lieferverzögerungsquote Servicegrad Fehlerquote Ausfallgrad Lager-/Servicegrad Durchschn. Verweildauer in Kommissionierzone Verzugsquote Beanstandungsquote Anteil der Nachlieferungen	Beanstandungsquote Quote der Fehllieferungen Termintreue im Materialfluss und Transport Lieferbereitschaft Fehllieferungsquote zum Kunden Liefertreue	Schulte (2009), S. 642f.
		Termintreue in Materialfluss und Transport (= Anzahl der Transporte mit Termineinhaltung/Anz. der Transporte insgesamt x 100) Lieferbereitschaft Fehllieferungsquote zum Kunden Liefertreue	Schulte (2009), S. 642f.

Abb. 22: Kennzahlenauswahl (Forts.)

Die Auswahl der Kennzahlen für die einzelnen Erfolgsfaktoren erfolgte nach der Eindeutigkeit zur Planung und Steuerung auf der operativen Einzelprozessebe-

ne. Beim Vergleich der verschiedenen Quellen zeichnen sich über die Erfolgsfaktoren hinweg ähnliche Kennzahlen ab, welche regelmäßig wiederholt und dem Modell daher zugrunde gelegt werden (vgl. Abb. 23).

Erfolgsfaktor	Kennzahlen
Qualität	1. Interne Ausschussrate 2. Interne Nacharbeitungsrate 3. Kundenreklamationsrate
Zeit	1. Durchlaufzeit 2. Rüstzeit 3. Umlaufbestand
Lieferzuverlässigkeit	1. Liefertreue zum Kunden 2. Interne Liefertreue
Produktivität	1. Overall Equipment Efficiency (OEE) 2. Maschinenauslastung 3. Produktivität der direkten Mitarbeiter 4. Produktivität der indirekten Mitarbeiter

Abb. 23: Erfolgsfaktoren und Kennzahlenauswahl

Ebenfalls auffällig ist, dass bei einem Großteil der genannten Kennzahlen die Definitionen noch nicht eindeutig sind und es hier weiterer Konkretisierung bedarf, weswegen diese von der Auswahl ausgenommen wurden. Die Relevanz der Kennzahlen für die Operationalisierung des wertorientierten Wertstromdesigns, dessen Beitrag zum Unternehmenswert unter Beachtung der Flexibilität des Produktionssystems modelliert werden soll, gilt es im nächsten Kapitel anhand einer empirischen Untersuchung zu ermitteln. Die Erfolgsfaktoren und die dem Modell zugrunde gelegten Kennzahlen werden dort nochmals zusammengefasst.

Qualität gilt in Europa als wichtigster Erfolgsfaktor.³¹⁸ Den zahlreichen Definitionsversuchen ist die Übereinstimmung mit den Anforderungen („conformance to requirements) als Kernverständnis gemein.³¹⁹ Die Multidimensionalität des Qualitätsbegriffs birgt jedoch die Schwierigkeit eines eindeutigen Verständnisses, was besonders bei der Unterscheidung zwischen interner und externer Qualität deutlich wird.³²⁰

³¹⁸ Vgl. Maskell (1989b), S. 49.

³¹⁹ Vgl. Crosby (1979), S. 14.

³²⁰ Vgl. Garvin (1987), S. 104, Neely (2007), S. 68, Herberg (2001), Pahl (2007), S. 689.

Während sich die interne Qualität als Abweichung von Produkt- bzw. Prozessanforderungen objektiv messen lässt, umfasst die externe Qualität die vom Kunden subjektiv wahrgenommenen, (nicht) erfüllten Erwartungen.³²¹

Der vorliegenden Untersuchung wird im Sinne der systemischen Eingrenzung der Betrachtung³²² auf das Produktionswerk einschließlich der Schnittstellen zum Lieferanten und zum Kunden die Produkt- und Prozessqualität zugrunde gelegt, welche sich anhand der internen Ausschussrate, der internen Nacharbeitungsrate und der Kundenreklamationsrate messen lässt.³²³

Der Erfolgsfaktor Zeit hat besonders durch den verschärften Wettbewerb in gesättigten Märkten und durch die Verkürzung der Dauer für Innovationszyklen seit Ende der 1980er Jahre eine zentrale Bedeutung gewonnen.³²⁴ Als wesentliche, bestimmende Größen des Erfolgsfaktors Zeit werden die Durchlaufzeit, die Rüstzeit und der Umlaufbestand³²⁵ als eine wesentliche Einflussgröße auf die Durchlaufzeit gewählt, da sie durch das Wertstromdesign beeinflussbar sind.³²⁶

Eng verknüpft mit dem Zeitwettbewerb, spielt Liefertreue als Basiserfolgsfaktor ebenfalls eine Rolle.³²⁷ Die Pünktlichkeit der Lieferung wird sowohl als interne Liefertreue als auch als Liefertreue zum Kunden gemessen.³²⁸

Als Quotient von Output zu Input bildet die Produktivität eine Haupteinflussgröße auf die Kosten, weswegen sie hier synonym gebraucht werden. Ähnlich wie der Erfolgsfaktor Qualität lässt sich keine eindeutige Definition für Produktivität formulieren, ohne den konkreten Bezug zum Kostentreiber zu kennen. Erschwerend kommt hinzu, dass die Bewertungsansätze unternehmensspezifisch sind und auch innerhalb eines Unternehmens (z. B. bei verschiedenen Werken) voneinander abweichen können, sodass eine Vergleichbarkeit häufig

³²¹ Vgl. Baum; Coenenberg; Günther (2007), S. 114f.

³²² Vgl. Abschnitt 2.2.1.1.

³²³ Vgl. Mapes; Szwejczewski; New (2000), S. 797f., Jodlbauer (2008), S. 21.

³²⁴ Vgl. Stalk; Hout (1992), S. 55.

³²⁵ Vgl. Little (1960), S. 383.

³²⁶ Vgl. Mapes; Szwejczewski; New (2000), S. 793f., De Toni; Tonchia (2001), S. 55.

³²⁷ Vgl. Filippini; Forza; Vinelli (1998), S. 3386.

³²⁸ Vgl. Schulte (2009), S. 642f.

nicht möglich ist.³²⁹ In Anlehnung an die verschiedenen Elemente eines Produktionssystems wird die Produktivität als Verhältniszahl von direkten und indirekten Mitarbeiter zur produzierten Menge, der Anlageneffektivität (Overall Equipment Efficiency) und der Maschinenauslastung ermittelt.

3.1.1.2 Bestimmung der relevanten Flexibilitätstypen

Die zahlreichen Definitionsversuche der Flexibilität verdeutlichen die Multidimensionalität dieses Begriffes.³³⁰ Die Flexibilitätsarten sind daher genau auf das Modell abzustimmen, um die Einflüsse auf das Produktionssystem exakt zu beschreiben.³³¹

Die ganzheitliche Betrachtung der Prozesse innerhalb eines Werkes durch das Wertstromdesign erfordert gleichzeitig eine ganzheitliche Betrachtung der Flexibilität des Systems.³³² Als geeignete Grundlage für die vollständige Beschreibung der Flexibilität eines Produktionswerkes wurden die fünf Flexibilitätsarten der Systemflexibilität aus der vertikalen Klassifizierung identifiziert.³³³ Folgende Flexibilitätsarten werden daher in das Modell integriert (vgl. Abb. 24):

Flexibilitätsart	Definition
Prozessflexibilität („process flexibility“)	Fähigkeit, das bestehende Produktprogramm ohne größeres Rüsten zu produzieren.
Produktflexibilität („product flexibility“)	Fähigkeit, Produkte aus dem bestehenden Produktprogramm zu ergänzen, zu ersetzen oder zu reduzieren.
Routenflexibilität („routing flexibility“)	Fähigkeit eines Produktionssystems, ein Produkt über verschiedene mögliche Routen durch das System herzustellen.
Volumenflexibilität („volume flexibility“)	Fähigkeit, trotz Volumenschwankungen innerhalb der vorgehaltenen Planungskorridore profitabel zu arbeiten.
Expansionsflexibilität („expansion flexibility“)	Fähigkeit, Volumensteigerungen über die vorhandenen Kapazitäten hinaus zu erweitern.

Abb. 24: Modellrelevante Flexibilitätsarten³³⁴

³²⁹ Vgl. Mapes; Szejczewski; New (2000), S. 797f.

³³⁰ Vgl. Abschnitt 2.3.

³³¹ Vgl. Upton (1995), S. 222, Roscher (2008), S. 32.

³³² Vgl. Slack (1987), S. 1192.

³³³ Vgl. Abschnitt 2.3.2.2, Sethi; Sethi (1990), S. 297.

³³⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung an Gupta (1993), S. 2949, Slack (1997), S. 56, Gerwin (2005), S. 1172, Sethi; Sethi (1990), S. 297, Roscher (2008), S. 28.

Die übergeordneten Flexibilitätsarten Produktprogramm-, Produktions- und Marktflexibilität werden im Modell nicht berücksichtigt, weil sie sich als marktbedingte bzw. werksübergreifende Themen außerhalb der Fokussierung auf das Produktionswerk befinden.

Bestehende Zusammenhänge mit hierarchisch untergeordneten Flexibilitätsarten wie Maschinen-, Materialhandling- und Bearbeitungsflexibilität werden zur Vereinfachung des Modells nicht separat aufgeführt.³³⁵ Es wird angenommen, dass im Rahmen der vertikalen Klassifizierung die untergeordneten Flexibilitätsarten durch die vorhandenen Zusammenhänge in den Systemflexibilitätsarten berücksichtigt werden.³³⁶

3.1.2 Konzeption des Modells zur Schätzung des Wertbeitrags

In diesem Abschnitt wird das Modell zur Schätzung des Wertbeitrags durch das Wertstromdesign konzipiert und der modellbasierte Wertbeitrag definiert. Dabei gilt es die Anforderungen an das Modell zur Beantwortung der Untersuchungsfrage zu beachten.³³⁷ Dies erfolgt durch die Integration der drei Säulen des theoretischen Bezugsrahmens und der durchgängigen Operationalisierung des wertorientierten Kennzahlenkonzepts unter Beachtung der Ursache-Wirkungs-Beziehungen zwischen den Säulen.

3.1.2.1 Aufbau des Modells

Die Operationalisierung des Wertbeitrags findet über fünf Werttreiberebenen statt (vgl. Abb. 25).³³⁸ Auf den ersten drei Ebenen unter dem EVA, welches aufgrund seiner mathematischen Zusammenhänge und der großen Verbreitung in deutschen Großunternehmen als Grundlage gewählt wird³³⁹, stehen per definitionem rein rechentechnisch verknüpfte finanzielle Kennzahlen.³⁴⁰

³³⁵ Vgl. Sethi; Sethi (1990), S. 297.

³³⁶ Vgl. Abschnitt 2.3.2.2, Boyer; Leong (1996), S. 508.

³³⁷ Vgl. Abschnitt 2.5.

³³⁸ Vgl. Stelter; Roos (1999), S. 304.

³³⁹ Vgl. Abschnitt 2.4.2.5, Bausch; Hunoldt; Matysiak (2009), S. 20, Schäffer; Lewerenz (2011), S. 296.

³⁴⁰ Vgl. Sandt (2004), S. 41.

Die dem Verständnis der wertorientierten Unternehmensführung³⁴¹ innewohnende Pluralität des Wertebegriffs wird in der vertikalen Sichtweise auf das Modell abgebildet: Während sich auf der obersten Ebene der Beitrag zum Unternehmenswert an den Interessen der Kapitalgeber orientiert, findet sich auf der untersten Ebene die am Kundenwert ausgerichtete Operationalisierung.

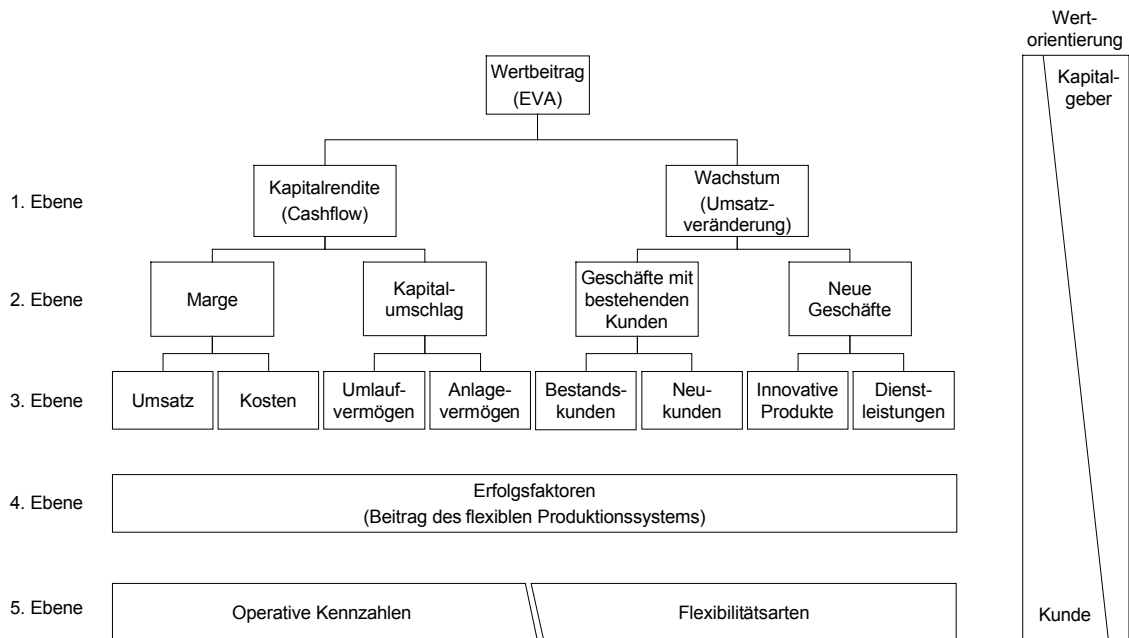


Abb. 25: Aufbau des Modells³⁴²

Alle Ebenen lassen sich nur durch konsistente und durchgängige Wirkzusammenhänge integrieren. Die eigentliche Wertschöpfung eines Unternehmens, welche im Mittelpunkt des Wertstromdesigns steht, erfolgt durch die effiziente Ausgestaltung der Prozesse in den Wertschöpfungseinheiten.³⁴³

Die auf der Prozessebene bedingt geeigneten Werttreiber-Kennzahlen der dritten Ebene zur operativen Steuerung lassen sich sachlogisch mit den identifizierten Erfolgsfaktoren verknüpfen (vgl. Abb. 26).³⁴⁴

³⁴¹ Vgl. Abschnitt 2.4.1.3.

³⁴² Eigene Darstellung in Anlehnung an Stelter; Roos (1999), S. 304, Herold (2003), S. 104.

³⁴³ Vgl. Pabst (2000), S. 272.

³⁴⁴ Vgl. Wildemann (2007), S. 25, Abschnitt 3.1.1.1.

Kennzahl 3. Ebene Erfolgs- faktor	Umsatz	Kosten	Umlauf- vermö- gen	Anlage- vermö- gen	Be- stands- kunden	Neu- kunden	Produkt	Service
Qualität	●	◐	◐	○	●	●	●	●
Zeit	◐	○	●	◐	●	●	◐	◐
Liefertreue	◐	○	◐	○	◐	●	○	◐
Produktivität	○	●	○	◐	○	○	○	◐

Einfluss des Erfolgsfaktors auf die Kennzahl: ●: groß ◐: mittel ○: sehr gering

Abb. 26: Sachlogischer Zusammenhang zwischen den Werttreiber-Kennzahlen und den Erfolgsfaktoren³⁴⁵

Qualität und Liefertreue als unmittelbar vom Kunden wahrgenommene Erfolgsfaktoren wirken sich bei allen kundenrelevanten Kenngrößen aus. Aufgrund ihres Servicecharakters spielen diese beiden Erfolgsfaktoren besonders bei der Kundenzufriedenheit eine wichtige Rolle. Hohe Qualität führt zu zufriedenen Kunden und damit zu mehr Umsatz. Hohe interne Produkt- und Prozessqualität führt zu geringeren Qualitätskosten. Gleichzeitig lassen sich so Sicherheitsbestände und damit auch der Umlaufbestand verringern.

Der Erfolgsfaktor Zeit erweist sich durch seine Multidimensionalität („Time to Product“, „Time to Market“, „Time to Production“, „Time to Customer“) als Größe mit breitester Abdeckung.³⁴⁶ Durch die ganzheitliche Sicht auf den Cash-to-Cash-Zyklus vom Kauf des Rohmaterials bis Zahlungseingang nach Verkauf wirkt sich jede Reduktion der (Durchlauf-)Zeit positiv auf den Cashflow aus.³⁴⁷

Hohe Produktivität wirkt sich hauptsächlich auf die Kosten aus und führt zur Reduktion von Anlagevermögen. Beim Service trägt hohe Produktivität bei hoher Qualität auch zu höherer Kundenzufriedenheit bei.

3.1.2.2 Ansatz zur Schätzung des Wertbeitrags

Die fehlende Möglichkeit, die Erfolgsfaktoren eindeutig den finanziellen Kenngrößen zuzuordnen, wird im Modell durch den Wertbeitrag des Wertstromdesigns als Hilfsgröße berücksichtigt. Die sachlogischen Zusammenhänge zwi-

³⁴⁵ Eigene Darstellung in Anlehnung an Wall (2001), S. 65, Kaplan; Norton (1997), S. 29.

³⁴⁶ Vgl. Wildemann (2008c), S. 4.

³⁴⁷ Vgl. Klepzig (2010), S. 46.

schen den Erfolgsfaktoren Qualität, Zeit, Liefertreue und Produktivität sowie den wertorientierten finanziellen Kenngrößen werden unter Einbindung der Prozess-, Produkt-, Routen-, Volumen- und Expansionsflexibilität in einem mathematischen Modell zusammengeführt (vgl. Abb. 27).³⁴⁸

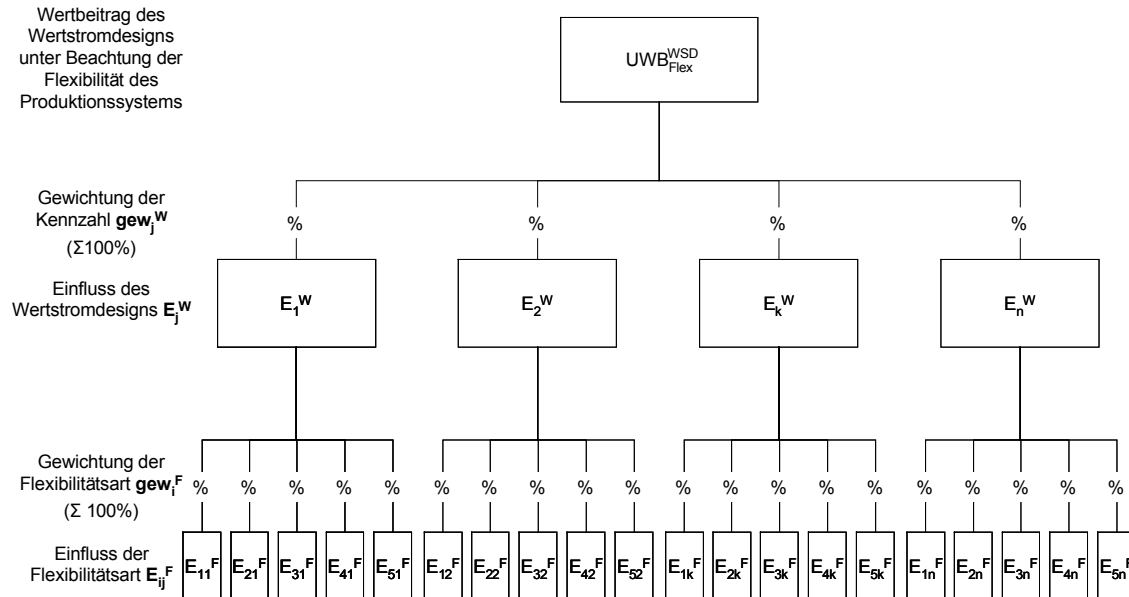


Abb. 27: Modell zur Schätzung des Wertbeitrags

Der Einfluss jeder Flexibilitätsart i auf die Kennzahl j wird unter Beachtung der Gewichtung einzeln bewertet. Auf diese Weise erhält man den gewichteten Einfluss der Flexibilitätsart i auf die Kennzahl j (vgl. Gl. 10):

$$F_{ij} = gew_i^F \cdot E_{ij}^F$$

mit

F_{ij} : Gewichteter Einfluss der Flexibilitätsart i auf die Kennzahl j

gew_i^F : Gewichtung der Flexibilitätsart i ($\Sigma gew_i^F = 100\%$)

E_{ij}^F : Einfluss der Flexibilitätsart i auf die Kennzahl j (0 = keiner, 1 = gering, 3 = groß)

Gl. 10: Gewichteter Einfluss der Flexibilitätsart i auf die Kennzahl j

Der Einfluss des Wertstromdesigns auf die einzelne Kennzahl j wird ebenfalls unter der Beachtung der Gewichtung der einzelnen Kennzahl j bewertet (vgl. Gl. 11):

³⁴⁸ Vgl. Wildemann (2007), S. 69, Abschnitt 3.1.1.1, Abschnitt 3.1.1.2.

$$W_j = \text{gew}_j^W \cdot E_j^W$$

mit

W_j : Gewichteter Einfluss des Wertstromdesigns auf die Kennzahl j

gew_j^W : Gewichtung der Kennzahl j ($\sum \text{gew}_j^W = 100\%$)

E_j^W : Einfluss des Wertstromdesigns auf die Kennzahl j (0 = kein, 1 = gering, 3 = groß)

Gl. 11: Einfluss des Wertstromdesigns auf die gewichtete Kennzahl j

Der Gesamtbeitrag des Wertstromdesigns zum Unternehmenswert unter Beachtung der Flexibilität des Produktionssystems wird durch Summierung der einzeln gewichteten Flexibilitätsart-Kennzahl-Kombinationen geschätzt (vgl. Gl. 12):

$$\text{UWB}_{\text{Flex}}^{\text{WSD}} = \sum_j \sum_i F_{ij} \cdot W_j = \sum_j \sum_i (\text{gew}_i^F \cdot E_{ij}^F) \cdot (\text{gew}_j^W \cdot E_j^W)$$

mit

$\text{UWB}_{\text{Flex}}^{\text{WSD}}$: Gesamtbeitrag des Wertstromdesigns zum Unternehmenswert unter Beachtung der Flexibilität des Produktionssystems

F_{ij} : Gewichteter Einfluss der Flexibilitätsart i auf die Kennzahl j

W_j : Gewichteter Einfluss des Wertstromdesigns auf die Kennzahl j

gew_i^F : Gewichtung der Flexibilitätsart i ($\sum \text{gew}_i^F = 100\%$)

gew_j^W : Gewichtung der Kennzahl j ($\sum \text{gew}_j^W = 100\%$)

E_{ij}^F : Einfluss der Flexibilitätsart i auf die Kennzahl j (0 = kein, 1 = gering, 3 = groß)

E_j^W : Einfluss des Wertstromdesigns auf die Kennzahl j (0 = kein, 1 = gering, 3 = groß)

Gl. 12: Gesamtbeitrag des Wertstromdesigns zum Unternehmenswert

Damit ist der dieser Arbeit zugrunde gelegte Wertbeitrag des Wertstromdesigns zum Unternehmenswert unter Beachtung der Flexibilität definiert. Der Wertbeitrag, in dem die fünf Systemflexibilitätsarten vollständig integriert wurden, lässt eine getrennte Untersuchung sowohl der Wertstromdesign- als auch der Flexibilitätskomponenten zu und ermöglicht eine Analyse der wichtigsten auf den Unternehmenswertbeitrag einwirkenden Hebel. Mit ihm lassen sich Haupteinflussgrößen bestimmen und Wertströme klassifizieren. Somit sind sämtliche Anforderungen an das Modell zur Beantwortung der Untersuchungsfrage erfüllt.³⁴⁹

Durch die durchgängige Kaskadierung der wertorientierten Kennzahl in verdichtete Führungsgrößen, welche in der Hand der beteiligten Mitarbeiter auf Pro-

³⁴⁹ Vgl. Abschnitt 2.5.

zessebene liegen, wird das Modell einer vereinfachten Abbildung der realen Komplexität gerecht.³⁵⁰ Die hierarchische Durchgängigkeit von Portfolio-, Geschäfts- und Prozessteuerung wird dadurch sichergestellt.³⁵¹ Zur weiteren Reduzierung der Komplexität werden im nächsten Abschnitt die wesentlichen Einflussgrößen identifiziert.

3.2 Empirische Analyse zur Bestimmung von Wertstromtypen

Mit dem Ziel, anhand der geschätzten Wertbeiträge mögliche Wertstromtypen zu klassifizieren, wurde eine empirische Befragung auf Basis des Modells durchgeführt. Die Ergebnisse der Auswertung der Rückläufer bilden die Grundlage für die anschließende Identifizierung der Haupteinflussgrößen mit Hilfe der Faktorenanalyse. Die Wertstromtypen werden dann anhand der Haupteinflussgrößen mit Hilfe der Clusteranalyse bestimmt. Für jeden einzelnen Typen wird abschließend ein Profil erstellt.

3.2.1 Datenbasis und Erhebungsmethodik

Die Basis der empirischen Untersuchung bilden 28 ausgefüllte Fragebögen von rund aktiv 100 versendeten. Darüber hinaus fanden zu ausgewählten Fragebögen Experteninterviews statt, welche zugleich die Basis für die Fallstudien bildeten.³⁵²

Die vorliegenden Ergebnisse sind stabil und erfüllen somit eine wesentliche Anforderung an die Anwendbarkeit der Verfahren.³⁵³ Signifikante Ergebnisänderungen bei geringfügiger Variation der Eingangsdaten wurden bei der Faktorenanalyse nicht festgestellt bzw. bei der Clusteranalyse im Rahmen der Fehleranalyse durch die gezielte Bereinigung auffälliger Daten ausgeschlossen.

Somit eignen sich die statistischen Analyseverfahren, unter besonderer Beachtung der Ergebnisstabilität, zur Bestimmung der Haupteinflussgrößen und Wertstromtypen.

³⁵⁰ Vgl. Pabst (2000), S. 270.

³⁵¹ Vgl. ebenda.

³⁵² Vgl. Kapitel 5.

³⁵³ Vgl. Bacher; Pöge; Wenzig (2010), S. 18.

Es sei an dieser Stelle kritisch angemerkt, dass die abgeleiteten Ergebnisse aufgrund der geringen Datenbasis nur zur Identifizierung wesentlicher praxisrelevanter Anhaltspunkte dienen können und einen Ausgangspunkt für weiterführende Untersuchungen schaffen.

3.2.1.1 Inhalt der Unternehmensbefragung

Zielgruppe der Befragung waren Werksführungskräfte, Lean Manager und Lean Management- bzw. Unternehmensberater, welche mit dem Thema Wertstromdesign vertraut sind bzw. es praktizierten. Die Ansprache der Zielgruppe erfolgte persönlich bzw. über verschiedene Foren zum Thema „Lean Management“ und „Wertstromdesign“.

Der Fragebogen enthielt eine Abfrage zu den allgemeinen Unternehmensdaten mit Angaben zu Branche, Anzahl der Mitarbeiter des betrachteten Werkes und Volumen.

Die ausfüllende Person sollte modellrelevante Einflussgrößen bewerten wie

- den Einfluss der Flexibilitätsart i auf die Kennzahl j (E_{ij}^F),
- den Einfluss des Wertstromdesigns auf die Kennzahl j (E_j^W),
- die Bedeutung der Flexibilitätsarten im paarweisen Vergleich und
- die Bedeutung der Kennzahlen im paarweisen Vergleich.

Hieraus ließen sich alle erforderlichen Größen zur Schätzung des Wertbeitrags gemäß der Gleichung 3 ermitteln, wie beispielsweise

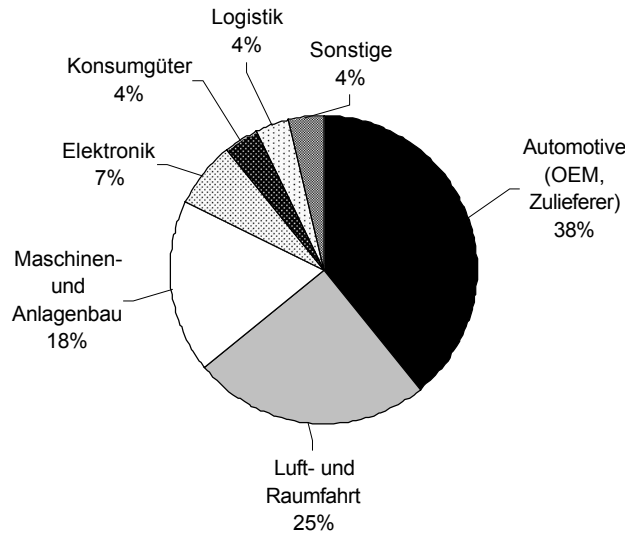
- die Gewichtung der Flexibilitätsart i (gew_i^F),
- die Gewichtung der Kennzahl j (gew_j^W),
- der gewichtete Einfluss der Flexibilitätsart i auf die Kennzahl j (F_{ij}) und
- der gewichtete Einfluss des Wertstromdesigns auf die Kennzahl j (W_j).

3.2.1.2 Struktur der Grundgesamtheit

90% der Werke haben Lean Management eingeführt bzw. befinden sich aktuell in der Phase von dessen Einführung und wenden hierbei die Wertstromanalyse oder die vergleichbare Prozessanalyse als wichtige Lean-Methode an.

Empirische Bestimmung von Wertstromtypen

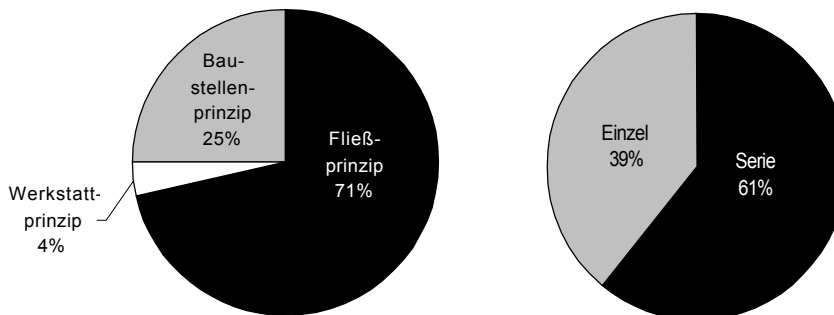
Mit 38% bildet die Automobilbranche (Hersteller und Zulieferer) den größten Anteil der Grundgesamtheit, gefolgt von der Luft- und Raumfahrtindustrie (25%) und dem Maschinen- und Anlagenbau (18%) (vgl. Abb. 28).



Basis: n=28

Abb. 28: Branchenübersicht

Die Einführung von Lean erklärt auch den hohen Anteil der am Fließprinzip orientierten Fertigung: 71% produzieren in Serienfertigung und rund 29% in Einzelfertigung. An diesen Zahlen wird deutlich, dass auch in den Fällen der Baustellenfertigung im Rahmen der Lean-Einführung das Fließprinzip im übertragenen Sinne angewendet wird (vgl. Abb. 29).



Basis: n=28

Abb. 29: Organisation und Typ der Fertigung in den befragten Werken und Unternehmen

Die Größe der Werke bzw. der Fertigungsbereiche weist, gemessen an der Zahl der Mitarbeiter, eine Spanne von 350 bis 8.000 Mitarbeitern auf. Sieben der 28 Werke machten zu ihrer Größe keine Angaben, weswegen dieser Parameter aufgrund der sich dadurch ergebenden geringen Datenbasis in der weiteren Untersuchung nicht mehr betrachtet wird.

3.2.2 Analyse der empirischen Datenbasis

Aus den fünf Flexibilitätsarten und den zwölf erfolgskritischen Kennzahlen ergeben sich 60 Flexibilitätsart-Kennzahl-Kombinationen $F_{ij} \cdot W_j$ (= Variablen) je Wertstrom. Eine systematische Reduktion der 60 Variablen auf die empirisch modellrelevanten Haupteinflussgrößen (= Faktoren, Variablenkombinationen) ist bei 28 Wertstromangaben nicht mehr mit einfachen mathematischen Mitteln möglich, weswegen die Faktoranalyse als multivariates Analyseverfahren zur gezielten Datenreduktion und -strukturierung gewählt wird.³⁵⁴ Die anschließende Clusteranalyse erlaubt die Bildung von intern homogenen Gruppen, welche sich voneinander abgrenzen: Jedes Cluster entspricht einem Wertstromtyp.

3.2.2.1 Gewichtung und Einfluss der Kennzahlen

Die Abfrage der Daten erfolgte anhand eines auf dem Modell zur Schätzung des Wertbeitrags basierenden Fragebogens, dessen Aufbau und die sich aus der Auswertung der versendeten Fragebögen ergebenden Erkenntnisse in diesem Abschnitt vorgestellt werden.

Gemäß der untersten Stufe des Modells wurde für jede Flexibilitätsart i der Einfluss auf die Kennzahl j bewertet (E_{ij}^F) (vgl. Abb. 30).

Die Flexibilität eines Produktionssystems lässt sich nach wissenschaftlichen Klassifizierungen in verschiedene Arten unterteilen. An dieser Stelle wird der Einfluss der Flexibilitätsart auf die entsprechende Kennzahl untersucht.							Die Angaben sind jetzt vollständig
- Bitte vervollständigen Sie den Satz, indem Sie von der linken Spalte zur rechten Spalte lesen und dabei die zutreffende Auswahl ankreuzen - Zutreffende Auswahl durch x in der entsprechenden Spalte (graues Eingabefeld) - "Anlage" beschränkt sich nicht nur auf Maschinen, sondern meint im weiteren Sinne auch Arbeitsstationen mit hohem manuellen Arbeitsanteil durch Mitarbeiter							
	reduziert stark	reduziert leicht	beeinflusst nicht	erhöht leicht	erhöht stark		
Die Fähigkeit des Produktionssystems, das aktuelle Produktprogramm auf einer festgelegten Anlagenkombination ohne aufwendiges Rüsten (z. B. Softwarerüsten) zu produzieren...				x		... den Overall Equipment Efficiency (OEE)	OK
				x		... die Maschinenauslastung	OK
				x		... die Produktivität der direkten Mitarbeiter	OK
					x	... die Produktivität der indirekten Mitarbeiter	OK
					x	... die Durchlaufzeit	OK
	x					... die Rüstzeit	OK
				x		... den Umlaufbestand/Work-in-Process	OK
				x		... die Liefertreue zum Kunden	OK
				x		... die interne Liefertreue	OK
				x		... die interne Ausschussrate	OK
				x		... die interne Nacharbeitsrate	OK
				x		... die Kundenreklamationsrate	OK

Abb. 30: Bewertung des Einflusses der Flexibilität auf die Kennzahl (E_{ij}^F) (Ausschnitt)

³⁵⁴ Vgl. Janssen; Laatz (2005), S. 497.

Empirische Bestimmung von Wertstromtypen

Der unternehmensspezifischen Bedeutung der Flexibilitätsarten gew_i^F wurde durch die paarweise Bewertung Rechnung getragen: Jede Flexibilitätsart wurde hinsichtlich ihrer Wichtigkeit gegenüber einer anderen Flexibilitätsart eingeschätzt (Abb. 31).

Durch den paarweisen Vergleich lassen sich die Flexibilitätsarten nach Relevanz priorisieren. Hierzu werden alle Flexibilitätsarten paarweise miteinander verglichen.				Die Angaben sind jetzt vollständig
- Bitte vervollständigen Sie den Satz, indem Sie von der linken Spalte zur rechten Spalte lesen und dabei "wichtiger" oder "unwichtiger" ankreuzen				
- Zutreffende Auswahl durch x in der entsprechenden Spalte (graues Eingabefeld)				
- "Anlage" beschränkt sich nicht nur auf Maschinen, sondern meint im weiteren Sinne auch Arbeitsstationen mit hohem manuellen Arbeitsanteil durch Mitarbeiter				
	wichtiger	unwichtiger		
Die Produktion des aktuellen Produktprogramms auf einer festgelegten Anlagenkombination ohne aufwendiges Rüsten (z. B. Softwarerusten) ist...		x	... als die Fähigkeit, neue Produkte/Produktvarianten auf den vorhandenen Anlagen hinzuzufügen oder vorhandene Produkte zu ersetzen (z. B. beim Start neuer Produktvarianten)	OK
Die Produktion des aktuellen Produktprogramms auf einer festgelegten Anlagenkombination ohne aufwendiges Rüsten (z. B. Softwarerusten) ist...		x	... als die Fähigkeit, das gleiche Produkt in alternativen Anlagenkombinationen herzustellen und somit nicht nur von einer einzigen Anlagenkombination abhängig zu sein	OK
Die Produktion des aktuellen Produktprogramms auf einer festgelegten Anlagenkombination ohne aufwendiges Rüsten (z. B. Softwarerusten) ist...		x	... als die Fähigkeit, kurzfristig auf unterschiedliche Nachfrageschwankungen zu reagieren (z. B. durch Personaleinsatz)	OK
Die Produktion des aktuellen Produktprogramms auf einer festgelegten Anlagenkombination ohne aufwendiges Rüsten (z. B. Softwarerusten) ist...	x		... die Fähigkeit, ohne große strukturelle Veränderungen (z. B. neues Grundstück, Bau einer neuen Halle) zusätzliche Produktionskapazitäten aufzubauen	OK

Abb. 31: Paarweise Bewertung der Flexibilitätsarten (Ausschnitt)

Mit der zeilenweisen Summierung ließen sich für jedes Unternehmen die Flexibilitätsarten gewichten (vgl. Abb. 32).

	1.	2.	3.	4.	5.	Die Angaben sind	Quer-summe	Quer-summe [%]
	Prozess-flexibilität	Produkt-flexibilität	Routen-flexibilität	Volumen-flexibilität	Expansions-flexibilität			
1. Prozess-flexibilität		1	1	1	3	vollständig	6	15,0
2. Produkt-flexibilität	3		1	1	3	vollständig	8	20,0
3. Routen-flexibilität	3	3		3	3	vollständig	12	30,0
4. Volumen-flexibilität	3	3	1		3	vollständig	10	25,0
5. Expansions-flexibilität	1	1	1	1		vollständig	4	10,0
							40	100,0

Abb. 32: Ermittlung der Gewichtung für jede Flexibilitätsart

Aus den Angaben aller 28 Produktionswerke hinsichtlich der Gewichtung lassen sich erste Erkenntnisse ableiten. Die Standardabweichung dient zur Beurteilung

Empirische Bestimmung von Wertstromtypen

der Streuung der Unternehmensangaben. Als wichtigste Flexibilitätsart geht die Volumenflexibilität hervor, während sich die Routen-, die Prozess- und die Produktflexibilität auf einem mittleren Niveau befinden und die Expansionsflexibilität relativ weit abfällt (vgl. Tab. 1).

Nr.	Flexibilitätsart	Gewichtung [%]	Standardabweichung [%]
1	Volumenflexibilität	25,18	5,69
2	Routenflexibilität	19,82	6,16
3	Prozessflexibilität	19,64	7,32
4	Produktflexibilität	19,64	5,60
5	Expansionsflexibilität	15,71	6,04
	Summe	100,00	

Tab. 1: Gewichtung der Flexibilitätsarten über alle 28 Unternehmen

Auf der mittleren Ebene des Modells wurde der Einfluss des Wertstromdesigns auf jede modellrelevante Kennzahl j bewertet (E_j^W) (vgl. Abb. 33).

Diese Frage untersucht, welche Kennzahlen durch Wertstromdesign beeinflusst werden

Die Angaben sind jetzt vollständig

- Bitte wählen Sie für jede Kennzahl die zutreffende Spalte (**graues Eingabefeld**)
 - Zutreffende Auswahl durch x in der entsprechenden Spalte

	Diese Kennzahl ist mir nicht bekannt bzw. nicht relevant	Ich kann diese Kennzahl nicht mit Wertstromdesign beeinflussen	Ich beeinflusse indirekt/mittelbar diese Kennzahl	Ich beeinflusse gezielt diese Kennzahl	
1. Overall Equipment Efficiency (OEE)			x		OK
2. Maschinenauslastung				x	OK
3. Produktivität direkte Mitarbeiter			x		OK
4. Produktivität indirekte Mitarbeiter	x				OK
5. Durchlaufzeit			x		OK
6. Rüstzeit			x		OK
7. Umlaufbestand/Work-in-Process			x		OK
8. Liefertreue zum Kunden			x		OK
9. Interne Liefertreue			x		OK
10. Interne Ausschussrate				x	OK
11. Interne Nacharbeitsrate				x	OK
12. Kundenreklamationsrate				x	OK

Die Angaben sind

Abb. 33: Bewertung des Einflusses des Wertstromdesigns auf die einzelnen Kennzahlen (E_j^W)

Die unternehmensspezifische Bedeutung der erfolgskritischen Kennzahlen wurde auch durch die paarweise Bewertung ermittelt (vgl. Abb. 34).

Empirische Bestimmung von Wertstromtypen

Durch den paarweisen Vergleich lassen sich die Kennzahlen nach Relevanz priorisieren. Hierzu werden alle Kennzahlen der linken Spalte paarweise gegenüber der Kennzahl in der rechten Spalte bewertet.				Die Angaben sind jetzt vollständig
- Bitte vervollständigen Sie den Satz, indem Sie von der linken Spalte zur rechten Spalte lesen und dabei die zutreffende Auswahl ankreuzen				
- Zutreffende Auswahl durch x in der entsprechenden Spalte (graues Eingabefeld)				
- Wenn eine der beiden zu beurteilenden Kennzahlen nicht relevant oder nicht bekannt ist, bitte "nicht relevant" ankreuzen				
	1	3	0	
	un-wichtiger	wichtiger	nicht relevant	
Der Overall Equipment Efficiency (OEE) ist...			x	... als die Maschinenauslastung
Der Overall Equipment Efficiency (OEE) ist...	x			... als die Produktivität der direkten Mitarbeiter
Der Overall Equipment Efficiency (OEE) ist...		x		... als die Produktivität der indirekten Mitarbeiter
Der Overall Equipment Efficiency (OEE) ist...	x			... als die Durchlaufzeit
Der Overall Equipment Efficiency (OEE) ist...		x		... als die Rüstzeit
Der Overall Equipment Efficiency (OEE) ist...			x	... als der Umlaufbestand/Work-in-Process
Der Overall Equipment Efficiency (OEE) ist...	x			... als die Liefertreue zum Kunden
Der Overall Equipment Efficiency (OEE) ist...	x			... als die interne Liefertreue
Der Overall Equipment Efficiency (OEE) ist...	x			... als die interne Ausschussrate
Der Overall Equipment Efficiency (OEE) ist...	x			... als die interne Nacharbeitsrate
Der Overall Equipment Efficiency (OEE) ist...	x			... als die Kundenreklamationsrate
Die Maschinenauslastung ist...	x			... als die Produktivität der direkten Mitarbeiter
...		x		...

Abb. 34: Paarweise Bewertung der Kennzahlen (Ausschnitt)

Die Gewichtung der Kennzahlen erfolgte ebenfalls mit der zeilenweisen Summierung (vgl. Abb. 35).

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	Die Angaben sind	Quer-summe	Quer-summe [%]
	OEE	Masch.-auslastung	Prod. direkte MA	Prod. indirekte MA	Durchlaufzeit	Rüstzeit	Umlaufbestand	Kundenliefer-treue	Int. Liefer-treue	Int. Aus-schuss-rate	Int. Nach-arbeits-rate	Kunden-rekl.-rate			
1. Overall Equ. Eff. (OEE)		0	1	3	1	3	0	1	1	1	1	1	vollständig	13	6,02
2. Maschinenauslastung	0		1	3	1	0	0	1	1	1	1	1	vollständig	10	4,63
3. Produktivität direkte MA	3	3		3	1	3	0	1	1	1	1	1	vollständig	18	8,33
4. Produktivität indirekte MA	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	vollständig	11	5,09
5. Durchlaufzeit	3	3	3	3		3	0	1	1	1	1	1	vollständig	20	9,26
6. Rüstzeit	1	0	1	3	1		0	0	0	0	0	0	vollständig	6	2,78
7. Umlaufbestand	0	0	0	3	0	0		1	1	1	1	1	vollständig	8	3,70
8. Kundenliefer-treue	3	3	3	3	3	0	3		3	3	3	1	vollständig	28	12,96
9. Interne Liefer-treue	3	3	3	3	3	0	3	1		1	1	1	vollständig	22	10,19
10. Interne Aus-schussrate	3	3	3	3	3	0	3	1	3		3	1	vollständig	26	12,04
11. Interne Nach-arbeitsrate	3	3	3	3	3	0	3	1	3	1		1	vollständig	24	11,11
12. Kundenreklamationsrate	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3		vollständig	30	13,89
														216	100,0

Abb. 35: Berechnung der Gewichtung der Kennzahlen

Aus den gewichteten Kennzahlen von allen 28 Produktionswerken lassen sich erste Rückschlüsse ziehen (vgl. Tab. 2).

Empirische Bestimmung von Wertstromtypen

Nr.	Kennzahl	Gewichtung [%]	Standard-abweichung [%]
1	Kundenliefertreue	12,42	1,89
2	Kundenreklamationsrate	11,79	3,11
3	Produktivität der direkten Mitarbeiter	9,07	2,38
4	Interne Liefertreue	9,06	2,29
5	Interne Ausschussrate	8,93	2,86
6	Durchlaufzeit	8,66	1,99
7	Interne Nacharbeitsrate	8,19	2,59
8	Umlaufbestand	7,70	1,63
9	Overall Equipm. Efficiency (OEE)	6,59	3,22
10	Rüstzeit	6,13	1,95
11	Produktivität der indirekten Mitarbeiter	5,85	2,82
12	Maschinenauslastung	5,63	2,58
	Summe	100,00	

Tab. 2: Gewichtung der erfolgskritischen Kennzahlen

Die Kundenliefertreue und die Kundenreklamationsrate bilden die wichtigsten Kennzahlen. Sie sind den Erfolgsfaktoren Liefertreue und Qualität zuzuordnen. Beiden Erfolgsfaktoren gehören auch die meisten der weiter aufgeführten Kennzahlen an. Der Erfolgsfaktor Zeit befindet sich mit den erfolgskritischen Kennzahlen Durchlaufzeit und Umlaufbestand in der Mitte.

Die im relativen Vergleich am wenigsten bedeutenden Kennzahlen Overall Equipment Efficiency (OEE), Rüstzeit, Produktivität der indirekten Mitarbeiter und Maschinenauslastung gehören zum Erfolgsfaktor Produktivität. Hieraus lässt sich ein Rückschluss auf die geringere Bedeutung dieses Erfolgsfaktors im Vergleich zu den kunden- und qualitätsorientierten Erfolgsfaktoren ziehen.

Mit den Angaben lassen sich anhand des Modells für jedes der 28 Werke alle Einzelwertbeiträge ($F_{ij} \cdot W_j$) sowie der Gesamtwertbeitrag UWB_{Flex}^{WSD} als Summe der Einzelwertbeiträge schätzen (vgl. Tab. 3). Hierbei werden stets aus einer Kennzahl und einer der fünf Systemflexibilitätsarten kombinierte Paare betrachtet, um mögliche Auffälligkeiten zu identifizieren. Aufgrund der Menge und der Komplexität der Daten sind direkte Rückschlüsse mit einfachen mathematischen Mitteln nicht möglich.

Eine kombinierte Betrachtung von Kennzahl und Flexibilität unter Beachtung der Einflussmöglichkeiten durch das Wertstromdesign folgt in den nächsten Abschnitten. Dabei gilt es, eine vereinfachte und übersichtlichere Sicht auf die relevanten Haupteinflussgrößen zu gewinnen.

Empirische Bestimmung von Wertstromtypen

Unternehmen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Σ	
Prozess OEE	201	3551	432	2841	515	0	3618	227	125	781	1439	3317	0	2159	10668	365	8239	429	4498	1591	361	1095	125	0	2963	288	3693	1250	54.771	
Produkt OEE	241	1420	576	947	386	0	1206	341	208	117	720	5529	0	1080	3556	911	824	571	2699	1193	241	274	250	0	1778	216	2462	333	28.079	
Route OEE	121	5919	576	2367	644	0	1206	284	42	391	432	4423	0	720	1422	729	6866	214	3598	1989	722	365	250	0	1185	720	1231	2500	38.916	
...
Prozess Durchlaufzeit	893	369	4119	2614	2462	489	2632	1098	966	656	795	3317	6389	5966	7759	729	3693	1473	2178	1742	1389	2738	438	528	4580	500	6534	3646	70.692	
Produkt Durchlaufzeit	6696	739	1098	871	369	815	1754	824	805	246	994	5529	1278	1193	2586	1823	369	982	653	1307	370	685	1750	1319	550	375	4356	972	41.308	
Route Durchlaufzeit	1339	1231	2197	5445	1231	326	4386	2746	644	2051	597	4423	958	3977	1034	1458	1231	737	1742	2178	556	1825	1750	1056	366	625	2178	7292	55.579	
Volumen Durchlaufzeit	1786	492	3295	1742	1477	978	1754	3295	1610	328	2386	6635	3833	1989	2069	2188	985	1228	1307	2614	463	1141	2188	1583	1099	625	5445	4861	59.396	
Expansion Durchlaufzeit	2232	492	4119	3267	246	652	702	1098	805	492	795	442	3194	795	1552	1094	246	982	436	871	185	913	1094	792	3664	375	3267	3646	38.448	
Prozess Rüstzeit	402	625	739	955	833	293	691	492	369	1641	1136	2740	5278	3693	284	1432	7102	750	1231	2462	417	1667	583	244	970	167	5398	417	43.011	
Produkt Rüstzeit	1205	500	197	795	125	489	230	148	246	246	284	4567	1056	739	237	716	710	250	369	739	111	167	1167	611	582	125	3598	111	20.320	
Route Rüstzeit	241	417	985	1989	1042	196	230	246	98	410	341	731	1583	985	95	1146	2367	375	985	1231	167	222	583	244	155	208	1799	167	19.238	
Volumen Rüstzeit	161	83	295	1591	250	587	230	295	123	164	341	1096	3167	616	190	859	947	313	739	1477	139	278	1458	733	1164	208	4498	111	22.113	
Expansion Rüstzeit	201	167	148	477	83	391	92	197	123	492	227	365	2639	246	142	430	473	125	246	246	56	111	729	367	155	125	2699	83	11.835	
Prozess Umlaufbestand	1027	170	3551	2841	2045	359	789	871	1080	1328	697	2740	1667	6534	6466	677	4261	1205	1989	1591	111	2500	542	833	4041	348	5966	1458	57.687	
Produkt Umlaufbestand	7701	341	947	947	767	598	1316	653	900	199	436	4567	833	1307	2155	1693	426	804	597	1193	148	625	1083	1042	2425	523	3977	972	39.175	
Route Umlaufbestand	1540	568	1894	2367	2557	239	1316	2178	720	664	523	3654	250	1742	862	1354	1420	603	1591	1989	444	833	542	833	1616	871	1989	7292	42.451	
Volumen Umlaufbestand	2054	227	2841	1894	3068	717	1316	6534	1799	133	523	5481	1000	2178	1724	2031	1136	1004	2386	2386	185	1042	1354	1250	970	436	4972	4861	55.502	
Expansion Umlaufbestand	2567	227	1420	710	1023	478	263	871	900	398	348	365	417	871	1293	1016	284	402	398	795	74	417	677	625	647	261	2983	3646	24.376	
Prozess Kd.liefertreue	589	352	705	2841	939	408	5099	235	165	969	500	3606	7500	3523	2328	313	1500	1875	2936	2348	778	3452	646	150	1616	470	8807	6250	60.900	
Produkt Kd.liefertreue	4420	705	470	379	705	679	3399	352	275	727	625	6010	750	881	776	781	375	1250	881	1761	1037	863	2583	375	4849	352	5871	8333	50.464	
Route Kd.liefertreue	884	587	939	947	1174	272	8498	1174	220	3027	375	4808	1125	5871	310	1250	1250	938	2348	2936	3889	5754	2583	300	1293	587	2936	12500	68.775	
Volumen Kd.liefertreue	2946	587	1409	1894	1409	815	8498	1409	549	484	750	1442	4500	2936	621	4688	1000	1563	1761	1761	1296	7192	8073	2250	9698	587	7339	8333	85.790	
Expansion Kd.liefertreue	3683	1174	705	568	470	543	3399	470	1373	727	125	481	1875	1174	466	2344	250	625	587	1174	259	2877	1615	450	2586	352	4403	6250	41.005	
Prozess int. Liefertreue	321	307	216	2614	697	620	855	288	568	2266	227	3317	4722	3068	2069	240	1318	40	2367	1894	611	2976	563	333	7004	379	7102	4688	51.670	
Produkt int. Liefertreue	2411	614	288	348	261	1033	570	216	473	680	284	5529	472	767	690	599	330	27	710	1420	815	744	2250	833	841	284	4735	6250	34.474	
Route int. Liefertreue	482	1278	576	871	871	413	570	720	379	2832	170	4423	708	5114	276	958	1098	20	1894	2367	3056	4960	2250	667	2802	947	2367	9375	52.444	
Volumen int. Liefertreue	1607	511	864	1742	1045	1239	570	864	947	453	341	6635	2833	2557	552	3594	879	33	1420	1420	1019	6200	7031	1000	8405	473	5919	6250	66.403	
Expansion int. Liefertreue	804	1023	432	523	348	826	114	288	2367	680	57	442	1181	1023	414	1797	220	13	473	947	204	2480	1406	500	5603	284	3551	4688	32.688	
Prozess int. AS-rate	179	824	108	386	348	188	237	205	261	391	439	894	4722	3068	1810	52	864	295	1373	2045	903	595	150	256	474	258	8239	0	29.564	
Produkt int. AS-rate	536	1648	144	258	261	313	395	307	436	293	549	1490	472	1534	603	130	216	196	824	767	1204	298	300	639	284	193	5492	0	19.782	
Route int. AS-rate	268	2746	144	322	218	125	395	511	174	488	330	1192	708	1023	241	104	720	147	1098	1278	1806	397	300	511	190	322	2746	0	18.504	
Volumen int. AS-rate	179	549	216	258	261	375	395	614	436	195	1318	1788	1417	1278	483	156	288	246	1648	1534	1505	496	375	383	2845	322	6866	0	26.426	
Expansion int. AS-rate	223	1098	108	193	87	250	158	409	436	586	220	596	1181	511	362	78	144	98	549	511	602	198	375	192	1897	193	4119	0	15.374	
Prozess int. NA-rate	196	483	119	386	318	171	138	159	239	297	409	808	4167	2614	1552	52	773	268	1278	1894	833	595	158	528	2586	227	7670	0	28.918	
Produkt int. NA-rate	589	966	159	258	239	285	230	239	398	223	511	1346	417	1307	517	130	193	179	767	710	1111	298	317	1319	621	170	5114	0	18.613	
Route int. NA-rate	295	1610	159	322	199	114	230	398	159	371	307	1077	625	871	207	104	644	134	1023	1184	1667	397	317	2111	207	284	2557	0	17.573	
Volumen int. NA-rate	196	322	239	258	239	342	230	477	398	148	1227	1615	1250	1089	414	156	258	223	1534	1420	1389	496	396	3167	621	284	6392	0	24.780	
Expansion int. NA-rate	246	644	119	193	80	228	92	318	398	445	205	538	1042	436	310	78	129	89	511	473	556	198	396	792	414	170	3835	0	12.935	
Prozess Kd.rekl.rate	277	188	188	659	500	220	217	117	307	516	470	865	278	1875	1293	313	1045	402	1563	1250	1042	690	250	3194	8082	439	9375	0	35.615	
Produkt Kd.rekl.rate	830	375	250	439	188	367	362	176	511	387	587	1442	139	938	431	781	261	268	938	938	1389	345	500	7986	4849	330	6250	0	32.257	
Route Kd.rekl.rate	415	625	250	1098	313	147	362	294	205	645	352	1154	208	1250	172	625	871													

3.2.2.2 Faktorenanalyse

Der Grundgedanke der Faktorenanalyse ist, dass mit einer steigenden Anzahl von Variablen die Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Variablen steigen, was sich als Korrelation ausdrückt.³⁵⁵ Die Gruppen korrelierender Variablen werden in voneinander unabhängige Gruppen separiert, welche über einen möglichst großen Teil der Varianz der Ausgangsvariablen aufklären. Eine Gruppe korrelierender Variablen wird dann als Faktor bezeichnet, er zeichnet sich durch ein strukturierendes Merkmal aus.³⁵⁶

Die Faktorenanalyse ermöglicht die Identifizierung derjenigen Flexibilitätsart-Kennzahlen-Kombinationen, welche über alle Angaben hinweg signifikant sind.

Elf Faktoren mit einem Eigenwert größer 1 wurden mit dem Programm WIN-STAT ermittelt (vgl. Abb. 36).

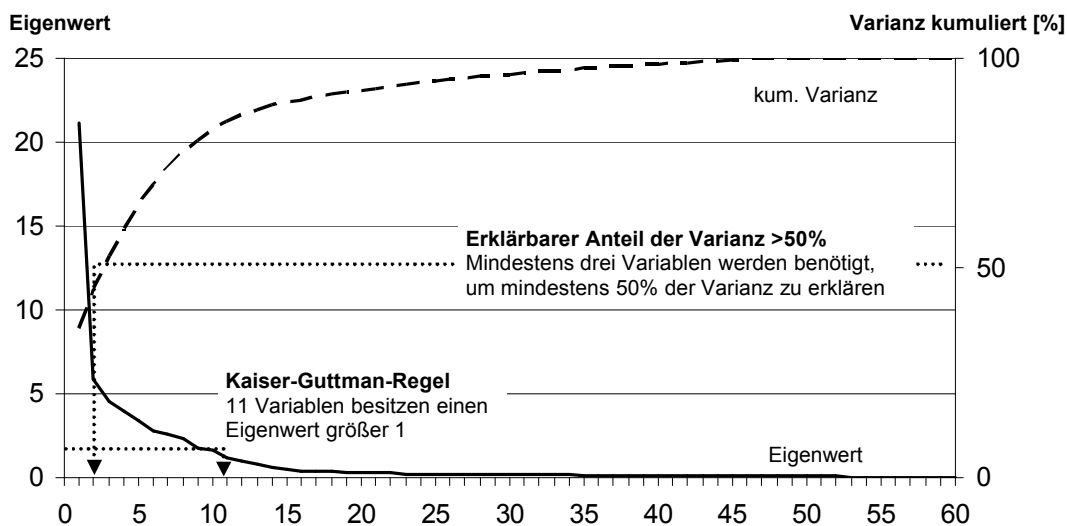


Abb. 36: Screeplot zur Bestimmung der Anzahl der Faktoren

Der Eigenwert gibt an, über wie viel Varianz der Faktor an allen Variablen aufklärt und ist somit ein Maß für das „Gewicht“ des Faktors. Hierbei ist festzuhalten, dass gemäß dem Screeplot, in dem die Eigenwerte absteigend grafisch dargestellt werden, bereits die ersten drei Faktoren über 50% der Varianz aller Variablen aufklären.

³⁵⁵ Vgl. Backhaus et al. (2011), S. 330.

³⁵⁶ Vgl. ebenda.

Empirische Bestimmung von Wertstromtypen

Die Kommunalität einer Variablen, welche die durch alle Faktoren aufgeklärte Varianz der Variablen beschreibt, ist bei allen betrachteten Variablen mit einer Faktorladung größer als 60% mit durchschnittlich 0,9 sehr hoch und damit unkritisch (vgl. Tab. 4).³⁵⁷

Faktor	Var. [%]	kum. [%]	gew _i ^F · gew _j ^W	Kennzahl	Flexibilitätsart	Faktor											Kommunalität	
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	35,3	35,3	0,59	Kundenreklamationsrate	Expansion	0,92	0,04	0,25	0,13	0,12	0,11	0,16	0,09	-0,02	0,05	0,00	0,98	
				0,75	Kundenreklamationsrate	Route	0,87	0,27	0,18	0,07	0,08	0,14	0,06	0,18	0,04	-0,11	-0,01	0,95
				0,95	Kundenreklamationsrate	Volumen	0,62	0,25	0,20	0,11	-0,02	0,32	0,13	0,10	0,48	-0,19	-0,16	0,93
				0,52	interne Nacharbeitsrate	Route	0,93	0,15	0,14	0,01	0,10	0,01	0,02	0,19	-0,06	-0,07	0,16	0,99
				0,66	interne Nacharbeitsrate	Volumen	0,93	0,04	0,04	0,10	0,08	0,06	0,18	0,01	0,05	0,09	0,06	0,94
				0,41	interne Nacharbeitsrate	Expansion	0,92	0,08	0,11	0,18	0,12	0,12	0,20	0,02	0,01	0,09	-0,02	0,97
				0,51	interne Nacharbeitsrate	Produkt	0,79	0,06	0,21	0,16	0,23	0,32	0,13	0,12	0,18	0,08	0,05	0,94
				0,57	interne Ausschussrate	Route	0,93	0,15	0,14	0,01	0,10	0,01	0,02	0,19	-0,06	-0,07	0,16	0,99
				0,56	interne Ausschussrate	Produkt	0,87	-0,03	0,17	0,14	0,10	0,26	0,08	0,08	0,19	-0,10	0,12	0,96
				0,56	interne Ausschussrate	Prozess	0,61	-0,07	0,10	-0,11	0,59	-0,06	0,24	-0,13	-0,04	-0,31	-0,06	0,92
0,31	Rüstzeit	Expansion	0,80	0,09	0,12	0,04	0,02	0,17	0,30	-0,02	0,21	0,02	-0,06	0,83				
2	9,8	35,3	0,42	OEE	Route	0,15	0,86	0,14	0,07	0,05	0,04	0,16	0,09	0,11	0,05	0,28	0,93	
			0,41	OEE	Prozess	0,12	0,64	0,20	0,24	0,42	-0,11	0,06	0,08	-0,02	-0,19	-0,01	0,76	
			0,53	MaschAusl	Volumen	0,07	0,85	0,11	0,22	0,05	0,05	0,06	0,10	0,11	0,01	0,05	0,81	
			0,41	MaschAusl	Route	-0,01	0,73	0,04	0,33	0,12	0,43	0,04	0,09	-0,15	0,05	0,17	0,91	
3	7,5	35,3	0,54	Durchlaufzeit	Produkt	0,42	0,02	0,85	0,21	0,08	0,00	0,01	0,02	0,03	-0,09	-0,04	0,96	
			0,48	Umlaufbestand	Produkt	0,21	0,09	0,74	-0,03	0,49	0,00	0,17	0,07	0,16	0,17	-0,05	0,93	
			0,39	Rüstzeit	Produkt	0,24	0,26	0,69	0,03	0,16	0,13	-0,02	0,21	0,48	0,15	0,11	0,95	
4	6,5	49,3	0,57	Durchlaufzeit	Route	0,12	0,20	0,18	0,81	-0,02	0,05	0,07	0,07	0,23	-0,28	0,02	0,88	
			0,78	Liefertreue zum Kunden	Route	0,11	0,05	0,03	0,91	0,04	-0,08	-0,04	0,14	-0,09	0,12	-0,08	0,91	
			0,57	interne Liefertreue	Route	0,10	0,19	0,01	0,62	0,10	-0,12	-0,05	0,36	0,00	0,36	0,15	0,74	
5	5,7	55,0	0,51	interne Nacharbeitsrate	Prozess	0,43	0,07	0,11	-0,15	0,80	0,01	0,24	0,01	0,08	0,09	-0,01	0,94	
			0,48	Umlaufbestand	Prozess	0,17	0,08	0,14	0,29	0,67	0,07	0,04	-0,20	0,04	-0,05	0,27	0,71	
			0,54	Durchlaufzeit	Prozess	0,04	0,16	0,04	0,45	0,60	0,23	0,21	-0,07	-0,19	0,00	0,16	0,76	
6	4,6	55,0	0,37	Produktivität der ind. MA	Route	0,35	0,16	0,02	0,04	-0,05	0,81	0,03	0,04	0,14	-0,29	0,27	0,99	
			0,39	Rüstzeit	Route	0,28	0,11	0,07	-0,04	0,00	0,88	0,16	0,01	0,11	-0,16	0,11	0,95	
			0,35	MaschAusl	Produkt	0,13	0,14	-0,10	-0,10	0,06	0,66	0,00	0,06	0,05	0,24	-0,18	0,60	
7	4,3	55,0	0,28	MaschAusl	Expansion	0,34	0,02	0,11	0,08	0,18	0,08	0,80	0,13	-0,07	-0,21	-0,08	0,88	
			0,33	OEE	Expansion	0,22	0,00	0,03	-0,17	0,35	0,00	0,68	0,17	0,06	0,22	0,06	0,75	
			0,46	Produktivität der dir. MA	Expansion	0,14	0,34	0,12	0,07	0,37	0,19	0,69	0,12	0,39	0,04	0,01	0,96	
			0,39	Umlaufbestand	Expansion	0,49	-0,01	0,07	0,33	-0,07	0,09	0,66	0,19	-0,15	-0,04	0,18	0,89	
...	

Nur Faktorladungen >0,6 beachtet.

Faktor 2 wird aufgrund der durchgängig geringen Gesamtgewichtung nicht weiter betrachtet (und daher von der Kumulation ausgeschlossen)

Tab. 4: Übersicht über die wesentlichen Kenngrößen der Faktorenanalyse

Bei der Einzelbetrachtung der Faktoren weist Faktor 1 hauptsächlich Kennzahlen des Erfolgsfaktors Qualität mit einer hohen Gesamtgewichtung ($gew_i^F \cdot gew_j^W$) auf. Schwerpunkte bei den Flexibilitätsarten sind nicht erkennbar.

Faktor 2 zeichnet sich durch die beiden erfolgskritischen Kennzahlen Overall Equipment Efficiency und Maschinenauslastung aus, welche dem Erfolgsfaktor

³⁵⁷ Als „hohe“ Ladungen gelten Werte ab 0,5. Vgl. Backhaus et al. (2011), S. 361.

Produktivität zuzuordnen sind. Die Gesamtgewichtung ($\text{gew}_i^F \cdot \text{gew}_j^W$) ist mit 0,4 gering.

Die Faktoren 3 bis 5 werden durch eine Flexibilitätsart (Produkt, Route bzw. Prozess) mit Kennzahlen des Erfolgsfaktors Zeit bestimmt. Ab dem Erfolgsfaktor 6 lässt sich keine eindeutige Struktur mehr bei den Kennzahlen erkennen.

Die Haupteinflussgrößen, welche die Grundlage der weiteren Klassifizierung der Wertstromtypen bilden, werden zwecks Fokussierung auf die relevanten Variablen unter folgenden Rahmenbedingungen bestimmt: Es werden nur Variablen mit einer Faktorladung größer als 60% und einer Gesamtgewichtung ($\text{gew}_i^F \cdot \text{gew}_j^W$) größer als 50% betrachtet. Die Haupteinflussgrößen erklären 50% der Varianz.

Aufgrund der oben genannten Voraussetzungen lassen sich vier Faktoren extrahieren (Tab. 5).

Haupteinflussgröße	Faktor	Var. [%]	kum. [%]	gewKZ-gewFLEX	Kennzahl	Flexibilitätsart
1 „Qualität“	1	35,3	35,3	0,59	Kundenreklamationsrate	Expansion
				0,75	Kundenreklamationsrate	Route
				0,95	Kundenreklamationsrate	Volumen
				0,52	interne Nacharbeitsrate	Route
				0,66	interne Nacharbeitsrate	Volumen
				0,51	interne Nacharbeitsrate	Produkt
				0,57	interne Ausschussrate	Route
				0,56	interne Ausschussrate	Produkt
				0,56	interne Ausschussrate	Prozess
2 „Logistik-performance“	3	7,5	35,3	0,53	Durchlaufzeit	Produkt
	4	6,5	49,3	0,55	Durchlaufzeit	Route
				0,79	Liefertreue zum Kunden	Route
				0,57	interne Liefertreue	Route
	5	5,7	55,0	0,51	interne Nacharbeitsrate	Prozess
				0,54	Durchlaufzeit	Prozess

Tab. 5: Festlegung der Haupteinflussgrößen

Unter Beachtung der geringen Gewichtung der erfolgskritischen Kennzahlen Maschinenauslastung und Overall Equipment Efficiency (OEE) wird der zweite Faktor von der Betrachtung ausgeschlossen. Der Fokus der weiteren Betrachtung liegt damit auf den Faktoren 1 und 3 bis 5, womit sich wieder 50% der Gesamtvarianz erklären lassen.

Da es sich bei den erfolgskritischen Kennzahlen der ersten Haupteinflussgröße schwerpunktmäßig um den Erfolgsfaktor Qualität handelt, wird das Variablenbündel um Faktor 1 auch „Qualität“ genannt. Dem zweiten Haupteinflussfaktor, bestehend aus den Faktoren 3 bis 5, liegen hauptsächlich Kennzahlen der Erfolgsfaktoren Zeit und Liefertreue zugrunde. Sie werden daher unter der Haupteinflussgröße „Logistikperformance“ zusammengefasst.

Mit den relevanten Faktoren für die beiden Haupteinflussgrößen lassen sich die Teilwertbeiträge und der Gesamtwertbeitrag bestimmen (vgl. Tab. 6).

Unternehmen	Wertbeitrag		
	Qualität	Logistikperformance	Gesamt
1	3.723	10.491	14.214
2	9.116	4.688	13.803
3	1.765	9.049	10.814
4	5.428	11.134	16.563
5	2.316	6.426	8.742
6	2.247	2.486	4.734
7	2.586	17.978	20.564
8	3.017	6.722	9.739
9	3.053	3.252	6.305
10	3.590	9.109	12.699
11	4.655	3.341	7.996
12	11.077	23.308	34.385
13	9.167	14.625	23.792
14	12.330	24.735	37.064
15	4.569	13.517	18.086
16	2.708	6.271	8.979
17	4.288	8.415	12.703
18	1.844	4.417	6.261
19	10.369	10.095	20.464
20	11.468	12.424	23.892
21	12.593	10.093	22.685
22	3.746	16.558	20.304
23	3.529	8.929	12.458
24	12.156	4.397	16.553
25	6.276	12.177	18.453
26	2.939	3.261	6.201
27	46.165	26.042	72.206
28	0	33.785	33.785

Tab. 6: Teilwertbeiträge nach den einzelnen Haupteinflussgrößen und Gesamtwertbeitrag je Unternehmen

Besonders auffällig sind die Wertbeiträge der Unternehmen 27 und 28, welche die Haupteinflussgröße „Qualität“ im Vergleich zu den anderen Unternehmen

extrem hoch bewerten bzw. der Qualität gar keine Bedeutung beimessen. Auch bei der Logistikperformance weist Unternehmen 28 einen auffällig hohen Wertbeitrag auf. Diese Besonderheiten gilt es später zu beachten.

Die empirisch relevanten Wertbeiträge bilden die Grundlage für die Klassifizierung der Wertströme im nächsten Abschnitt.

3.2.2.3 Clusteranalyse

Mit Hilfe der Faktorenanalyse wurden die beiden Haupteinflussgrößen „Qualität“ und „Logistikperformance“ bestimmt. Anhand dieser beiden Haupteinflussgrößen gilt es nun die Wertströme mit Hilfe der Clusteranalyse, deren primäres Ziel das Auffinden homogener Gruppen aus einer Menge von Objekten ist, zu klassifizieren.³⁵⁸ Den Gruppen ist gemein, dass die Objekte innerhalb der Gruppe untereinander ähnlich sind (= homogen), die Gruppen sich jedoch voneinander abgrenzen (= heterogen).³⁵⁹

Bei der folgenden Clusteranalyse wird die Datenbasis mit den 28 Wertstromdesignangaben um die Angaben zu den Produktionswerken 27 und 28 bereinigt. Die einseitigen Ausreißereigenschaften bei der Haupteinflussgröße „Qualität“ sind nicht vollständig erklärbar und haben zusätzlich beträchtlichen Einfluss auf die Ergebnisstabilität (vgl. Tab. 6).³⁶⁰

Die Clusteranalyse wird mit Hilfe von WINSTAT durchgeführt. Dabei wird das Mittelwertverfahren gewählt, welches die Schwächen der Single- bzw. Complete-Linkage-Verfahren kompensiert.³⁶¹ Als wesentlicher Nachteil des Single-Linkage-Verfahrens ist die Verschmelzung von Ausreißern („Verkettungs- bzw. Kontraktionseffekt“) zu nennen, wogegen das Complete-Linkage-Verfahren zu sehr vielen homogenen Clustern („Dilatationseffekt“) führt.³⁶²

Die Ermittlung der Cluster erfolgt mit einem Dendogramm, welches die Hierarchie der Objekte und Gruppen sowie deren Reihenfolge bei der Vereinigung an-

³⁵⁸ Vgl. Bacher; Pöge; Wenzig (2010), S. 15.

³⁵⁹ Vgl. ebenda.

³⁶⁰ Vgl. Abschnitt 3.2.2.2.

³⁶¹ Vgl. Bacher; Pöge; Wenzig (2010), S. 152.

³⁶² Vgl. ebenda.

hand der Abstandsrelationen grafisch darstellt (vgl. Abb. 37).³⁶³ Als Objekt wird die Einzelangabe auf der untersten Hierarchieebene als Ausgangspunkt der Gruppierung bezeichnet, welche im vorliegenden Fall den Wertstromdesignangaben eines einzelnen Werkes entspricht.

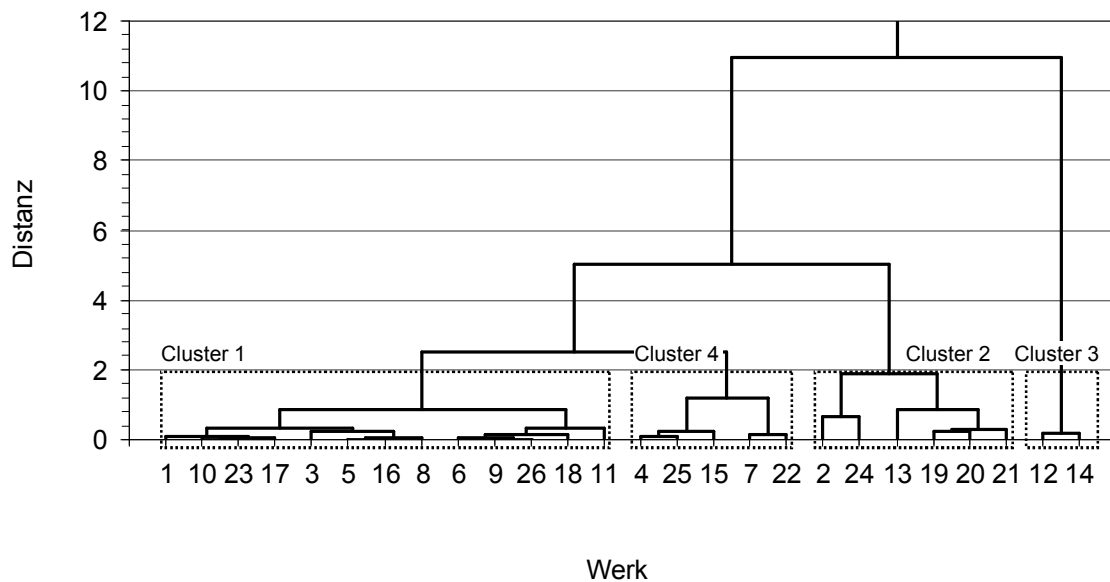


Abb. 37: Dendrogramm zur Bestimmung der Cluster

Ausgehend von der Distanz null auf der untersten hierarchischen Stufe, werden die einzeln aufgeführten Werke gemäß der Ähnlichkeit ihres Wertstromdesigns gruppiert, bis jedes Werk eindeutig einer Gruppe zugeordnet wurde. Bei jedem Iterationsschritt werden genau zwei Objekte bzw. Gruppen zusammengeführt: Mit steigender Anzahl an Gruppen wächst deren Abstand zueinander, die Gruppen werden immer heterogener.³⁶⁴

Bereits auf der untersten Stufe zeichnet sich eine kleine Zahl an Gruppierungen ab, die beim Distanzmaß von zwei bereits in vier Cluster münden. Der große Sprung bei den Distanzmaßen im Rahmen der weiteren Zusammenführung der vier Cluster deutet auf eine große Heterogenität der vier Gruppen hin. Eine weitere Zusammenfassung der vier Cluster findet daher nicht statt.

³⁶³ Vgl. Wiedenbeck; Züll (2001), S. 5.

³⁶⁴ Vgl. ebenda, S. 6.

Für jeden der 28 Wertströme wurde je Haupteinflussgröße der Wertbeitrag ($F_{ij} \cdot W_j$) als Summe der relevanten Einzelwertbeiträge gebildet.³⁶⁵ Zur besseren Übersichtlichkeit werden die Wertbeiträge der einzelnen Wertströme jeweils zum Maximalwertbeitrag der jeweiligen Haupteinflussgröße prozentual in Relation gesetzt.

In der grafischen Auswertung werden die durch die Unternehmen 27 und 28 bestimmten Maximalwerte aufgrund ihrer teils extremen Ausprägung nicht dargestellt, sie bestimmen jedoch die abgebildeten Maximalwerte für die Skalen (30% für die Qualität bzw. 80% für die Logistikperformance) (vgl. Abb. 38).

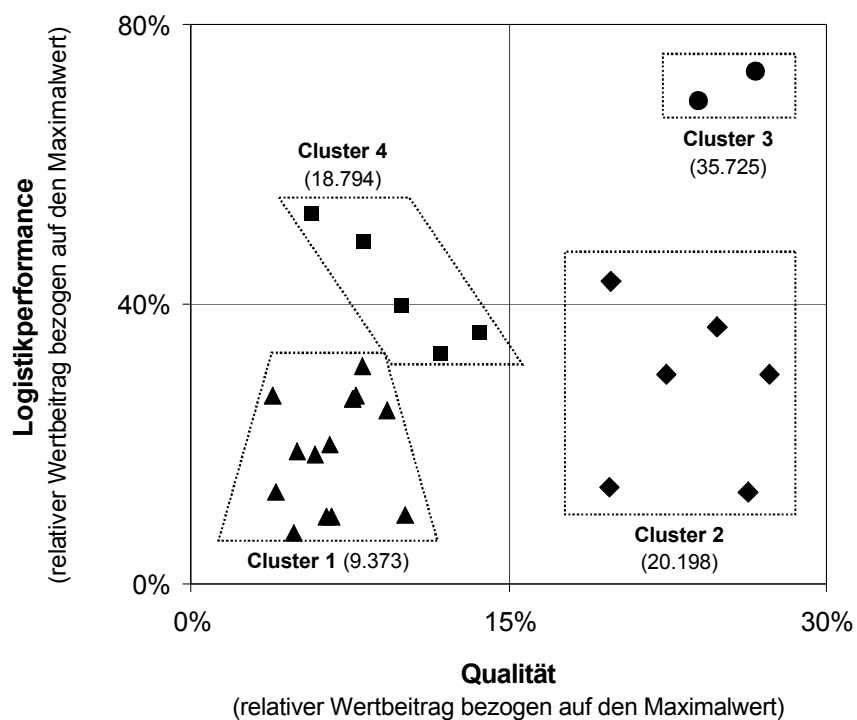


Abb. 38: Vier Cluster zur Klassifizierung der Wertströme

Auf diese Weise lassen sich die vier Cluster nach den Wertbeiträgen gemäß der beiden Haupteinflussgrößen einteilen. Auffällig ist die große Anzahl der Wertströme im ersten Cluster, welche relativ nahe beieinanderliegen. Dagegen nimmt sowohl die Anzahl der Wertströme als auch die Dichte in den Clustern 2 und 4 ab. Cluster 3 grenzt sich klar von den anderen ab.

³⁶⁵ Vgl. Abschnitt 3.2.2.2.

Der relative Wertbeitrag des Clusters 1 beträgt, bezogen auf den Maximalwert, für die Haupteinflussgröße Qualität 7% (absolut: 3.052) bzw. 19% für die Logistikperformance (absolut: 6.321). Die Summe ergibt absolut 9.373.

Die Wertströme des Clusters 2 weisen einen relativen Wertbeitrag von 23% für die Qualität und 28% für die Logistikperformance auf, was absolut 10.811 bzw. 9.387 entspricht. Mit der Summe von 20.198 übertrifft der Wertbeitrag den Gesamtwert von Cluster 1 um mehr als das Doppelte, was auf eine signifikante Rolle der Flexibilität und des Wertstromdesigns, bezogen auf die beiden Haupteinflussgrößen, schließen lässt.

Cluster 3 ist mit nur zwei Wertströmen vertreten, welche mit einem relativen Wertbeitrag von 25% für die Qualität bzw. 71% für die Logistikperformance nochmals die Wertbeiträge von Cluster 1 und 2 übertreffen. In Absolutwerten entspricht dies einem Gesamtwertbeitrag in Höhe von 35.725, welcher sich in 11.702 für die Qualität und 24.021 für die Logistikperformance aufteilt.

Das verbleibende Cluster 4 ordnet sich in die Klassifizierungsmatrix mit einem relativen Wertbeitrag von 10% (absolut 4.521) für die Qualität bzw. 42% (absolut 14.273) für die Logistikperformance ein. Der Gesamtwertbeitrag in diesem Cluster beträgt 18.794.

Es bleibt an dieser Stelle festzuhalten, dass der Wertbeitrag für die Wertströme der einzelnen Cluster unterschiedlich hoch bewertet wurde, was auf die unterschiedliche Relevanz der Flexibilität und des Wertstromdesigns im konkreten Anwendungsfall schließen lässt.

Wo genau die möglichen Ursachen und Verbesserungspotenziale liegen und wie die Wertbeiträge zu interpretieren sind, muss weiter analysiert werden. Im nächsten Abschnitt gilt es daher die Gründe für die unterschiedlich großen Wertbeiträge der einzelnen Cluster zu untersuchen, um abschließend Wertstromtypen abzuleiten.

3.3 Charakterisierung der Wertstromtypen

Zur vollständigen Klassifizierung bedarf es einer weiteren Analyse der einzelnen Wertstromtypen anhand der modellrelevanten Variablen. Es handelt sich dabei um eine Betrachtung der clusterindividuellen Faktorausprägungen, wel-

che in einem Wertstromtypprofil festgehalten werden. Das Hauptziel der Clusterprofilanalyse besteht in der Identifizierung von Verbesserungspotenzialen zur Ableitung von Gestaltungsfeldern und fallstudienbasierten Gestaltungsempfehlungen für das wertorientierte Wertstromdesign.³⁶⁶

3.3.1 Klassifizierungsmerkmale von Wertstromtypen

Die in der Literatur zu findenden Ansätze zur Beschreibung und Klassifizierung von Produktionssystemen basieren häufig auf der Produkt-Prozess-Matrix nach HAYES und WHEELWRIGHT, welche den aus dem Produktlebenszyklus abgeleiteten „Prozesslebenszyklus“ beschreibt.³⁶⁷ Die der Produkt-Prozess-Matrix zu Grunde liegenden drei Dimensionen sind das Produktionsvolumen, das Produktspektrum und die Organisation der Fertigung.³⁶⁸ Sie werden im weiteren Verlauf als allgemeine Klassifizierungsmerkmale verwendet (vgl. Abb. 39).

Fokus	Merkmal	Leitfrage
Produktionssystem	Organisation der Fertigung	Wie sind die Fertigungsmittel organisiert? (Werkstatt-, Fließ-, Baustellenfertigung)
	Produktionsvolumen	Welche Mengen werden produziert? (Einzel-, Los-, Serien-, Massenfertigung)
	Produktspektrum	Was sind repräsentative Produktbeispiele?
Lean	Lean-Reife	Wie lange wird bereits Lean durchgeführt?
Wertbeitrag	Anteil: „Qualität“	Welchen Teilwertbeitrag leistet die Qualität?
	Anteil: „Logistikperformance“	Welchen Teilwertbeitrag leistet die Logistikperformance?
	Gesamt	Wie groß ist der Gesamtwertbeitrag?
Clusterspezifisches Profil	Produktqualität: Ausschöpfungspotenzial	Wie groß ist das Potenzial durch die Nutzung der vorhandenen Flexibilität?
	Produktqualität: Flexibilisierungspotenzial	Wie groß ist das Potenzial durch die Flexibilisierung des Systems?
	Logistikperformance: Ausschöpfungspotenzial	Wie groß ist das Potenzial durch die Nutzung der vorhandenen Flexibilität?
	Logistikperformance: Flexibilisierungspotenzial	Wie groß ist das Potenzial durch die Flexibilisierung des Systems?

Abb. 39: Klassifizierungsmerkmale zur Beschreibung eines Wertstromtyps

³⁶⁶ Vgl. Hachmeister (1999), S. 48.

³⁶⁷ Vgl. Hayes; Wheelwright (1979a), S. 133.

³⁶⁸ Vgl. Miltenburg (2005), S. 52.

Zu den allgemeinen Merkmalen des Produktionssystems gilt es die clusterspezifischen Ergebnisse, welche das Einzelergebnis in Relation zur Gesamtheit setzt, aus den Profilen zu ergänzen.

Ausgehend von der Untersuchungsfrage, welchen Beitrag das Wertstromdesign zum Unternehmenswert unter Beachtung der Flexibilität des Produktionssystems leistet, gilt es in den Clustern jeweils diejenigen Flexibilitätsart-Kennzahl-Kombinationen (Faktoren) zu identifizieren, in denen die hohe Flexibilität des Produktionssystems durch das Wertstromdesign nicht voll ausgeschöpft wird („Flexibilisierungspotenzial“) oder bei denen sich die Flexibilität durch das Wertstromdesign und damit der Wertbeitrag gezielt steigern lassen („Ausschöpfungspotenzial“; vgl. Abb. 40).

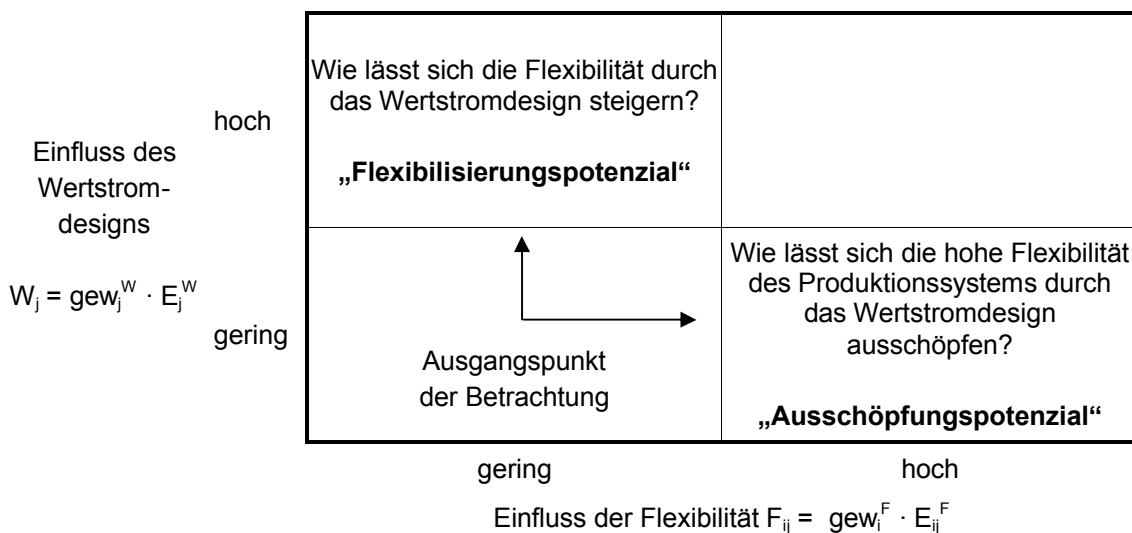


Abb. 40: Ausschöpfungspotenzial und Flexibilisierungspotenzial

In der zu Grunde gelegten Überlegung werden die Flexibilitäts- (F_{ij}) und die Wertstromdesignanteile (W_j) des Wertbeitrags für jedes Cluster getrennt nach den Haupteinflussgrößen ermittelt.³⁶⁹ Auf diese Weise ist erkennbar, welcher der beiden Anteile den wesentlichen Wertbeitrag bildet. Anhand der gebildeten Differenz beider Anteile wird im nächsten Abschnitt ein Clusterprofil erstellt, aus dem sich die factorspezifischen Potenziale zur Steigerung des Wertbeitrags ableiten lassen: Große Differenzen weisen auf große Potenziale hin, die qualitativ aus dem Profil hervorgehen. Die einzelnen Schritte werden nun beschrieben.

³⁶⁹ Vgl. Abschnitt 3.1.2.2.

Empirische Bestimmung von Wertstromtypen

Für jeden Wertstrom wird factorspezifisch der gewichtete Einfluss der Flexibilität F_{ij} ermittelt und bezogen auf den Maximalwert 100 normiert (vgl. Abb. 41).

Cluster	Flex.-art	Qualität									Logistikperformance					
		Prozess	Produkt	Route	Produkt	Route	Volumen	Route	Volumen	Expansion	Prozess	Produkt	Route	Route	Route	Prozess
	Kennzahl	int. Ausschuss-rate	int. Ausschuss-rate	int. Ausschuss-rate	int. Nach-arbeits-rate	int. Nach-arbeits-rate	int. Nach-arbeits-rate	Kunden-reklam.-rate	Kunden-reklam.-rate	Kunden-reklam.-rate	Durch-laufzeit	Durch-laufzeit	Durch-laufzeit	Kunden-liefer-treue	int. Liefer-treue	int. Nach-arbeits-rate
1	Lfd. Nr.															
	1	13	40	20	40	20	13	20	27	33	13	100	20	20	20	13
	2	10	13	13	13	13	20	13	20	10	50	13	27	27	27	10
	3	27	20	17	20	17	20	17	20	7	67	10	33	33	33	27
	4	10	17	7	17	7	20	7	20	13	20	33	13	13	13	10
	5	7	10	17	10	17	20	17	20	13	13	10	33	33	33	7
	6	10	17	7	17	7	17	7	17	17	20	17	13	13	13	10
	7	13	10	17	10	17	7	17	7	20	27	10	83	83	83	13
	8	13	17	10	17	10	40	10	20	7	13	17	10	20	20	13
	9	7	17	13	17	13	20	13	20	10	13	33	27	27	27	7
	10	40	10	33	10	33	13	33	13	7	100	10	33	33	33	40
	11	20	13	10	13	10	17	10	17	7	20	13	10	10	10	20
	12	7	13	13	13	13	17	13	17	17	7	27	27	27	27	7
2	13	13	10	17	10	17	17	17	10	13	10	17	17	17	33	13
	14	10	20	33	20	33	7	33	7	13	10	20	33	33	83	10
	15	67	7	10	7	10	20	10	20	17	67	13	10	10	10	67
	16	17	10	13	10	13	20	13	20	7	33	10	27	27	27	17
	17	27	10	17	10	17	20	17	20	7	27	20	33	33	33	27
	18	10	13	20	13	20	17	20	17	7	50	13	20	100	100	10
	19	13	33	27	17	27	40	13	20	10	7	17	13	13	27	7
3	25	10	17	13	17	13	20	13	20	7	50	83	67	67	67	10
	26	40	20	13	20	13	17	13	17	7	100	20	67	67	67	40
4	20	20	13	17	13	17	13	33	67	10	40	13	83	33	33	20
	21	10	17	17	17	17	17	17	17	7	50	33	83	83	33	10
	22	100	33	13	33	13	27	13	27	20	100	33	13	13	13	100
	23	20	10	13	10	13	17	13	17	7	40	10	27	67	67	20
24	17	10	7	20	7	20	7	20	13	83	10	7	13	33	83	

Abb. 41: Gewichteter Einfluss der Flexibilität F_{ij} für die Haupteinflussgrößen

Der Einfluss des Wertstromdesigns auf die Kennzahl W_j wird ebenfalls factorspezifisch berechnet und auf die Maximalgröße 100 normiert (vgl. Abb. 42).

Cluster	Flex.-art	Qualität									Logistikperformance					
		Prozess	Produkt	Route	Produkt	Route	Volumen	Route	Volumen	Expansion	Prozess	Produkt	Route	Route	Route	Prozess
	Kennzahl	int. Ausschuss-rate	int. Ausschuss-rate	int. Ausschuss-rate	int. Nach-arbeits-rate	int. Nach-arbeits-rate	int. Nach-arbeits-rate	Kunden-reklam.-rate	Kunden-reklam.-rate	Kunden-reklam.-rate	Durch-laufzeit	Durch-laufzeit	Durch-laufzeit	Kunden-liefer-treue	int. Liefer-treue	int. Nach-arbeits-rate
1	Lfd. Nr.															
	1	11	11	11	12	12	12	17	17	17	54	54	54	35	19	12
	2	9	9	9	10	10	10	15	15	15	66	66	66	28	17	10
	3	10	10	10	10	10	10	15	15	15	30	30	30	28	21	10
	4	15	15	15	14	14	14	18	18	18	20	20	20	16	25	14
	5	25	25	25	19	19	19	14	14	14	66	66	66	28	17	19
	6	21	21	21	19	19	19	25	25	25	39	39	39	13	23	19
	7	23	23	23	18	18	18	31	31	31	20	20	20	29	27	18
	8	26	26	26	25	25	25	28	28	28	48	48	48	15	7	25
	9	6	6	6	6	6	6	38	38	38	44	44	44	38	29	6
	10	17	17	17	15	15	15	21	21	21	30	30	30	30	26	15
	11	12	12	12	11	11	11	16	16	16	59	59	59	75	2	11
	12	18	18	18	19	19	19	30	30	30	53	53	53	78	68	19
2	13	15	15	15	14	14	14	26	26	26	30	30	30	28	23	14
	14	66	66	66	39	39	39	15	15	15	30	30	30	14	12	39
	15	57	57	57	50	50	50	17	17	17	77	77	77	90	57	50
	16	66	66	66	61	61	61	75	75	75	52	52	52	70	57	61
	17	61	61	61	57	57	57	75	75	75	52	52	52	70	57	57
	18	72	72	72	67	67	67	83	83	83	22	22	22	31	24	67
	19	15	15	15	63	63	63	77	77	77	63	63	63	18	20	63
3	25	72	72	72	65	65	65	69	69	69	53	53	53	58	53	65
	26	61	61	61	52	52	52	75	75	75	48	48	48	70	61	52
4	20	15	15	15	15	15	15	26	26	26	52	52	52	23	21	15
	21	19	19	19	11	11	11	17	17	17	42	42	42	82	14	11
	22	14	14	14	12	12	12	10	10	10	62	62	62	19	17	12
	23	24	24	24	24	24	24	28	28	28	55	55	55	69	60	24
24	23	23	23	25	25	25	78	78	78	44	44	44	78	67	25	

Abb. 42: Gewichteter Einfluss des Wertstromdesigns auf die Kennzahl W_j für die Haupteinflussgrößen

Empirische Bestimmung von Wertstromtypen

Nach der faktorspezifischen Mittelwertbildung für jedes Cluster wird ebenfalls faktorspezifisch jeweils die Differenz zwischen dem gewichteten Einfluss der Flexibilität F_{ij} und dem entsprechend gewichteten Einfluss des Wertstromdesigns auf die Kennzahl W_j gebildet (vgl. Abb. 43).

Faktorspezifische Mittelwerte je Cluster: Gewichteter Einfluss der Flexibilität F_{ij}

Flex.art	Qualität									Logistikperformance					
	Prozess	Produkt	Route	Produkt	Route	Volumen	Route	Volumen	Expansion	Prozess	Produkt	Route	Route	Route	Prozess
Kennzahl	int. Ausschuss-rate	int. Ausschuss-rate	int. Ausschuss-rate	int. Nach-arbeits-rate	int. Nach-arbeits-rate	int. Nach-arbeits-rate	Kunden-reklam.-rate	Kunden-reklam.-rate	Kunden-reklam.-rate	Durch-laufzeit	Durch-laufzeit	Durch-laufzeit	Kunden-liefer-treue	int. Liefer-treue	int. Nach-arbeits-rate
1	15	16	15	16	15	18	15	18	13	29	23	27	27	29	15
2	24	16	20	13	20	21	18	17	10	32	16	23	36	47	23
3	25	18	13	18	13	18	13	18	7	75	52	67	67	67	25
4	33	17	13	19	13	19	17	29	11	63	20	43	42	36	47

Faktorspezifische Mittelwerte je Cluster: Gewichteter Einfluss des Wertstromdesigns auf die Kennzahl W_j

Flex.art	Qualität									Logistikperformance					
	Prozess	Produkt	Route	Produkt	Route	Volumen	Route	Volumen	Expansion	Prozess	Produkt	Route	Route	Route	Prozess
Kennzahl	int. Ausschuss-rate	int. Ausschuss-rate	int. Ausschuss-rate	int. Nach-arbeits-rate	int. Nach-arbeits-rate	int. Nach-arbeits-rate	Kunden-reklam.-rate	Kunden-reklam.-rate	Kunden-reklam.-rate	Durch-laufzeit	Durch-laufzeit	Durch-laufzeit	Kunden-liefer-treue	int. Liefer-treue	int. Nach-arbeits-rate
1	16	16	16	15	15	15	23	23	23	43	43	43	34	23	15
2	56	56	56	56	56	56	57	57	57	49	49	49	49	38	56
3	66	66	66	58	58	58	72	72	72	50	50	50	64	57	58
4	19	19	19	18	18	18	32	32	32	51	51	51	54	36	18

Faktorspezifische Differenzbildung je Cluster:
Gewichteter Einfluss der Flexibilität F_{ij} - gewichteter Einfluss der Flexibilität W_j

Flex.art	Qualität									Logistikperformance					
	Prozess	Produkt	Route	Produkt	Route	Volumen	Route	Volumen	Expansion	Prozess	Produkt	Route	Route	Route	Prozess
Kennzahl	int. Ausschuss-rate	int. Ausschuss-rate	int. Ausschuss-rate	int. Nach-arbeits-rate	int. Nach-arbeits-rate	int. Nach-arbeits-rate	Kunden-reklam.-rate	Kunden-reklam.-rate	Kunden-reklam.-rate	Durch-laufzeit	Durch-laufzeit	Durch-laufzeit	Kunden-liefer-treue	int. Liefer-treue	int. Nach-arbeits-rate
1	-1	0	-1	1	0	4	-8	-5	-9	-14	-19	-16	-7	5	0
2	-32	-41	-36	-43	-36	-36	-39	-40	-47	-17	-34	-27	-13	9	-33
3	14	-2	-6	1	-4	1	-15	-3	-21	12	-31	-8	-12	0	29
4	-41	-48	-53	-40	-45	-40	-59	-54	-65	25	1	16	3	9	-33

Abb. 43: Faktorspezifische Mittelwert- und Differenzbildung

Die Abweichung, welche im folgenden Abschnitt grafisch dargestellt wird, deutet auf ein mögliches Ausschöpfungs- oder Flexibilisierungspotenzial hin. Eine positive Abweichung verweist auf eine hohe Flexibilität, welche nicht genügend durch das Wertstromdesign ausgeschöpft wird: Es ist von einem Ausschöpfungspotenzial auszugehen. Eine negative Abweichung deutet auf einen hohen Einfluss des Wertstromdesigns hin, welcher durch die geringe Flexibilität des

Produktionssysteme nicht genügend genutzt wird: Hier ist von weiterem Flexibilisierungspotenzial auszugehen.

Geleitet von der Untersuchungsfrage, wo der Wertbeitrag durch das Wertstromdesign gezielt gesteigert werden kann, gilt es für jeden Wertstromtypen die Potenziale und den Handlungsbedarf zu identifizieren. Dies erfolgt im Rahmen der Charakterisierung der einzelnen Wertstromtypen.

3.3.2 Ableitung der idealisierten Wertstromtypen

Nachdem im vorhergehenden Abschnitt die Klassifizierungsmerkmale zur Beschreibung des Wertstromtyps festgelegt und die clusterindividuellen Faktorausprägungen auf Basis der empirischen Datengrundlage geschaffen worden sind, gilt es nun, die einzelnen Cluster anhand ihrer Profile zu untersuchen.

Die folgenden Profile stellen die factorspezifischen Differenzen dar, welche auf mögliche Ausschöpfungs- oder Flexibilisierungspotenziale hinweisen. Aus den charakteristischen Verläufen wird der Wertstromtyp abgeleitet und benannt.

3.3.2.1 Cluster 1: Wertstromtyp „Balanced“

Das erste Cluster zeichnet sich durch viele Unternehmen aus dem Automobilbereich aus, welche große Volumen an Serien- und Massenprodukten herstellen und in der Fließfertigung organisiert sind. In fast allen Unternehmen wurde Lean Management bereits vor vielen Jahren eingeführt und ist jetzt fest im Unternehmen verankert.

Die Skalierung des Flexibilisierungs- bzw. Ausschöpfungspotenzials für die relevanten Faktoren bezieht sich jeweils auf den Maximalwert der gewichteten Einflüsse der Flexibilität F_{ij} bzw. des Wertstromdesigns W_i .

Die geringen Ausschläge des Clusterprofils um die Nulllinie herum deuten auf eine in Hinsicht auf die Flexibilität ausgewogene Nutzung des Wertstromdesigns hin, wobei die Abweichungen bei der Logistikperformance gegenüber der Produktqualität in Bezug auf die Durchlaufzeit leicht höher sind (vgl. Abb. 44).

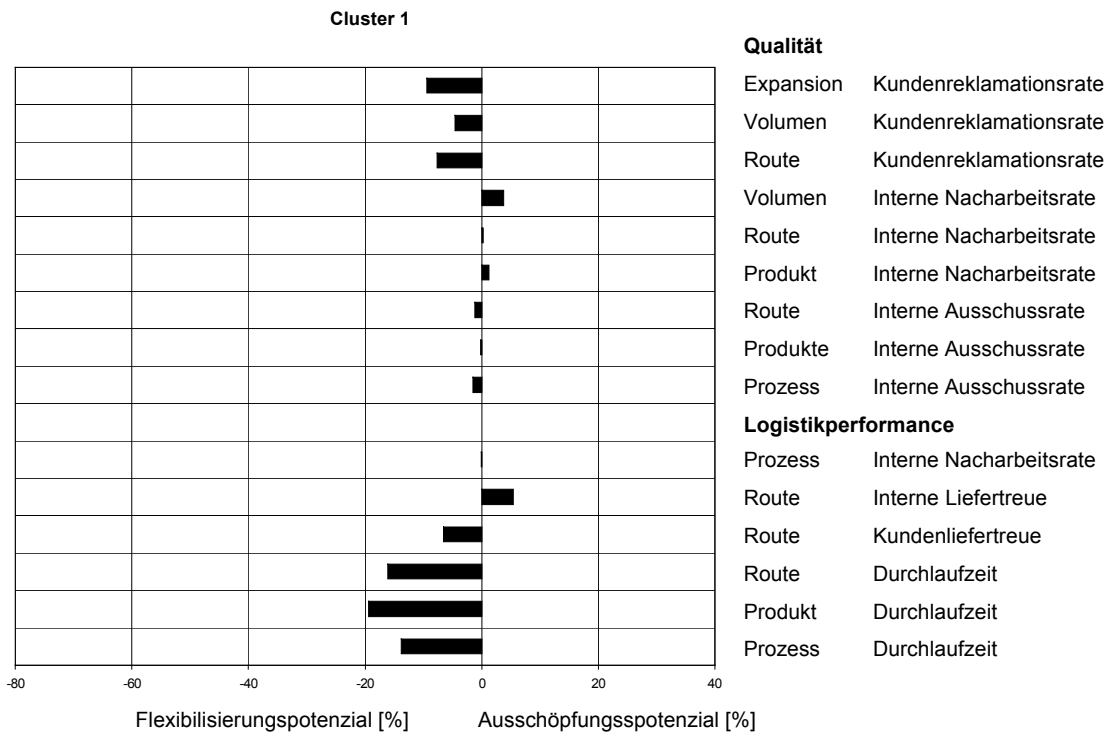


Abb. 44: Clusterprofil 1: „Balanced“

Aufgrund des relativ ausgeglichenen Clusterprofils wird dieser Wertstromtyp „Balanced“ genannt. Auffällige Potenziale zur Steigerung des Wertbeitrags sind nicht zu erkennen.

3.3.2.2 Cluster 2: Wertstromtyp „Pending“

Die Unternehmen des Clusters 2 stammen aus der Automobil-, Elektronik- und Solarbranche. Allen ist gemeinsam, dass bei ihnen aktuell Lean Management eingeführt wird bzw. erst kürzlich eingeführt wurde. In diesem Rahmen wurde, wenn möglich, auf die Fließfertigung umgestellt.

Aus dem Clusterprofil geht das durchgängige Flexibilisierungspotenzial für beide Haupteinflussgrößen hervor (vgl. Abb. 45). Bis auf eine vernachlässigbare Ausnahme bei der Routenflexibilität mit der internen Liefertreue besteht kein Ausschöpfungspotenzial. Auffällig bei der Logistikperformance ist das Flexibilisierungspotenzial bei der Durchlaufzeit und der Nacharbeitsrate.

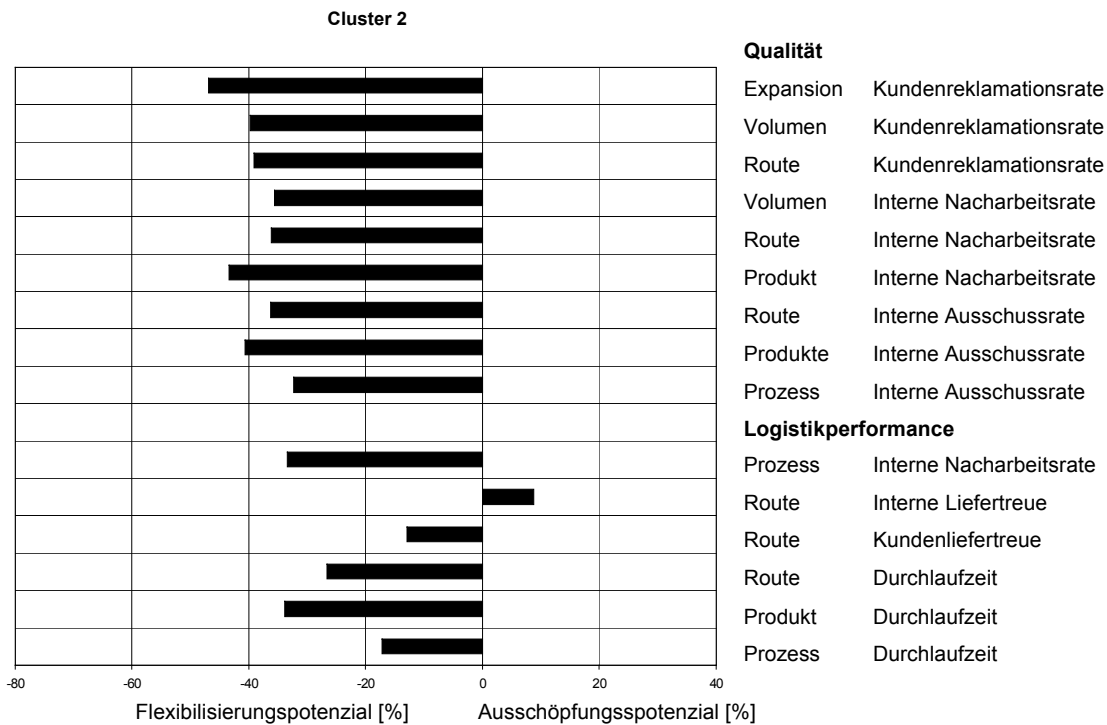


Abb. 45: Clusterprofil 2: „Pending“

Das einseitige Profil deutet auf die erkannten Potenziale bei der prozessualen Verknüpfung des Wertstromdesigns, insbesondere mit dem Qualitätsmanagement im Rahmen der Einführung von Lean Management hin. Auch bei der Durchlaufzeit wird noch Verbesserungspotenzial gesehen.

Das ungenutzte Flexibilisierungspotenzial, welches im Rahmen einer weiteren Entwicklung des Produktionssystems realisiert werden kann, wird am besten mit dem Namen „Pending“ für den sich im Wandel befindlichen Wertstrom umschrieben.

3.3.2.3 Cluster 3: Wertstromtyp „Project“

Bei den Produkten des Clusters 3 handelt es sich um Großprojekte im Großanlagen- und Windkraftanlagenbau. Die Organisation der Fertigung erfolgt nach dem Baustellenprinzip. Bei den befragten Unternehmen befand sich Lean Management zum Zeitpunkt der Angaben in der Einführung.

Während die Produktqualität ein großes Flexibilisierungspotenzial durch das Wertstromdesign bei allen Flexibilitätsart-Kennzahlen-Kombinationen vermuten lässt, deutet sich bei der Logistikperformance ein Ausschöpfungspotenzial bei

der Durchlaufzeit an. Eine Ausnahme bildet die interne Nacharbeitsrate mit mittlerem Flexibilisierungspotenzial (vgl. Abb. 46).

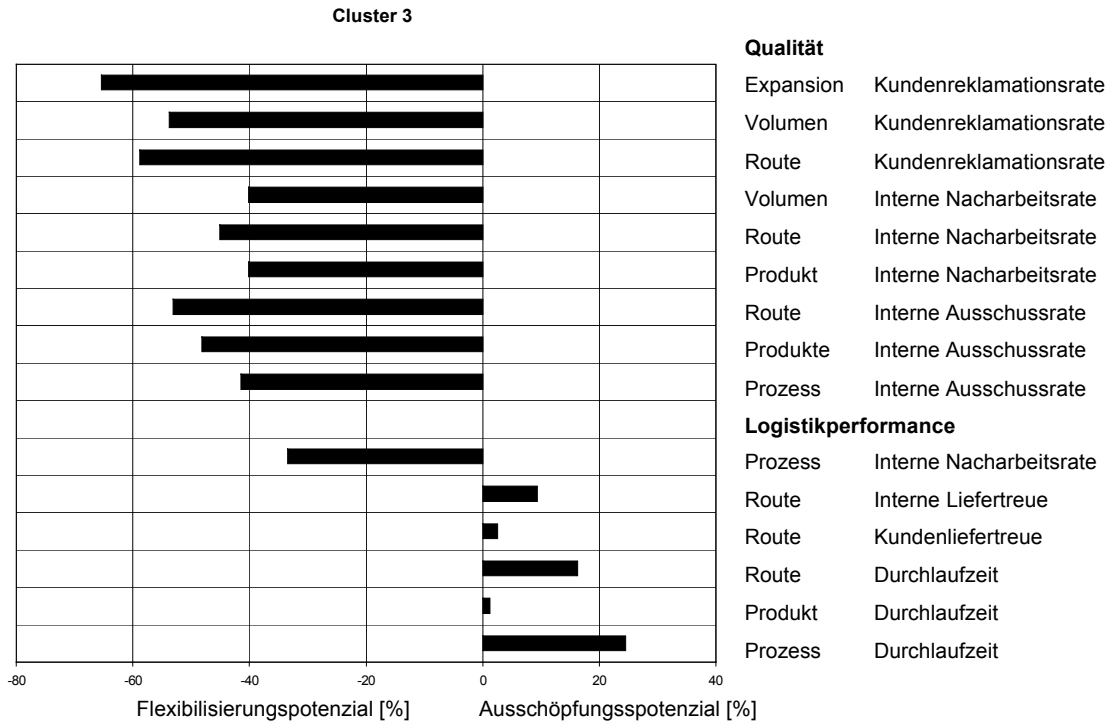


Abb. 46: Clusterprofil 3: „Project“

Ähnlich wie beim Wertstromtyp „Pending“ ist durch die Einführung von Lean Management unabhängig von den Flexibilitätsarten von einem großen Flexibilisierungspotenzial bei der Qualität auszugehen. Hierfür sprechen die unterschiedlichen Durchschnittswerte für die Kundenreklamationsrate, die interne Nacharbeitsrate und die interne Ausschussrate, welche den Einfluss der Flexibilitätsarten dominieren.

Die besondere Prägung des Clusters 3 durch Großprojekteigenschaften gibt diesem Wertstromtypen den Namen „Project“.

3.3.2.4 Cluster 4: Wertstromtyp „Service“

Cluster 4 zeichnet sich durch Dienstleistungen aus, welche nach dem Baustellenprinzip durchgeführt werden. Hierzu gehören insbesondere Wartung, Instandhaltung und Überholung sowie Montage- und Logistikdienstleistungen. In allen Fällen wurde Lean Management bereits eingeführt bzw. es befindet sich aktuell noch in der Einführungsphase.

Das Clusterprofil ist weitestgehend ausgeglichen und wird besonders durch die Routen- und Prozessflexibilität dominiert (vgl. Abb. 47).

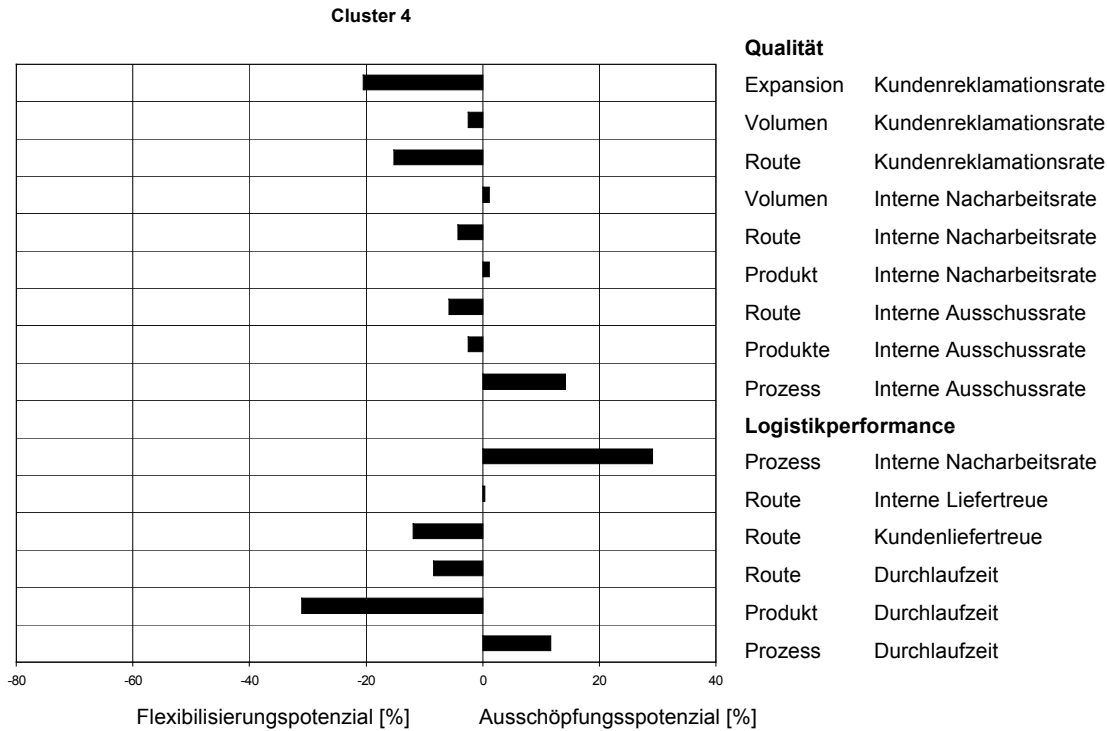


Abb. 47: Clusterprofil 4: „Service“

So fällt auf, dass die Routenflexibilität stets Flexibilisierungspotenzial aufweist, wogegen die Prozessflexibilität Ausschöpfungspotenzial bietet. Das Flexibilisierungspotenzial bei der Routenflexibilität weist auf die Bedeutung der durch die verschiedenen Einsatzorte bedingten Flexibilität hin, welche mit Hilfe des Wertstromdesigns verbessert werden soll. Dagegen gilt es bei den Prozessen die vorhandene Flexibilität mit Hilfe des Wertstromdesigns besser auszuschöpfen.

Die Dienstleistungseigenschaft dieses Clusters legt bei diesem Wertstromtypen den Namen „Service“ nahe.

3.3.3 Übersicht: Wertstromtypen

Mit Hilfe der umfassenden Klassifizierungsmerkmale wurden die Besonderheiten der einzelnen Wertstromtypen aufgezeigt. Bezeichnend ist, dass die einzelnen Wertstromtypen sich nicht nur in Bezug auf das Clusterprofil, sondern hinsichtlich allgemeiner Merkmale wie Großprojekt- oder Serviceeigenschaften voneinander abgrenzen.

Empirische Bestimmung von Wertstromtypen

Die Klassifizierungsmerkmale für die empirisch ermittelten Wertstromtypen werden in der folgenden Übersicht zusammengefasst (vgl. Abb. 48).

Merkmal	Cluster 1 „Balanced“	Cluster 2 „Pending“	Cluster 3 „Project“	Cluster 4 „Service“
Organisation der Fertigung	Fließfertigung	Übergang in die Fließfertigung	Baustellenfertigung	Baustellenfertigung
Produktionsvolumen	Serien- bzw. Massenfertigung	Serienfertigung	Einzelfertigung	Einzelfertigung
Produktspektrum	Automobilhersteller, -zulieferer	Werkzeugbau, Solarbranche	Großanlagenbau, Windkraftanlage	Wartung, Instandhaltung
Lean-Reife	Schon lange eingeführt	Aktuell/ kürzlich eingeführt	Aktuell/ kürzlich eingeführt	Aktuell/ kürzlich eingeführt
Anteil des Wertbeitrags: „Qualität“	3.052	10.811	11.703	4.521
Anteil des Wertbeitrags: „Logistikperformance“	6.321	9.387	24.021	14.273
Gesamtwertbeitrag	9.373	20.198	35.725	18.794
Qualität: Ausschöpfungspotenzial				
Qualität: Flexibilisierungspotenzial				
Logistikperformance: Ausschöpfungspotenzial				
Logistikperformance: Flexibilisierungspotenzial				

Potenzial: ●: groß ◐: mittel ◑: gering ○: sehr gering

Abb. 48: Übersicht über die Wertstromtypen

Die bisher separat betrachteten Wertbeiträge³⁷⁰ für jeden Cluster und die dazugehörigen Clusterprofile³⁷¹ gilt es im Folgenden anhand der vorhandenen Informationen zu einem Gesamtbild zusammenzuführen (vgl. Abb. 49).

³⁷⁰ Vgl. Abschnitt 3.2.2.3.

³⁷¹ Vgl. Abschnitt 3.3.2.1-3.3.2.4.

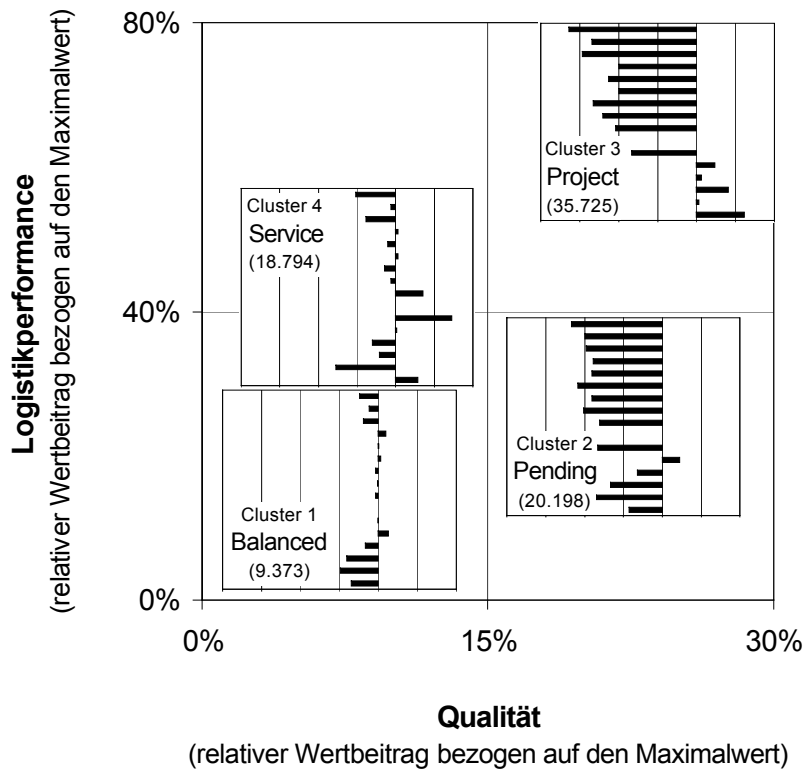


Abb. 49: Einordnung der Clusterprofile in die Klassifizierungsmatrix

„Balanced“ (Cluster 1) weist mit einem Wert von 9.373 den geringsten geschätzten Gesamtwertbeitrag auf. Das Clusterprofil ist sehr ausgeglichen und zeigt keine Auffälligkeiten.

Eine mögliche Schlussfolgerung hieraus ist, dass sich das Wertstromdesign im Rahmen des Lean Managements bereits etabliert hat und aufgrund der hohen Reife des Produktionssystems keine weiteren signifikanten Verbesserungspotenziale aufweist. Hierfür sprechen besonders die schwerpunktmäßig aus dem Bereich Automotive vertretenen Werke, welche sich durch Serien- bzw. Massenfertigung auszeichnen und für die sich das Wertstromdesign und die Flexibilität in der Praxis bereits bewährt haben.

Steigerungsmöglichkeiten bei Flexibilisierung und Ausschöpfung sind daher nur inkremental möglich, was das ausgeglichene Clusterprofil begründen würde.

„Pending“ (Cluster 2) zeichnet sich durch einen gegenüber „Balanced“ doppelt so hohen Wertbeitrag (20.198) mit deutlichem Flexibilisierungspotenzial bei der Qualität und der Logistikperformance aus.

Bei genauerer Betrachtung der weiteren Klassifizierungsmerkmale fällt auf, dass es sich hierbei um Produktionssysteme im Übergang (von der Werkstatt-) zur Fließfertigung handelt. Die hiermit verbundene Überwindung von strukturellen Barrieren wie beispielsweise der Infrastruktur, der Organisationsform und der Prozesse würde die Notwendigkeit einer höheren Flexibilisierung begründen.

Der hohe Wertbeitrag wäre ein mögliches Indiz für die hohen Potenziale, welche in der bisherigen Organisation des Produktionssystems durch die Flexibilisierung und das Wertstromdesign realisiert werden. Systematische Ansätze zur Flexibilisierung würden zum erfolgreichen Übergang in die Fließfertigung beitragen.

„Project“ (Cluster 3) wurde mit dem höchsten Gesamtwertbeitrag in Höhe von 35.725 bewertet. Allerdings beruht der Wert nur auf zwei beantworteten Fragebögen, welche dem Windkraftanlagenbau und dem Großmaschinen- bzw. -anlagenbau zuzuordnen sind.

Als Besonderheit ist die Einzelfertigung nach dem Baustellenprinzip für komplexe Großbauteile zu nennen, welche im Gegensatz zu den Beispielen „Balanced“ und „Pending“ nicht nur in geschlossenen Hallen, sondern am Ort der späteren Nutzung durchgeführt wird

Das Clusterprofil weist eindeutig Flexibilisierungspotenzial bei der Qualität auf, wogegen die Logistikperformance ausgeglichen ist. Dies lässt sich vermutlich auf gut abgestimmte Prozesse, jedoch Qualitätsmängel bei der Herstellung von komplexen Großbauteilen wie beispielsweise Rotorblättern zurückführen. Ansätze zur Vermeidung von Qualitätsfehlern wären hier sicherlich wünschenswert.

Die Strukturierung der Material- und Informationsflüsse abseits geschlossener Hallen an einem faktisch beliebigen Produktionsstandort durch das Wertstromdesign begründet wahrscheinlich den extrem hohen Mehrwert des Methodeneinsatzes, welcher sich im hohen Gesamtwertbeitrag für „Project“ widerspiegelt.

„Services“ (Cluster 4) reiht sich mit einem Gesamtwertbeitrag von 18.794 an dritthöchster Stelle ein. Die Besonderheit dieses Wertstromtyps bildet der Servicecharakter der Wartungs- und Instandhaltungsbeispiele. Trotz der erschwe-

renden Rahmenbedingung, dass die Leistung in der Regel nicht in den eigenen Werken, sondern vor Ort beim Kunden bzw. an einem anderen Standort erbracht wird, weist das Clusterprofil einen relativ ausgeglichenen Verlauf aus. Dies ist vermutlich auf den Abschluss des Auftrags mit Behebung des Problems und die hohe Flexibilität des Fachpersonals zurückzuführen. Kundenreklamationen oder Nacharbeiten fallen hier selten an.

Es sei an dieser Stelle abschließend nochmals darauf hingewiesen, dass die Clusterung aufgrund der 28 beantworteten Fragebögen lediglich zur Orientierung dienen und erste Anhaltspunkte liefern kann. Dies gilt besonders für „Project“, für den im Gegensatz zu den anderen Wertstromtypen nur zwei Angaben vorliegen.

3.4 Zusammenfassung

Ausgehend von den modellrelevanten Einflussgrößen, welche auf einer ausführlichen Literaturrecherche zu Erfolgsfaktoren und Kennzahlen im Produktionsmanagement gründen, wurde ein Modell zur Schätzung des Wertbeitrags durch das Wertstromdesign konzipiert.

Die 28 Rückläufer der auf dem Modell basierenden Umfrage bildeten die empirische Grundlage zur Identifizierung der Haupteinflussfaktoren „Qualität“ und „Logistikperformance“ sowie zu der anschließenden Clusterung von vier Wertstromtypen. Aufgrund der geringen Datenbasis erfolgte die Anwendung der Faktoren- und Clusteranalyse unter besonderer Beachtung der Ergebnisstabilität.

Jeder Wertstromtyp weist gemäß seiner Flexibilität und dem Einfluss des Wertstromdesigns unterschiedliche Verbesserungspotenziale (Ausschöpfungs- bzw. Flexibilisierungspotenzial) auf, welche in den Clusterprofilen festgehalten sind. Aus diesen Potenzialen lässt sich gemäß dem zugrunde gelegten Modell auch auf weitere Potenziale zur Steigerung des Wertbeitrags schließen.

Während die Wertstromtypen „Balanced“ und „Service“ ein ausgewogenes Profil besitzen, fällt bei den Faktoren „Pending“ und „Project“ ein hohes Potenzial bei der Flexibilisierung auf. Die Möglichkeiten zur Realisierung der Potenziale gilt es in den nächsten Kapiteln zu prüfen.

Damit wurden in diesem Kapitel vier der Untersuchungsfrage untergeordnete Leitfragen zu der Definition des Wertbeitrags, der Ermittlung der Haupteinflussgrößen, der Klassifizierung von Wertströmen und den Charakteristika der Wertstromtypen beantwortet.³⁷² Somit wurde im Sinne der Zielsetzung der Arbeit die Komplexität auf die wesentlichen praxisrelevanten Merkmale und Anwendungsfälle reduziert.

Die in diesem Kapitel beschriebene Vorgehensweise erlaubt die Positionierung des eigenen Wertstroms in einem der vier Cluster und somit die Bestimmung des eigenen Wertstromtyps. Hierfür gilt es in einem ersten Schritt gemäß dem zugrunde gelegten Modell³⁷³ den gewichteten Einfluss der Flexibilitätsart i auf die Kennzahl j (F_{ij}) und den gewichteten Einfluss des Wertstromdesigns auf die Kennzahl j (W_j) jeweils als Summe der Flexibilitätsart-Kennzahl-Kombinationen (Variablen) zu ermitteln, welche für die beiden Haupteinflussgrößen (Faktoren) relevant sind.³⁷⁴

Die Einordnung in die Matrix mit den bereits klassifizierten 26 Wertströmen erfolgt, indem, aufgeteilt nach den beiden Haupteinflussgrößen, die Quotienten aus der Summe des eigenen Wertstroms und dem entsprechenden Maximalwert aus der Gruppe der Werke gebildet werden.³⁷⁵

Mit den vorliegenden Daten lässt sich ein eigenes Clusterprofil erstellen. Nach der factorspezifischen Normierung der eigenen Werte lässt sich entsprechend dem zugeordneten Cluster für jeden Faktor die Differenz aus dem gewichteten Einfluss der Flexibilitätsart i auf die Kennzahl j (F_{ij}) und dem gewichteten Einfluss des Wertstromdesigns auf die Kennzahl j (W_j) bilden. Aus der grafischen Darstellung ergibt sich das Clusterprofil für den eigenen Wertstrom.

Mit der Bestimmung des eigenen Wertstromtyps und der Erstellung eines Clusterprofils bieten sich mit den im nächsten Kapitel vorgestellten Gestaltungsfeldern Möglichkeiten zur Realisierung der Potenziale zur Steigerung des Wertbeitrags.

³⁷² Vgl. Abschnitt 1.2.

³⁷³ Vgl. Abschnitt 3.1.2.2.

³⁷⁴ Vgl. Abschnitt 3.2.2.1, Abschnitt 3.2.2.2.

³⁷⁵ Vgl. Abschnitt 3.2.2.3.

Es sei an dieser Stelle kritisch angemerkt, dass es sich beim Wertbeitrag um eine modellbasierte Hilfsgröße handelt. Eine analytisch korrekte Überführung des Wertbeitrags durch das wertorientierte Wertstromdesign in den EVA ist aufgrund zahlreicher weiterer Einflussgrößen, welche im Rahmen der Fokussierung auf die Untersuchungsfrage bewusst durch die Reduzierung der Komplexität ausgeblendet wurden, nicht möglich, jedoch bleiben die auf Basis des Modells abgeleiteten Empfehlungen hiervon unberührt. Damit darf die verfolgte Vorgehensweise zur Beantwortung der Untersuchungsfrage fortgesetzt werden.

4 Gestaltungsfelder des wertorientierten Wertstromdesigns unter Berücksichtigung der Flexibilität des Produktionssystems

Ausgehend von den vier Wertstromtypen, welche im letzten Kapitel anhand der empirisch ermittelten Haupteinflussgrößen klassifiziert wurden, gilt es nun, die Gestaltungsfelder zur Steigerung des Wertbeitrags durch das Wertstromdesign zu ermitteln. Für die Realisierung der Flexibilisierungs- und Ausschöpfungspotenziale wird in Anlehnung an die beiden Haupteinflussgrößen für die „Qualität“ beim Qualitätsmanagement sowie für die „Logistikperformance“ aufgrund der wichtigen Rolle der Durchlaufzeit³⁷⁶ beim Zeitmanagement angesetzt.

Aus der Vorstellung der bewährten Methoden und Strategien beider Managementkonzepte mit dem Fokus auf den Erfolgsfaktoren Qualität und Zeit sowie der Prüfung ihrer Wechselwirkung mit den Flexibilitätsarten leiten sich die Gestaltungsfelder des wertorientierten Wertstromdesigns ab.

Die Methoden und Strategien, welche den einzelnen Gestaltungsfeldern zugeordnet sind, werden anschließend ausführlich vorgestellt. In Anlehnung an die Vorgehensweise beim Wertstromdesign werden sie aufgeteilt nach den Analysemöglichkeiten und Lösungsansätzen beschrieben.

4.1 Ableitung der Gestaltungsfelder

In diesem Abschnitt werden die Gestaltungsfelder des wertorientierten Wertstromdesigns unter Einbindung der wesentlichen Erkenntnisse aus dem Qualitäts- und Zeitmanagement bestimmt.

4.1.1 Gestaltungsansätze für die Haupteinflussgrößen

Nach einer kurzen Beschreibung des jeweiligen Managementkonzepts werden die bewährten Methoden und Strategien vorgestellt.

4.1.1.1 Ansätze des Qualitätsmanagements

Qualitätsmanagement zur Ausrichtung des Unternehmens auf fehlerfreie Produkte und Prozesse beginnt als Gemeinschaftsaufgabe bereits vor der Ferti-

³⁷⁶ Vgl. Abschnitt 3.2.2.2.

gung, wie der Zusammenhang zwischen den Fehlerbeeinflussmöglichkeiten in der Entwicklungs- und Konstruktionsphase und der Fehlerentstehung und -behebung nach Beginn der Produktion zeigt (vgl. Abb. 50).

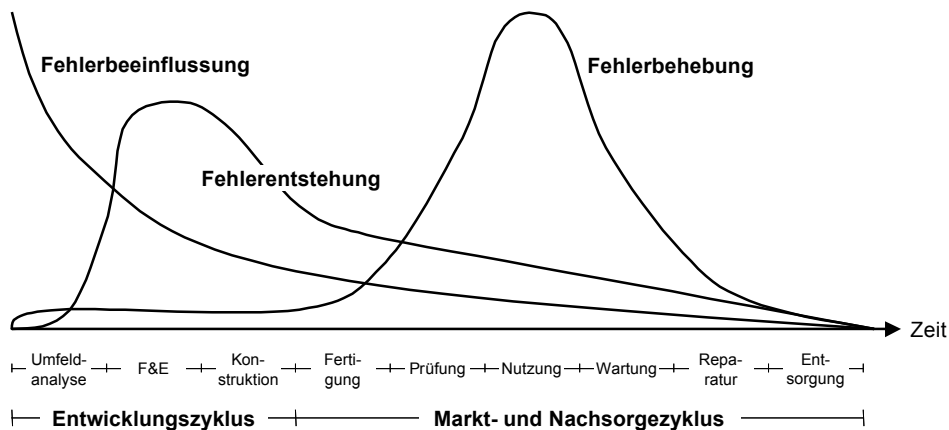


Abb. 50: Zusammenhang von Fehlerentstehung, -behebung und -beeinflussung im Produktlebenszyklus³⁷⁷

Damit wird deutlich, dass der Zeitpunkt der Maßnahmen des Qualitätsmanagements eine zentrale Rolle spielt. Bereits im Entwicklungszyklus nehmen die Möglichkeiten der Fehlerbeeinflussung stark ab, sodass mit der abgeschlossenen Konstruktion und dem Produktionsstart kaum noch Veränderungsmöglichkeiten bestehen. Der Zeitpunkt der Fehlerentstehung liegt damit bereits im Entwicklungszyklus. Die oftmals mit hohen Kosten verbundene Behebung der Fehler findet im Markt- und Nachsorgezyklus statt.

Qualitätsmanagement lässt sich daher in präventive Aktivitäten in Produkt- und Prozessentwicklung im Entwicklungszyklus sowie Planungs- und Kontrollaktivitäten im Markt- und Nachsorgezyklus einteilen.³⁷⁸ Die letzte Phase lässt sich weiter in Qualitätsplanung, -regelung und -verbesserung unterteilen.³⁷⁹

Während die Qualitätsplanung die Qualitätsziele und die Prozessregelung festlegt, bilden die Erkennung von Abweichungen und die Durchführung von

³⁷⁷ Eigene Darstellung in Anlehnung an Schmitz (1996), S. 150.

³⁷⁸ Vgl. Taguchi (1989), S. 4.

³⁷⁹ Vgl. Juran (1991), S. 23.

Maßnahmen mit anschließender Verbesserung den Schwerpunkt der Qualitätsregelung.³⁸⁰

Aus der Vielzahl der etablierten Ansätze werden die grundlegenden Methoden sowie die Qualitätstechniken im engeren Sinne, welche es später in den Gestaltungsfeldern anzuwenden gilt, herangezogen und den einzelnen Phasen des Produktlebenszyklus zugeordnet (vgl. Abb. 51).³⁸¹

Phase	Entwicklungszyklus			Markt- und Nachsorgezyklus		
	Qualitätsplanung			Qualitätsregelung	Qualitätsverbesserung	
Methode/Ansatz	Kundenanforderungen systematisch umsetzen	Mögliche Fehler im Vorfeld untersuchen	Planungsprozesse unterstützen	Prozesse laufend überwachen und verbessern	Ursachen finden, robuste Prozesse gestalten	Fehler systematisch erkennen und beseitigen
Quality Function Deployment (QFD)	●	◐	◐	○	○	○
Fehlermögl. u. -einflussanalyse (FMEA)	◐	●	●	◐	●	●
Statistische Prozesskontrolle (SPC)	○	○	○	●	○	○
Design of Experiments (DoE)	○	◐	◐	○	◐	◐
Sieben Qualitätswerkzeuge (Q7)	○	◐	○	◐	●	●

●: sehr geeignet ◐: bedingt geeignet ○: nicht geeignet

Abb. 51: Phasenbezogene Unterteilung der Qualitätsmanagementmethoden³⁸²

Das Quality Function Deployment (QFD) setzt bei der Produktentwicklung die Kundenanforderungen unter Beachtung der internen Rahmenbedingungen um.³⁸³ Dagegen zielt die Fehlermöglichkeiten- und -einflussanalyse (FMEA) auf die Qualitätsplanung und -verbesserung. Die Statistische Prozesskontrolle (SPC) und die sieben Qualitätswerkzeuge fokussieren die Qualitätsregelung und Qualitätsverbesserung in der laufenden Produktion. Das Design of Experiments (DoE) widmet sich im Vergleich zu den anderen genannten Methoden spezielleren Problemstellungen der statistischen Versuchsplanung mittels Simulationen, welche der Anwendung besonderer Programme bedürfen.

³⁸⁰ Vgl. Juran (1991), S. 28.

³⁸¹ Vgl. Kamiske; Theden (1996), S. 35, Hicks; Matthews (2010), S. 588.

³⁸² Eigene Darstellung in Anlehnung an Juran (1993), S. 521, Herberg, (2001), S. 143, Kamiske; Theden (1996), S. 58.

³⁸³ Vgl. Akao (1990), S. 4.

Durch die aufgeführten Methoden mit ihren unterschiedlichen Schwerpunkten sind alle Phasen des Produktlebenszyklus abgedeckt. Ihre Eignung für das Gestaltungsfeld gilt es mit Ansätzen des Zeitmanagements im nächsten Abschnitt zu prüfen.

4.1.1.2 Ansätze des Zeitmanagements

Zeitstrategien zielen unter der ganzheitlichen Betrachtung des Produktionssystems auf die Reduzierung der Durchlaufzeit.³⁸⁴ Dies erfordert besonders die Erweiterung der Material- und Informationsflusssicht um die mitarbeiterbezogene Sicht.³⁸⁵ Neben den technischen Verkürzungsmöglichkeiten der Durchlaufzeit gilt es daher, das Zusammenspiel mit dem Personalsystem zu betrachten.³⁸⁶

Drei Zeitstrategien zur Reduzierung der Durchlaufzeit lassen sich unterscheiden (vgl. Abb. 52):

Ansatz \ Strategie	Fertigungsgerechtes Design (DFMA)	Fertigungssegmentierung	Neue Technologien/Automatisierung	Betriebszeitausdehnung	Qualitätsregelung und -verbesserung	Kapazitätsmanagement	Fremdvergabe von Aktivitäten
Zeit verkürzen	●	●	●	○	◐	◐	◐
Verfügbare Zeit intensiv nutzen	○	◐	◐	◐	●	◐	◐
Zeit flexibel organisieren	○	◐	◐	○	○	●	●

●: großer Einfluss ◐: mittlerer Einfluss ○: kein Einfluss

Abb. 52: Zeitstrategien und Ansätze zur Umsetzung³⁸⁷

Die Strategie zur Verkürzung der Zeit zielt auf den Abbau von Zeitpuffern: Bestände im Wertstrom werden über die Baustruktur des Produktes bereits bei der Produktentwicklung bestimmt.³⁸⁸ Dies erfordert die frühzeitige Betrachtung des Produktdesigns und dessen Konsequenzen für die Prozessabläufe.³⁸⁹

³⁸⁴ Vgl. Boyer (2000), S. 201.

³⁸⁵ Vgl. Wu (2001), S. 450.

³⁸⁶ Vgl. Stalk; Hout (1992), S. 91.

³⁸⁷ Eigene Darstellung in Anlehnung an Wildemann (2008b), S. 36.

³⁸⁸ Vgl. Komorek (1998), S. 136.

³⁸⁹ Vgl. Ishikawa (1985), S. 73.

Hierfür bietet sich das Design for Manufacture and Assembly (DFMA) an, dessen Ziel die systematische Vereinfachung des Produktdesigns und damit verbunden die Vereinfachung der Produktions- und Logistikabläufe ist.

Als weiterer Ansatz zur Verkürzung der Durchlaufzeit ist die Fertigungssegmentierung zu nennen. Sie trägt durch die Zusammenfassung von Organisationseinheiten zu einer geringeren Arbeitsteilung und damit zum Abbau von schnittstellenbedingten Zeitpuffern bei.³⁹⁰

Bei der Strategie der intensiven Nutzung der verfügbaren Zeit geht es um den effizienten Einsatz der maschinellen und personellen Kapazitäten, was sich besonders durch das Produktionsplanung- und Steuerungssystem bzw. ein elektronisch gestütztes Instandhaltungsmanagement umsetzen lässt.³⁹¹

Die Strategie der Zeitorganisation erfolgt insbesondere unter Einbindung des Personalsystems, einer auf den Prozess abgestimmten Synchronisierung und der Parallelisierung der Aktivitäten.

Die Maßnahmen des Zeitmanagements verdeutlichen die Notwendigkeit der über den Material- und Informationsfluss hinaus erweiterten Sicht auf den Wertstrom.³⁹² Als Ansätze zur Verkürzung der Durchlaufzeit werden das DFMA, die Fertigungssegmentierung und das flexible Kapazitätsmanagement aufgrund ihrer hohen Relevanz und unmittelbaren Verknüpfungsmöglichkeiten mit dem Wertstromdesign weiterverfolgt.³⁹³

4.1.2 Definition der Gestaltungsfelder

Nachdem das Qualitäts- und Zeitmanagement mit den bewährten Methoden und Strategien vorgestellt wurde, gilt es nun, unter Einbindung der wesentlichen Merkmale beider Managementkonzepte die Gestaltungsfelder herzuleiten.

³⁹⁰ Vgl. Wildemann (2008b), S. 29ff.

³⁹¹ Vgl. Hausladen (2007), S. 958.

³⁹² Vgl. Boyer (2000), S. 201.

³⁹³ Vgl. Schneeweiß (1992), S. 20.

4.1.2.1 Vier Gestaltungsfelder des wertorientierten Wertstromdesigns

Bei der Vorstellung des Qualitätsmanagements wurde die Bedeutung des Zeitpunkts der Maßnahme sehr deutlich. Auch beim Zeitmanagement spielt der Zeitpunkt der Gestaltung eine wichtige Rolle, insbesondere dann, wenn aufgrund von frühzeitiger Betrachtung des Produktdesigns beim Design for Manufacture and Assembly (DFMA) oder bei den organisatorischen Veränderungen bei der Fertigungssegmentierung ein längerer zeitlicher Vorlauf erforderlich ist.

Unter Beachtung des erforderlichen zeitlichen Vorlaufs für die Maßnahmen zur Gestaltung der Qualität bzw. der Logistikperformance zwecks Steigerung des Wertbeitrags ergeben sich vier methodisch besetzte Gestaltungsfelder, die es später in einen wertstromoptimierenden Regelkreis zu integrieren gilt (vgl. Abb. 53).

Qualität (Qualitätsmanagement)	Fehlervermeidung (FMEA)	Fehlerabsicherung (Statistische Prozesskontrolle, 7 Qualitätswerkzeuge)
Logistikperformance (Zeitmanagement)	Komplexitätsvermeidung (DFMA, Fertigungssegmentierung)	Prozessstabilisierung und -optimierung (Kapazitätssteuerung, Fertigungssegmentierung, Optimierung indirekter Bereiche)
	Präventive Maßnahme (langfristiger Vorlauf)	Operative Maßnahme (kurzfristiger Vorlauf)

Abb. 53: Vier Gestaltungsfelder des wertorientierten Wertstromdesigns

Die Fehlervermeidung zielt auf die präventiven Gestaltungsmöglichkeiten des Qualitätsmanagements ab. Die Anforderungen aus der Fehlermöglichkeiten und -einflussanalyse (FMEA) gilt es in das Wertstromdesign zu integrieren.

Bei der Fehlerabsicherung handelt es sich um die Identifizierung von Schwachstellen aus Sicht der Qualität im operativen Umfeld. Hierbei geht es um die gezielte Integration der statistischen Prozesskontrolle und den Einsatz der sieben Qualitätswerkzeuge zur Ursachenfindung in das Wertstromdesign.

Strukturelle Hindernisse zur Reduzierung der Durchlaufzeit entstehen mit dem Produktdesign bereits in der Produktentwicklung. Im Folgenden werden das Design for Manufacturing and Assembly (DFMA) sowie die Fertigungssegmentierung als produkt- bzw. prozesskomplexitätsreduzierende Ansätze aus der Produktentwicklung und Produktionsorganisation für das präventive Zeitmanagement vorgestellt.

Die Prozessstabilisierung und -optimierung bilden das operative Gestaltungsfeld für die Logistikperformance. Wichtig ist hierbei die Nutzung der kurzfristigen Möglichkeiten des Kapazitätsmanagements. Des Weiteren werden die Informationsflüsse im Wertstromdesign besonders an den Schnittstellen zu den angrenzenden Subsystemen des Produktionssystems betrachtet.

Die Beschreibung der einzelnen Gestaltungsfelder erfolgt als Regelkreis (vgl. Abb. 54).

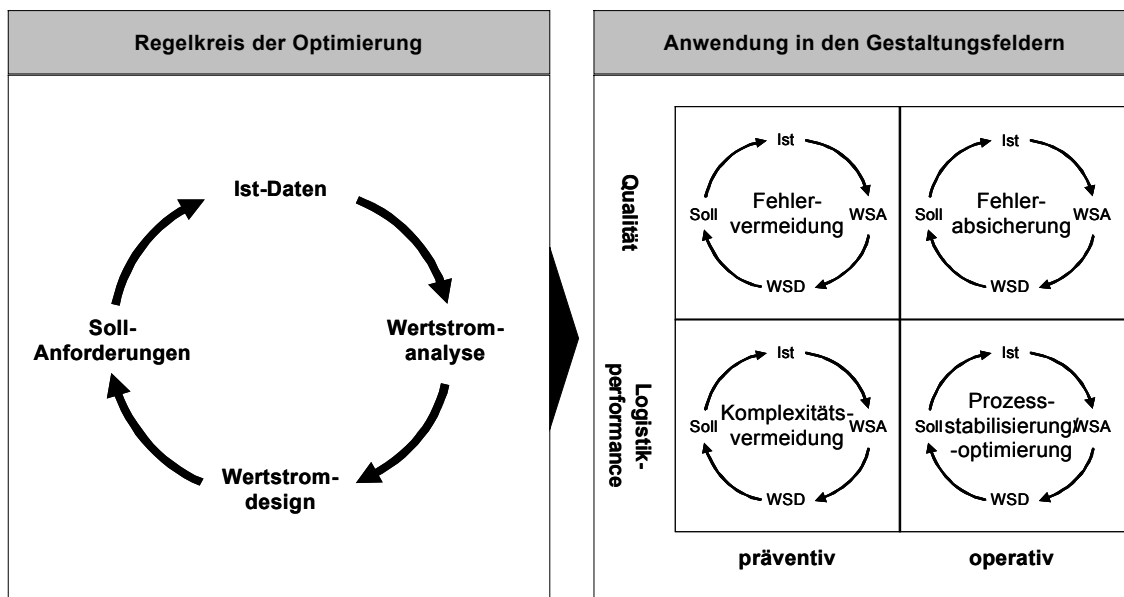


Abb. 54: Regelkreis der Optimierung für die Gestaltungsfelder

Jedes Gestaltungsfeld betrachtet den Ist-Wertstrom mit einem bestimmten methodischen Themenschwerpunkt. Die dazu erforderlichen Ist-Daten gilt es in den Ist-Wertstrom einzubinden und die sich hieraus ergebenden kritischen Stellen zu identifizieren.

Das Wertstromdesign wird durch die Einbindung der Qualitäts- und Zeitmanagementansätze um eine integrale Sichtweise erweitert. Die sich aus dem

Wertstromdesign ergebenden Anforderungen werden als Soll-Anforderungen definiert und anschließend werden Maßnahmen umgesetzt, die die Grundlage für zukünftige Verbesserungen bilden sollen.

4.1.2.2 Einfluss der Gestaltungsmethoden auf die Flexibilitätsarten

Für die ausgewählten Methoden und Strategien des Qualitäts- sowie Zeitmanagements, welche den einzelnen Gestaltungsfeldern zugeordnet sind, gilt es den Einfluss auf die Flexibilitätsarten zu prüfen (vgl. Abb. 55).

Ansätze Flexibilitätsart	Qualität			Zeit		
	präventiv	operativ		präventiv		operativ
	Fehlermögl. u. -einfluss-analyse (FMEA)	Statistische Prozess-kontrolle (SPC)	Sieben Qualitäts-werkzeuge (Q7)	Fertigungs-gerechtes Design (DFMA)	Fertigungs-segmen-tierung	Kapazitäts-management
Produkt	◐	○	○	●	○	○
Prozess	◐	●	●	●	●	◐
Route	◐	●	●	●	●	◐
Volumen	◐	●	●	○	●	●
Expansion	◐	●	●	○	●	●

●: hoher Einfluss ◐: mittlerer Einfluss ○: kein Einfluss

Abb. 55: Wirksamkeit der Gestaltungsansätze auf die Flexibilität³⁹⁴

Die Methoden des Qualitätsmanagements dienen primär der Fehlervermeidung, -behebung und -beseitigung. Besonders im operativen Umfeld haben sie daher einen großen Einfluss auf die verschiedenen Flexibilitätsarten und schaffen mit fehlerfreien Produkten und Prozessen die Grundvoraussetzung für die Segmentierung bzw. Flexibilisierung der Produktion.

Die Methoden des Zeitmanagements wirken gemeinsam auf alle Flexibilitätsarten, insbesondere auf die Produkt-, Prozess- und Routenflexibilität als Komponente der Haupteinflussgröße „Logistikperformance“.³⁹⁵ So lassen sich die Erfolgsfaktoren zur Operationalisierung des EVA und die relevanten Flexibilitätsarten mit den Methoden des Zeitmanagements beeinflussen, weswegen im weiteren Verlauf der Einfluss auf die Erfolgsfaktoren und Flexibilitätsarten durch den Methodeneinsatz gemeinsam betrachtet wird.

³⁹⁴ Eigene Einschätzung.

³⁹⁵ Vgl. Abschnitt 3.2.2.2, Abschnitt 4.1.1.2.

Mit den Methoden der vier Gestaltungsfelder, welche aus den beiden Haupteinflussgrößen „Qualität“ und „Logistikperformance“ und dem erforderlichen zeitlichen Vorlauf resultieren, lässt sich das Flexibilisierungs- und Ausschöpfungspotenzial der einzelnen Wertstromtypen umsetzen (vgl. Abb. 56).

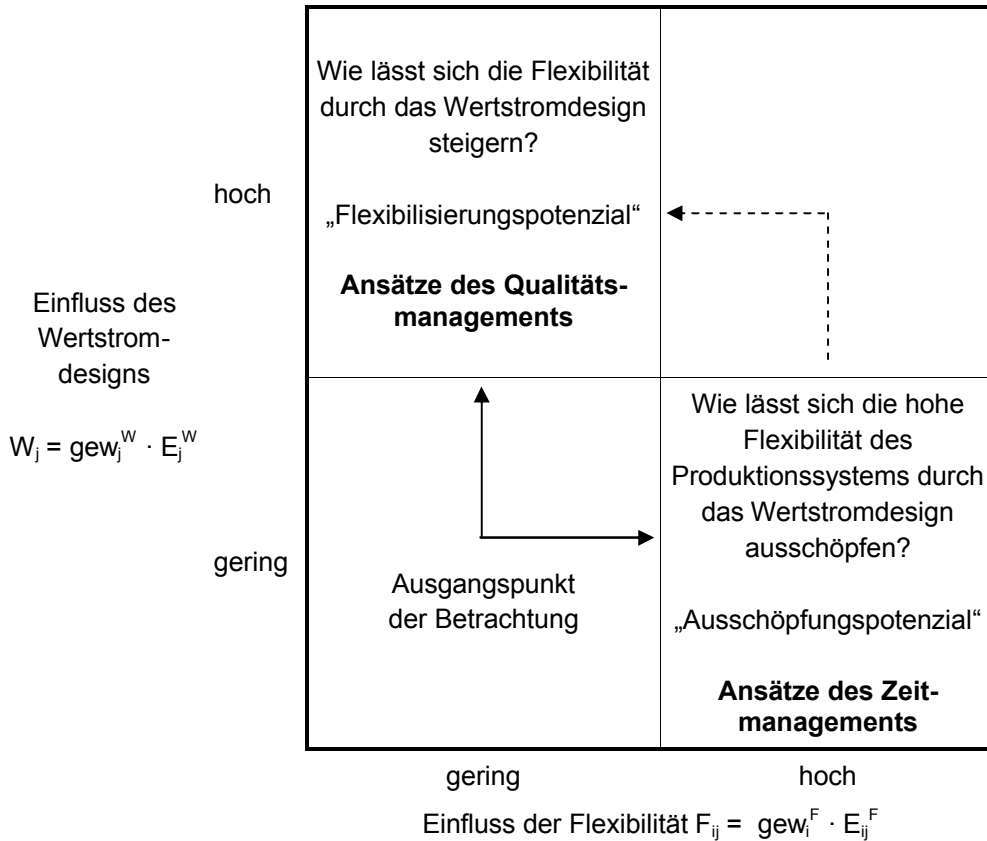


Abb. 56: Qualitäts- und Zeitstrategien zur Realisierung der Ausschöpfungspotenziale und Flexibilisierungspotenziale

Während sich bei einer hohen Flexibilität des Wertstroms das Ausschöpfungspotenzial besonders mit den Methoden und Strategien des Zeitmanagements realisieren lässt, sind zur Sicherung des Flexibilisierungspotenzials die Ansätze des Qualitätsmanagements vorzuziehen.

Außerdem bleibt festzuhalten, dass die Ausschöpfung der Potenziale mit den Ansätzen des Zeitmanagements wie beispielsweise der Fertigungssegmentierung wiederum zu einer verbesserten Ausgangsposition hinsichtlich der Steigerung der Flexibilität führen kann. Zwischen den einzelnen Potenzialen besteht somit ein Zusammenhang.

Die einzelnen Methoden, ihre Anwendung und die integrierte Vorgehensweise bei der Analyse und Gestaltung des Wertstroms werden im folgenden Abschnitt ausführlich vorgestellt.

4.2 Gestaltungsfelder des wertorientierten Wertstromdesigns

Die systematische Ableitung der Gestaltungsfelder des wertorientierten Wertstromdesigns ergab vier Bereiche mit unterschiedlichen Schwerpunkten. Für jedes Gestaltungsfeld sollen die Ansätze und Methoden des Qualitäts- und Zeitmanagements in die Vorgehensweise der Wertstromanalyse und des Wertstromdesigns eingebunden werden.³⁹⁶

4.2.1 Fehlervermeidung

Die Herausforderung des präventiven Qualitätsmanagements liegt in der Vermeidung von Fehlern durch alle möglichen (unabsehbaren) Einflüsse.³⁹⁷ Fehlerentstehung und -entdeckung können zeitlich und räumlich sehr weit auseinander liegen.³⁹⁸ 20% der Qualitätsmängel entstehen in der Fertigung und 80% sind auf das Produktdesign und die hierfür ausgewählten Materialien und Fertigungsverfahren zurückzuführen.³⁹⁹

Ziel des wertorientierten Wertstromdesigns muss die frühzeitige Vorwegnahme von Qualitätsproblemen im Rahmen der Produktentwicklung sein.⁴⁰⁰

4.2.1.1 Analyse der Fehlerrisiken im Ist-Wertstrom

Die Ausrichtung der Unternehmensprozesse auf die Qualität erfordert die Prüfung des Wertstroms aus eben dieser Sicht.⁴⁰¹ Unter Einbeziehung vorhandener quantitativer und qualitativer Daten sind die aus Qualitätssicht kritischen Stellen im Ist-Wertstrom zu identifizieren.⁴⁰² Als Quellen bieten sich die Daten der statistischen Prozesskontrolle und die FMEA an.

³⁹⁶ Vgl. Abschnitt 4.1.1.

³⁹⁷ Vgl. Regius (2006), S. 5.

³⁹⁸ Vgl. Konecny (2011), S. 3.

³⁹⁹ Vgl. Noori (1989), S. 324.

⁴⁰⁰ Vgl. Taguchi (1989), S. 5.

⁴⁰¹ Vgl. Zollondz (2011), S. 243.

⁴⁰² Vgl. Dudic (2010), S. 50.

Die FMEA ist eine weitgehend formalisierte analytische Methode zur systematischen Bewertung der Risiken, die alle erdenklichen Fehler und deren Ursachen erfasst und daraus präventive Maßnahmen zur Fehlervermeidung zum frühestmöglichen Zeitpunkt ableitet.⁴⁰³ Gesetzliche Bestimmungen, Kundenanforderungen und interne Anforderungen bei der Umsetzung sind stets mit zu berücksichtigen.⁴⁰⁴ Je nach Betrachtungsgegenstand lassen sich fünf Arten von FMEA unterscheiden (vgl. Abb. 57).

System	Konstruktion	Prozess	Maschine	Service
<ul style="list-style-type: none"> • Komponenten • Subsysteme • Hauptsystem 	<ul style="list-style-type: none"> • Komponenten • Subsysteme • Hauptsystem 	<ul style="list-style-type: none"> • Mensch • Maschine • Methode • Material • Messung • Umgebung 	<ul style="list-style-type: none"> • Werkzeug • Arbeitsstation • Produktionslinie • Verfahren • Mitarbeiterqualifikation 	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitskraft • Maschine • Methode • Material • Messung • Umgebung

Fokus		
Minimierung der Fehlermöglichkeiten	Minimierung der Prozessfehler im Gesamtsystem	Minimierung der Servicefehler in der Gesamtorganisation

Ziel	
Maximierung der Qualität und Zuverlässigkeit, Minimierung der Kosten	Maximierung der Kundenzufriedenheit durch Qualität und zuverlässigen Service

Abb. 57: Fünf Arten der FMEA⁴⁰⁵

Die System-FMEA untersucht die möglichen Fehlfunktionen oder Funktionsfehler eines Produktsystems.⁴⁰⁶ Die Design- bzw. Konstruktions-FMEA betrachtet die konstruktiv bedingten Ausfallmöglichkeiten und bewertet die hierauf zurückzuführenden Fehler.⁴⁰⁷ Die Prozess-FMEA prüft die Eignung der Herstellpro-

⁴⁰³ Vgl. Beitz; Pahl (2007), S. 702, Brunner; Wagner (2011), S. 129.

⁴⁰⁴ Vgl. Stamatis (2003), S. 22.

⁴⁰⁵ Eigene Darstellung in Anlehnung an Stamatis (2003), S. 41.

⁴⁰⁶ Vgl. Brunner; Wagner (2011), S. 129.

⁴⁰⁷ Vgl. Ellouze (2010), S. 33.

zesse für die geforderten Produkteigenschaften und kann als Fortsetzung der Konstruktions-FMEA gesehen werden.⁴⁰⁸ Besonders bei der Entwicklung und Konstruktion neuer Anlagen wird eine Maschinen-FMEA durchgeführt. Sie betrachtet nicht nur die aufgrund von konstruktiven Fehlern der Maschine entstehenden Fehler, sondern insbesondere Fehlereinfluss-Möglichkeiten durch die menschliche Bedienung der Anlage.⁴⁰⁹ Die Service-FMEA setzt sich mit den Fehlermöglichkeiten in den administrativen Prozessen auseinander.⁴¹⁰

In der Praxis haben sich die Konstruktions- und die Prozess-FMEA als produktionsbezogene Operationalisierung der Produktvorgaben etabliert.⁴¹¹ Beide werden in vier Schritten erstellt, wobei sich die Reihenfolge aus dem Formblatt ableitet. Besonders wichtig für die qualitätsorientierte Wertstromanalyse ist die Fehleranalyse (vgl. Abb. 58).

Firma	Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analyse								Teil-Name	Teil-Nummer									
	Konstruktions-FMEA ()				Prozess-FMEA ()				Modell	Techn. Änderungszustand									
	Bestätigung durch Name/Abt./Lieferant								Erstellt durch (Name/Abt.)	Datum Überarbeitet am									
System/ Merkmale	Potenzieller Fehler	Potenzielle Folgen des Fehlers	Potenzielle Fehlerursachen	Derzeitiger Zustand					Empfohlene Abstellmaßnahmen	Verantwortlichkeit	Verbesserter Zustand								
				Vorgesehene Prüfmaßnahmen	A	B	E	RPZ			Getroffene Maßnahmen	A	B	E	RPZ				

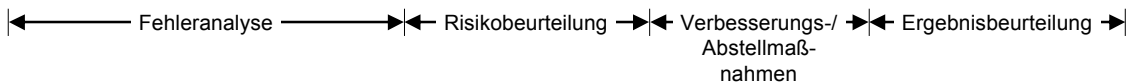


Abb. 58: Bestandteile der FMEA⁴¹²

Die Fehleranalyse enthält das konstruktions- und prozessspezifische Wissen. Die Identifizierung der besonders kritischen Fehler erfolgt durch eine Risikobewertung: Ein Risiko im Sinne der FMEA ist das Produkt aufgrund der Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Fehlerursache (A), der Bedeutung bzw. Auswirkung des Fehlers beim Kunden (B) und der Wahrscheinlichkeit der Entdeck-

⁴⁰⁸ Vgl. Beitz; Pahl (2007), S. 705.

⁴⁰⁹ Vgl. Träger (2008), S. 31.

⁴¹⁰ Vgl. Stamatis (2003), S. 43.

⁴¹¹ Vgl. Komorek (1998), S. 255.

⁴¹² Eigene Darstellung in Anlehnung an Ellouze (2010), S. 75.

ung des Fehlers vor der Auslieferung (E).⁴¹³ Für jede Fehlerursache werden die Wahrscheinlichkeiten und Auswirkungen jeweils auf einer Skala von eins bis zehn bewertet: Kleine Zahlen bedeuten ein geringes Risiko und große Zahlen ein hohes Risiko.⁴¹⁴

Anhand der bewerteten Risiken wird die sogenannte Risikoprioritätszahl RPZ als Produkt der einzelnen Risikowahrscheinlichkeiten und -auswirkungen gebildet. Zur Klassifizierung der Risiken haben sich in der Praxis drei Klassen etabliert.⁴¹⁵ Bei einer Risikoprioritätszahl kleiner als 40 werden aufgrund eines geringen Risikos keine Maßnahmen definiert. Für Werte zwischen 40 und 100 sind stets einfach umzusetzende Maßnahmen durchzuführen. Fehlerursachen mit einer Risikoprioritätszahl größer als 100 sind mit allen erforderlichen Maßnahmen abzustellen.

4.2.1.2 Reduzierung der Risiken im Soll-Wertstrom

Während sich die Wertstromanalyse mit der Identifizierung besonders kritischer Fehlerquellen beschäftigt, gilt es durch die frühzeitige Auseinandersetzung mit den Ursachen von Qualitätsproblemen im Soll-Zustand Fehler zu vermeiden und den Kontrollaufwand zur Entdeckung von Fehlern zu minimieren.⁴¹⁶

Stellen mit kritischen Fehlermöglichkeiten, welche weiterhin im Soll-Wertstrom erhalten bleiben, sind mit einer Risikoprioritätszahl zu kennzeichnen. Außerdem sollten neue Fehlermöglichkeiten kritisch geprüft, ihre Risiken bewertet und die Stellen im Soll-Wertstrom gekennzeichnet werden. Besonderes Augenmerk liegt auf den verfahrensbezogenen logistischen Fehlerursachen und Abstellmaßnahmen.⁴¹⁷ Dies kann beispielsweise durch eine einheitliche Skalierung der Prozesskosten bzw. der Termineinhaltung erfolgen (vgl. Abb. 59).⁴¹⁸

⁴¹³ Vgl. Beitz; Pahl (2007), S. 703.

⁴¹⁴ Vgl. Brunner; Wagner (2011), S. 132.

⁴¹⁵ Vgl. ebenda, S. 133.

⁴¹⁶ Vgl. Maskell (1989a), S. 62

⁴¹⁷ Vgl. Abschnitt 4.2.1.1.

⁴¹⁸ Vgl. Wildemann (2009a), S. 105.

Skala für die Bedeutung (B) des Fehlers	Skalierung der Prozesskosten	Skalierung der Termineinhaltung
1	<ul style="list-style-type: none"> Keine Auswirkungen Prozesskosten konstant 	<ul style="list-style-type: none"> Soll-Termin nicht gefährdet
2	<ul style="list-style-type: none"> Leichter Anstieg der Prozesskosten ($\leq 30\%$) 	<ul style="list-style-type: none"> Leichte Überschreitung des Zieltermins des betrachteten Prozesses
3		
4	<ul style="list-style-type: none"> Erheblicher Anstieg der Prozesskosten ($\leq 100\%$) Bei 100% erneuter Prozessdurchlauf erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> Erhebliche Überschreitung des Zieltermins des betrachteten Prozesses
5		
6		
7	<ul style="list-style-type: none"> Leichter Anstieg der Folgekosten in nachgelagerten Prozessen Gesamtkosten höher als bei erneutem Prozessdurchlauf 	<ul style="list-style-type: none"> Geringe Überschreitung des Zieltermins des Gesamtprozesses
8		
9	<ul style="list-style-type: none"> Erheblicher Anstieg der Folgekosten Gesamte Prozesskette muss erneut durchlaufen werden 	<ul style="list-style-type: none"> Erhebliche Überschreitung des Zieltermins des Gesamtprozesses
10		

Abb. 59: Einheitliche Skalierung der Fehlerbedeutung für die Prozesskosten bzw. die Termineinhaltung⁴¹⁹

Für alle kritischen Stellen im Soll-Wertstrom sind Abstell- oder Verbesserungsmaßnahmen zu definieren. Die Beurteilung der Maßnahmen erfolgt nach dem gleichen Prinzip wie bei der Risikobeurteilung. Besonders kritische Fehler sollten Abstell- bzw. Verbesserungsmaßnahmen mit einer hohen Ergebnisbeurteilung haben. Gegebenenfalls sind mehrere Maßnahmen zur Sicherstellung der Fehlervermeidung erforderlich.

Besonders bei Produktanläufen sind besonders kritische Stellen mit laufenden Kennzahlen zur Qualität abzusichern. Diese sind ebenfalls im Wertstromdesign zu erfassen und im Anlauf regelmäßig zu prüfen, um Abweichungen frühzeitig zu erkennen und Maßnahmen einzuleiten.

⁴¹⁹ Eigene Darstellung in Anlehnung an Wildemann et al. (1996b), S. 117.

4.2.2 Fehlerabsicherung

Trotz aller präventiver Bemühungen zur Vermeidung von Fehlern bedarf es für die laufende Produktion weiterer Maßnahmen zur Fehlerabsicherung. Neben der organisatorischen Verankerung des Fehlererkennungs- und -beseitigungsprozesses spielen das Verhalten und die Qualifikation des einzelnen Mitarbeiters eine wichtige Rolle.

4.2.2.1 Fehleranalyse im Ist-Wertstrom

Die mengenmäßige Erfassung der Fehler entlang des Ist-Wertstroms bildet den ersten Schritt bei der Beurteilung des Wertstroms aus Sicht der Fehlerabsicherung (vgl. Abb. 60).

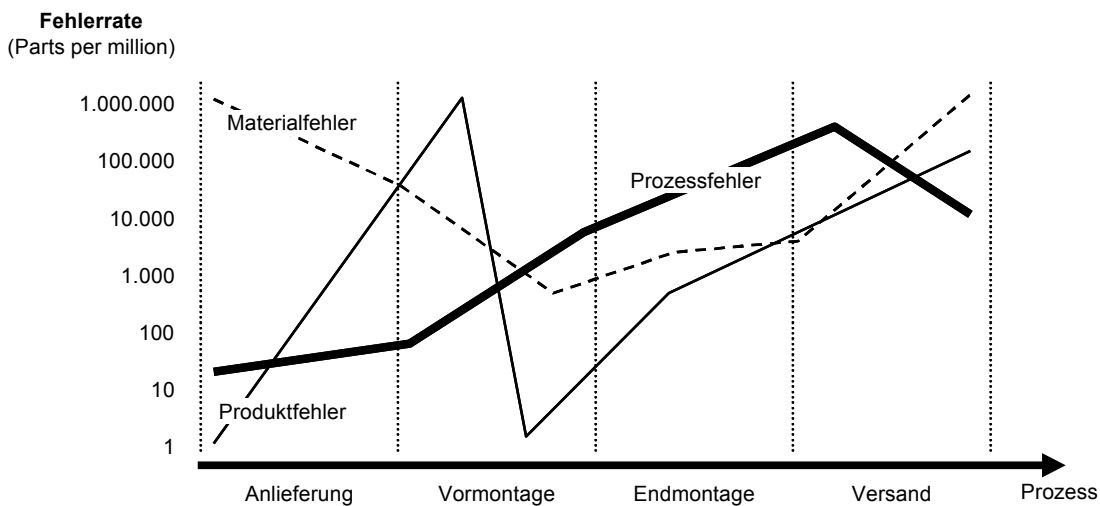


Abb. 60: Verteilung der Fehlerarten entlang des Prozesses (Quality Filter Mapping)⁴²⁰

Die Erfassung der Fehler sollte nach Arten erfolgen und den gesamten Ist-Wertstrom umfassen. Quantitativ erfasste Fehlerarten sind nach systematischen und zufälligen Ursachen zu unterscheiden und zu beseitigen.⁴²¹

Ursprünglich für den Einsatz in Qualitätszirkeln gedacht, bieten sich zur Ursachenfindung die sieben Qualitätswerkzeuge (Q7) an, welche sich in die Phasen Fehlererfassung und Fehleranalyse einteilen lassen (vgl. Abb. 61).⁴²²

⁴²⁰ Eigene Darstellung in Anlehnung an Hines; Rich (1997), S. 55.

⁴²¹ Vgl. Ellouze (2010), S. 6.

⁴²² Vgl. Ishikawa (1985), S. 198.

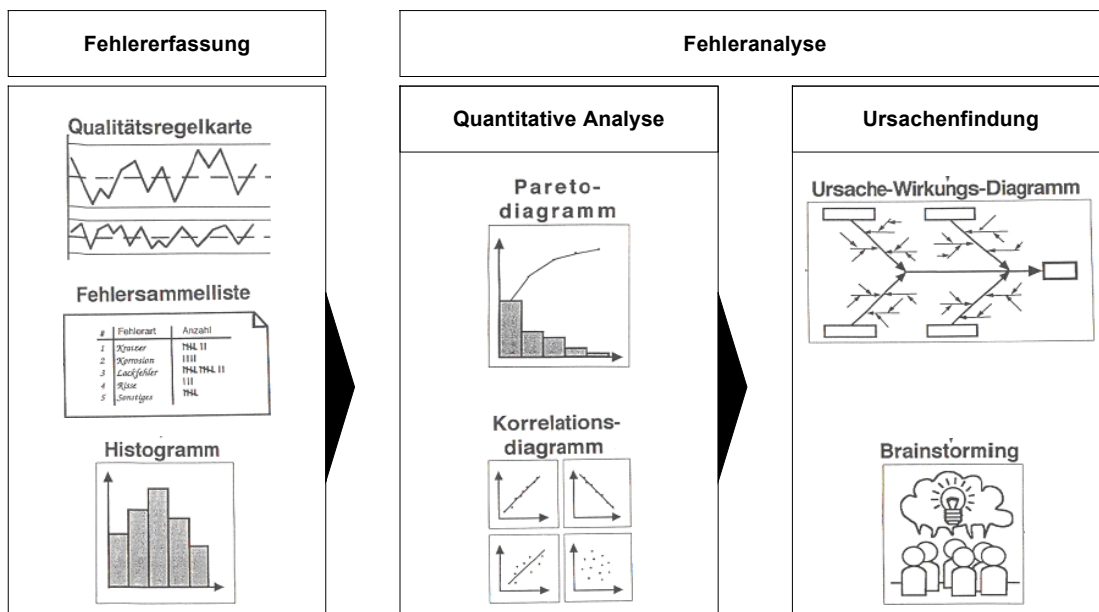


Abb. 61: Sieben Qualitätswerkzeuge⁴²³

Fehlersammellisten, geschichtete Datenerfassung (Stratifikation), Histogramme und Qualitätsregelkarten werden zur Erfassung von Fehlern eingesetzt und dienen der laufenden grafischen Erfassung kritischer Merkmale.

Die Fehlersammelliste ist eine Strichliste, in der die Fehler möglichst genau beschrieben und erfasst werden, sie setzt daher die Bekanntheit der regelmäßigen Fehler voraus.⁴²⁴ Für die Erfassung und spätere Bearbeitung der einzelnen Maßnahmen bedarf es klar definierter Zuständigkeiten und eines definierten Zeitraums.

Bei der geschichteten Datenerfassung werden die Häufigkeiten verschiedener Fehlerarten zusammen erfasst. Im Gegensatz zur Fehlersammelliste sind die Fehlerarten nicht vorstrukturiert. Erst aus der Segregation (Schichtung) der erfassten Daten ergibt sich ein differenzierteres Bild, welches eine genaue Suche nach den Ursachen erlaubt.

Das Histogramm ist ein Säulendiagramm, es dient der grafischen Darstellung von übersichtlich in Klassen zusammengefassten Daten und visualisiert Häufigkeiten.

⁴²³ Eigene Darstellung in Anlehnung an Kamiske; Theden, (1996), S. 43.

⁴²⁴ Vgl. Brunner; Wagner (2011), S. 171.

Die Qualitätsregelkarten stellen Werte von Stichprobenprüfungen aus dem laufenden beherrschten Fertigungsprozess dar und zeichnen sich durch eine obere und untere Toleranzgrenze aus, innerhalb derer sich der Prozess bewegen sollte. Für die Über- bzw. Unterschreitung der Toleranzgrenzen („Eingriffsgrenze“) sind Anweisungen hinterlegt.

Das Pareto-, das Korrelations- und das Ursache-Wirkungs-Diagramm sind einfach anzuwendende Methoden zur Analyse von Fehlern. Diese Methoden lassen sich durch Brainstorming ergänzen.

Bei der Paretoanalyse werden die Fehlerarten absteigend nach ihren Häufigkeiten sortiert. Die kumulierte Darstellung der Fehlerarten erlaubt eine Fokussierung auf die wichtigsten Fehlerarten für die weitere vertiefende Analyse. Nach der 80/20-Regel werden rund 80% der Häufigkeiten durch 20% der Fehlerarten bestimmt.

Das Korrelationsdiagramm analysiert Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Merkmalen. Dabei werden bei der Prüfung der Abhängigkeiten von zwei Merkmalen die Wertepaare in einem Diagramm als Punkt dargestellt. Aus der Anordnung der Punktwolke lassen sich Rückschlüsse auf Abhängigkeiten ziehen, welche bei der Ursachenfindung helfen.

Für die Darstellung komplexerer Ursache-Wirkungs-Beziehungen eignet sich das Ursache-Wirkungs-Diagramm, auch Ishikawa-Diagramm genannt. Dabei werden vom Fehlerbild ausgehend die möglichen Ursachen zunächst nach vorgegebenen oder selbst definierten Kategorien erfasst. Bei den benannten Ursachen kann es sich wiederum um Wirkungen von weiteren Ursachen handeln. Das Ursache-Wirkungs-Diagramm ist dann abgeschlossen, wenn die tatsächliche Ursache gefunden wurde.

Die sehr analytisch vorgehenden Fehleranalyse-Methoden lassen sich sehr gut mit der Brainstorming-Methode ergänzen, wenn neue Fehlerarten und deren Ursachen gefunden werden sollen. Dabei geht es im ersten Schritt zunächst darum, möglichst viele Ideen und Vorschläge zu sammeln, und erst anschließend werden die gesammelten Vorschläge strukturiert und priorisiert, damit eine vertiefte Analyse erfolgen kann.

Besonders bei kritischen und selten auftretenden Fehlern sollte als weitere Quelle die Prozess-FMEA herangezogen werden. Ebenso sind die neuen Erkenntnisse in der Prozess-FMEA als Grundlage für den Erfahrungsaufbau und -transfer regelmäßig zu aktualisieren.

Bei der Fehlerentstehung spielt der Mitarbeiter eine zentrale Rolle.⁴²⁵ Kritische Stellen im Wertstrom gilt es daher besonders aus seiner Sicht, aus der des Prozesses und der Umgebungsbedingungen zu prüfen (vgl. Abb. 62).⁴²⁶

Fehlerart	Maßnahmen zur Abhilfe
Fehlinterpretationen	<ul style="list-style-type: none">• Präzise Begriffsdefinitionen, Glossar• Checklisten• Beispiele
Flüchtigkeitsfehler	<ul style="list-style-type: none">• Eignungstests• Ermüdungsarme, abwechslungsreiche Arbeitsplatzgestaltung• Ausfallsichere Produkt- und Prozessgestaltung (Poka Yoke)• Redundanz
Mangelnde Fertigkeiten	<ul style="list-style-type: none">• Best-Practice-Standards• Integration der Standards in die Prozesse• Mitarbeiterschulung und -training
Bewusste und unbewusste Verfälschungen	<ul style="list-style-type: none">• Überprüfung des Versuchsablaufs bzw. der Datengewinnung• Schaffung einer offenen Fehlerkultur• Delegation von Aufgaben und Verantwortung• Durchführung von Qualitätsaudits

Abb. 62: Menschliche Fehlerarten und Maßnahmen zur Abhilfe⁴²⁷

Das Verhalten und die Qualifikation des Mitarbeiters bestimmen die nachhaltige Fehlerabsicherung. Identifizierte Schwachstellen sind im Ist-Zustand zusammen mit personellen Anforderungen wie der Qualifikationsmatrix, Schulungsplänen etc. festzuhalten und durch ausfallsichere Produkt- und Prozessgestaltung (Poka Yoke) abzusichern.

4.2.2.2 Statistische Prozesskontrolle im Soll-Wertstrom

Der Soll-Zustand leitet sich aus den fundierten Untersuchungsergebnissen der Wertstromanalyse aus Sicht der Fehlerabsicherung ab. Das fehlerorientierte

⁴²⁵ Vgl. Konecny (2011), S. 51.

⁴²⁶ Vgl. Juran (1991), S. 237.

⁴²⁷ Eigene Darstellung in Anlehnung an Juran (1991), S. 121.

Wertstromdesign erfordert die integrierte Sicht der Qualitätssicherung unter Berücksichtigung des Prozesses und der daran beteiligten Mitarbeiter.⁴²⁸

Die Grundlage eines fehlerabsichernden Wertstromdesigns bildet die Festlegung von Messpunkten an kritischen Stellen im Soll-Prozess, wozu sich die statistische Prozesskontrolle anbietet. Die statistische Prozesskontrolle ist eine auf statistischer und wirtschaftlicher Grundlage basierende Methode zur frühzeitigen Erkennung von systematischen Abweichungen.⁴²⁹ Im Gegensatz zur statistischen Qualitätsüberwachung am Ende des Prozesses zur Abschlussprüfung geht es bei der Prozesskontrolle um die frühzeitige Erkennung von Fehlern im Prozess.

Voraussetzung für den Einsatz der statistischen Prozesskontrolle ist ein Prozess, der anhand statistisch bestimmter Grenzwerte die im Soll-Zustand zulässigen zufälligen, natürlichen Streuungen beschreibt.⁴³⁰ Umgekehrt werden Werte außerhalb der für die Prozessfähigkeit zulässigen Toleranzgrenzen als Anhaltspunkte für systematische Fehlerursachen („assignable causes“) genommen.⁴³¹ Die grafische Erfassung der Stichprobenmessungen erfolgt über Qualitätsregelkarten (vgl. Abb. 63).⁴³²

Bei Erfassungswerten innerhalb der Warngrenzen ist von einem stabilen Prozess mit natürlichen Streuungen auszugehen. Zu unterscheiden sind Warn-, Eingriffs- und Toleranzgrenzen.⁴³³ Warngrenzen dienen der Sensibilisierung: Bei Über- bzw. Unterschreiten der Warngrenze folgt keine Maßnahme zur Korrektur des Prozesses.

⁴²⁸ Vgl. Taguchi (1989), S. 9.

⁴²⁹ Vgl. Shewhart (1986), S. 24.

⁴³⁰ Vgl. Kamiske; Theden (1996), S. 39, Dietrich; Schulze (2009), S. 322.

⁴³¹ Vgl. Shewhart (1986), S. 25.

⁴³² Vgl. Bonneval (1989), S. 13ff.

⁴³³ Vgl. Shewhart (1986), S. 50.

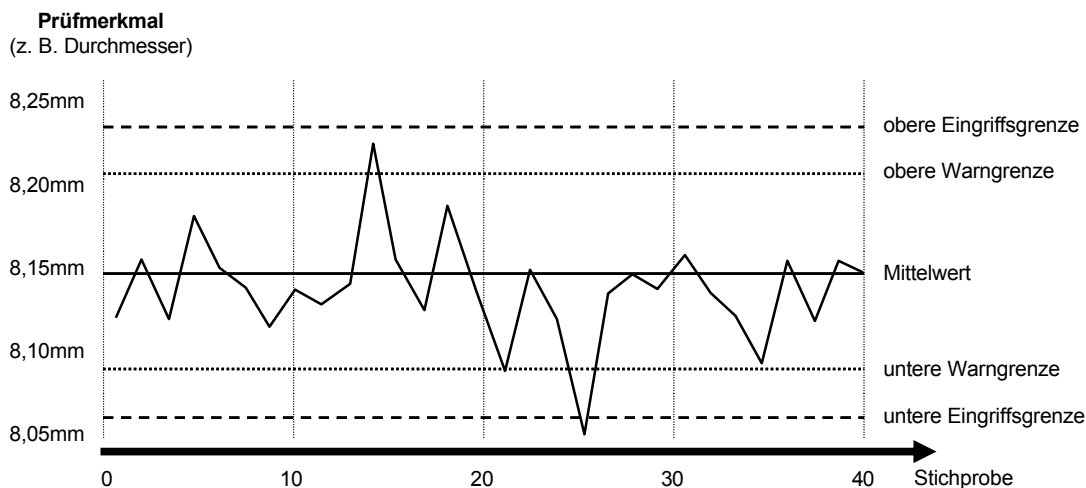


Abb. 63: Charakteristische Grenzwerte bei der statistischen Prozesskontrolle

Erst bei Über- bzw. Unterschreiten der Eingriffsgrenzen ist von systematischen Fehlerursachen auszugehen und das Erreichen der Toleranzgrenzen durch konkrete Maßnahmen zu vermeiden. Die Toleranzgrenzen, welche in der Regel nicht dargestellt werden, ergeben sich aus den funktionalen Produktmerkmalen und stellen somit die maximal zulässigen Grenzwerte für die Funktionsfähigkeit des Produktes dar.

In engem Zusammenhang mit der Auslegung der Warn- und Eingriffsgrenzen sind die Kosten zu sehen, welche über die Prüfpläne festgelegt werden.⁴³⁴ Die Grenzen bestimmen nicht nur die Höhe der Kosten, sondern auch die Häufigkeit der damit verbundenen Störungen im Materialfluss.⁴³⁵ Eine zu enge Auslegung der Eingriffsgrenzen zur Absicherung der Prüfmerkmale sollte daher möglichst vermieden werden.

Das Vorgehen bei der Einführung und Umsetzung der statistischen Prozesskontrolle lässt sich in fünf Schritte unterteilen.⁴³⁶

Voraussetzung für die statistische Prozesskontrolle ist die Festlegung der Kriterien für einen fähigen Prozess. Dies stellt unter Beachtung der statistischen Grundlagen die richtige Bestimmung der Warn- und Eingriffsgrenzen sicher.

⁴³⁴ Vgl. Bonneval (1989), S. 7.

⁴³⁵ Vgl. ebenda.

⁴³⁶ Vgl. Shewhart (1986), S. 25.

Für die einzelnen Prüfungen sind die Prüfmerkmale genau festzulegen, sodass die Prüfer in der laufenden Produktion eine genaue Unterscheidung treffen können zwischen zufälligen und systematischen Fehlerarten. In diesem Rahmen ist bei Bedarf eine Aufteilung in (automatisch) messbare und qualitative Merkmale erforderlich.

Anschließend gilt es den genauen Ablauf der Stichprobenentnahme und -prüfung festzulegen. Die Rahmenbedingungen bei der Teileentnahme bedürfen besonderer Beachtung, sodass stets vergleichbare Bedingungen und Stichprobenprüfungen vorliegen.

Für die Über- und Unterschreitung der Warn- und Eingriffsgrenzen sind die einzelnen Maßnahmen genau festzulegen.

Bei Erreichung kritischer Stellen im Soll-Zustand sollte den betroffenen Mitarbeitern sofortiges Feedback gegeben werden, was durch die aktive Bestätigung des Prozesses, beispielsweise durch Knopfdruck geschehen kann.⁴³⁷ An diesen Stellen ist der Einsatz definierter Prozesstoleranzen und Eingriffsgrenzen zu prüfen.

Die kritischen Kennzahlen sind in der Regelkommunikation zu verankern, sodass ein regelmäßiger und zeitnaher Austausch der kritischen Informationen erfolgen kann.⁴³⁸ Im gleichen Rahmen gilt es den Ablauf und die Verantwortlichkeiten für die Beseitigung des Fehlers festzulegen.⁴³⁹ Als Grundlage hierfür eignen sich Checklisten zur Prozessregelung.⁴⁴⁰

Zur Absicherung besonders kritischer Prozesse ist der gezielte Aufbau von Sicherheitspuffern, redundanten Maschinen oder die Absicherung über einen Lieferanten frühzeitig vorzusehen.⁴⁴¹

Im vorherigen Abschnitt wurde auf die Bedeutung des Mitarbeiters bei der Erkennung und Beseitigung von Fehlern eingegangen. Parallel zur Verankerung

⁴³⁷ Vgl. Juran (1991), S. 271.

⁴³⁸ Vgl. Maskell (1989), S. 63.

⁴³⁹ Vgl. Ellouze (2010), S. 10f.

⁴⁴⁰ Vgl. Juran (1991), S. 258.

⁴⁴¹ Vgl. Taguchi (1989), S. 136.

der statistischen Prozesskontrolle im Soll-Wertstrom sind mitarbeiterbezogene Maßnahmen sicherzustellen (vgl. Abb. 64). Aus den einzelnen Vorgehensschritten lassen sich häufig Maßnahmen zur Schulung der Mitarbeiter und für die Verbesserung der Arbeitsplatzgestaltung ableiten.

Ziel	Aufgabe	Maßnahmen
Kundenzufriedenheit	Motivation der Mitarbeiter steigern	<ul style="list-style-type: none"> • Information • Schulung • Meetings • Zielvorgaben zur Qualitätssicherung • Verantwortungsübernahme durch die Mitarbeiter
Null Fehler	Arbeitsausführung verbessern	<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitsbedingungen verändern • Umgebungseinflüsse verbessern • Arbeitsstrukturen verändern • Ergonomische Arbeitsgestaltung
Kosten durch Qualitätssicherung reduzieren	Wirtschaftlichkeit erhöhen	<ul style="list-style-type: none"> • Vorschlagswesen • Verbesserung der Abläufe • Automatisierung
Messen statt Prüfen	Produktqualität verbessern	<ul style="list-style-type: none"> • Kontrollen erleichtern • Reduzierung der Nacharbeit • Prämien-Anreize verbessern
Durchgängig integrierte Qualitätssicherung	Betriebsorganisation verbessern	<ul style="list-style-type: none"> • Vertiefende Analysen in kritischen Bereichen

Abb. 64: Mitarbeiterbezogene Ziele, Aufgaben und Maßnahmen für einen fehlerabsichernden Wertstrom⁴⁴²

4.2.3 Reduzierung der Komplexität

Komplexität als Variantenvielfalt und Veränderungsdynamik wird durch den gemeinsamen Handlungsspielraum von Konstruktion und technologischen Möglichkeiten der Fertigung bestimmt.⁴⁴³ Komplexität steigert den Bearbeitungsaufwand bei den Ressourcen aller Unternehmensfunktionen während des gesamten Produktlebenszyklus. Optimierungsansätze setzen bei der Produkt- und Prozesskomplexität an.⁴⁴⁴

⁴⁴² Eigene Darstellung in Anlehnung an Binner (1994), S. 325.

⁴⁴³ Vgl. Schuh (1988), S. 114.

⁴⁴⁴ Vgl. Zelenović (1982), S. 320.

4.2.3.1 Analyse der Produktkomplexität im Wertstrom

Ansätze zur Reduzierung der Produktkomplexität sind besonders in der Produktentwicklung zu suchen und lassen sich auf drei Schwachstellen zurückführen (vgl. Abb. 65).

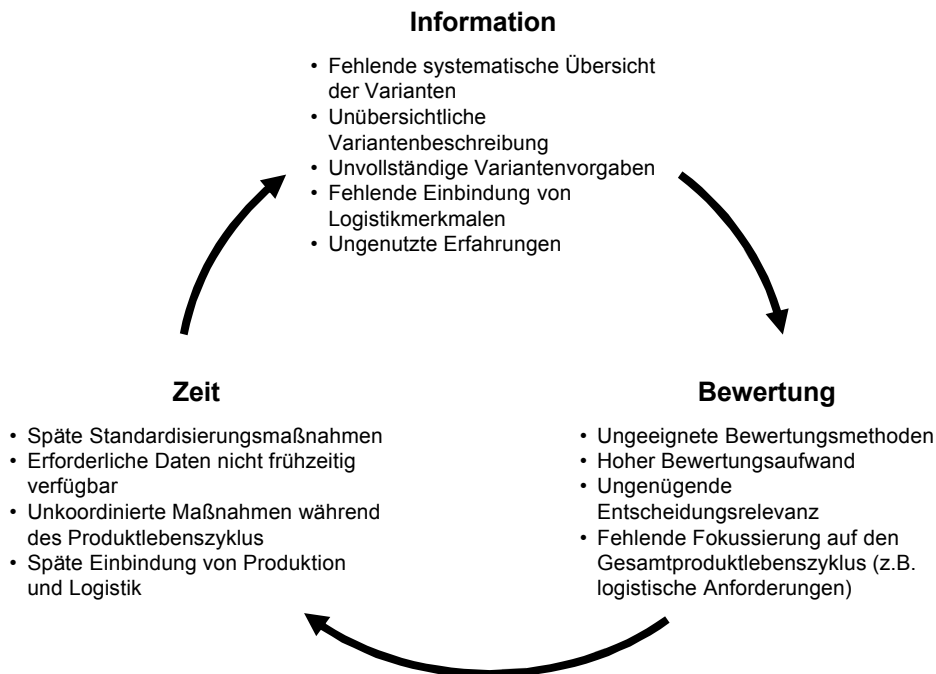


Abb. 65: Schwachstellen in der Planung variantenreicher Serienprodukte⁴⁴⁵

Die Erfassung und Aufbereitung von Variantendaten bildet den Ausgangspunkt der Reduzierung der Produktkomplexität. Die in der Praxis häufig fehlende oder unvollständige Datengrundlage erschwert die übergreifende Produktenwicklung zwischen Entwicklung, Konstruktion, Produktion und insbesondere Logistik.⁴⁴⁶

Funktional statt montageorientiert aufgebaute Stücklisten, fehlende Auswertungen der Varianten und späte Erkenntnisse über negative Folgen lassen eine Vereinfachung der Produktstruktur und der damit verbundenen Prozessfolgen nicht zu.⁴⁴⁷ Hierdurch entstehen im späteren Wertstrom komplexe und fehleranfällige Materialflüsse mit hohem Koordinationsaufwand, die anhand verschiedener Variantenmerkmale identifiziert werden können (vgl. Abb. 66).

⁴⁴⁵ Eigene Darstellung in Anlehnung an Schuh (1988), S. 17.

⁴⁴⁶ Vgl. Schulze (2012), S. 125.

⁴⁴⁷ Vgl. Schuh (1988), S. 13, Göpfert; Schulz (2012), S. 136f.

Objekt	Produkt	Prozess	Logistik	Verwaltung	Konstruktion
Normteil	Typ	Verfahren	Zulieferer	Alt-Variante	Muss-Variante
Standardteil	Anbau	Maschine	Transport	Neu-Variante	Kann-Variante
Ähnlichteil	Ersatzteil	Werkzeug	Disposition		Baukasten-
Farb-Variante	Zusatzteil	Material	Lager		variante
		Steuerung	Ersatzteil		Nicht-Variante

Abb. 66: Variantenmerkmale⁴⁴⁸

Die Visualisierung dient der Identifizierung kritischer Stellen im Ist-Wertstrom, welche sich bevorzugt an Materialflussknoten, an komplexen und fehleranfälligen Montagevorgängen befinden (vgl. Abb. 67).

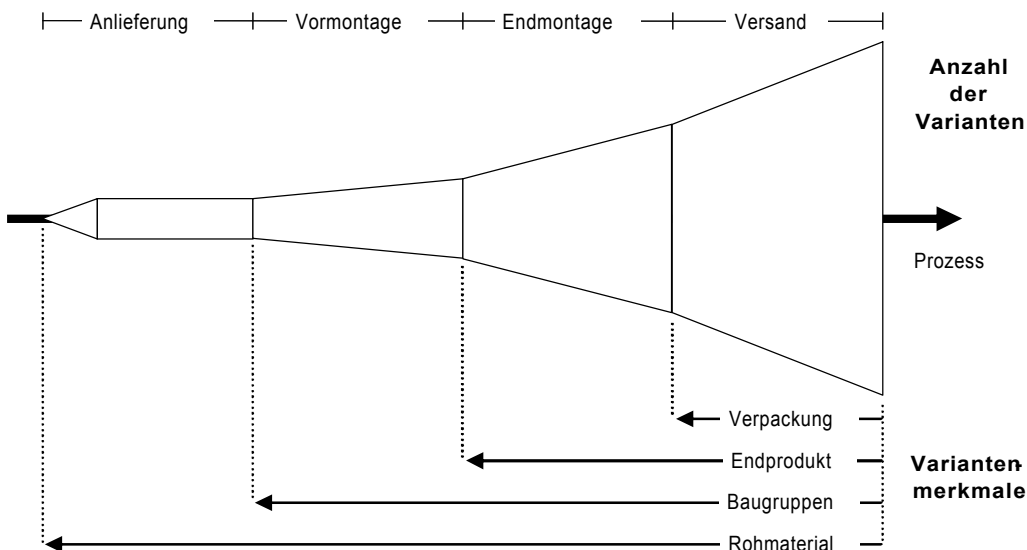


Abb. 67: Darstellung der Variantenvielfalt entlang des Prozesses (Production Variety Funnel)⁴⁴⁹

Die Komplexität des Ist-Wertstroms ist mit dem Variantenbaum der Produktfamilie zu vergleichen, woraus sich Ansätze zur Reduzierung der Produktvielfalt ableiten lassen.⁴⁵⁰

⁴⁴⁸ Eigene Darstellung in Anlehnung an Schuh (1988), S. 56.

⁴⁴⁹ Eigene Darstellung in Anlehnung an Hines; Rich (1997), S. 53.

⁴⁵⁰ Vgl. Schuh (1988), S. 11.

4.2.3.2 Gestaltung eines wertstromgerechten Produktdesigns

Ein wertstromgerechtes Produktdesign erfüllt die Anforderungen eines idealen Material- und Informationsflusses und integriert besonders die Anforderungen aus Produktion und Logistik.⁴⁵¹

Als unterstützende Methode bei der Reduzierung der Produktkomplexität bietet sich das Design for Manufacture and Assembly (DFMA) an, welches auf die systematische Vereinfachung des Produktdesigns zur Reduzierung der Kosten und Fertigungszeiten abzielt.⁴⁵² Dabei gilt es, die Anzahl der Bauteile zu reduzieren, zuverlässige Montierbarkeit sicherzustellen und damit die wesentlichen Voraussetzungen für eine robuste Produktqualität zu schaffen.⁴⁵³

Die Vorgehensweise fokussiert auf die notwendigen Spezifikationen, welche durch ein vorgelagertes Quality Function Deployment zur Eliminierung funktional nicht relevanter Bauteile ermittelt werden können. Die schrittweise Vereinfachung des Produktdesigns erfolgt unter Beachtung der bewährten Teiloperationen durch das Entfernen jedes Einzelteils der Baugruppe in umgekehrter Montagereihenfolge.⁴⁵⁴

Dabei ist bei jedem entfernten Einzelteil zu prüfen, ob es sich ersatzlos eliminieren, mit anderen Bauteilen kombinieren oder integrieren lässt.⁴⁵⁵ Die Prüfung folgt den drei Leitfragen, ob (1) das betrachtete Bauteil relativ zu den anderen Bauteilen beweglich ist, (2) es aus einem anderen Material sein muss (3) und ob die Kombination bzw. Integration von Bauteilen einzelne Montageschritte vermeiden würde.⁴⁵⁶ Grundsätzlich sollte dabei darauf geachtet werden, dass die Varianz erst möglichst spät im Produktionsprozess entsteht.⁴⁵⁷

Neben dem normgerechten Konstruieren, welchem aufgrund der international anerkannten Standards für die Qualitätssicherung eine wichtige Bedeutung zu-

⁴⁵¹ Vgl. Schulze (2012), S. 122.

⁴⁵² Vgl. Boothroyd; Dewhurst; Knight (2011), S. 1.

⁴⁵³ Vgl. Kamrani; Nasr (2010), S. 145, Beitz; Pahl (2007), S. 691.

⁴⁵⁴ Vgl. Beitz; Pahl (2007), S. 469.

⁴⁵⁵ Vgl. Kamrani; Nasr (2010), S. 143.

⁴⁵⁶ Vgl. ebenda.

⁴⁵⁷ Vgl. Rapp (1999), S. 152.

kommt, spielen bei der Vereinheitlichung Standards eine zentrale Rolle.⁴⁵⁸ Besonders die Standardisierung von Produktschnittstellen lässt durch die Kombination von Modulen eine hohe Variantenvielfalt zu.⁴⁵⁹ Module sind Fertigungseinzelteile bzw. -baugruppen, die unabhängig voneinander konstruiert werden, aber in einem zusammengehörigen Ganzen funktionieren.⁴⁶⁰ Die Modularisierung erlaubt zugleich die Entkopplung von Modulen vom Produktlebenszyklus, sodass ihre jeweilige Weiterentwicklung parallel stattfinden kann.⁴⁶¹

Eine hohe Fehleranfälligkeit in der Montage lässt sich oft auf zu enge Prozessparameter und deren Toleranzen zurückführen, welche aus den Vorgaben der Produkttoleranzen zur Sicherstellung der Funktionalität resultieren.⁴⁶² Hier gilt es, das Optimum in den Produkt- und Prozessanforderungen zu finden, um nicht durch zu eng definierte Produkthanforderungen zu hohe Anforderungen an die Prozessfähigkeit zu stellen.⁴⁶³

Die wertstromorientierte Produktgestaltung sollte darüber hinaus die logistischen Anforderungen berücksichtigen, welche auf der nächsten Seite aufgeführt sind (vgl. Abb. 68). Die allgemeinen Richtlinien des fertigungs- und montagegerechten Designs: Vereinfachung, Vereinheitlichung, Automatisierung und Qualitätssicherung, gilt es auch bei den logistischen Anforderungen anzuwenden.⁴⁶⁴ Probleme sollten grundsätzlich auf die gleiche Art gelöst werden können.⁴⁶⁵

Trotz aller präventiven Maßnahmen im Rahmen der Produktentwicklung lassen sich nicht alle Situationen der Produktion vorwegnehmen. Hieraus folgt die Notwendigkeit, ein auf die Produkt- und Prozessanforderungen genau abgestimmtes Qualitätssicherungssystem zu installieren.

⁴⁵⁸ Vgl. Beitz; Pahl (2007), S. 691.

⁴⁵⁹ Vgl. Rapp (1999), S. 14.

⁴⁶⁰ Vgl. Baldwin; Clark (1997), S. 86.

⁴⁶¹ Vgl. Rapp (1999), S. 14.

⁴⁶² Vgl. Taguchi (1989), S. 7.

⁴⁶³ Vgl. Hicks; Matthews (2010), S. 593.

⁴⁶⁴ Vgl. Beitz; Pahl (2007), S. 468.

⁴⁶⁵ Vgl. Rapp (1999), S. 152.

Montage	Logistik
<ul style="list-style-type: none"> • Durchführung auf vorhandenen Anlagen • Geringer Rüstaufwand • Vermeidung von zusätzlichem Handling • Vermeidung von genauen Positionierungen • Vermeidung der nachträglichen Prüfung kritischer Qualitätsmerkmale • Prozessfähige Fertigungs- und Montageprozesse • Reduzierung der Teileanzahl • Ermöglichung einer ergonomischen Arbeitsweise • Einfache Wartung und Instandhaltung • Möglichkeit der Automatisierung • Selbstzentrierendes Produkt- und Prozessdesign • Sicherstellung der Messbarkeit kritischer Merkmale • Maximale Produktsymmetrie bzw. gezielte Asymmetrie zur Vermeidung von Misshandling 	<ul style="list-style-type: none"> • Vermeidung zusätzlicher Stellflächen durch sequenzielle Bereitstellung • Nutzung vorhandener gleicher Verpackungs- und Transportmittel • Hohe Packdichte durch geeignete Produktgeometrie • Wenig Umlagervorgänge • Hohe Auslastung der Transportmittel • Nutzung von standardisierten Verpackungen • Unempfindlichkeit gegenüber Transportbelastungen (Kratzfestigkeit, elektromagnetische Verträglichkeit, Luftfeuchtigkeit) • Niedrige Belastung des Ersatzteilwesens durch hohe Reparaturfähigkeit (z. B. einfache Zerlegbarkeit von großen Modulen) • Zerlegbarkeit von großen Modulen

Abb. 68: Anforderungen an ein wertstromgerechtes Produktdesign

4.2.3.3 Analyse der Fertigungsorganisation

Während bei der Reduzierung der Produktkomplexität hauptsächlich die Vielfalt im Vordergrund steht, spielt bei der Prozesskomplexität die dynamische Komponente eine wichtige Rolle. Prozesskomplexität entsteht häufig durch Produktveränderungen, welche sich auf den Wertstrom auswirken. Produktionssysteme mit komplexen Produkten und breiten Produktprogrammen stoßen dann auf prozessuale und organisatorische Hindernisse, welche erfahrungsgemäß absehbar sind und denen es vorzubeugen gilt. Hierbei bilden oftmals fehlende Klarheit über die Visionen und die erforderlichen Kennzahlen zu deren Operationalisierung, ohne die sich eine Organisation nicht einheitlich ausrichten lässt, eine wichtige Ursache (vgl. Abb. 69).⁴⁶⁶

⁴⁶⁶ Vgl. Skinner (1974), S. 116.

Gestaltungsfelder des wertorientierten Wertstromdesigns

Prozessbezogene Hindernisse	Organisationsbezogene Hindernisse
<ul style="list-style-type: none"> • Fehlende Fokussierung auf die Topziele und -kennzahlen • Fehlende Verzahnung der Topziele mit der operativen Steuerung • Nicht durchgängig bis auf die Prozessebene heruntergebrochene Ziele • Fehlende Stringenz bei der Operationalisierung finanzieller Kennzahlen zu nicht-finanziellen Kennzahlen • Fehlende Einbeziehung der Mitarbeiter • Fehlende Priorisierung und Strukturierung der Produktion • Fehlende Abstimmung und Standards zwischen den beteiligten Organisationseinheiten • Lokale Prozessoptimierung aufgrund der Fokussierung auf isolierte Teilprozesse • Viele organisatorische Schnittstellen 	<ul style="list-style-type: none"> • Fehlende Vision und Ziele zur Ausrichtung der Gesamtorganisation • Beharren auf der aktuellen Organisationsstruktur aufgrund fehlender Sicht auf den Gesamtprozess • Nicht klar definierte Aufgaben und Verantwortlichkeiten entlang des Gesamtprozesses • Erreichen der Bereichsziele ohne Rücksicht auf die Suboptimierung der Gesamtorganisation • Konkurrierende Ziele zwischen den Organisationseinheiten • Mangelnde Kundenorientierung entlang des Gesamtprozesses • Mangelnde Qualitätsvorgaben zwischen den internen Kunden und Lieferanten

Abb. 69: Prozess- und organisationsbezogene Hindernisse bei der Optimierung von Produktionssystemen⁴⁶⁷

Ein zu früher Übergang zum Wertstromdesign ohne ausreichende zukunftsorientierte Untersuchung des Ist-Zustands birgt die Gefahr des Verlusts von Erfahrungen beim Transfer in den Soll-Zustand.⁴⁶⁸ Die Erfahrungs- und Planungsprämissen sind im Ist-Wertstrom anhand folgender Leitfragen frühzeitig kritisch zu betrachten (vgl. Abb. 70).⁴⁶⁹

Leitfrage	Heute	> 3 Jahre
<ul style="list-style-type: none"> • Welcher Produktmix wird produziert? • Welche Volumen werden produziert? • Welche Produkte werden an Lieferanten vergeben („Make or buy“)? • Welche neuen Fertigungsverfahren werden eingesetzt? • Welche Materialien werden verwendet? • Welche Anlagen lassen sich wiederverwenden? • Welche Qualifikationen werden benötigt? • Welche gesetzlichen Vorschriften sind einzuhalten? 		

Abb. 70: Leitfragen zur Reduzierung der Prozesskomplexität⁴⁷⁰

⁴⁶⁷ Eigene Darstellung in Anlehnung an Pabst (2000), S. 271.

⁴⁶⁸ Vgl. Schuh (1988), S. 17.

⁴⁶⁹ Vgl. Jackson; Johansson (2002), S. 483.

⁴⁷⁰ Eigene Darstellung in Anlehnung an Jackson; Johansson (2002), S. 484.

Gestaltungsfelder des wertorientierten Wertstromdesigns

Die Gegenüberstellung des Ist-Wertstroms mit den zukünftigen Veränderungen verdeutlicht die Bedeutung der Produktfamilie als wichtige Quelle der Prozesskomplexität.⁴⁷¹ Veränderungen in den Produktfamilien gilt es auf die möglichen prozessualen und organisatorischen Konsequenzen zu prüfen, wobei die Einordnung in die Produkt-Prozess-Matrix bei der Standortbestimmung des Wertstroms behilflich ist. Sie erlaubt eine dynamische Betrachtung bei alternativen Fertigungssystemen (vgl. Abb. 71).⁴⁷²

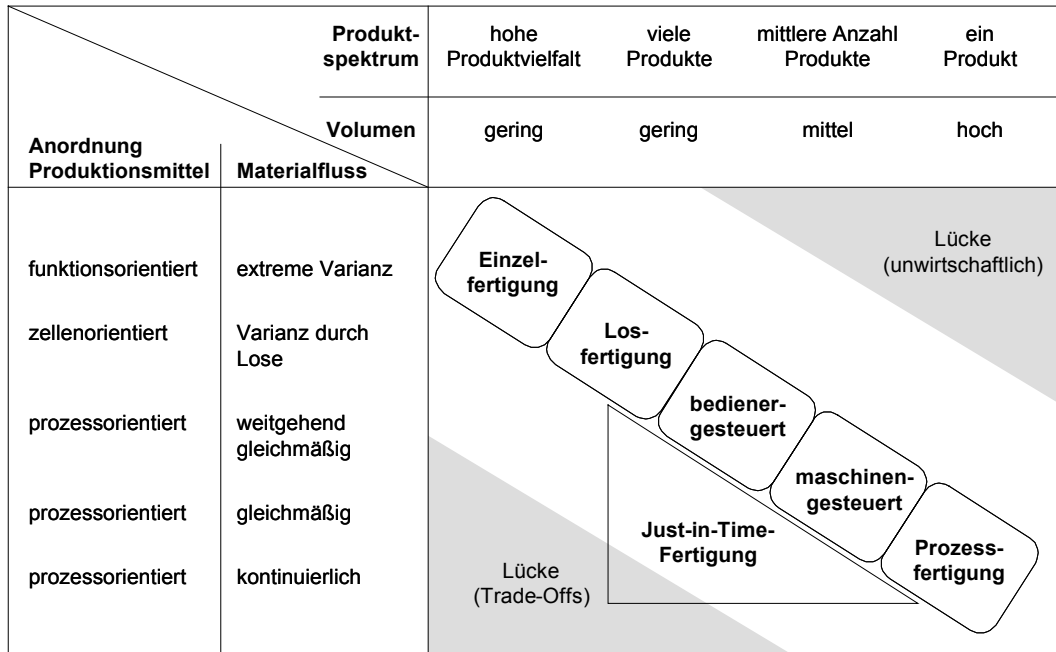


Abb. 71: Produkt-Prozess-Matrix zur Einordnung des Produktionssystems⁴⁷³

Veränderungen in Richtung der Prozessfertigung führen zu einer stärkeren Integration der Prozesse mit einem hohen Automatisierungsgrad⁴⁷⁴ bei geringerer Flexibilität und erfordern eine Anpassung der Betriebsmittel.⁴⁷⁵ Entwicklungen hin zum Einzelfertigungssystem sind mit einer geringeren Verkettung der Prozesse und damit auch einer höheren Flexibilität verbunden.

⁴⁷¹ Vgl. Abschnitt 2.2.2.1.

⁴⁷² Vgl. Goldhar; Jelinek (1983), S. 147.

⁴⁷³ Eigene Darstellung in Anlehnung an Hayes; Wheelwright (1984), S. 209, Baumgärtner (2005), S. 62, Miltenburg (1995), S. 31, Hill (1993), S. 132.

⁴⁷⁴ Vgl. De Meyer et al. (1989), S. 140.

⁴⁷⁵ Vgl. Hicks; Matthews (2010), S. 593.

Die Produkt-Prozess-Matrix eignet sich besonders bei der Integration von neu anlaufenden Produktionslinien, welche sich zunächst vom Einzel- zum Fließfertigungssystem entwickeln und gleichzeitig in die vorhandene Infrastruktur überführt und integriert werden. Einzelne Entwicklungsstufen und die synchronisierte Integration in die vorhandenen Strukturen lassen sich mit Hilfe dieses Konzeptes systematisch planen.

4.2.3.4 Gestaltung wandlungsfähiger Fertigungssegmente

Die Fähigkeit eines produktfamilienbasierten Produktionssystems, mit Veränderungen umzugehen, kann mit Hilfe der Grundprinzipien agiler Systeme aufgebaut werden (vgl. Abb. 72).⁴⁷⁶

Grundprinzip	Designprinzip	Erläuterung
Wiederverwendbarkeit	Eigenständigkeit	Das Gesamtsystem besteht aus eigenständigen, nicht vollständig integrierten Einheiten, die sich voneinander trennen lassen
	Erleichterte Wiederverwendung	Gleiche Merkmale und Methoden erlauben und erleichtern die Wiederverwendung vorhandener Einheiten
	Schnittstellenkompatibilität	Standardisierte Schnittstellen erlauben die Interaktion zwischen den einzelnen Einheiten. Diese lassen sich einfach hinzufügen bzw. entfernen
Rekonfigurierbarkeit	Nicht-hierarchische Wechselbeziehung	Die Interaktion und der Austausch zwischen den Einheiten erfolgt direkt untereinander, ohne die Einbeziehung weiterer hierarchischer Ebenen
	Aufgeschobene Vereinbarungen (Postponement)	Vereinbarungen zwischen den Einheiten sind kurzlebig und vorübergehend, verbindliche Entscheidungen werden weitestmöglich aufgeschoben bzw. verzögert
	Verteilte Kontrolle und Information	Entscheidungen werden von den Einheiten auf der Grundlage von Zielen lokal getroffen. Die erforderlichen Informationen sind global zugänglich
	Selbstorganisierende Beziehungen	Die Planung und Regelung der Wechselbeziehungen zwischen den Einheiten erfolgt durch die beteiligten Einheiten selbst
Skalierbarkeit	Flexible Kapazitäten	Erforderliche Veränderungen werden durch die uneingeschränkte Anzahl an Einheiten bewältigt
	Redundanz	Redundante Einheiten bzw. redundante Kapazitäten erlauben den flexiblen Umgang mit Schwankungen
	Entwicklungsfähige Standards	Entwicklungsfähige Standards ermöglichen die Weiterentwicklung des Gesamtsystems unter Einbeziehung der bestehenden Standards

Abb. 72: Designprinzipien für agile Produktionskonfigurationen⁴⁷⁷

⁴⁷⁶ Vgl. Dove (1999), S. 13.

Ein auf diesen Prinzipien aufbauender Gestaltungsansatz ist die Segmentierung der Produktion, welche zur Organisation der Produktfamilie angewendet werden sollte.⁴⁷⁸ Hierbei geht es um die Schaffung selbstorganisierter Organisationseinheiten, die technisch und kaufmännisch autonom sind.⁴⁷⁹ Damit trägt dieser Gestaltungsansatz wesentlich zur Steigerung der Flexibilität des Produktionssystems bei (vgl. Abb. 73).⁴⁸⁰

Schritt	Erläuterung	Schwerpunkte bei der Auslegung
Segmentorganisation	Festlegung und Einbindung der Segmente in die Gesamtorganisation	<ul style="list-style-type: none"> • Zielausrichtung • Produktorientierung • Mehrere Stufen der logistischen Kette • Kosten-/Ergebnisverantwortung • Integration indirekter Bereiche
Segmentaufgaben	Ableitung der Segmentaufgaben aus den Leistungsanforderungen an die Segmente	
Materialflussgestaltung	Optimierung der Fertigungsablauforganisation	<ul style="list-style-type: none"> • Flussoptimierung • Kleine Kapazitätsquerschnitte in jeder Fertigungsstufe • Räumliche Konzentration von Betriebsmitteln mit variablem Layout • Selbststeuernde Regelkreise • Komplettbearbeitung von Teilen und Baugruppen • Selbstkontrolle der Qualität • Entkopplung von Mensch und Maschine • Teamorientierung
Informationsflussgestaltung	Definition der Anforderungen an die Auftragsabwicklung sowie Integration in die übergeordnete Produktionsplanung und -steuerung	
Segmentressourcen	Zuordnung der Ressourcen entsprechend den definierten Aufgaben und Funktionen	

Abb. 73: Schritte der Fertigungssegmentierung⁴⁸¹

Die ersten beiden Schritte streben die Fokussierung und Stärkung der Kernkompetenzen an.⁴⁸² Dies wird durch die eindeutige Ziel- und Produktfamilienausrichtung der Segmente erreicht, wodurch sich der Koordinationsaufwand und die Leistungsverflechtungen zwischen den Segmenten reduzieren.⁴⁸³ Die eindeutig geregelte Selbstständigkeit eines Fertigungssegments, welche sich

⁴⁷⁷ Eigene Darstellung in Anlehnung an Dove (1999), S. 13.

⁴⁷⁸ Vgl. Wildemann (2009b), S. 15.

⁴⁷⁹ Vgl. ebenda, S. 47.

⁴⁸⁰ Vgl. Günthner; Wilke; Heinecker (2006), S. 7.

⁴⁸¹ Eigene Darstellung in Anlehnung an Wildemann, (2009b), S. 78 und S. 33.

⁴⁸² Vgl. Skinner (1974), S. 113.

⁴⁸³ Vgl. Wildemann (2009b), S. 34.

über mehrere logistische Stufen erstrecken kann und auch die indirekten Funktionen umfasst, lässt sich durch die Kosten- bzw. Ergebnisverantwortung erreichen.⁴⁸⁴

4.2.4 Stabilisierung und Optimierung des Prozesses

In der Praxis zeigen sich oftmals große Verbesserungspotenziale bei den Informationsflüssen im Wertstrom. Ihnen gilt daher neben dem Materialfluss das Hauptaugenmerk im folgenden Abschnitt.

4.2.4.1 Analyse des Informationsflusses

Die Herausforderung bei der Stabilisierung und Optimierung der laufenden Prozesse oder produktfamilienbasierten Segmentierung besteht in der Koordination der verschiedenen Subsysteme der Produktion (vgl. Abb. 74).

Subsystem	Inhalt	Zielsetzung
Materialflusssystem	Alle Funktionen der Güterbewegung und -lagerung: <ul style="list-style-type: none"> • Beschaffungslogistik • innerbetriebliche Logistik • Distributionslogistik 	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherstellung der Materialverfügbarkeit • Minimierung der Bestände • Erreichung eines kontinuierlichen Materialflusses • Stabilität der logistischen Prozesse
Bearbeitungssystem	Fertigungsprozesse und Montageprozesse: <ul style="list-style-type: none"> • Fertigungsmaschinen • Werkzeuge 	<ul style="list-style-type: none"> • Robuste, sichere Produktionsprozesse • optimale Bedienbarkeit • Verfügbarkeit der Anlagen • Minimierung nicht-wertschöpfender Zeiten
Personalsystem	Alle Mitarbeiter der Produktion und der produktionsnahen indirekten Bereiche: <ul style="list-style-type: none"> • Aufbauorganisation • Ablauforganisation 	<ul style="list-style-type: none"> • Effiziente und sichere Arbeitsabläufe • Flexibilität im Personaleinsatz • Hohe Motivation • Eigenverantwortung • Qualifizierung
Planungs- und Steuerungssystem	Alle Prozesse der Planung und Steuerung: <ul style="list-style-type: none"> • Auftragsabwicklung • Produktionsplanung mit Kapazitätsplanung 	<ul style="list-style-type: none"> • Zeitliche und quantitative Erfüllung der Kundenanforderungen • Optimierung der Kapazitätsauslastung • Erreichung der Zielvorgaben • Verbesserung der Abläufe
Qualitätssystem	Alle Maßnahmen zur Sicherstellung und Verbesserung der <ul style="list-style-type: none"> • Produkt- und • Prozessqualität 	<ul style="list-style-type: none"> • Vermeidung von Fehlern • Null-Fehler-Qualität im Prozess • Schnelles und nachhaltiges Erkennen und Beseitigen von Fehlerursachen

Abb. 74: Subsysteme der Produktion⁴⁸⁵

⁴⁸⁴ Vgl. Wildemann (2009b), S. 37.

Ursachen für Schwankungen in der Produktion sind oftmals im gestörten Zusammenspiel von den ausführenden Werkstätten und dem Planungs- und Steuerungssystem als zentraler Koordinationsstelle des Informationsflusses zu finden.⁴⁸⁶ Wartezeiten im Materialflusssystem als Folge von verzögerten Entscheidungsprozessen und Nacharbeiten lassen sich auf hohe Arbeitsteilung sowie nicht eindeutige Verteilung von Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten in den produktionsnahen indirekten Bereichen zurückführen, was eine genaue Definition und Abstimmung der Qualitätsanforderungen an den Schnittstellen erschwert.⁴⁸⁷

Die kritischen Entscheidungswege im Informationsfluss sind mit Prozess- und Schnittstellenanalysen zu identifizieren und deren Ursachen zu finden.⁴⁸⁸ Ein großes Potenzial bei der Steigerung der Logistikperformance liegt im Zusammenspiel von der Auftragsabwicklung in den produktionsnahen, indirekten Bereichen und dem Fertigungsprozess (vgl. Abb. 75).⁴⁸⁹

Ein wesentliches Merkmal der Fertigungsorganisation ist der Grad der Entkopplung zwischen dem Fertigungsprozess, der Auftragsabwicklung und dem Beschaffungsprozess.⁴⁹⁰ Der abnehmende Grad der Entkopplung von der auftragsanonymen Massenfertigung zur Auftragsfertigung geht mit der Organisation der Auftragsabwicklung einher. Die wachsende Bedeutung der (Kunden-) Auftragsabwicklung wird besonders durch ihre integrierende Funktion bei der Auftragsfertigung deutlich. Erfahrungsgemäß sind hier besonders die Schnittstellen zwischen dem Kunden und dem Lieferanten kritisch.⁴⁹¹

⁴⁸⁵ Eigene Darstellung in Anlehnung an Wildemann (2008c), S. 36ff.

⁴⁸⁶ Vgl. Arnold; Furmans (2005), S. 111.

⁴⁸⁷ Vgl. Stalk; Hout (1992), S. 97, Wildemann (2008b), S. 48.

⁴⁸⁸ Vgl. Hausladen (2006), S. 430.

⁴⁸⁹ Vgl. Stalk; Hout (1992), S. 86.

⁴⁹⁰ Vgl. Wildemann et al. (1996), S. 108.

⁴⁹¹ Vgl. Wildemann (2009a), S. 111.

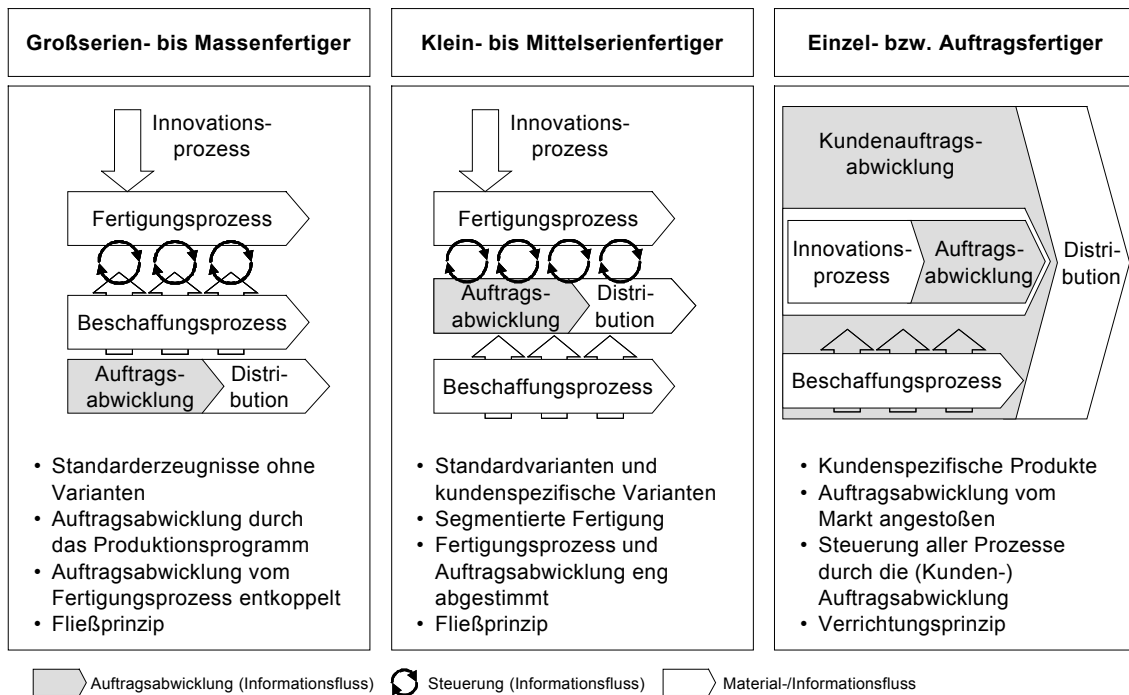


Abb. 75: Informationsfluss nach Prozessstypen⁴⁹²

In der Wertstromanalyse gilt es, abhängig vom Grad der Entkopplung des Informationsflusses, die Prozesse in den indirekten Bereichen und das Zusammenspiel mit den Produktionssystemen bei Bedarf in einem eigenen Wertstrom genauer zu betrachten.

4.2.4.2 Leitlinien zur Gestaltung des Material- und Informationsflusses

Die Stabilisierung und Optimierung der Prozesse hat die mit der Verkürzung der Durchlaufzeit verbundene Reduzierung der Varianz von Bearbeitungs- und Bereitstellungszeiten zum Ziel.⁴⁹³ Dies trifft besonders auf das Zusammenspiel der Produktionssysteme zu, bei dem die Gestaltung der Geschäftsprozesse durch Informations- und Kommunikationstechnologie unterstützt wird.⁴⁹⁴

Folgende Leitlinien zur Optimierung von Geschäftsprozessen bieten sich an (vgl. Abb. 76).

⁴⁹² Eigene Darstellung in Anlehnung an Wildemann et al. (1996), S. 107.

⁴⁹³ Vgl. Arnold; Furmans (2005), S. 256.

⁴⁹⁴ Vgl. Hausladen (2009), S. 453.

Gestaltungsfelder des wertorientierten Wertstromdesigns

Leitlinie	Schematische Darstellung	Gestaltungsansätze
Eliminieren		<ul style="list-style-type: none"> Entfall von Prüfungen durch fertigungsgerichtetes Design bzw. einen entsprechenden Prozess (Poka Yoke) Orts- und zeitunabhängiger Zugriff auf zentrale Datenbanken Selbstregelnde Materialkreisläufe durch den Einsatz von Kanban
Neuordnen, Vorverlagern		<ul style="list-style-type: none"> Vorverlagerung von Erkenntnisprozessen (Simultaneous Engineering) Stückelung von Qualitätsendkontrollen durch Prüfung der Qualität am Ort der Entstehung
Zusammenfassen, Integrieren		<ul style="list-style-type: none"> Reduzierung der Arbeitsteilung Bildung von (virtuellen) Arbeitsteams (Erweiterung der Arbeitsinhalte) Erhöhung der Qualifikation
Aufspalten, Parallelisieren		<ul style="list-style-type: none"> Zufällige (kritische) Prozesse Modulare Produkt- und Prozessstruktur Aufteilung des Prozesses in Organisationseinheiten mit klaren Aufgaben und Verantwortlichkeiten
Auslagern bzw. Einlagern		<ul style="list-style-type: none"> Fremdvergabe von Entwicklungsleistungen Wegfall der Wareneingangskontrolle beim Abnehmer durch Übertragung der Qualitätssicherungsfunktionen auf den Lieferanten Integration von bisher fremdhergestellten Teilen („Make or buy“)

Abb. 76: Leitlinien zur Prozessoptimierung⁴⁹⁵

Im Fokus des Eliminierens stehen nicht-wertschöpfende Prozessschritte. Zwischenschritte (z. B. Zwischenkontrollen bei Produktionsanläufen), welche in der Vergangenheit zur Absicherung entstanden sind und nach der Stabilisierung des Gesamtprozesses oder vorverlagerten präventiven Maßnahmen nicht mehr auf ihre weitere Notwendigkeit geprüft wurden, sind zu beseitigen.

Das Neuordnen ist besonders dann sinnvoll, wenn die räumliche und zeitliche Verschleppung von Fehlerursache und -auftreten weit auseinanderliegen. Indikatoren für eine mögliche Neuordnung sind Mehrfachausführungen gleicher

⁴⁹⁵ Eigene Darstellung in Anlehnung an Arndt (2008), S. 80, Wildemann (2009a), S. 179, Wildemann (2008b), S. 65f.

Tätigkeiten, welche durch Vorverlagerung (z. B. durch Wareneingangskontrollen) beseitigt werden können.⁴⁹⁶

Prozessschritte sind zusammenzufassen, wenn sich dadurch der Abstimmungsaufwand zwischen den Schnittstellen reduzieren lässt. Dies ist beispielsweise beim Übergang von der funktionalen zur prozessorientierten Aufbauorganisation der Fall.

Liegen voneinander unabhängige sequenzielle Prozessschritte vor, liegt die Parallelisierung nahe. Sie wird besonders durch die modulare Produktstruktur und die Automatisierung von Prozessen ermöglicht.

Prozessschritte sind an externe Unternehmen auszulagern, wenn sie nicht selbst durchgeführt werden können (z. B. wegen fehlender Technologie) oder aus wirtschaftlichen Gründen nicht selbst durchgeführt werden sollen („Make or buy“). Innerhalb eines Werkes ist die Auslagerung von Prozessen dann sinnvoll, wenn sie vom Gesamtprozess abweichen und ihn stören (z. B. Batchprozesse vs. One-Piece-Flow).

4.2.4.3 Analyse der personalkritischen Engpässe

Zur Reduzierung der Durchlaufzeit ist über die Betrachtung der rein technischen Verkürzungsmöglichkeiten auch die Einbeziehung des Personalsystems und seiner arbeitswirtschaftlichen Möglichkeiten notwendig.⁴⁹⁷

Als Reaktion auf den schwankenden Kapazitätsbedarf bietet sich die flexible Arbeitszeit als Möglichkeit zur permanenten Veränderung der Dauer oder der Lage der Arbeitszeit durch den Arbeitnehmer und/oder den Arbeitgeber an.⁴⁹⁸

Im Folgenden wird das Personalkapazitätsmanagement als Erweiterung der flexiblen Arbeitszeit um den Aspekt der quantitativen Anpassung der Personalkapazität durch Veränderung der Anzahl der beschäftigten Mitarbeiter betrachtet.⁴⁹⁹ Der Überblick umfasst häufig in der Praxis angewandte Ansätze (vgl. Abb. 77).

⁴⁹⁶ Vgl. Juran (1991), S. 344.

⁴⁹⁷ Vgl. Stalk; Hout (1992), S. 91, Wu (2001), S. 450.

⁴⁹⁸ Vgl. Linnenkohl; Rauschenberg (1996), S. 18.

⁴⁹⁹ Vgl. Faißt (1992), S. 44.

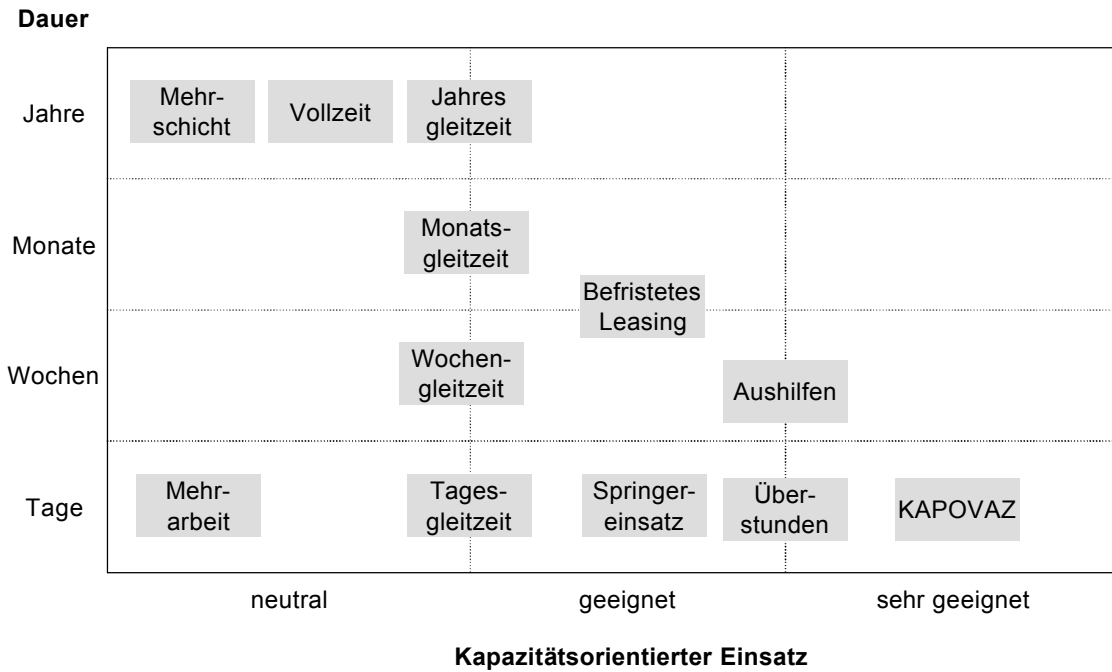


Abb. 77: Einsatz flexibler Arbeitszeitmodelle⁵⁰⁰

Beim Personalleasing stellt eine Zeitarbeitsfirma vorübergehend Mitarbeiter zur Verfügung und übernimmt dabei die Auswahl der Personen mit dem erforderlichen Profil.⁵⁰¹ Dem Vorteil der kurzfristigen Anpassung des Personalbedarfs ohne Beschäftigungsrisiko steht insbesondere der Aufwand der Einarbeitung zur Vermittlung des unternehmensspezifischen Wissens gegenüber.⁵⁰² Neben Festeinstellungen im Rahmen der langfristigen Personalbeschaffung gewinnt das Personalleasing immer weiter an Bedeutung.

Die einfache Gleitzeit bietet die Möglichkeit der täglichen Anpassung der Arbeitszeitlage, wogegen die qualifizierte Gleitzeit die Anpassung von Arbeitszeitlage und -dauer erlaubt.⁵⁰³ Die Lage der Arbeitszeit kann durch eine Kernzeit, welche abgedeckt werden muss, und einen Gleitzeitrahmen, innerhalb dessen die Arbeitszeit sich befinden muss, begrenzt werden.⁵⁰⁴ Die Möglichkeit des Gleitens wird dabei durch das Verhältnis der Länge der Arbeitszeit zu der

⁵⁰⁰ Eigene Darstellung in Anlehnung an Faißt (1992), S. 58.

⁵⁰¹ Vgl. Holtbrügge (2010), S. 109.

⁵⁰² Vgl. ebenda.

⁵⁰³ Vgl. Linnenkohl; Rauschenberg (1996), S. 20.

⁵⁰⁴ Vgl. Martin (2006), S. 11.

Länge der Kernzeit bestimmt.⁵⁰⁵ Aufgrund der höheren Anpassungsfähigkeit der qualifizierten Gleitzeit ist ein Trend von der einfachen zur qualifizierten Gleitzeit zu verzeichnen.⁵⁰⁶

Bei der Bewältigung von hohem Arbeitsanfall bei konstantem Personaleinsatz ist zwischen Überstunden und Mehrarbeit zu unterscheiden.⁵⁰⁷ Überstunden liegen vor bei über der regelmäßigen betrieblichen Arbeitszeit hinaus geleisteter Arbeit, wogegen Mehrarbeit eine Überschreitung der gesetzlichen Arbeitszeit darstellt.⁵⁰⁸ Die Unterscheidung zwischen Überstunden und Mehrarbeit ist juristisch begründet: Das Arbeitszeitgesetz erfordert bei der Mehrarbeit einen Freizeitausgleich binnen sechs Monaten.⁵⁰⁹ Bei dieser Form der Arbeitszeitanpassung ist ein Leistungsabfall bei längerer Arbeitszeit zu berücksichtigen.⁵¹⁰

Schichtarbeit als Aufteilung der Betriebszeit in mehrere Zeitabschnitte mit versetzten Anfangszeiten wird häufig dann eingesetzt, wenn die Betriebszeit die individuellen Arbeitszeiten übersteigt.⁵¹¹ Neben der einmaligen und starren Anpassung der Lage der Arbeitszeit besteht auch die Möglichkeit der rollierenden Schichtplanung, in der das Schichtsystem innerhalb eines definierten Zeitraums durchlaufen wird.⁵¹² Die Schichtarbeit wird häufig zur Ausdehnung der Maschinenlaufzeiten genutzt, ist jedoch mit einem höheren Aufwand bei der Einsatzplanung verbunden.⁵¹³

Der kapazitätsorientierten variablen Arbeitszeit (KAPOVAZ) liegt ein zwischen dem Arbeitnehmer und dem Arbeitgeber vereinbartes Arbeitsstundenkontingent zugrunde, das gemäß den betrieblichen Erfordernissen durch das Unternehmen abgerufen wird.⁵¹⁴ Der Abruf erfolgt mit einem Vorlauf von einer Woche oder

⁵⁰⁵ Vgl. Martin (2006), S. 11.

⁵⁰⁶ Vgl. Linnenkohl; Rauschenberg (1996), S. 95.

⁵⁰⁷ Vgl. Jung (2008), S. 228.

⁵⁰⁸ Vgl. Martin (2006), S. 12.

⁵⁰⁹ Vgl. ebenda.

⁵¹⁰ Vgl. Jung (2008), S. 228.

⁵¹¹ Vgl. Martin (2006), S. 21.

⁵¹² Vgl. Linnenkohl; Rauschenberg (1996), S. 72.

⁵¹³ Vgl. ebenda, S. 73.

⁵¹⁴ Vgl. Scholz (2000), S. 674.

einem Monat und ist mit einer vereinbarten Mindestdauer verbunden.⁵¹⁵ Die kapazitätsorientierte variable Arbeitszeit wird bei schwankendem Arbeitszeitbedarf eingesetzt, wenn nicht auf Vorrat gearbeitet werden kann.⁵¹⁶

Angaben zu aktuellen Mitarbeiterkapazitäten und dem Arbeitszeitmodell werden in der Wertstromanalyse erfasst. Kritische Stellen aufgrund von Personalengpässen lassen sich häufig auf fehlende Qualifikation, fehlende Bereitschaft zum bereichsübergreifenden Austausch und mangelnde Kooperationsbereitschaft der Mitarbeiter zurückführen.⁵¹⁷ Hieraus sind Empfehlungen für das Wertstromdesign abzuleiten.

4.2.4.4 Maßnahmen zum Kapazitätsausgleich

Beim Wertstromdesign gilt es aus Sicht des quantitativen und qualitativen Kapazitätsmanagements Austauschmöglichkeiten vorzuhalten, was eine systematische Erfassung der notwendigen Qualifikationen erfordert. Dies betrifft besonders die Wartung und Instandhaltung von kritischen Maschinen und den bereichsübergreifenden Austausch von Mitarbeitern.⁵¹⁸

Kurzfristige Dispositionsmöglichkeiten ergeben sich durch Nutzung von Überstunden, Springereinsatz und kapazitätsorientierte variable Arbeitszeit, während sich bei mittelfristigem Bedarf das Personalleasing anbietet. Bei der langfristigen und strategischen Auslegung der Personalkapazitäten ist über die unbefristete Einstellung hinaus besonders der Einsatz von Schichtarbeit geeignet. In allen Fällen der externen Personalbeschaffung ist die Relation des Aufwands für Einarbeitung und Einsatzdauer zu beachten.⁵¹⁹ Gleiches gilt für den Aufwand und die Dauer der Schaffung neuer Rahmenbedingungen wie beispielsweise den Aufbau eines Springerpools.⁵²⁰

⁵¹⁵ Vgl. Martin (2006), S. 33.

⁵¹⁶ Vgl. Linnenkohl; Rauschenberg (1996), S. 126.

⁵¹⁷ Vgl. Hornberger; Knauth (2000), S. 30, Schneeweiß (1992a), S. 9.

⁵¹⁸ Vgl. Hicks; Matthews (2010), S. 592.

⁵¹⁹ Vgl. Holtbrügge (2010), S. 109.

⁵²⁰ Vgl. Faißt (1992), S. 58.

Arbeitszeitmodelle mit flexiblem Einsatz funktionieren nur dann, wenn auch der Mitarbeiter Verantwortung übernimmt.⁵²¹ Die Bedeutung des einzelnen Mitarbeiters bei der Bewältigung von Kapazitätsengpässen erfordert eine frühzeitige Berücksichtigung seiner Interessen und die Schaffung der erforderlichen Rahmenbedingungen.⁵²² Gründe für fehlendes Verständnis können vielfältiger Natur sein (vgl. Abb. 78).

Gründe für Defizite beim kurzfristigen Kapazitätsausgleich
<ul style="list-style-type: none"> • Fehlendes Verständnis für den Gesamtprozess • Fehlende Transparenz in Bezug auf den eigenen Beitrag zum Gesamtprozess • Mangelndes Grundverständnis der Ziele und Inhalte des Prozessablaufs • Unterschiedliche Arbeitszeit- bzw. Schichtmodelle • Fehlende Bereitschaft zum bereichsübergreifenden Austausch • Negative Erfahrungen in anderen Bereichen • Fehlende Kurzfristplanung • Fehlende Qualifikation

Abb. 78: Gründe für Defizite beim kurzfristigen Kapazitätsausgleich⁵²³

Zu den kurzfristigen Möglichkeiten des Kapazitätsabgleichs an den kritischen Stellen im Ist-Wertstrom zählen vor allem der Auf- bzw. Abbau von Überstunden und Freischichten sowie der Springereinsatz (vgl. Abb. 79).

Störungsvermeidung		
Anpassungen an den Prozess		Indirekt
Präventive Absicherung	Operative Beseitigung	Kapazitätsausgleich
<ul style="list-style-type: none"> • Anpassung der Planzeiten • Aufbau von Sicherheitspuffern • Zusätzliche Qualitätsprüfungen • Mitarbeiterschulung 	<ul style="list-style-type: none"> • Anpassung der Reihenfolgeplanung • Beseitigung der Produkt- bzw. Prozessfehler • Einbindung von internen Experten (Task-Force) • Einbindung der Lieferanten 	<ul style="list-style-type: none"> • Überstunden • Springereinsatz • Freischichten

Abb. 79: Störungsvermeidende Maßnahmen⁵²⁴

⁵²¹ Vgl. Hornberger; Knauth (2000), S. 35.

⁵²² Vgl. Martin (2006), S. 1f.

⁵²³ Eigene Darstellung.

⁵²⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung an Schneeweiß (1992b), S. 29.

Defizite im Ist-Zustand sind durch weitere vertiefende Analysen auf ihre Ursachen hin zu untersuchen. Hervorzuheben sind insbesondere die Analyse der vorhandenen und erforderlichen Qualifikationen (Qualifikationsmatrix) sowie ein Vergleich der Schichtmodelle. Besonders deutlich werden die Defizite der Fertigungsorganisation beim Übergang vom produktionsorientierten Materialfluss zur materialflussorientierten Produktion, was oftmals mit einer Neuordnung der Personalkapazitäten einhergeht.⁵²⁵ Daher gilt es die Aufbauorganisation hinsichtlich der mittelfristigen Anpassungsmöglichkeiten genau zu prüfen.

Insbesondere die Möglichkeiten einer Selbstorganisation mit klaren Aufgaben und Verantwortlichkeiten sollten im Wertstromdesign kritisch geprüft werden.⁵²⁶ Die Organisationsform sollte den Mitarbeitern die dezentrale Steuerung durch Sachkompetenz vor Ort ermöglichen. Die organisatorische Integration verschiedener Funktionen führt dabei zu geringerer Arbeitsteilung und mehr Handlungsspielraum und Flexibilität.⁵²⁷

Mittelfristig bietet sich die systematische Weiterentwicklung des Personals durch Jobrotation, Job-Enlargement und Job-Enrichment an, besonders zwischen den internen Kunden-Lieferanten-Organisationseinheiten, was nicht nur einen kurzfristigen Abgleich ermöglicht, sondern auch langfristig die Wettbewerbsfähigkeit durch systematische Weiterentwicklung des Wissens in der Unternehmung sichert.⁵²⁸ Für diese strategische Notwendigkeit ist der Zeitbedarf für den Aufbau von Kompetenzen entlang der Lernkurve zu beachten, welcher auch in der Rotationsplanung berücksichtigt werden sollte.⁵²⁹

4.3 Zusammenfassung

Abgeleitet aus der Untersuchungsfrage, welchen Wertbeitrag das Wertstromdesign unter Beachtung seiner Flexibilität leistet, wurden anhand der beiden Haupteinflussgrößen „Qualität“ und „Logistikperformance“ die vier Gestaltungs-

⁵²⁵ Vgl. Arnold; Furmans (2005), S. 265.

⁵²⁶ Vgl. Wildemann (2008c), S. 38.

⁵²⁷ Vgl. Coenenberg; Schmitz (1996), S. 18.

⁵²⁸ Vgl. Voss (2005), S. 1224.

⁵²⁹ Vgl. Hayes; Wheelwright (1979b), S. 133.

Gestaltungsfelder des wertorientierten Wertstromdesigns

felder Fehlervermeidung, Komplexitätsvermeidung, Fehlerabsicherung, Prozessstabilisierung und Prozessoptimierung identifiziert (vgl. Abb. 80).

Nr.	Gestaltungsfeld	Wertstromanalyse	Wertstromdesign
1	Fehlervermeidung	<ul style="list-style-type: none"> Identifizierung und Quantifizierung der kritischen Fehler im Wertstrom mit Hilfe der FMEA („Fehleranalyse“) 	<ul style="list-style-type: none"> Festlegung von Maßnahmen zur Fehlervermeidung an den kritischen Stellen im Wertstrom mit Hilfe der FMEA („Verbesserungsmaßnahmen“)
2	Komplexitätsvermeidung (Produkt)	<ul style="list-style-type: none"> Identifizierung der Varianten anhand von Variantenmerkmalen im Wertstrom („Production Variety Funnel“) Bewertung der Konsequenzen durch die Produktvielfalt Gegenüberstellung und Analyse der Produktstruktur mit Hilfe des Variantenbaums 	<ul style="list-style-type: none"> Reduzierung der Teileanzahl und Vereinfachung der Montage- und Logistikprozesse mit Hilfe des DFMA
	Komplexitätsvermeidung (Prozess)	<ul style="list-style-type: none"> Zukunftsorientierte Bewertung des Wertstroms unter Einbeziehung mittelfristiger Veränderungen Standortbestimmung in der Produkt-Prozess-Matrix und Sensitivitätsanalyse 	<ul style="list-style-type: none"> Prüfung des Wertstroms anhand der Designprinzipien für agile Produktionseinheiten Segmentierung der Fertigung mit anschließender Ausgestaltung des Wertstromdesigns
3	Fehlerabsicherung	<ul style="list-style-type: none"> Identifizierung und Quantifizierung der kritischen Fehler im Wertstrom mit Hilfe der vorhandenen Datenquellen („Quality Filter Mapping“) Erklärung der Ursachen mit Hilfe der sieben Qualitätswerkzeuge (Q7) Beachtung des Einflusses durch den Mitarbeiter 	<ul style="list-style-type: none"> Festlegung der kritischen Stellen im Wertstrom zwecks statistischer Prozesskontrolle (SPC) Festlegung von Maßnahmen zur integrierten Qualitätssicherung unter Einbindung der Mitarbeiter an kritischen Stellen im Wertstrom
	Prozessstabilisierung und -optimierung (Informationsfluss)	<ul style="list-style-type: none"> Identifizierung informationskritischer Stellen und Bereiche im Wertstrom Bewertung der Wichtigkeit des Informationsflusses anhand des Grades der Entkopplung 	<ul style="list-style-type: none"> Optimierung der Material- und Informationsflüsse mit Hilfe der Leitlinien zur Optimierung von Geschäftsprozessen
4	Prozessstabilisierung und -optimierung (Kapazitätsmanagement)	<ul style="list-style-type: none"> Identifizierung der personalkritischen Stellen im Wertstrom Ermittlung der prozess- und mitarbeiterbezogenen Ursachen 	<ul style="list-style-type: none"> Bestimmung der Möglichkeiten des kurzfristigen Kapazitätsausgleichs an kritischen Stellen im Wertstrom Ableitung von Maßnahmen zur Sicherstellung unter Beachtung der Mitarbeiterinteressen

Abb. 80: Gestaltungsfelder des wertorientierten Wertstromdesigns

Die bewährten Methoden des Qualitäts- und Zeitmanagements wurden den Gestaltungsfeldern zugeordnet und ihre Anwendung, aufgeteilt nach Analyse- und Gestaltungsphase, ausführlich beschrieben.

Durch den Einfluss der Methoden des Zeitmanagements bzw. des Qualitätsmanagements auf die Erfolgsfaktoren und die Flexibilitätsarten ist sichergestellt, dass die beschriebenen Gestaltungsfelder durch das Wertstromdesign einen Wertbeitrag unter Beachtung der Flexibilität des Produktionssystems liefern.⁵³⁰

Somit wurde die weitere, der Forschungsfrage untergeordnete, zentrale Frage nach den möglichen Gestaltungsfeldern beantwortet.⁵³¹

Die praktische Relevanz der Gestaltungsfelder gilt es im nächsten Kapitel im Rahmen von Fallstudien zu prüfen, um hieraus wertstromtypspezifische Gestaltungsempfehlungen abzuleiten.

⁵³⁰ Vgl. Abschnitt 4.1.2.2.

⁵³¹ Vgl. Abschnitt 1.2.

5 Fallstudien und Gestaltungsempfehlungen für das wertorientierte Wertstromdesign

Anhand der folgenden vier Fallstudien werden die Besonderheiten jedes Wertstromtyps und die praktische Relevanz für die Gestaltungsfelder geprüft. Für jede Fallstudie wird zunächst die Ausgangssituation vorgestellt und anschließend das Vorgehen beim Wertstromdesign in Anlehnung an die vier Gestaltungsfelder beschrieben. Auf diese Weise werden Abweichungen und individuelle Schwerpunkte für die einzelnen Wertstromtypen herausgearbeitet, die als Grundlage für die Gestaltungsempfehlungen hinsichtlich der einzelnen Wertstromtypen dienen.

Die abschließende Zusammenfassung gibt einen Überblick über die Besonderheiten der einzelnen Wertstromtypen und ermöglicht es dem Anwender, die Gestaltungsfelder jeweils auf seine spezifische Situation zu übertragen.

5.1 Auswahl der Fallstudien

Die Fallstudien für jedes Cluster beziehen sich auf vier der 28 befragten Werke verschiedener Unternehmen.

Allen vier Werken aus unterschiedlichen Branchen ist gemein, dass das Wertstromdesign im Rahmen von Lean Management angewendet wurde. Neben den unterschiedlichen Formen der Fertigungsorganisation differenzieren sich die einzelnen Werke in ihren Wertbeiträgen, Flexibilisierungs- und Ausschöpfungspotenzialen (vgl. Abb. 81).

Die Herkunft der Daten geht aus den Fallstudien hervor, die im nächsten Abschnitt ausführlich vorgestellt werden.

Merkmal	Fallstudie 1 (Balanced)	Fallstudie 2 (Pending)	Fallstudie 3 (Project)	Fallstudie 4 (Service)
Organisation der Fertigung	Fließfertigung	Werkstattfertigung	Baustellenfertigung	Baustellenfertigung
Produktionsvolumen	Serienfertigung	Massenfertigung	Kleinserienfertigung	Einzel- fertigung
Branche	Automobil- zulieferer	Automobil- zulieferer	Rotorblatt- hersteller für Windkraft- anlagen	Anlagenbau
Lean-Reife	bereits lange eingeführt	kürzlich eingeführt	aktuell eingeführt	aktuell eingeführt
Anteil des Wertbeitrags: „Qualität“	4.288	10.369	11.077	3.746
Anteil des Wertbeitrags: „Logistikperformance“	8.415	10.095	23.308	16.558
Gesamtwertbeitrag	12.703	20.464	34.385	20.304
Qualität: Ausschöpfungspotenzial				
Qualität: Flexibilisierungspotenzial				
Logistikperformance: Ausschöpfungspotenzial				
Logistikperformance: Flexibilisierungspotenzial				

Potenzial: ●: groß ◐: mittel ◑: gering ○: sehr gering

Abb. 81: Datenbasis der vier Fallstudien

5.2 Ausgangssituation

In diesem Abschnitt werden die einzelnen Fallstudien vorgestellt. Nach der allgemeinen Beschreibung des Werkes wird anhand des Ist-Wertstroms die Ausgangssituation dargestellt. Hierbei wird auf die Besonderheiten des Werkes sowie die Produkte und Abläufe eingegangen und das Wertstromdesign begründet.

5.2.1 Fallstudie 1: Wertstromtyp „Balanced“

Beim Werk der ersten Fallstudie handelt es sich um einen Automobilzulieferer. Das betrachtete Werk mit rund 2.300 Mitarbeitern ist Teil eines internationalen Werksverbunds und stellt jährlich über sechs Millionen Bremssystemaggregate her. Die Prozesse und Strukturen wurden im Zuge der Einführung von Lean

Management verschlankt. Hierbei kamen die Wertstromanalyse und das Wertstromdesign zur Anwendung.

Die Produktion erfolgte in zwei Stufen: Vormontage von Baugruppen und Endmontage (vgl. Abb. 82).

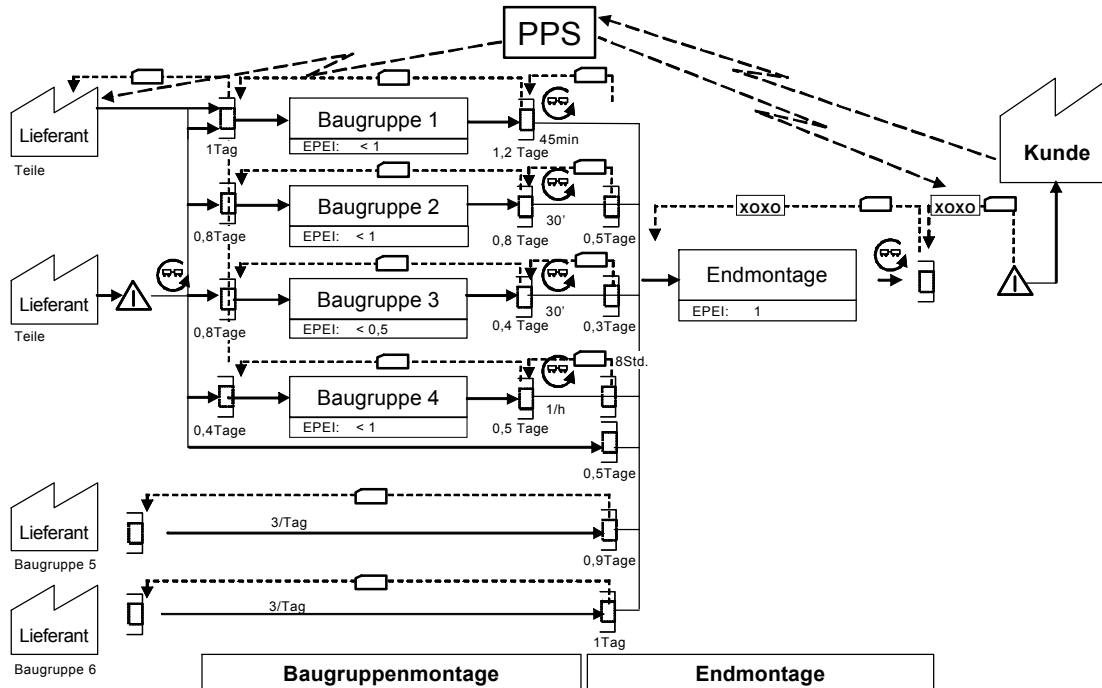


Abb. 82: Wertstromanalyse Unternehmen 1 („Balanced“)

Weitere Baugruppen und Komponenten wurden von externen Lieferanten direkt für die Endmontage geliefert und dort montiert. Die nivellierte Endmontage wurde durch eine zyklische Materialversorgung (Milkrun) nach Bedarf versorgt, dabei erfolgte die Steuerung durch ein Kanbansystem.

Die laufende Serienproduktion war nach mehreren Jahren der Stabilisierung und Optimierung der Abläufe zuverlässig, doch weitere Kostenreduktionen durch die kontinuierliche Verbesserung des Produktdesigns sowie der Fertigungs-, Qualitäts- und Logistikprozesse stießen innerhalb der gegebenen Produkt- und Produktionsstruktur an ihre Grenzen. Erschwerende Rahmenbedingungen bildeten besonders die unterschiedlichen Produktions- und Anlagenkonzepte der einzelnen Werke im Werksverbund. Jeder Vorschlag zur Anpassung des Produktdesigns zugunsten der Kosten eines Werkes ließ sich aufgrund der

dadurch entstehenden produktions- und logistikbedingten Konsequenzen für die anderen Werke nur selten umsetzen.

Mit der Einführung eines neuen Produktes, das langfristig das Serienprodukt ablösen sollte, bot sich die Möglichkeit, die Komplexität des Produkts und des Produktionsprozesses durch die Verwendung möglichst vieler Teile aus der Serie trotz neuer zusätzlicher Funktionalitäten zu senken. Die vorhandenen Anlagen und Flächen sollten hierdurch wiederverwendet werden können. Auch sollten die bis zu diesem Zeitpunkt international unterschiedlichen Produktionskonzepte weltweit vereinheitlicht und damit die Flexibilität des Werksverbundes erhöht werden.

Die Herausforderung bestand in einer frühzeitigen Beeinflussung des Produktdesigns aus Sicht des zukünftigen Wertstroms. Möglichkeiten zur Nutzung gleicher Bauteile oder auch die Reduzierung der Bauteileanzahl standen im Mittelpunkt des Simultaneous Engineering mit Experten aus Produktentwicklung, Konstruktion, Fertigungsplanung, Verfahrensentwicklung, Qualität und Logistik.

Parallel zum Wertstromdesign wurde eine Produktstrukturanalyse zur Ermittlung aller vorhandenen Produktvarianten durchgeführt.⁵³² Als wesentlicher Hebel der Komplexitätsvermeidung kam die Nutzung gleicher Teile, Prozesse, Anlagen und Ladungsträger zum Einsatz, was durch die modulare Baustruktur ermöglicht wurde. Die Erkenntnisse der Produktstrukturanalyse wurden mit dem Wertstromdesign abgeglichen, womit sich die produktbedingte Komplexität im Material- und Informationsfluss erklären ließ. Ausgehend vom Wertstromdesign und der Produktstrukturanalyse, erfolgte das Produktdesign mit Hilfe des Design for Manufacture and Assembly (DFMA) zur Senkung der Kosten im Wertstrom.⁵³³

Das dazugehörige Wertstromprofil mit einem Wertbeitrag von 4.288 für die Qualität bzw. 8.415 für die Logistikperformance und einem Gesamtwertbeitrag von 12.703 deutet mit seinen rechtslastigen Ausschlägen auf Ausschöpfungspotenziale bei beiden Haupteinflussgrößen hin. Auffällig sind neben dem Maximalausschlag bei dem Faktor Prozessdurchlaufzeit die Routen- und Prozess-

⁵³² Vgl. Abschnitt 4.2.3.1.

⁵³³ Vgl. Abschnitt 4.2.3.2.

flexibilität, welche alle Faktoren mit Ausschöpfungspotenzial beeinflusst und die Abweichung vom durchschnittlichen Clusterprofil erklärt (vgl. Abb. 83).⁵³⁴

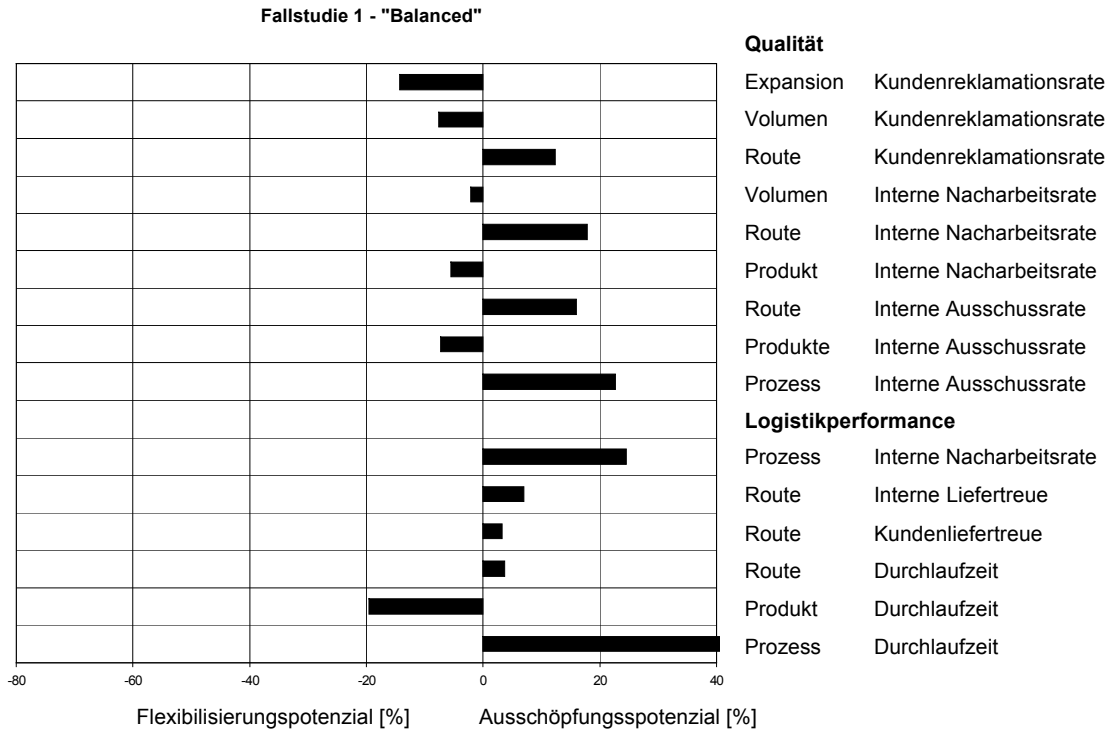


Abb. 83: Wertstromprofil für die Fallstudie 1 („Balanced“)

Die große Bedeutung der Prozess- und Routenflexibilität lässt sich am Interesse an der Nutzung von gleichen Teilen, Prozessen und Anlagen nachvollziehen, welche es durch eine Produktstrukturanalyse und das DFMA umzusetzen galt.

Die Nutzung einer weltweit einheitlichen Montagetechnik, welche Varianz in den spezifischen Werkzeugen der einzelnen Montagestationen bereitstellen sollte, ermöglichte die Produktion auf den vorhandenen Einrichtungen. Der Variantenwechsel erfolgte durch Rüstvorgänge. Der wiederverwendbare Anteil der Anlagen war damit sehr hoch, der Investitionsbedarf gegenüber Neuanschaffungen über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg wiederum relativ gering.

Erkenntnisse aus der laufenden Serienproduktion, welche in der existierenden Prozess-FMEA vorlagen, dienten als Grundlage für die Fehlervermeidung im

⁵³⁴ Vgl. Abschnitt 3.3.2.1.

Wertstromdesign.⁵³⁵ Neue kritische Stellen, welche nur im Wertstromdesign des neuen Produktes entstanden, wurden mit Hilfe der Prozess-FMEA gefunden und bewertet. Besonders für die Anlaufphase galt es an diesen Stellen frühzeitig gezielte Maßnahmen wie beispielsweise die Schulung der Mitarbeiter und Eskalationsregeln festzulegen.

Getrieben vom Wertstromdesign, wurde die Prozess-FMEA um logistische Fehlermöglichkeiten wie beispielsweise Schäden durch den Transport, Witterungsverhältnisse und menschliche Einflüsse ergänzt. Als besonders kritisch wurden in der Prozess-FMEA die Vertauschungsgefahr der Bauteile und die fehlende Rückverfolgbarkeit der produzierten Chargen bewertet, was in der Produktion verschiedener Serienprodukte auf den gleichen Anlagen seinen Grund hatte. Die gemeinsame Nutzung der Ergebnisse des Wertstromdesigns und der Prozess-FMEA ermöglichte eine lückenlose Rückverfolgbarkeit und Lokalisierung der kritischen Stellen im Prozess.

Zentrale Produktionsplanungs- und Steuerungsprozesse wurden bereits vor Jahren durch verbrauchsgesteuerte Kanbanregelkreise ersetzt. Die etablierten Planungs- und Steuerungsprozesse wurden in das Wertstromdesign übernommen und angepasst. Eine Besonderheit im Wertstromdesign bildete die Reduzierung der Schwankungen in der Produktion durch eine doppelte Nivellierung am Ende des Wertstroms. Die Verlängerung der Durchlaufzeit wurde zugunsten der Beruhigung des Materialflusses entlang des gesamten Wertstroms in Kauf genommen.

Eine besondere Herausforderung lag im Anlauf und in der Integration der Produktion. Der Verlauf von der Vorserie zur Integration in die Serienproduktion ließ sich in die Produkt-Prozess-Matrix einordnen, sodass die Überführung der Produktionsanlagen aus der Einzelfertigung in die Los- und anschließend in die Fließfertigung, welche einen systematischen Ausbau und den Einsatz automatisierter Prozesse erforderte, erfolgreich verlief.

Auch auf die frühzeitige Ausbildung des eingesetzten Personals musste geachtet werden. Das Ausgangsteam bestand aus erfahrenen Mitarbeitern aus der laufenden Serienproduktion, welche an der Anlagenentwicklung wesentlich

⁵³⁵ Vgl. Abschnitt 4.2.2.1.

beteiligt waren. Kritische Stellen beim Kapazitätsmanagement konnten hier nicht identifiziert werden.

5.2.2 Fallstudie 2: Wertstromtyp „Pending“

Das Werk der zweiten Fallstudie stellt Komponenten für die Automobilindustrie her und beschäftigt rund 120 Mitarbeiter, die Kunststoffteile für die anschließende Montage der Baugruppe spritzen (vgl. Abb. 84).

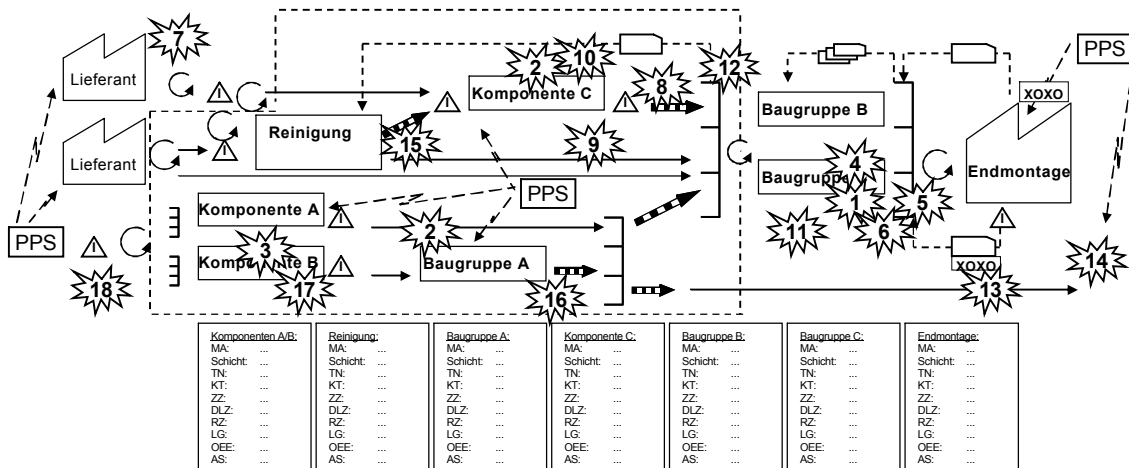


Abb. 84: Wertstromanalyse Unternehmen 2 („Pending“)

Die externe Anlieferung des Rohmaterials in die Werkstatt erfolgte über eine zyklische Materialversorgung (Milkrun) und innerhalb der Werkstatt durch die Mitarbeiter. Weitere Tätigkeiten der Mitarbeiter, welche im Drei-Schicht-Betrieb mehrere Spritzgießmaschinen im Mehrmaschinenbetrieb bedienen, bestanden in Qualitätsprüfung, Endkontrolle, Reinigung, Wartung und Rüsten. Die hergestellten Teile wurden als Los im Supermarkt bereitgestellt, welcher in regelmäßigen zeitlichen Abständen geleert wurde (Milkrun).

Die interne Planung und Steuerung der einzelnen Maschinen erfolgte über eine zentrale Produktionsplanungs- und -steuerung. Die zentrale Steuerung der einzelnen Maschinen führte regelmäßig zur Überproduktion oder zu einem Teilemangel im Supermarkt, was durch kurzfristige Personalmaßnahmen behoben werden musste.

Ein besonders kritischer Teiletyp, der regelmäßig zu einer nachträglichen, 100%igen Qualitätskontrolle oder sogar zur Verschrottung der gesamten

Charge aufgrund des zu großen zusätzlichen Prüfaufwands führte, wurde wie alle anderen Teiletypen stichprobenartig in der Qualitätsendkontrolle geprüft. Diese Situationen führten zu sehr kurzfristigem zusätzlichem Personalbedarf für die Qualitätsprüfungen und störten die Lieferfähigkeit.

Die Erweiterung der Kapazitäten erforderte die Verlagerung der Spritzgießmaschinen einschließlich der Vormontagen in eine andere Halle. Die Planung und Umsetzung erfolgte durch die Wertstromanalyse und das Wertstromdesign.

Die Prozess-FMEA für den besonders kritischen Teiletyp führte zu dem Ergebnis, dass die Prozessfähigkeit aufgrund der konstruktiven Vorgaben für das Produkt und der verfahrenstechnischen Grenzen nicht sichergestellt werden konnte.⁵³⁶ Daher mussten die Möglichkeiten der effizienten Fehlerabsicherung im Ist-Wertstrom genau geprüft werden.

Mit einem Wertbeitrag von 10.369 für die Qualität und 10.095 für die Logistikperformance ergibt sich ein Gesamtwertbeitrag durch das wertorientierte Wertstromdesign von 20.464 (vgl. Abb. 85).

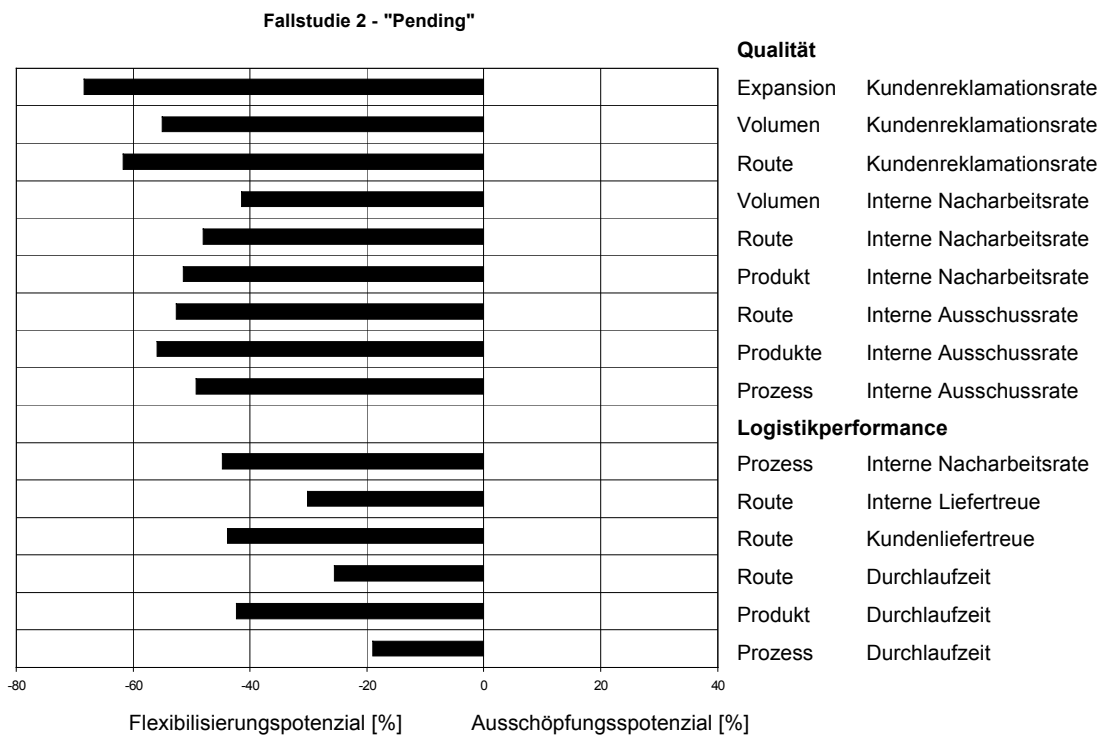


Abb. 85: Wertstromprofil für die Fallstudie 2 („Pending“)

⁵³⁶ Vgl. Abschnitt 4.2.3.2.

Die einseitigen Ausschläge nach links, welche im Vergleich mit dem durchschnittlichen Clusterprofil höher ausfallen, weisen auf ein hohes Flexibilisierungspotenzial bei beiden Haupteinflussgrößen hin.⁵³⁷

Das durchgängig hohe Flexibilisierungspotenzial lässt sich in dieser Fallstudie durch die Spritzgießmaschinen erklären, deren werkzeug- und maschinengebundenen Einsatzmöglichkeiten sehr beschränkt sind. Denn die Rüstvorgänge sind mit Aufwärm- und Abkühlphasen verbunden, zwischen denen das Material noch beim Anfahren der Maschinen abgespritzt werden muss.

Im Vergleich mit den Faktoren der Qualität weisen die Faktoren bei der Logistikperformance ein geringeres Potenzial auf, was sich auf die Losproduktion zurückführen lässt, welche bzgl. der Durchlaufzeit begrenzte Möglichkeiten der Verkürzung bietet.

Die Qualitätsendkontrolle, welche am Abschluss des Herstellprozesses die Schlechteile aussortierte, wurde für den kritischen Teiletyp durch eine 100%ige Qualitätskontrolle unmittelbar nach der Herstellung des kritischen Teils mittels einer eigens hierfür entwickelten vollautomatischen Prüfeinrichtung vorverlagert. In diesem Falle ließ sich die Fehlervermeidung nur durch eine 100%ige Fehlerabsicherung umsetzen.

Die kritische Analyse des Ist-Wertstroms unter den zukünftigen Wachstumsaussichten verdeutlichte, dass die vorhandenen Anlagen bereits auf die Maximalanforderungen an die Prozesse ausgelegt waren und auch das zukünftige Produktspektrum durch die Nutzung der beiden Spritzgießmaschinentypen abgedeckt werden konnte. Die Eigenständigkeit der Spritzgießmaschinen und besonders die Schnittstellenkompatibilität bei den verschiedenen Werkzeugen und der Software sollten im Wertstromdesign beibehalten werden.

Die Flexibilität gegenüber Volumenschwankungen trotz breiterem Produktspektrum und größeren Produktionsmengen ließ sich über die redundanten Maschinen gleichen Typs sicherstellen. Mitarbeitern wurde auf diese Weise die Bedienung beider Maschinentypen für alle Produkte erleichtert. Auch die Einarbeitung neuen Personals ließ sich dadurch beschleunigen.

⁵³⁷ Vgl. Abschnitt 3.3.2.2.

Mit der Verlagerung der Spritzgießmaschinen in die neue Halle bot sich die Gelegenheit, mit Hilfe des Wertstromdesigns die zentrale Planung und Steuerung der einzelnen Spritzgießmaschinen vom Push-Prinzip auf eine verbrauchsorientierte Kanbansteuerung umzustellen und die zentrale Übersteuerung zu eliminieren. Stattdessen wurde der Material- und Informationskreislauf durch die Mitarbeiter und die Kanbankarten selbst gesteuert. Überproduktion und Teilemangel konnten so reduziert werden (vgl. Abb. 86).

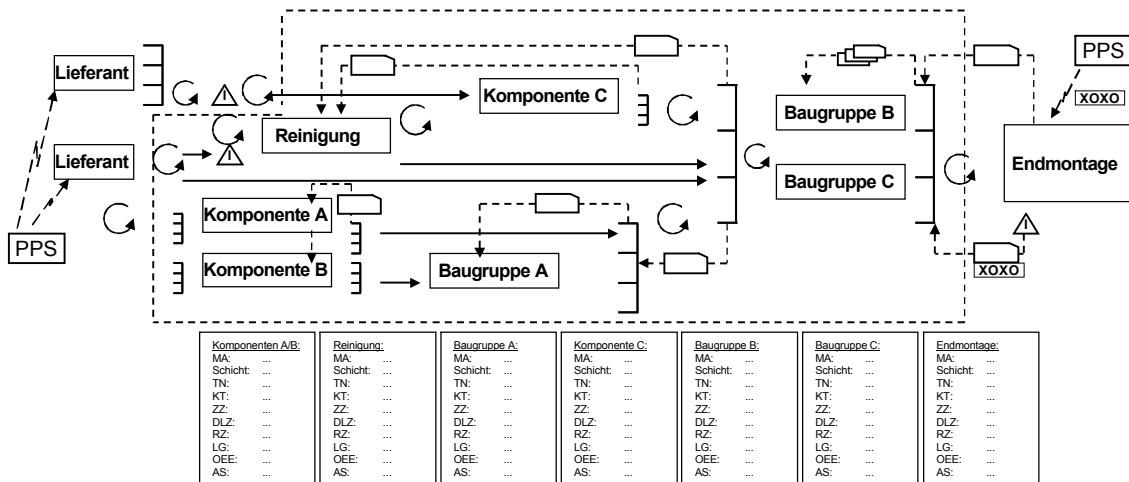


Abb. 86: Wertstromdesign Unternehmen 2 („Pending“)

Der gezielte Aufbau von Sicherheitsbeständen und die Verringerung der Losgrößen führte zu einer Reduzierung des Gesamtbestands und der Durchlaufzeit. Ermöglicht wurde dies durch die gleichzeitige Verbesserung der Rüstvorgänge.

5.2.3 Fallstudie 3: Wertstromtyp „Project“

Beim Werk der dritten Fallstudie handelt es sich um einen Hersteller von Rotorblättern für Windkraftanlagen mit rund 500 Mitarbeitern im Drei-Schicht-Betrieb.

Zur Herstellung einer Rotorblatthälfte werden über hundert Einzellagen um einen Kern aus unterschiedlichem Glasfasergewebe gewickelt. Der umwickelte Kern wird unter Vakuumbedingungen mit Polyester durchtränkt und anschließend ausgehärtet, wobei sich die Einzellagen nicht verschieben dürfen. Abschließend werden beide Halbschalen mit einer Länge von teilweise über 60 Meter zu einem Rotorblatt verklebt. Aufgrund der hohen Windlasten mit

starken Wechseln ist nur eine sehr geringe Fehlertoleranz zulässig. An einem Rotorblatt arbeiten rund 30 Mitarbeiter in drei Schichten (vgl. Abb. 87).

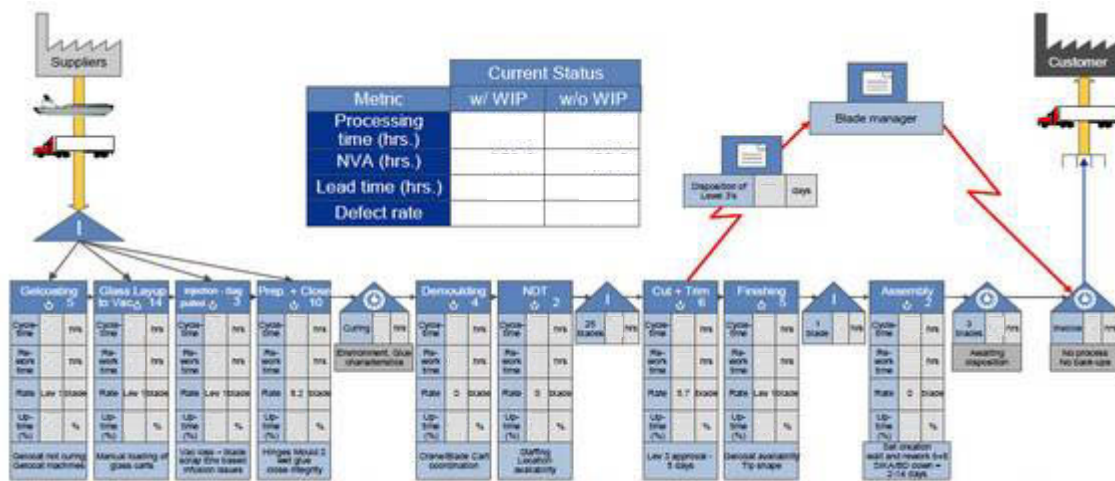


Abb. 87: Wertstromanalyse Unternehmen 3 („Project“)

Als besonders kritische Stelle im Ist-Zustand wurden Fehler beim Einlegen der Glasfasergewebe identifiziert, welche aufgrund von Nachbesserungen und Reparaturen zum Verzug der Folgeschichten führten. Besonders kritisch äußerte sich dies in der Erhöhung der Durchlaufzeit aufgrund von Leerlaufzeiten der gemeinsam genutzten Anlagen. Die Planung und Steuerung der Betriebsmittel und Mitarbeiter war auf diese Weise nur mit großen Produktivitätsverlusten möglich.

Ziel der Durchführung der Wertstromanalyse und des Wertstromdesigns war die Verkürzung der Durchlaufzeit durch Vermeidung unvorhergesehener Nacharbeiten. Des Weiteren galt es über den fehlerarmen Prozess den Produktionsanlauf, insbesondere bei neuen Produkten, zu beschleunigen.

Die Ziele spiegeln sich in dem Wertstromprofil mit ausschließlicher Flexibilisierungspotenzial bei der Qualität und Ausschöpfungspotenzial bei der Logistikperformance wider (vgl. Abb. 88).

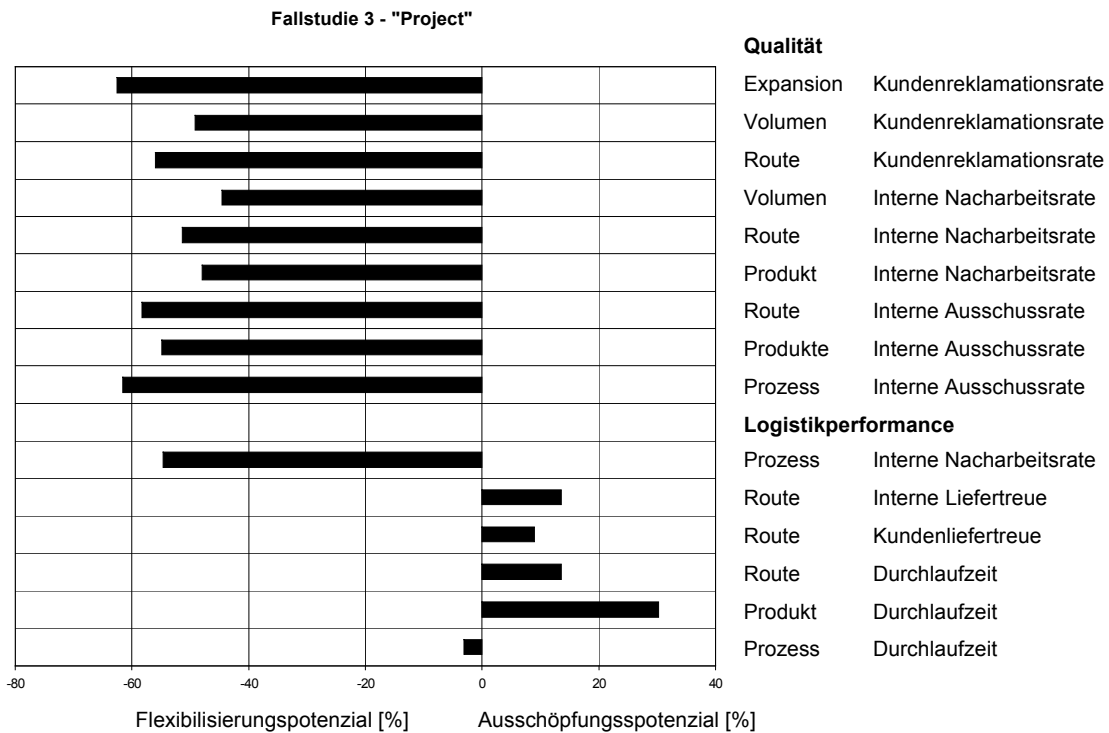


Abb. 88: Wertstromprofil für die Fallstudie 3 („Project“)

Die interne Nacharbeitsrate als Ausnahmewert bei der Logistikperformance unterstreicht die übergeordnete Rolle der Qualität in dieser Fallstudie. Der Wertbeitrag für die Qualität beträgt 11.077 bzw. für die Logistikperformance 23.308 und ist mit einem Gesamtwertbeitrag von 34.385 im Vergleich mit den anderen Fallstudien am größten.

Aus der Wertstromanalyse ging die unter Vakuum durchgeführte Flutung mit Polyester als kritischer Prozess hervor. Eine systematische Ursachenanalyse lag zu diesem Zeitpunkt nicht vor, weswegen man sich zur Durchführung einer Prozess-FMEA entschied. Die systematische Untersuchung der möglichen Ursachen für die qualitätsbedingte Nacharbeit deckte nicht ausreichend definierte Qualitätsprüfkriterien, fehlende Unterstützung durch Messsysteme und einen unvorsichtigen Umgang mit dem Rohmaterial auf. Daraus leiteten sich Maßnahmen zur Qualifikation der Mitarbeiter ab, verbunden mit einer höheren Verantwortungsübernahme für die Prozesskontrolle.

Durch die Beteiligung von Prozessexperten in der Wertstromanalyse konnten die kritischen Stellen mit den häufigsten Fehlerarten identifiziert werden. Erkenntnisse aus vertiefenden Six-Sigma-Workshops für die besonders kritischen Stellen wurden in Form von verschärften Qualitäts- und Prüfkriterien in

das Wertstromdesign eingebunden, wobei die Lokalisierung des Entstehungsortes für den Fehler und die Definition der hierfür erforderlichen Fehlerbilder zwecks gezielter Schulung der Mitarbeiter und direkter Übernahme der Verantwortung zur Selbstkontrolle zur Minimierung der Nacharbeit besonders wichtig waren.

Kritische Bereiche im Ist-Zustand konnten im Wertstromdesign durch Anpassung der Abläufe umgesetzt werden, von der die Vorverlagerung der vorbereitenden Tätigkeiten, die frühzeitige Bereitstellung der Materialien in der erforderlichen Sequenz und die Markierung sowohl von definierten Schnittkanten als auch rund um das Blatt zur Positionierung von Aggregaten besonders hervorzuheben sind.

Gleichzeitig wurde im Ist-Wertstrom die bedingte Plan- und Steuerbarkeit des Prozesses aufgezeigt, die in eine rollierende Planung zur Parallelisierung der Vorbereitung des Folgeschritts mit der Ausführung des laufenden Arbeitsschrittes mündete.

Die Parallelisierung der vorbereitenden und ausführenden Aktivitäten erforderte eine hohe Identifikation der Mitarbeiter.

Die besondere Herausforderung bei der Stabilisierung des Produktionsflusses bestand in der Sicherstellung des schichtübergreifenden Informationsaustausches. Die Untersuchung der Fehlervermeidung im Rahmen der Wertstromanalyse verdeutlichte, dass sich ein Großteil der Fehlerursachen auf mangelnde Informationsübertragung in Bezug auf die Schichten zurückzuführen ließ. Die Schichtübergabe erfolgte mündlich. Gemeinsam abgestimmte und visualisierte Qualitäts- und Produktionsfortschrittskennzahlen als Grundlage der Schichtübergabe fehlten. Die vollständige Betrachtung der Wertstromanalyse aus Sicht der Fehlervermeidung und der informatorische Fluss ermöglichten die Ableitung relevanter Informationen aus dem Wertstromdesign. Qualitative Daten und Kennzahlen der kritischen Stellen bildeten die Grundlage des Informationsaustausches bei der Schichtübergabe.

5.2.4 Fallstudie 4: Wertstromtyp „Service“

Bei der vierten Fallstudie handelt es sich um einen Anlagenbauer mit rund 1.200 Mitarbeitern. Das Werk ist in sieben Bereiche zur Herstellung von Anla-

gen und Vorrichtungen mit den Gewerken Mechanik, Pneumatik und Elektrik aufgeteilt.

Die Anlieferung des Materials in die Lager erfolgte über zahlreiche Lieferanten, entweder direkt oder über den Wareneingang. Die Baugruppen wurden im Werk nach dem Werkstattprinzip montiert, bevor sie an den Ort ihres endgültigen Aufbaus verschickt und dort nach dem Baustellenprinzip aufgebaut wurden. Die Termine und besonderen Anforderungen waren maßgeblich durch die Kundenauftragsabwicklung vorgegeben und wurden durch den verantwortlichen Projektleiter operativ geplant und gesteuert.

Neben den zahlreichen unabgestimmten Materialflüssen wurden durch die Wertstromanalyse besonders die undefinierten Abläufe im Informationsfluss deutlich (vgl. Abb. 89).

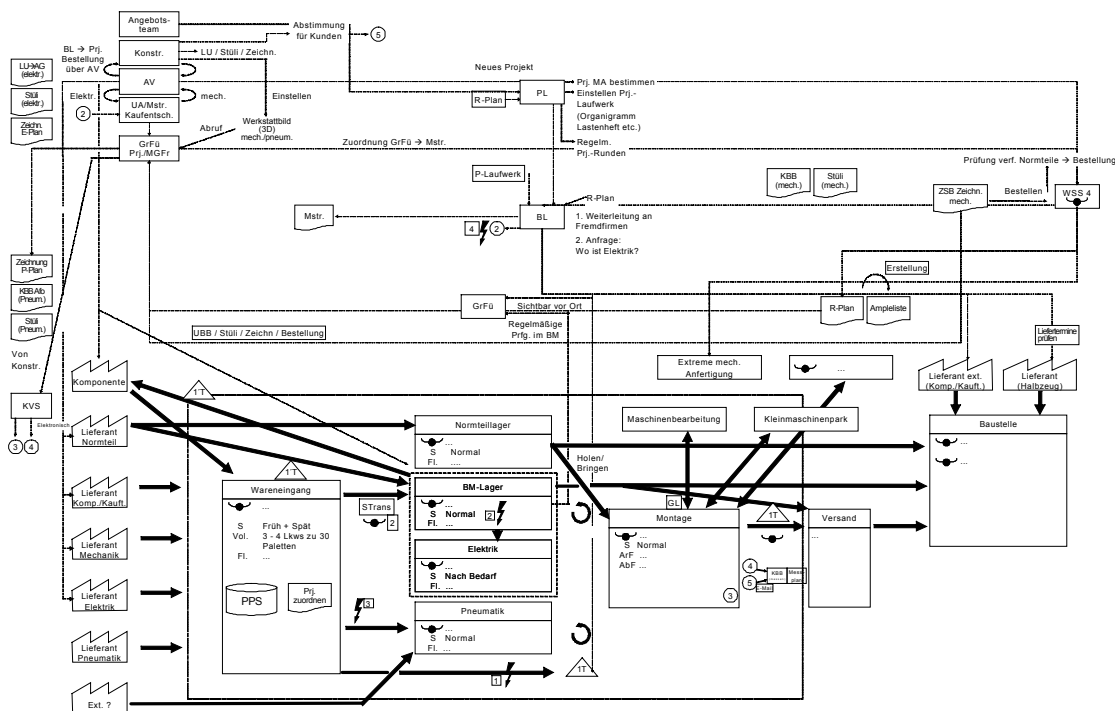


Abb. 89: Wertstromanalyse Unternehmen 4 („Service“)

Die fehlende Sicht auf den Gesamtwertstrom, unabgestimmte, teilweise konkurrierende Ziele der einzelnen Gewerke und Unternehmensfunktionen, fehlende oder nicht eindeutige Vorgaben, ungeklärte Aufgaben und Verantwortlichkeiten spiegeln sich in einem unübersichtlichen Informationsfluss mit zahlreichen zu-

sätzlichen Schleifen zur Abstimmung wider. Verzögerte Entscheidungsprozesse mit ständiger Anpassung der Termine und Abläufe auf der Baustelle beim Kunden vor Ort führten zu hohem Koordinationsaufwand mit erhöhtem Kapazitätsbedarf sowie gefährdeten Kosten- und Zeitzielen.

Die beschriebene Situation findet sich auch im Wertstromprofil mit ausschließlichem Flexibilisierungspotenzial für beide Haupteinflussgrößen (vgl. Abb. 90). Mit einem Wertbeitrag von 3.746 für die Qualität und 16.558 für die Logistikperformance ordnet sich der Wertstrom mit einem Gesamtwertbeitrag von 20.304 mit dem Cluster „Pending“ auf den zweiten Platz ein.

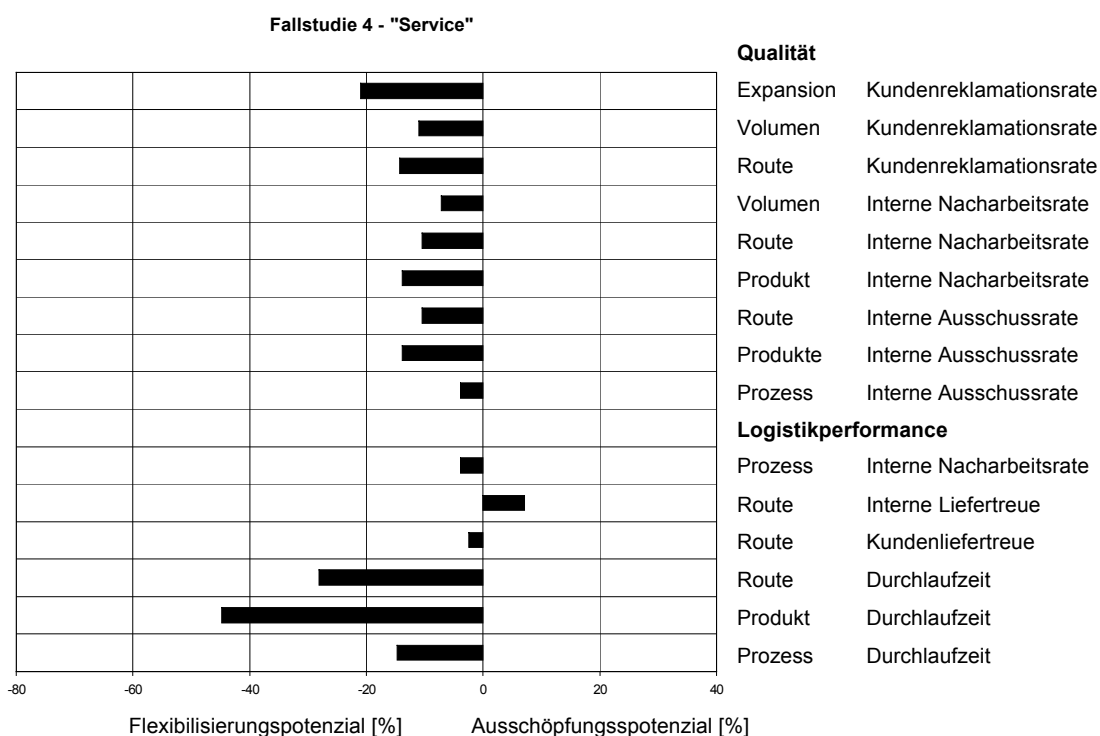


Abb. 90: Wertstromprofil für die Fallstudie 4 („Service“)

Statt der Umsetzung von Ausschöpfungspotenzialen geht es primär um die Flexibilisierungspotenziale, welche es durch klare Vorgaben (Qualität) und Maßnahmen zur Reduzierung der Durchlaufzeit (Logistikperformance) zu realisieren gilt. Die Besonderheit dieser Fallstudie liegt in der Anwendung des Wertstromdesigns mit Fokus auf den Informationsflüssen.

Das anhaltende Wachstum sollte in einer eigens hierfür gebauten Halle mit einem wertstromorientierten Ansatz bewältigt werden. Erst durch die Wertstromanalyse wurde anhand der verschiedenen Variantenmerkmale die ver-

meidbare Produktvielfalt transparent, welche zu einer Modularisierung der Produktstruktur mit Standardteilen entlang des gesamten Wertstromdesigns sowie weniger internen Varianten und Skaleneffekten durch standardisierte Abläufe führte.⁵³⁸ Die identifizierte Komplexität und Unklarheit in den informatorischen Auftragsabwicklungsprozessen bildete hierbei einen wesentlichen Schwerpunkt des Wertstromdesigns. Durch die Verschlinkung der Prozesse sollten die Durchlaufzeit verkürzt und gleichzeitig die Wertschöpfung gesteigert werden.

Dies erforderte ein abgestimmtes Vorgehen zwischen der Konstruktion, der Produktion und insbesondere dem Einkauf, da von der Standardisierung der Produkte viele Lieferanten betroffen waren.

Des Weiteren zeigten sich in der Auftragsabwicklung wiederholte Abläufe und Fehler wie beispielsweise nicht mehr auffindbares, bestelltes Material oder Mehrfachbestellungen. Fehlermöglichkeiten wurden erstmalig mit der Prozess-FMEA durch erfahrene Mitarbeiter aus der Produktion sowie Prozessexperten gemeinsam ermittelt. Für die kritischen Stellen wurden Abstellmaßnahmen definiert.

Erst die ausführliche Auseinandersetzung mit dem Informationsfluss verhalf zu einheitlich ausgerichteten Zielen mit definierten Aufgaben und Verantwortlichkeiten entlang des gesamten Wertstroms (vgl. Abb. 91).

Im Wertstromdesign wurden definierte Meldepunkte gemäß dem optimalen Auftragsabwicklungsprozess mit eindeutigen Angaben zu Auftrag, Lieferort etc. verankert. Eine Reduzierung der Wartezeiten aufgrund fehlender Entscheidungen, eine signifikante Reduzierung der Klärungsschleifen und eine zeitgerechte Kommissionierung der Vorrichtungen und Anlagen zwei Wochen vor Arbeitsbeginn verhalfen zu einer engen Verzahnung der Auftragsabwicklung mit den Werkstätten mit halbierten Durchlaufzeiten und einer verdoppelten Wertschöpfung.

⁵³⁸ Vgl. Abschnitt 4.2.3.1.

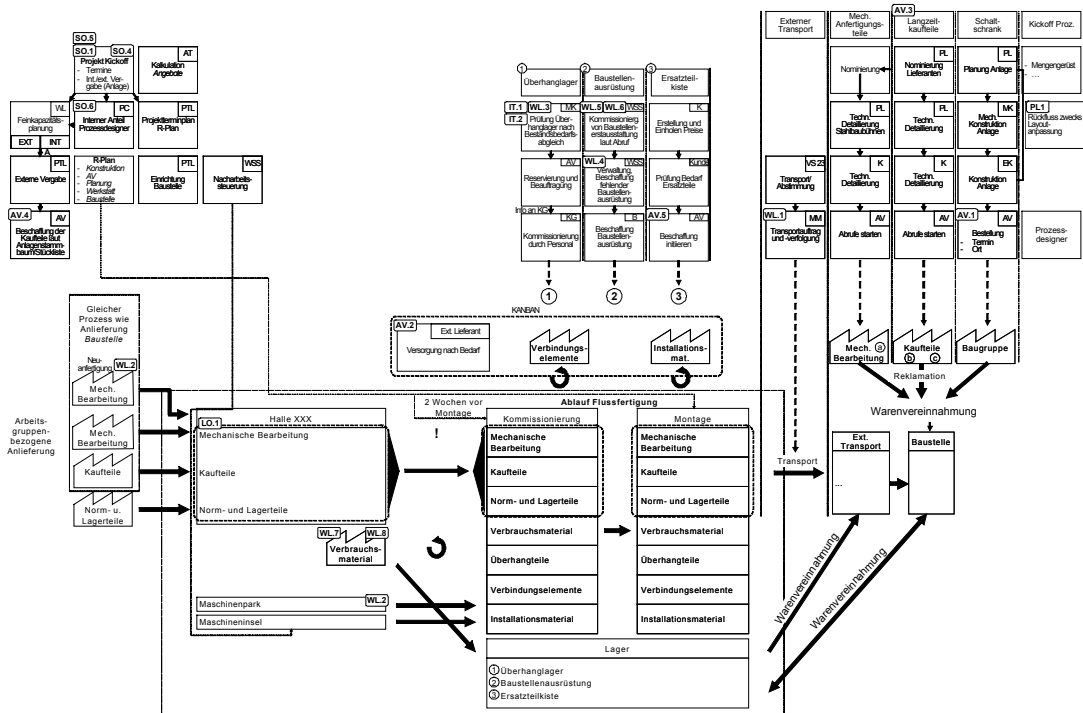


Abb. 91: Wertstromdesign Unternehmen 4 („Service“)

5.3 Gestaltungsempfehlungen

Die Gestaltungsempfehlungen für das wertorientierte Wertstromdesign sollen dem Anwender praxisrelevante Hinweise hinsichtlich seiner individuellen Ausgangssituation geben. Zur Orientierung dienen die Clustereigenschaften der einzelnen Wertstromtypen.⁵³⁹ Die Besonderheiten der einzelnen Gestaltungsfelder werden unter Einbindung der Erkenntnisse aus den einzelnen Fallstudien für die einzelnen Wertstromtypen betrachtet.

5.3.1 Wertstromtyp „Balanced“

Die erste Fallstudie zeigt stellvertretend für den Wertstromtyp „Balanced“ einen erfolgreichen Anwendungsfall, bei dem auf eine vorhandene Prozess-FMEA zurückgegriffen wurde. Die vorliegenden Informationen sollten beim Wertstromdesign stets mitbetrachtet werden, damit das Wissen über die Erfahrungen mit den kritischen Prozesse maximal in den zukünftigen Wertstrom einfließen können. Die Betrachtung von kritischen Stellen im Ist-Wertstrom erlaubt zudem die

⁵³⁹ Vgl. Abschnitt 3.3.3.

Einbeziehung der praktischen Erfahrungen der Mitarbeiter vor Ort. Verbesserungsvorschläge der erfahrenen Mitarbeiter sind idealerweise in den Soll-Zustand zu übertragen. Der besondere Mehrwert bei der Vorwegnahme und Vermeidung zukünftiger Fehler ist im Erfahrungsaustausch in funktionsübergreifenden Teams zu sehen.

Die Fallstudie verdeutlicht außerdem das Potenzial, das in der Reduzierung der Produkt- und Prozesskomplexität durch die langfristige Vereinheitlichung der Produktstruktur und der Vereinfachung des Produktdesigns mit dem Design for Manufacture and Assembly (DMFA) liegt. Dabei muss der Nutzen der vereinheitlichten Produktstruktur sorgfältig geprüft werden, da standardisierte Schnittstellen aufgrund überdimensionierter Bauteile zu höheren Materialkosten führen können und erst über einen langen Zeitraum erreicht werden.⁵⁴⁰

Zur Reduzierung der Schwankungen in den Vormontagen und zur Standardisierung der Abläufe sollte die Produktstruktur erst eine möglichst späte Entkopplung der kundenanonymen von der kundengebundenen Fertigungen zulassen (vgl. Abb. 92).⁵⁴¹ Weitergehende Überlegungen sollten die Möglichkeiten der Fremdvergabe von Komponenten, Modulen oder Systemen prüfen.⁵⁴²

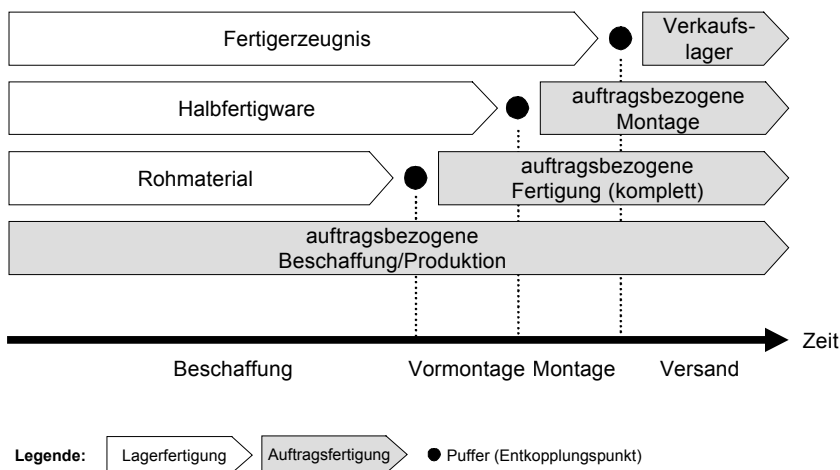


Abb. 92: Möglichkeiten der Entkopplung von auftragsbezogener und kundenanonymer Fertigung⁵⁴³

⁵⁴⁰ Vgl. Rapp (1999), S. 14.

⁵⁴¹ Vgl. Wildemann (2008a), S. 269, Towill; Mason-Jones (1999), S. 13f.

⁵⁴² Vgl. Göpfert; Schulz (2012), S. 136.

⁵⁴³ Eigene Darstellung in Anlehnung an Wildemann (2008c), S. 69.

Fehler und Abweichungen lassen sich häufig durch die statistische Prozesskontrolle automatisiert erkennen. Ziel bei der Massenfertigung muss die Integration der Prüf- und Messprozesse in die kritischen Fertigungsprozesse sein, die Abweichungen frühzeitig erkennen und Prozessanpassungen automatisch durchführen oder signalisieren.⁵⁴⁴ Gerade bei hohen Wiederholhäufigkeiten sollte zudem geprüft werden, ob konstruktive Maßnahmen im Herstellungsprozess Fehler vermeiden helfen können.⁵⁴⁵ Zur Fehlererkennung und -beseitigung bedarf es neben Transparenz in Bezug auf die kritischen Prozesse auch der Klarheit über die personellen Verfügbarkeiten und Qualifikationen.⁵⁴⁶ Aus dem Wertstromdesign haben daher nicht nur die kritischen Prozessschritte, sondern auch Maßnahmen und Kennzahlen zur Transparenz hervorzugehen, aus denen sich präventive Maßnahmen zur Wartung und Instandhaltung ableiten lassen.⁵⁴⁷

Im Mittelpunkt der Prozessstabilisierung und -optimierung steht die Vereinfachung des Informationsflusses durch die Eliminierung von überbestimmten Planungs- und Steuerungsvorgaben. Die Optimierung geht oftmals einher mit einheitlich auf die logistischen Gebindegrößen abgestimmten Losgrößen entlang des Wertstromes, welche die Zwischenbestände reduzieren und hohe Prozessqualität voraussetzen. Die Vorteile der Durchlaufzeitverkürzung aufgrund kleinerer Losgrößen sind stets den möglichen Zusatzaufwänden durch Rüsten und Risiken aufgrund der Anfälligkeit der Wertschöpfungskette bei Fehlern gegenüberzustellen.⁵⁴⁸

5.3.2 Wertstromtyp „Pending“

Die zweite Fallstudie, die stellvertretend ist für den Wertstromtyp „Pending“, weist präventive, konstruktive und verfahrenstechnologische Grenzen auf. Eine solche Erkenntnis aus der Prozess-FMEA führt zu fehlerabsichernden Maßnahmen durch die Schulung von Mitarbeitern, zum Aufbau von zusätzlichen Sicherheitspuffern an den kritischen Stellen im Wertstrom und zu kontinuierlichen Verbesserungsprozessen mit Methoden des Lean Managements (vgl. Abb. 93).

⁵⁴⁴ Vgl. Noori (1989), S. 322, Taguchi (1989), S. 129.

⁵⁴⁵ Vgl. Träger (2008), S. 33.

⁵⁴⁶ Vgl. Wildemann (1996a), S. 6.

⁵⁴⁷ Vgl. ebenda.

⁵⁴⁸ Vgl. Dietrich (1991), S. 891.

	5S	Visualisierung	Standardisierte Arbeit	Problemlösung	Poka Yoke	Jidoka	Flussorientiertes Layout	Kanban	Nivellierung	Losgrößenreduzierung	Rüstzeitverkürzung	TPM
5S												
Visualisierung	G											
Standardisierte Arbeit	V	V										
Problemlösung	V	V	V									
Poka Yoke	G	G	G	G								
Jidoka	V	V	G	V	G							
Flussorientiertes Layout	V	V	V	V	G	H						
Kanban	V	V	G	V	G	G	G					
Nivellierung	V	V	G	V	G	G	V	V				
Losgrößenreduzierung	V	V	V	V	G	G	V	V	V			
Rüstzeitverkürzung	V	V	V	V	G	G	V	V	V	G		
TPM	V	V	V	V	G	G	G	G	G	G	G	

V: Vertikale Methode zuerst H: Horizontale Methode zuerst G: Gleichzeitg

Abb. 93: Methoden des Lean Managements zur Umsetzung des Wertstromdesigns⁵⁴⁹

Zur Beherrschung der Komplexität bei der Einzelteilherstellung bietet sich besonders die Reduktion auf wenige Maschinentypen an. Standardisierte Werkzeugschnittstellen und standardisierte Software lassen eine hohe Prozess-, Volumen- und Expansionsflexibilität zu. Mitarbeitern wird auf diese Weise die Mehrmaschinenbedienung erleichtert. Höhere Kosten für die überdimensionierten Maschinen sind beim Kauf gegen die Vorteile Stabilität und Flexibilität der Produktion abzuwägen.

Den Haupthebel bei der Prozessstabilisierung und -optimierung stellen die mit der Segmentierung verbundene Entkopplung und Selbststeuerung autonomer Prozessteilstrecken dar. Schwerpunkte des Wertstromdesigns bilden daher geschlossene Regelkreise, deren Informationsfluss beispielsweise mit Kanban geschlossen wird. Zwischenlagerstufen im Ist-Zustand sollten durch Anpassung

⁵⁴⁹ Eigene Darstellung in Anlehnung an Hines et al. (1998), S. 39.

unterschiedlicher Kapazitätsquerschnitte reduziert⁵⁵⁰ und an Materialflussknoten der Einsatz von Supermärkten nach dem Zieh-Prinzip geprüft werden.⁵⁵¹

Weitere Verbesserungsschritte knüpfen an die Empfehlungen des Wertstromtyps „Balanced“ an.

5.3.3 Wertstromtyp „Project“

Die Bedeutung fehlervermeidender Maßnahmen in der Einzelfertigung wie beim Wertstromtyp „Project“ wird häufig unterschätzt. Die Einmaligkeit dieses Wertstromtyps birgt die Gefahr, Fehler nur noch mit großem Zeit- und Ressourcenaufwand nachzubessern. Hinzu kommen oft große Zeitabstände zwischen den einzelnen Projekten sowie wechselndes und räumlich verteiltes Personal, was den Erfahrungstransfer erschwert. Für die punktuelle Betrachtung der kritischen Stellen im Prozess sollte hinreichend Zeit zur Verfügung stehen.

Meilensteine mit eindeutigen Kriterien zur Erkennung von Abweichungen sollten frühzeitig festgelegt werden. Diese sollten zeitlich nicht zu weit auseinanderliegen, woraus sich kleine Arbeitspakete mit klar abgegrenzten Teilzielen ableiten, die in Einzelschritte aufgeteilt sind. Die einzelnen Arbeitspakete sind nach der logischen Abfolge und der Wichtigkeit zu priorisieren. Durch die Aufteilung der Arbeitsschritte lässt sich der Fortschritt der einzelnen Arbeitspakete in kürzeren Zeitabschnitten prüfen. Abhängigkeiten, die bei großen Arbeitsschritten vorliegen, werden gezielt aufgehoben.

Die Aktualisierung der Grobplanung erfolgt nach erfolgreich abgeschlossenen Arbeitspaketen, wobei die Feinplanung und -steuerung für die einzelnen Arbeitspakete den ausführenden Einheiten zu überlassen ist.⁵⁵² Auf diese Weise ergibt sich eine Parallelisierung von laufenden und vorbereitenden Tätigkeiten für den nächsten Arbeitsschritt, der in der dritten Fallstudie beschrieben wurde.

Ständige Ausnahmesituationen, welche sich durch neue und seltene Fehlerarten auszeichnen, sind entlang des kritischen Pfades im Wertstromdesign zu

⁵⁵⁰ Vgl. Wildemann (2008a), S. 151.

⁵⁵¹ Vgl. Arnold; Furmans (2005), S. 258.

⁵⁵² Vgl. Wildemann (2009a), S. 39.

finden.⁵⁵³ Der Umgang mit ständigen Abweichungen, die sich selten durch den einzelnen Mitarbeiter beheben lassen, wird durch die Abhängigkeiten der Einzelprozesse erschwert. Dies erfordert neben der kurzfristigen Fortschrittskontrolle in interdisziplinären Teams eine Regelkommunikation zur Problemlösung, Reviews und Quality Gates. Für alle Situationen ist ein einheitlicher Eskalationsprozess mit klaren Regeln über alle Hierarchieebenen hinweg zu definieren. Der kaskadierte Eskalationsprozess sollte besonders die Ebenen der individuellen Ausführung durch den einzelnen Mitarbeiter sowie den Bereichsverantwortlichen für die taktischen und den Werksverantwortlichen für die strategischen Rahmenbedingungen umfassen.⁵⁵⁴ Die Institutionalisierung der Informationsfeedbackschleifen dient nicht nur der kurzfristigen Störungsbehebung, sondern führt gleichzeitig zu einer Verkürzung der Durchlaufzeit.⁵⁵⁵

5.3.4 Wertstromtyp „Service“

Wie die vierte Fallstudie zeigt, sollte sich die Betrachtung der Prozesse nicht nur auf den physischen Materialfluss beschränken, sondern, besonders beim Wertstromtyp „Services“, aufgrund der räumlich verteilten Produktion und der engen Abstimmung mit den Kunden, auch den Informationsfluss einbeziehen.

Sofern keine Service-FMEA vorliegt, bieten sich Expertenworkshops zur Bestimmung fehlervermeidender Maßnahmen auf Grundlage der Wertstromanalyse an. Für die häufig vielfältigen Fehlermöglichkeiten sind Standards zur Vermeidung zu definieren und Mitarbeiter zu schulen. Dies ist besonders in den administrativen Bereichen wichtig, da die Vielfalt der Probleme und die individuellen Lösungen nicht sichtbar sind.

Gerade in Bereichen, welche in der Vergangenheit aufgrund fehlender Kennzahlen mit wenig Transparenz operiert haben, ist die erstmalige Durchführung der Wertstromanalyse und des Wertstromdesigns wegen nicht vorhandener Daten, welche eine Aussage über die Prozesseffizienz (Durchlaufzeit und Produktivität) und die Prozessqualität erlauben würden, schwierig. Das Wertstromdesign bildet in diesem Falle die Grundlage der erstmaligen Ableitung prozess-

⁵⁵³ Vgl. Juran (1991), S. 93.

⁵⁵⁴ Vgl. Wu (1992), S. 49.

⁵⁵⁵ Vgl. Baum; Coenenberg; Günther (2007), S. 152.

und qualitätsorientierter Kennzahlen zur Planung und Steuerung. Die schrittweise Optimierung einzelner Wertstromabschnitte sollte nach folgenden Schritten erfolgen und ist aufgrund der in der Praxis häufig vorzufindenden Vernachlässigung besonders für die Administration von Bedeutung (vgl. Abb. 94).

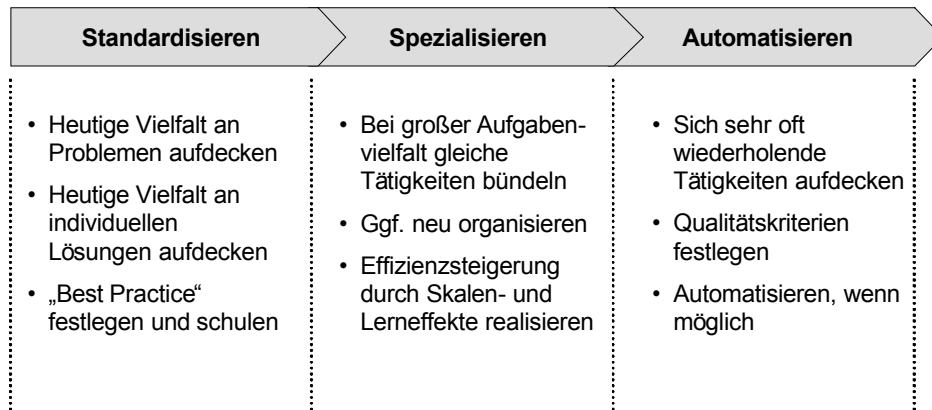


Abb. 94: Schritte der Optimierung beim Wertstromdesign in der Administration⁵⁵⁶

Hinsichtlich der individuellen Tätigkeiten gilt es einheitliche Standards für das beste Vorgehen („Best Practice“) festzulegen. Die Bündelung gleicher Tätigkeiten führt häufig zu spezialisierter Arbeitsaufteilung, was klar definierte Aufgaben und Verantwortlichkeiten erfordert. Durch Skalen- und Lerneffekte lässt sich die Effizienz steigern. Aus der Standardisierung und Bündelung von Aufgaben resultieren häufig Möglichkeiten der Automatisierung, durch die der personelle Anteil minimiert („Automatation“) oder gar ganz eliminiert wird.⁵⁵⁷ Auf diese Weise lassen sich zudem Fehler durch menschliche Einflüsse bei standardisierten Abläufen ausschließen.

Die besondere Relevanz einer wertstromorientierten Produktstruktur zeigt sich in der vierten Fallstudie. Trotz Einzel- oder Losfertigungscharakter lässt sich die Produkt- und Prozesskomplexität in der Produktion und in der Administration durch eine einheitliche Produktstruktur reduzieren. Hierfür sollte die Produktstruktur auf Möglichkeiten einer Vereinheitlichung geprüft werden. Die Bestimmung der Gleichteile und der Schnittstellen sollte aus Sicht des Wertstromde-

⁵⁵⁶ Eigene Darstellung.

⁵⁵⁷ Vgl. Wildemann (2009a), S. 19.

signs nach den Designprinzipien für agile Systeme erfolgen.⁵⁵⁸ Besonders Wertstromabschnitte, die sich unabhängig vom Produkt regelmäßig wiederholen, sind isoliert nach Möglichkeiten der Nutzung von gleichen Standardteilen zu prüfen. Durch die Modularisierung der Wertstromabschnitte sollen Abläufe entkoppelt und parallel bearbeitet werden. Die Modularisierung des Wertstroms lässt in einem nächsten Schritt die Fokussierung auf die Kernkompetenzen und die Entscheidung zur Vergabe von Dienstleistungen („Outsourcing“) von Wertstromabschnitten und Bauteilen zu.⁵⁵⁹ Hierdurch lassen sich besonders die Abläufe in der Auftragsabwicklung vereinfachen.⁵⁶⁰

Für die kontinuierliche Verbesserung der Abläufe und die Sicherstellung der Qualität bei ausgelagerten Prozessen ist Transparenz in Bezug auf die kundenorientierten Prozesskennzahlen nötig, welche häufig in den administrativen Bereichen wenig bekannt sind (vgl. Abb. 95).⁵⁶¹

Dimension	Inhalt	Messung
Prozessleistung	Erfüllung vorgegebener Anforderungen in Hinsicht auf Kosten, Zeit und Qualität	<ul style="list-style-type: none"> • Zielabweichung • Kundenzufriedenheit • Übereinstimmung mit Anforderungen
Prozesskosten	Aufwand zur Erfüllung der Prozessaufgaben	<ul style="list-style-type: none"> • Prozesskosten • Kostentreiber • Faktorproduktivität • Wirtschaftlichkeit
Prozesszeiten	Höhe und Streuung der Zeiten zur Erfüllung der Prozessaufgaben	<ul style="list-style-type: none"> • Durchlaufzeit • Streuung der Durchlaufzeit
Abwicklungsqualität	Erfüllung interner Anforderungen an die Prozessdurchführung	<ul style="list-style-type: none"> • Fehlerfreiheit • Prozessfähigkeit • Rückverfolgbarkeit • Verbesserungsrate

Abb. 95: Dimensionen von Prozesskennzahlen⁵⁶²

⁵⁵⁸ Vgl. Abschnitt 4.2.3.4.

⁵⁵⁹ Vgl. Westkämper (2009a), S. 17.

⁵⁶⁰ Vgl. Wildemann et al. (1996), S. 110.

⁵⁶¹ Vgl. Wildemann (1994), S. 20.

⁵⁶² Eigene Darstellung in Anlehnung an Wildemann et al. (1996), S. 109.

Die wichtigsten Kennzahlen zur Qualität sind in der Wertstromanalyse zu identifizieren und im Wertstromdesign zu verankern. Regelkommunikationen über verschiedene Führungsebenen haben die kritischen Stellen des Wertstroms mit den relevanten Kennzahlen abzudecken, sodass eine systematische Problemlösung und Eskalation stattfinden kann. Dies gilt besonders für die ausgelagerten Abläufe und Bauteile.

5.4 Zusammenfassung

Das fünfte Kapitel widmete sich dem Ziel der Identifizierung von praxisrelevanten Anwendungsfällen und der Ableitung von Gestaltungsempfehlungen für den Nutzer.⁵⁶³ Hierbei wurden besonders die zu den praktischen Erfahrungen und den Gestaltungsempfehlungen verbleibenden Fragen beantwortet.

In den Fallstudien wurde die im vierten Kapitel aufgezeigte praktische Relevanz der vier Gestaltungsfelder Fehlervermeidung, Komplexitätsvermeidung, Fehlerabsicherung, Prozessstabilisierung und -optimierung deutlich. Die bewährten Methoden ließen sich durch Integration in die Wertstromanalyse und das Wertstromdesign anwenden und führten zu nachweisbaren Erfolgen.

Aufgrund der geringen Anzahl an Wertströmen in der Datenbasis, welche sicherlich ein wesentlicher Grund für die nicht exakte Abgrenzbarkeit der formulierten Gestaltungsempfehlungen ist, dienen sie als Orientierung für die eigenen Cluster. Individuelle Schwerpunkte ergeben sich aus dem jeweiligen Clusterprofil, aus dem die factorspezifischen Flexibilisierungs- und Ausschöpfungspotenziale hervorgehen.

Mit den Möglichkeiten der Bestimmung des eigenen Wertstromtyps und der Erstellung eines eigenen Clusterprofils bietet sich dem Nutzer die Möglichkeit, die Flexibilisierungs- und Ausschöpfungspotenziale mit den empfohlenen Gestaltungsmaßnahmen für seinen individuellen Fall umzusetzen und auf diese Weise einen Wertbeitrag zu realisieren.⁵⁶⁴

Die abgeleiteten Gestaltungsempfehlungen seien abschließend für jeden Wertstromtyp als Übersicht zusammengefasst (vgl. Abb. 96).

⁵⁶³ Vgl. Abschnitt 1.2.

⁵⁶⁴ Vgl. Abschnitt 3.4.

Gestaltungsfeld	Gestaltungsempfehlungen	
	Wertstromtyp „Balanced“	Wertstromtyp „Pending“
Fehlervermeidung	<ul style="list-style-type: none"> • Identifizierung der kritischen Fehlermöglichkeiten im Wertstrom mit Hilfe der Prozess-FMEA • Ggf. Festlegung fehlerabsichernder Maßnahmen • Beachtung und Prüfung der Verbesserungsvorschläge der Mitarbeiter vor Ort • Verknüpfung der fehlervermeidenden Maßnahmen mit den vorhandenen Lean-Methoden 	<ul style="list-style-type: none"> • Identifizierung der kritischen Fehlermöglichkeiten im Wertstrom mit Hilfe der Prozess-FMEA • Ggf. Festlegung fehlerabsichernder Maßnahmen • Förderung des funktionsübergreifenden Erfahrungsaustauschs • Verknüpfung der fehlervermeidenden Maßnahmen mit den einzuführenden Lean-Methoden
Komplexitätsvermeidung	<ul style="list-style-type: none"> • Wertstromorientiertes Produktdesign mit Hilfe des Design for Manufacture and Assembly (DMFA) • Vereinfachung und Vereinheitlichung der Produktstruktur • Fremdvergabe von Standardkomponenten und Fokussierung auf Kernkompetenzen („Make or buy“) • Frühzeitige Vorwegnahme kurz- und mittelfristiger Veränderungen (Markt, Technologie, Infrastruktur) 	<ul style="list-style-type: none"> • Standardisierung von Werkzeugschnittstellen und Software • Einsatz von wenigen (überdimensionierten) Maschinentypen • Arbeitsplatz- und Arbeitsumfeldgestaltung für eine optimale Mehrmaschinenbedienung
Fehlerabsicherung	<ul style="list-style-type: none"> • Statistische Prozesskontrolle (SPC) an den kritischen Stellen im Wertstrom • (Teil)automatisierte Prüfung • Präventive Wartungsmaßnahmen • Festlegung von Fehlerbildern und Prüfkriterien für mitarbeiterkritische Prüfungen • Prüfung der Über- bzw. Unterqualifikation der Mitarbeiter 	<ul style="list-style-type: none"> • Statistische Prozesskontrolle (SPC) an den kritischen Stellen im Wertstrom • (Teil)automatisierte Prüfung • Sicherstellung der Rückverfolgbarkeit der Produktionschargen • Präventive Wartungsmaßnahmen • Festlegung von Fehlerbildern und Prüfkriterien für mitarbeiterkritische Prüfungen • Prüfung der Über- bzw. Unterqualifikation der Mitarbeiter
Prozessstabilisierung und -optimierung (Informationsfluss)	<ul style="list-style-type: none"> • Systematischer Abbau von zentralen Planungs- und Steuerungsvorgaben („Überbestimmtheit“) • Anpassung der Losgrößen und Logistikgebinde an den gesamten Wertstrom • Systematischer Aufbau von Qualifikationen zur kontinuierlichen Verbesserung 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimierung der Material- und Informationsflüsse mit Hilfe der Leitlinien zur Optimierung von Geschäftsprozessen • Einführung von Kanbanregelkreisen nach dem Pull-Prinzip • Reduzierung der überbestimmten Planung und Steuerung im Wertstrom nach dem Push-Prinzip • Reduzierung der Losgrößen

Abb. 96: Gestaltungsfelder des wertorientierten Wertstromdesigns

Gestaltungsfeld	Gestaltungsempfehlungen	
	Wertstromtyp „Project“	Wertstromtyp „Service“
Fehlervermeidung	<ul style="list-style-type: none"> • Identifizierung der kritischen Fehlermöglichkeiten mit Hilfe der Prozess-FMEA und/oder in Expertenworkshops • Regelmäßige Fortschrittsprüfung der einzelnen Arbeitspakete in kurzen Zeitabständen • Vollständiger Abschluss des Arbeitspaketes vor Beginn eines neuen Arbeitspaketes 	<ul style="list-style-type: none"> • Identifizierung der kritischen Fehlermöglichkeiten mit Hilfe der Service-FMEA und/oder auf Basis der Wertstromanalyse • Verknüpfung der fehlervermeidenden Maßnahmen mit Lean-Methoden für den administrativen Bereich
Komplexitätsvermeidung	<ul style="list-style-type: none"> • Aufteilung großer Arbeitsschritte in kleine, unabhängig voneinander bearbeitbare Arbeitspakete • Fremdvergabe von Komponenten und Fokussierung auf die Kernkompetenzen („Make or buy“) 	<ul style="list-style-type: none"> • Vereinfachung und Vereinheitlichung der Produktstruktur (Modul, Baukasten etc.) • Anwendung der Design-Prinzipien für agile Systeme bei der Produktgestaltung • Reduzierung der organisatorischen Schnittstellen für die Auftragsabwicklung • Auslagerung von Standardprozessen und -komponenten (Outsourcing) • Fokussierung auf die Kernkompetenzen (z. B. Auftragsabwicklungszentrum)
Fehlerabsicherung	<ul style="list-style-type: none"> • Festlegung der erfolgskritischen Kennzahlen und Indikatoren • Aufbau einer Regelkommunikation und Festlegung der Beteiligten (interdisziplinäre Teams) • Aufbau einer Problemlösungs- und Eskalationskaskade 	<ul style="list-style-type: none"> • Festlegung der erfolgskritischen Prozess- und Qualitätskennzahlen und der Indikatoren • Aufbau einer Regelkommunikation auf Basis der identifizierten Kennzahlen • Aufbau einer Problemlösungs- und Eskalationskaskade
Prozessstabilisierung und -optimierung (Informationsfluss)	<ul style="list-style-type: none"> • Kontinuierliche Bestimmung des kritischen Pfades • Feinplanung der störungsfreien, autonomen Arbeitspakete • Rollierende Grobplanung auf Basis der abgeschlossenen Arbeitspakete • Parallelisierung der laufenden und vorbereitenden Tätigkeiten für den nächsten Schritt 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimierung der Material- und Informationsflüsse mit Hilfe der Leitlinien zur Optimierung von Geschäftsprozessen • Fokussierung auf die Abläufe in den administrativen Bereichen, insbesondere hinsichtlich der Auftragsabwicklung • Standardisierung, Spezialisierung und Automatisierung • Eindeutige Verteilung der Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten

Abb. 96: Gestaltungsfelder des wertorientierten Wertstromdesigns (Fortsetzung)

6 Zusammenfassung und Ausblick

Aus den veränderten Wettbewerbsbedingungen auf den Kunden- und Finanzmärkten gingen das Lean Management, das Konzept der Flexibilität und die wertorientierte Unternehmensführung als wesentliche Managementphilosophien und -konzepte hervor. Die Wertepluralität zwischen dem Kunden- und dem Unternehmenswert, welche den drei Ansätzen mit unterschiedlichen Schwerpunkten unterliegt, stellt besonders Führungskräfte vor die Herausforderung, auf Einzelprozessebene die richtigen Entscheidungen im Sinne der beiden Hauptanspruchsgruppen Kunde und Eigenkapitalgeber zu treffen.

Als wesentliches Defizit bei der Untersuchung der einzelnen Konzepte wurde eine bislang fehlende integrierte Operationalisierung der wertorientierten Unternehmensführung auf der operativen Ebene des Lean Managements identifiziert, welche nicht ausgeschöpfte Unternehmenspotenziale vermuten ließ.

Hieraus leitete sich die Forschungsfrage ab, welchen Beitrag das wertorientierte Wertstromdesign zum Unternehmenswert unter Beachtung der Flexibilität des Produktionssystems liefert. Die Herausforderung lag in der konzeptübergreifenden Integration der wertorientierten Unternehmensführung im Spannungsfeld der Interessen von Kunden und Eigenkapitalgebern.

Mit der Zielsetzung, die Komplexität auf die wesentlichen Merkmale zu reduzieren, praxisrelevante Anwendungsfälle zu identifizieren sowie Gestaltungsfelder und -empfehlungen zu formulieren, galt es, Schritt für Schritt die untergeordneten Leitfragen zu beantworten. Besonders hervorzuheben sind hier die modellbasierte Schätzung des Wertbeitrags, die Identifizierung der Haupteinflussgrößen, die Klassifizierung von Wertströmen sowie die Formulierung von Gestaltungsfeldern und -empfehlungen anhand von Fallstudien.

Ausgehend vom EVA als übergeordneter wertorientierter Kennzahl, wurde mittels der Werttreiberhierarchie ein durchgängiges Modell entwickelt, welches die sachlogische Verknüpfung der finanziellen Kennzahlen mit den operativen Kenngrößen, welche durch das Wertstromdesign und die Flexibilität beeinflusst werden, ermöglichte. Als Wertbeitrag wird die Summe der Teilwertbeiträge aus dem Produkt der Einflüsse der Flexibilitätsarten und dem Wertstromdesign auf erfolgskritische Kennzahlen verstanden.

Als Haupteinflussgrößen wurden anhand einer auf dem Modell basierenden empirischen Umfrage und der Faktorenanalyse die „Qualität“ und die „Logistikperformance“ ermittelt. Durch Clusterung der 26 Produktionswerke, die auf den Umfrageergebnissen der empirischen Untersuchung beruhte, ließen sich vier Wertstromtypen klassifizieren. An den Clusterprofilen ließ sich ablesen, welches Potenzial der Wertstrom, aufgeteilt nach den beiden Haupteinflussgrößen der Verbesserung seiner Flexibilität („Flexibilisierungspotenzial“) bzw. der Ausschöpfung seiner Flexibilität („Ausschöpfungspotenzial“), besitzt. In Kombination mit den Wertbeiträgen ließen sich die einzelnen Wertstromtypen erklären.

Demnach handelte es sich beim Cluster „Balanced“ um Wertströme, deren Wertbeitrag und Profilausschläge im Verhältnis zu den anderen Wertstromtypen aufgrund der bereits etablierten Anwendung von Lean Management am geringsten waren.

„Pending“ wies dagegen einen doppelt so hohen Wertbeitrag durch das Wertstromdesign auf, welcher sich vermutlich auf die großen Potenziale im Rahmen der Einführung von Lean Management bei der erstmaligen Anwendung von Wertstromdesign zurückführen lässt.

„Project“ beruhte auf nur zwei beantworteten Fragebögen und zeichnete sich durch den höchsten Wertbeitrag mit hohem Flexibilisierungspotenzial bei der Qualität und einem Ausschöpfungspotenzial bei der Logistikperformance aus. Der Annahme lagen gut abgestimmte Prozesse, jedoch mit Qualitätsmängeln in der Fertigung von komplexen Großbauteilen, zugrunde.

„Service“ zeichnete sich durch den dritthöchsten Wertbeitrag der vier Cluster aus, der, geprägt durch vom Personal ausgeführten Wartungs- und Instandhaltungsleistungen, kaum Flexibilisierungs- und Ausschöpfungspotenzial aufwies.

Gemäß der Unterscheidung nach den Haupteinflussgrößen und dem erforderlichen zeitlichen Vorlauf für die Maßnahmen wurden die vier methodisch fundierten Gestaltungsfelder „Fehlervermeidung“, „Komplexitätsvermeidung“, „Fehlerabsicherung“ sowie „Prozessstabilisierung und -optimierung“ bestimmt.

Jedes Gestaltungsfeld beschreibt den in den Regelkreis der Wertstromanalyse, dem Wertstromdesign und dem Soll-/Ist-Abgleich eingebundenen Einsatz bewährter Methoden aus dem Qualitäts- bzw. Zeitmanagement.

Die praktische Relevanz der Gestaltungsfelder konnte in vier Fallstudien, jeweils eine Fallstudie je Wertstromtyp, bestätigt werden: Mit Hilfe des in die Vorgehensweise des Wertstromdesigns eingebundenen Methodeneinsatzes wurden nachweisbare Erfolge erzielt. Hieraus ließen sich wertstromtypspezifische Besonderheiten bestimmen, woraus abschließend Gestaltungsempfehlungen für die einzelnen Wertstromtypen abgeleitet wurden.

Als kritischer Punkt ist an dieser Stelle die empirische Basis von 28 bzw. 26 Umfragerückläufern für die Faktoren- bzw. Clusteranalyse zu nennen, welche um Interviews ergänzt wurden. Aufgrund der geringen Datenbasis wurde besonders auf die vorliegende, bestätigte Stabilität der Ergebnisse geachtet.

Dies erklärt einerseits die teils ähnlichen Wertstromtypen und die daraus abgeleiteten Gestaltungsempfehlungen. Auch die Rolle der Flexibilität, welche sich bei den Haupteinflussgrößen den Erfolgsfaktoren untergeordnet hat, weist keine Besonderheiten auf. So wäre es möglich, dass die Flexibilität bei einer größeren Datenbasis weitere Auffälligkeiten zeigen würde, welche in diesem Falle nicht beobachtet wurden.

Auch wenn die Gestaltungsempfehlungen als Anhaltspunkte zu verstehen sind, zeigt sich an den Erfolgen in den vier Fallstudien dennoch die praktische Relevanz und Bedeutung der Empfehlungen.

Als wesentliche Eingrenzung bei den gewonnen Erkenntnissen ist zu bemerken, dass der Wertbeitrag auf einem theoretischen Modell beruht und der modellbasierte Wert als Hilfsgröße zu verstehen ist, welcher sich nicht analytisch exakt in den EVA als übergeordnete wertorientierte Kennzahl überführen lässt.

Über die tatsächliche Entwicklung des EVA entscheiden weitere interne und externe Einflüsse, welche im Rahmen der bewussten Reduzierung der Komplexität zur Fokussierung auf die Forschungsfrage ausgeblendet wurden: Die grundsätzlichen Erkenntnisse und Empfehlungen in Bezug auf das wertorientierte Wertstromdesign bleiben aufgrund der systematischen Komplexitätsreduktion unberührt.

Für die Praxis und die Theorie lassen sich folgende zwei Potenzialfelder für weitere Erkenntnisse in Bezug auf das wertorientierte Wertstromdesign ableiten:

Erstens interessieren aus wissenschaftlicher Sicht besonders Veränderungen bei den Haupteinflussgrößen bzw. bei den Clustern bei einer größeren Basis von Umfrageergebnissen. Die strukturierte Vorgehensweise bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse erlaubt es, Veränderungen aufgrund einer größeren Datengrundlage systematisch zu analysieren.

Hier wäre zu erwarten, dass sich die gebildeten Cluster und die bestimmten Wertstromtypen festigen. Besondere Aufmerksamkeit würde der Rolle der Flexibilitätsarten bei den Haupteinflussgrößen gelten, um Hauptflexibilitätsarten zu identifizieren. Anhand der Clusterprofile wären dann die Gestaltungsempfehlungen erneut zu präzisieren.

Zweitens sind die Potenziale für die Praxis interessant. Wie in den einzelnen Fallstudien gezeigt, lässt sich das in dieser Arbeit beschriebene Vorgehen auf jeden Wertstrom anwenden. Somit lässt sich jeder Wertstrom einem Cluster zuordnen, ein individuelles Clusterprofil kann erstellt werden und auch die Flexibilisierungs- und Ausschöpfungspotenziale lassen sich so bestimmen. Die wertstromtypbezogenen Gestaltungsempfehlungen bieten erste Anhaltspunkte für die Optimierung des Wertstroms, die gemäß dem zugrunde liegenden Modell auch einen Beitrag zum Unternehmenswert leistet. Die regelmäßige Durchführung einer Selbstbewertung ermöglicht die Identifikation von möglichen Veränderungen, woraus sich korrigierende Maßnahmen ableiten lassen. Eine solche Standortbestimmung sollte im Interesse des Anwenders sein und somit individuell umgesetzt werden.

Für die unternehmensweite Sicht interessant wäre besonders die Bewertung der Wertströme und deren Zuordnung zu den Clustern für alle Werke eines Unternehmensverbundes, woraus sich ein Portfolio als Ausgangspunkt für die systematische Verbesserung bilden ließe. Auf diese Weise ließen sich mit den Gestaltungsfeldern und -empfehlungen Prozesse programmatisch standardisieren und systematisch Potenziale realisieren.

Mit ihren Ergebnissen und den in den Fallstudien erzielten Erfolgen soll die vorliegende Arbeit den Anstoß für die weitere Nutzung von Potenzialen in Wissenschaft und Praxis zur Steigerung des Wertbeitrags mit Hilfe des wertorientierten Wertstromdesigns geben.

7 Literaturverzeichnis

Akao, Yoji (1990): Quality function deployment – integrating customer requirements in product design. Productivity Press. New York 1990.

Amberg, Michael; Bodendorf, Freimut; Möslin, Kathrin M. (2011): Wertschöpfungsorientierte Wirtschaftsinformatik. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg 2011.

Arndt, Holger (2008): Supply Chain Management. Optimierung logistischer Prozesse. 4., akt. und überarb. Aufl. Gabler Verlag. Wiesbaden 2008.

Arnold, Dieter; Furmans, Kai (2005): Materialfluss in Logistiksystemen. 4., aktualisierte Auflage. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg 2005.

Ashworth, Caroline M. (1988): Structured Systems Analysis and Design Method (SSADM). In: Information and Software Technology, Vol. 30, No. 3, 1988, S. 153–163.

Bacher, Johann; Pöge, Andreas; Wenzig, Knut (2010): Clusteranalyse. Anwendungsorientierte Einführung in Klassifikationsverfahren. 3., ergänzte, vollst. überarb. u. neu gestaltete Aufl. Oldenbourg Verlag. München 2010.

Backhaus, Klaus; Erichson, Bernd; Plinke, Wulff; Weiber, Rolf (2011): Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung. 13., überarb. Aufl. Springer Verlag. Berlin 2011.

Baetge, Jörg; Kirsch, Hans-Jürgen; Thiele, Stefan (2004): Bilanzanalyse. 2., vollst. überarb. und erw. Aufl. IDW Verlag. Düsseldorf 2004.

Baldwin, Carliss Y.; Clark Kim B. (1997): Managing in an age of modularity. In: Harvard Business Review, Vol. 36 (6), 1997, S. 84–93.

Ballwieser, Wolfgang; Aders, Christian; Schaffer, Christian; Wiedemann, Florian (2003): Shareholder Value-Konzepte – Umsetzung bei den DAX100-Unternehmen. In: Finanz-Betrieb, 5. Jg., 2003, S. 719–725.

Barad, Miryam; Sipper, Daniel (1988): Flexibility in manufacturing systems – definitions and Petri net modelling. In: International Journal of Production Research, Vol. 26 (2), 1988, S. 237–248.

Baum, Heinz-Georg; Coenenberg, Adolf G.; Günther, Thomas (2007): Strategisches Controlling. 4. überarb. Aufl. Schäffer-Poeschel Verlag. Stuttgart 2007.

Bausch, Andreas; Buske, Andreas; Hagemeyer, Walter (2011): Performance-Messung zur Steuerung von Unternehmen. Traditionelle und wertorientierte Performance-Maße. In: Funk, Wilfried; Rossmanith, Jonas (Hrsg.): Internationale Rechnungslegung und Internationales Controlling. Gabler Verlag. Wiesbaden 2011, S. 355–386.

Bausch, Andreas; Hunoldt, Michael; Matysiak, Lars (2009): Superior Performance Through Value-based Management. In: Bausch, A.; Schwenker, B. (Hrsg.): Handbook Utility Management. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg 2009, S. 15–36.

Bea, Franz Xaver; Haas, Jürgen (2009): Strategisches Management. 5., neu bearb. Aufl. Lucius & Lucius Verlag. Stuttgart 2009.

Bea, Franz Xaver; Schweitzer, Marcel (2011): Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Bd. 2: Führung. 10., überarb. und erw. Aufl. Lucius Verlag. München 2011.

Beitz, Wolfgang; Pahl, Gerhard (2007): Konstruktionslehre. Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung. Methoden und Anwendung. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg 2007.

Bertalanffy, Ludwig von (1972): Zu einer allgemeinen Systemlehre. In: Bleicher, K. (Hrsg.): Organisation als System. Schriftenreihe Organisation und Führung, Bd. 1. Wiesbaden 1972, S. 31–45.

Binner, Hartmut F. (1994): Integrierte Qualitätssicherung – Prozeßkettenmodellierung schafft die Voraussetzungen. In: FB/IE – Zeitschrift für Unternehmensentwicklung und Industrial Engineering 43, 1994, S. 323–325.

Binner, Hartmut (2000): REFA-Kernkompetenz-Prozessorientierte Arbeitsorganisation. In: REFA-Nachrichten 3, 2000, S. 4–13.

Black, Andrew; Wright, Philip; Bachmann, John E.; Davies, John (1998): In search of shareholder value. Managing the drivers of performance. Financial Times Management. London 1998.

Blanchard, Benjamin S.; Fabrycky, Wolter J. (1981): Systems engineering and analysis. Prentice-Hall. Englewood Cliffs 1981.

Bleicher, Knut (1972): Die Organisation der Unternehmung in systemtheoretischer Sicht. In: Bleicher, K. (Hrsg.): Organisation als System. Schriftenreihe Organisation und Führung, Bd. 1. Wiesbaden 1972, S. 173–187.

Bleicher, Knut (1999): Das Konzept integriertes Management: Visionen – Missionen – Programme. 5., rev. und erw. Aufl. Campus Verlag. Frankfurt/Main, New York 1999.

Bonneval, Detlev (1989): Kostenoptimale Verfahren in der statistischen Prozesskontrolle – eine praxisorientierte Untersuchung. Physica Verlag. Heidelberg 1989.

Boothroyd, Geoffrey; Dewhurst, Peter; Knight, Winston A. (2011): Design for Manufacture and Assembly. 3. Aufl. CRC Press. Boca Raton 2011.

Born, Karl. (1995): Unternehmensanalyse und Unternehmensbewertung. Schäffer-Poeschel. Stuttgart 1995.

Boyer, Kenneth K.; Leong, G. Keong (1996): Manufacturing Flexibility at Plant Level. In: Omega – International Journal of Management Science, Vol. 24 (5), 1996, S. 495–510.

Boyer, Kenneth K. (2000): Stichwort: Flexibility in manufacturing. In: Swamidas, Paul M. (2000): Encyclopedia of Production and Manufacturing Management. Norwell, Mass. Kluwer Academic Publishers, 2000, S. 209–213.

Braglia, Marcello; Carmignani, Gionata; Zammori, Francesco (2006): A new value stream mapping approach for complex production systems. In: International Journal of Production Research, Vol. 44 (18/19), 2006, S. 3929–3952.

Browne, Jim; Dubois, Didier; Rathmill, Keith.; Sethi, Suresh P., Stecke, Kathryn E. (1984): Classification of flexible manufacturing systems. In: The FMS Magazine – Flexible Manufacturing Systems. Vol. 2 (2), 1984, S. 114–117.

Brunner, Franz J.; Wagner, Karl W. (2011): Taschenbuch Qualitätsmanagement. Leitfaden für Studium und Praxis. 5., überarb. Aufl. Hanser Verlag. München, Wien 2011.

Buhl, Hans Ulrich; Röglinger, Maximilian; Stöckl, Stefan; Braunwarth, Kathrin (2011): Wertorientierung im Prozessmanagement – Forschungslücke und Beitrag zu betriebswirtschaftlich fundierten Prozessmanagement-Entscheidungen. Diskussionspapier WI-297. Univ. Augsburg. Augsburg 2011.

Bühner, Rolf (1994a): Lean Management und Shareholder Value. In: Bühner, Rolf (Hrsg.): Der Shareholder-Value-Report – Erfahrungen, Ergebnisse, Entwicklungen. Verl. Moderne Industrie. Landsberg/Lech 1994, S. 145–171.

Bühner, Rolf (1994b): Unternehmerische Führung mit Shareholder Value. In: Bühner, Rolf (Hrsg.): Der Shareholder-Value-Report – Erfahrungen, Ergebnisse, Entwicklungen. Verlag Moderne Industrie, 1994, S. 9–76.

Bühner, Rolf; Tuschke, Anja (1999): Wertmanagement – Rechnen wie ein Unternehmer. In: Bühner, R.; Sulzbach, K. (Hrsg.): Wertorientierte Steuerungs- und Führungssysteme – Shareholder-Value in der Praxis. Schäffer-Poeschel. Stuttgart 1999, S. 3–42.

Buzacott, John A. (1982): The fundamental principles of flexibility in manufacturing systems. Proceedings of the 1st International Congress on Flexible Manufacturing Systems. Brighton 1982.

Caplice, Chris; Sheffi, Yossi (1994): A Review and Evaluation of Logistics Metrics. In: International Journal of Logistics Management, Vol. 5 (2), 1994, S. 11–28.

Chakravorty, Satya S.; Atwater, J. Brain; Herbert, James I. (2008): The Shingo Prize for Operational Excellence Rewarding World-Class Practices. In: International Journal of Business Excellence, Vol. 1 (4), 2008, S. 418–433.

Chitturi, Ruth M.; Glew, Darren J.; Paulls, Andrew (2007): Value stream mapping in a jobshop. In: Agile Manufacturing. IET International Conference on Agile Manufacturing (ICAM 2007), Agile Manufacturing, 2007, S. 142–147.

Cisek, Robert; Habicht, Christian; Neise, Patrick (2002): Gestaltung wandlungsfähiger Produktionssysteme. In: ZWF – Zeitschrift für wissenschaftlichen Fabrikbetrieb 8, 2002, S. 441–445.

Coenenberg, Adolf G.; Schmitz, Jochen (1996): Elemente des Qualitätscontrolling. In: Wildemann, Horst (Hrsg.): Controlling im TQM. Methoden und Instru-

mente zur Verbesserung der Unternehmensqualität. Springer Verlag. München 1996, S. 11–31.

Copeland, Tom; Koller, Tim; Murrin, Jack (1994): Valuation – Measuring and Managing the Value of Companies. Wiley and Sons, Inc. New York 1994.

Corbett, Charles; Van Wassenhove, Luk N. (1993): Trade-offs? What trade-offs? Competence and competitiveness in manufacturing strategy. California Management Review, Vol. 35, 1993, S. 107–122.

Corrêa, Henrique Luiz (1992): The Links Between Uncertainty, Variability of Outputs and Flexibility in Manufacturing Systems. Diss. University of Warwick 1992.

Corrêa, Henrique Luiz (2001): Agile Manufacturing as the 21st Century Strategy for Improving Manufacturing Competitiveness. In: Gunasekaran, A.: Agile Manufacturing – The 21st century competitive strategy. Elsevier. Amsterdam, London, New York etc. 2001, S. 3–24.

Crosby, Philip B. (1979): Quality is free – the art of making quality certain. McGraw-Hill. New York 1979.

De Toni, Alberto; Tonchia, Stefano. (1998): Manufacturing flexibility – a literature review. International Journal of Production Research, Vol. 36 (6), 1998, S. 1587–1617.

De Toni, Alberto; Tonchia, Stefano (2001): Performance measurement systems. Models, characteristics and measures. In: International Journal of Operations & Production Management, Vol. 21 (1/2), 2001, S. 46–70.

De Meyer, Arnoud; Nakane, Jinichiro; Miller, Jeffrey G.; Ferdows, Kasra (1989): Flexibility – The Next Competitive Battle the Manufacturing Futures Survey. In: Strategic Management Journal, Vol. 10 (2), 1989, S. 135–144.

Dietrich, Brenda L. (1991): A taxonomy of discrete manufacturing system. In: Operations research, Vol. 39 (6), 1991, S. 886–901.

Dietrich, Edgar; Schulze, Alfred (2009): Statistische Verfahren zur Maschinen- und Prozessqualifikation. 6., vollst. überarb. Aufl. Hanser Verlag. München, Wien 2009.

Dilling, Hans-Joachim (1978): Methodisches Rationalisieren von Fertigungsprozessen. Diss. TH Darmstadt 1978.

Dove, Rick K. (1999): Design Principles for Highly Adaptable Business Systems – With Tangible Manufacturing Examples. McGraw Hill. New York 1999.

Dudic, Dalibor (2010): Modell für die Fabrik Life Cycle-orientierte Produktplanung und -entwicklung. Jost-Jetter Verlag. Heimsheim 2010.

Ebeling, Cordula (2006): Erfolgsfaktoren einer wertorientierten Unternehmensführung. Deutscher Universitäts-Verlag. Wiesbaden 2006.

Emiliani, Bob; Stec, David J. (2004): Using value-stream maps to improve leadership. In: The Leadership & Organization Development Journal, Vol. 25 (8), 2004, S. 622–645.

Erlach, Klaus (2007): Wertstromdesign. Der Weg zur schlanken Fabrik. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg 2007.

Faißt, Jürgen (1992): Instrumente des Arbeitszeitmanagements. In: Schneeweiß, Christoph (1992): Kapazitätsorientiertes Arbeitszeitmanagement. Physica Verlag. Heidelberg 1992, S. 41–59.

Ferdows, Kasra; De Meyer, Arnoud (1990): Lasting Improvements in Manufacturing Performance - In Search of a New Theory. In: Journal of Operations Management, Vol. 9 (2), 1990, S. 365–384.

Filippini, Roberto; Forza, Cipriano; Vinelli, Andrea (1998): Trade-off and compatibility between performance – definitions and empirical evidence. In: International Journal of Production Research, Vol. 36 (12), 1998, S. 3379–3406.

Fine, Charles H.; Hax, Arnaldo C. (1985): Manufacturing strategy – A methodology and an illustration. In: Interfaces, Vol. 15 (6), 1985, S. 28–46.

Forrester, Jay W. (1961): Industrial dynamics. The MIT Press. Cambridge, Mass. 1961.

Fluri, Edgar; Ulrich, Peter (1995): Management – eine konzentrierte Einführung. 7., verb. Aufl. Haupt Verlag. Bern, Stuttgart, Wien 1995.

Freeman, R. Edward; Parmar, Bidhan L.; Harrison, Jeffrey S.; Wicks, Andrew C.; de Colle, Simone; Purnell, Lauren (2010): Stakeholder Theory – The State of the Art. Cambridge University Press. Cambridge 2010.

Garvin, David A. (1984): What Does „Product Quality“ Really Mean? In: Sloan Management Review, Vol. 26 (1), 1984, S. 25–45.

Garvin, David A. (1987): Competing on the Eight Dimensions of Quality. In: Harvard Business Review, Vol. 65 (6), 1987, S. 101–109.

Geiß, Wilfried (1986): Betriebswirtschaftliche Kennzahlen – theoretische Grundlagen einer problemorientierten Kennzahlenanwendung. Lang Verlag. Frankfurt, Bern, New York 1986.

Gerhardt, D.J.; Hutchinson, W.R.; Mistry, D.K. (1991): Design for manufacture and assembly: case studies in its implementation. In: International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 6, 1991, S. 131–140.

Gerwin, Donald (1982): Do's and don'ts of computerised manufacture. In: Harvard Business Review, Vol. 60 (2), 1982, S. 107–116.

Gerwin, Donald (1993): Manufacturing Flexibility – A Strategic Perspective. In: Management Science, Vol. 39 (4), 1993, S. 395–410.

Gerwin, Donald (2005): An agenda for research on the flexibility of manufacturing processes. In: International Journal of Operations & Production Management, Vol. 25 (12), 2005, S. 1171–1182.

Gleich, Ronald (2011): Performance Measurement. Konzepte, Fallstudien und Grundschema für die Praxis. 2., völlig überarb. Aufl. Verlag Franz Vahlen. München 2011.

Goldhar, Joal D.; Jelinek, Mariann (1983): Plan for economies of scope. In: Harvard Business Review, Vol. 61 (5), 1983, S. 141–148.

Goldman, Steven; Preiss, Kenneth (1991): 21st Manufacturing Enterprise Strategy. An Industry-Led View. Vol. 1. Iacocca Institute. Lehigh University. Bethlehem 1991.

Göpfert, Ingrid; Schulz, Matthias (2012): Strategien des Variantenmanagements als Bestandteil einer logistikgerechten Produktentwicklung. Eine Untersuchung

am Beispiel der Automobilindustrie. In: Göpfert, Ingrid; Braun, David; Schulz, Matthias (Hrsg.): Automobillogistik. Gabler Verlag. Wiesbaden 2012, S. 134–145.

Günther, Thomas (1997): Unternehmenswertorientiertes Controlling. Vahlen Verlag. München 1997.

Günthner, Willibald A.; Wilke, Michael; Heinecker, Markus (2006): Modulare Materialflusssysteme für wandelbare Fabrikstrukturen. Abschlussbericht. München 2006.

Gunasekaran, Angappa; Mc Gaughey, Ron; Wolstencroft, Vincent (2001): Agile manufacturing – concepts and framework. In: Gunasekaran, Angappa: Agile Manufacturing: The 21st Century Competitive Strategy. Elsevier Ltd. Oxford 2001, S. 25–49.

Gupta, Diwakar; Buzacott, John A. (1989): A Framework for Understanding Flexibility of Manufacturing Systems. In: Journal of manufacturing systems, Vol. 8 (2), 1989, S. 89–97.

Gupta, Yash P.; Goyal, Sameer (1989): Flexibility of manufacturing systems – Concepts and measurements. In: European Journal of Operational Research, Vol. 43 (2), 1989, S. 119–135.

Hachmeister, Dirk (1999): Der Discounted Cash Flow als Maß der Unternehmenswertsteigerung. 3., korrigierte Aufl. Lang Verlag. Frankfurt, Berlin, Bern 1999.

Hahn, Dietger (2006): Stand und Entwicklungstendenzen der strategischen Planung. In: Hahn, Dietger; Taylor, Bernard (Hrsg.): Strategische Unternehmensplanung – Strategische Unternehmensführung. Stand und Entwicklungstendenzen. Springer Verlag. Berlin Heidelberg 2006, S. 3–28.

Hammer, Mike; Champy, James (1994): Business Reengineering – Die Radikalkur für das Unternehmen. Campus Verlag. Frankfurt, New York 1994.

Handelsblatt (27.12.2007): Toyota zieht an General Motors vorbei. O. V.

Hausladen, Iris (2006): Geschäftsprozessgestaltung von E-Maintenance-Lösungen von Unternehmen. Verlag Peter Lang. Frankfurt/Main 2006.

Hausladen, Iris (2007): Instandhaltungsmanagement im Zeitalter von E-Technologien und Multimedia. In: Management am Puls der Zeit - Strategien, Konzepte und Methoden: Festschrift für Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Horst Wildemann. TCW-Verlag. München 2007, S. 951–968.

Hausladen, Iris (2009): IT-gestützte Logistik – Logistikmanagement im Zeitalter von Bits und Bytes. In: WiSt Wirtschaftswissenschaftliches Studium. 2009 (09), S. 452–457.

Hayes, Robert H.; Schmenner, Roger (1978): How Should You Organize Manufacturing?. In: Harvard Business Review, Vol. 56 (1), 1978, S. 105–118.

Hayes, Robert H.; Wheelwright, Steven C. (1979a): Link manufacturing process and product life cycles. In: Harvard Business Review, Vol. 57 (1), 1979, S. 133–140.

Hayes, Robert H.; Wheelwright, Steven C. (1979b): The dynamics of process-product life cycles. In: Harvard Business Review, Vol. 57 (2), 1979, S. 127–136.

Herberg, Christiane (2001): Messung der Effizienz von Total Quality Management – Kennzahlensystem zur Messung der Effizienz von TQM unter besonderer Berücksichtigung der Qualitätskosten. Verlag Dr. Kovac. Hamburg 2001.

Herold, John Victor (2003): Wertorientiertes Logistikcontrolling. Eine theoretische und empirische Untersuchung. München 2003.

Hicks, Ben J.; Matthews, Jason (2010): The barriers to realising sustainable process improvement: A root cause analysis of paradigms for manufacturing systems improvement. In: International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Vol. 23 (7), 2010, S. 585–602.

Hill, Terry (1993): Manufacturing strategy – the strategic management of the manufacturing function. Macmillan Distribution. London 1993.

Hines, Peter; Rich, Nick (1997): Seven value mapping tools. In: International Journal of Operations & Production Management, Vol. 17 (1), 1997, S. 46–64.

Hines, Peter; Rich, Nick; Bicheno, John; Brunt, David; Taylor, David; Butterworth, Chris; Sullivan, J. (1998): Value Stream Management. In: The International Journal of Logistics Management, Vol. 9 (1), 1998, S. 25–42.

Holtbrügge, Dirk (2010): Personalmanagement. 4., überarb. und erw. Aufl. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg 2010.

Hornberger, Sonia; Knauth, Peter (2000): Innovative Flexibilisierung der Arbeitszeit. In: Knauth, Peter; Zülch, Gert (Hrsg.): Innovatives Arbeitszeitmanagement – Beiträge zu einem Workshop im Rahmen des 45. Kongresses der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft in Karlsruhe am 10. März 1999. Shaker Verlag. Aachen 2000, S. 23–49.

Horster, Jutta; Knauer, Torsten (2012): Eignung und Einsatz finanzieller Steuerungskennzahlen zur wertorientierten Unternehmenssteuerung. In: ZfCM – Controlling & Management 2 (56), 2012, S. 118–124.

Hyun, Jae-Ho; Ahn, Byung-Hun (1992): A Unifying Framework for Manufacturing Flexibility. In: Manufacturing Review, Vol. 5 (4), 1992, S. 251–260.

Ishikawa, Kaoru (1985): What is Total Quality Control? The Japanese Way. Prentice-Hall. Englewood Cliffs 1985.

Jackson, Mats; Johansson, Christer (2002): An agility analysis from a production system perspective. In: Integrated Manufacturing Systems, Vol. 14 (6), 2002, S. 482–488.

Janssen, Jürgen; Laatz, Wilfried (2005): Statistische Datenanalyse mit SPSS für Windows. Eine anwendungsorientierte Einführung in das Basissystem und das Modul Exakte Tests. 5., neu bearb. u. erw. Auflage. Springer Verlag. Berlin 2005.

Jodlbauer, Herbert (2008): Produktionsoptimierung. Wertschaffende sowie kundenorientierte Planung und Steuerung. 2., erw. Aufl. Springer. Wien, New York 2008.

Jones, Daniel T.; Hines, Peter; Rich, Nick (1997): Lean logistics. In: International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, Vol. 27 (3/4), 1997, S. 153–173.

Jünemann, Reinhardt (1971): Systemplanung für Stückgutlager. Krauskopf-Verlag. Mainz 1971.

Jung, Hans (2008): Personalwirtschaft. 8., akt. und überarb. Aufl. Oldenbourg Verlag. München 2008.

Juran, Josef M. (1991): Handbuch der Qualitätsplanung. 3. durchgesehene Aufl. Verlag Moderne Industrie. Landberg/Lech 1991.

Juran, Josef M. (1993): Der neue Juran: Qualität von Anfang an. Verlag Moderne Industrie. Landberg/Lech 1993.

Kamiske, Gerd F.; Theden, Philipp (1996): Qualitätstechniken als Instrumente des Qualitätscontrollings. In: Wildemann, Horst (Hrsg.): Controlling im TQM. Methoden und Instrumente zur Verbesserung der Unternehmensqualität. Springer-Verlag. München 1996, S. 33–64.

Kamrani, Ali K.; Nasr, Emad Abouel (2010): Engineering Design and Rapid Prototyping. Springer-Verlag. New York u. a. 2010.

Kaplan, Robert S.; Norton, David P. (1997): Balanced Scorecard – Strategien erfolgreich umsetzen. Schäffer-Poeschel Verlag. Stuttgart 1997.

Katayama, Hiroshi; Bennett, D. (2001): Agility, Adaptability and Leanness – A comparison of concept and a study of practice. In: Gunasekaran, Angappa: Agile Manufacturing: The 21st Century Competitive Strategy. Elsevier Ltd. Oxford 2001, S. 483–496.

Keyte, Beau; Locher, Drew (2004): The complete lean enterprise – value stream mapping for administrative and office processes. Productivity Press. New York 2004.

Kidd, Paul T. (1994): Agile manufacturing – forging new frontiers. Addison-Wesley. Wokingham, Reading, Menlo Park, New York etc. 1994.

Kieser, Alfred; Kubicek, Herbert (1983): Organisation. 2., neubearb. u. erw. Aufl. Berlin, New York 1983.

King, Bob (1994): Doppelt so schnell wie die Konkurrenz. gfmt Verlag. München 1994.

Klatte, Torsten; Daetz, Werner; Laurig, Wolfgang (1997): Quality improvement through capable processes and ergonomic design. In: International Journal of Industrial Ergonomics 20, 1997, S. 399–411.

Klepzig, Heinz-Jürgen (2010): Working-Capital und Cash Flow. Finanzströme durch Prozessmanagement optimieren. 2., überarb. Auflage. Gabler Verlag. Wiesbaden 2010.

Kletti, Jürgen; Schumacher, Jochen (2011): Die perfekte Produktion – Manufacturing Excellence durch Short Interval Technology (SIT). Springer Verlag. Berlin, Heidelberg 2011.

Klevers, Thomas (2009): Wertstrom-Mapping und Wertstrom-Design. Verschwendung erkennen – Wertschöpfung steigern. Finanzbuch Verlag. München 2009.

Komorek, Christian (1998): Integrierte Produktentwicklung. Der Entwicklungsprozess in mittelständischen Unternehmen der metallverarbeitenden Serienfertigung. S + W Steuer- und Wirtschaftsverlag. Berlin 1998.

Konecny, Philipp A. (2011): Mitarbeiterorientierung in ganzheitlichen Qualitätsmanagementansätzen. Eine kausalanalytische Untersuchung. Gabler Verlag. Wiesbaden 2011.

Kosiol, Erich (1966): Die Unternehmung als wirtschaftliches Aktionszentrum. Einführung in die Betriebswirtschaftslehre. Reinbek bei Hamburg 1966.

Kosturiak, Jan; Gregor, Milan (1999): Simulation in production system life cycle. In: Computers in Industry, Vol. 38, 1999, S.159–172.

Krafcik, John F. (1988): Triumph of the lean production system. In: Sloan Management Review, Vol. 30 (1), S. 41–52.

Kremin-Buch, Beate (2007): Strategisches Kostenmanagement. Grundlagen und moderne Instrumente. 4., überarb. Auflage. Gabler Verlag. Wiesbaden 2007.

Küpper, Hans-Ulrich (2008): Controlling. Konzeption, Aufgaben, Instrumente. 5. überarb. Aufl. Schäffer-Poeschel Verlag. Stuttgart 2008.

Küting, Karlheinz; Weber, Claus-Peter (2012): Die Bilanzanalyse. Beurteilung von Abschlüssen nach HGB und IFRS. 10., überarb. Aufl. Schäffer-Poeschel Verlag. Stuttgart 2012.

Lambert, Douglas M.; Burduroglu, Renan (2000): Measuring and Selling the Value of Logistics. In: International Journal of Logistics Management, Vol. 11 (1), 2000, S. 1–17.

Lewis, Thomas G.; Stelter, Daniel M.; Casata, Thomas; Reiter, Monika (1994): Steigerung des Unternehmenswertes. Total Value Management. Verlag Moderne Industrie. Landsberg/Lech 1994.

Liker, Jeffrey (2006): Der Toyota Weg. 14 Managementprinzipien des weltweit erfolgreichsten Automobilkonzerns. 4. leicht veränd. Aufl. FinanzBuch Verlag. München. 2006.

Linnenkohl, Karl; Rauschenberg, Hans-Jürgen (1996): Arbeitszeitflexibilisierung – 140 Unternehmen und ihre Modelle. Unter Berücksichtigung des neuen Arbeitszeitgesetzes und wichtiger Tarifverträge. 3., neubearb. und erw. Aufl. Verlag Recht und Wirtschaft. Heidelberg 1996.

Little, John D. C. (1960): A Proof of the Queueing Formula $L = \lambda W$. Operations Research. Vol. 9, 1961, S. 383–387.

Lorson, Peter (2004): Auswirkungen von Shareholder-Value-Konzepten auf die Bewertung und Steuerung ganzer Unternehmen. Verlag neue Wirtschafts-Briefe. Herne, Berlin 2004.

Mandelbaum, Marvin; Buzacott, John A. (1990): Flexibility and decision making. In: European Journal of Operational Research Vol. 44, 1990, S. 17–27.

Mandelbaum, Marvin (1978): Flexibility in decision making – an exploration and unification. University of Toronto. Toronto 1978.

Mapes, John; Szwejczewski, Marek; New, Colin (2000): Process variability and its effect on plant performance. In: International Journal of Operations & Production Management, Vol. 20 (7), 2000, S. 792–808.

Marca, David A.; McGowan, Clement L. (1988): SADT: Structured Analysis and Design Technique. Prentice Hall. London, UK 1988.

Martin, Simone (2006): Die Wechselwirkungen zwischen Modellen flexibler Arbeitszeit und weiteren personalpolitischen Maßnahmen im internen Beschäfti-

gungssystem. Eine Analyse anhand des Transaktionskostenansatzes. Logos Verlag. Berlin 2006.

Maskell, Brian H. (1989a): Performance Measurement for World Class Manufacturing. Part I. Manufacturing Systems, Vol. 7, 1989, S. 62–64.

Maskell, Brian H. (1989b): Performance Measurement for World Class Manufacturing. Part II. Manufacturing Systems, Vol. 8, 1989, S. 48–50.

Masuyama, Atushi (1995): Idea and Practice of Flexible Terms of Toyota. In: Raouf, Abdul; Ben-Daya, Mohamed (Hrsg.): Flexible Manufacturing Systems – Recent Developments. Elsevier Science B.V. Amsterdam 1995, S. 305–316.

McCarthy, Ian (1995): Manufacturing classification – Lessons from organizational systematics and biological taxonomy. In: Integrated Manufacturing Systems, Vol. 6 (6), S. 37–48.

Melcher, Arlyn J.; Khouja, Moutaz; Booth, David E. (2002): Toward a production classification system. In: Business Process Management Journal, Vol. 8 (1), 2002, S. 53–79.

Miltenburg, John (2005): Manufacturing Strategy – How to Formulate and Implement a Winning Plan. 2. Aufl. Productivity Press. Portland 2005.

Moxter, Adolf (1983): Grundsätze ordnungsmäßiger Unternehmensbewertung. 2., vollst. überarb. Aufl. Gabler Verlag. Wiesbaden 1983.

Müller-Stewens, Günter; Lechner, Christoph (2011): Strategisches Management. Wie strategische Initiativen zum Wandel führen. 4., überarb. Aufl. Schäffer-Poeschel Verlag. Stuttgart 2011.

Narain, Rakesh; Yadav, Rakesh C.; Sarkis, Joseph; Cordeiro, James J. (2000): The strategic implications of flexibility in manufacturing systems. In: International Journal of Agile Management Systems 2/3, 2000, S. 202–213.

Neely, Andy (2007): Measuring performance – the operations management perspective. In: Neely, Andy (Hrsg.): Business Performance Measurement. Unifying theories and integrating practice. 2. Aufl. Cambridge University Press. Cambridge 2007, S. 64–81.

Neely, Andy; Gregory, Mike; Platts, Ken (1995): Performance measurement system design. A literature review and research agenda. In: International Journal of Operations & Production Management, Vol. 15 (4), 1995, S. 80–116.

New, Colin (1992): World class manufacturing versus strategic trade-offs. In: International Journal of Operations and Production Management, Vol. 12 (6), 1992, S. 19–31.

Nilsson, Carl-Henric; Nordahl, Hakan (1995a): Making manufacturing flexibility operational. Part 1: A framework. In: Integrated Manufacturing Systems, Vol. 6 (1), 1995, S. 5–11.

Noori, Hamid (1989): The Taguchi Methods Achieving Design and Output Quality. In: The Academy of Management Executive. Vol. III, No. 4, 1989, S. 322–326.

Oeltjenbruns, Henning (2000): Organisation der Produktion nach dem Vorbild Toyotas. Analyse, Vorteile und detaillierte Voraussetzungen sowie die Vorgehensweise zur erfolgreichen Einführung am Beispiel eines globalen Automobilkonzerns. Shaker Verlag. Aachen 2000.

Offodile, Felix O.; Grznar, John (1997): Part family formation for variety reduction in flexible manufacturing systems. In: International Journal of Operations & Production Management, Vol. 3, 1997, S. 291–304.

Ohno, Taiichi (1988): Toyota Production System. Beyond Large-Scale Production. Productivity Press. Portland 1988.

Otley, David (2007): Accounting performance measurement – a review of its purposes and practices. In: Neely, Andy (Hrsg.): Business Performance Measurement. Unifying theories and integrating practice. 2. Aufl. Cambridge University Press. Cambridge 2007, S. 11–35.

Pabst, Heribert Josef (2000): Value Based Management – Der durchgängige Ansatz zur Umsetzung von Strategien. In: Küting, Karlheinz; Weber, Claus-Peter (Hrsg.): Wertorientierte Konzernführung – Kapitalmarktorientierte Rechnungslegung und integrierte Unternehmenssteuerung. Schäffer-Poeschel. Stuttgart 2000, S. 265–275.

Pavnaskar, Sandeep J.; Gershenson, John K.; Jambekar, Anil B. (2003): Classification scheme for lean manufacturing tools. In: International Journal of Production Research, Vol. 41, 2003, S. 3075–3090.

Raffée, Hans (1974): Grundprobleme der Betriebswirtschaftslehre. Betriebswirtschaftslehre im Grundstudium der Wirtschaftswissenschaften, Bd. 1. Göttingen 1974.

Rapp, Thomas (1999): Produktstrukturierung – Komplexitätsmanagement durch modulare Produktstrukturen und -plattformen. Gabler Verlag. Wiesbaden 1999.

Rappaport, Alfred (1986): Creating Shareholder Value. A Guide for Managers and Investors. The Free Press. New York 1986.

Rappaport, Alfred (1999): Shareholder Value. Ein Handbuch für Manager und Investoren. 2., vollst. überarb. und aktual. Auflage. Schäffer-Poeschel Verlag. Stuttgart 1999.

Regius, Bernd von (2006): Qualität in der Produktentwicklung. Vom Kundenwunsch bis zum fehlerfreien Produkt. Hanser Verlag. München 2006.

Roboam, Michèle (1993): La méthode GRAI. Principes, outils, démarche et pratique. Teknea. Toulouse, France 1993.

Roscher, Jörg (2008): Bewertung von Flexibilitätsstrategien für die Endmontage in der Automobilindustrie. Dissertation. Stuttgart 2008.

Rother, Mike; Shook, John (2000): Sehen Lernen: Mit Wertstromdesign die Wertschöpfung erhöhen und Verschwendung beseitigen. 1. Aufl. Lean Management Institut. Stuttgart 2000.

Rutner, Stephen M.; Langley, C. John (2000): Logistics Value – Definition, Process and Measurement. In: International Journal of Logistics Management, Vol. 11 (2), 2000, S. 73–82.

Saatweber, Jutta (1997): Kundenorientierung durch quality function deployment – systematisches Entwickeln von Produkten und Dienstleistungen. Hanser Verlag. München 1997.

Sandt, Joachim (2004): Management mit Kennzahlen und Kennzahlensystemen. Bestandsaufnahme, Determinanten und Erfolgsauswirkungen. Deutscher Universitäts-Verlag. Wiesbaden 2004.

Schäffer, Utz; Lewerenz, Ulrich (2011): Die Entwicklung der wertorientierten Unternehmenssteuerung im DAX. ZfCM. In: Controlling & Management 5 (55), 2011, S. 295–298.

Schmenner, Roger W.; Tatikonda, Mohan V. (2005): Manufacturing process flexibility revisited. In: International Journal of Operations & Production Management, Vol. 25 (12), 2005, S. 1183–1189.

Schmitz, Jochen (1996): Qualitätscontrolling und Unternehmensperformance: eine theoretische und empirische Analyse. Vahlen Verlag. München 1996.

Schneeweiß, Christoph (1992a): Arbeitszeitmanagement und hierarchische Produktionsplanung. In: Schneeweiß, Christoph (Hrsg.): Kapazitätsorientiertes Arbeitszeitmanagement. Physica Verlag. Heidelberg 1992, S. 7–22.

Schneeweiß, Christoph (1992b): Das Zusammenspiel produktions- und personalwirtschaftlicher Maßnahmen. In: Schneeweiß, Christoph (Hrsg.): Kapazitätsorientiertes Arbeitszeitmanagement. Physica Verlag. Heidelberg 1992, S. 23–35.

Schneider, Oliver; Hohenstein, Frank; Günthner, Willibald A. (2011): Bewertung von Methoden hinsichtlich einer ganzheitlichen Prozessdarstellung. In: Logistics Journal (nicht veröffentlicht).

Scholz, Christian (2000): Personalmanagement – informationsorientierte und verhaltenstheoretische Grundlagen. 5., neubearb. und erw. Aufl. Vahlen Verlag. München 2000.

Schonberger, Richard J. (1988): Produktion auf Weltniveau – Wettbewerbsvorteile durch integrierte Fertigung. Campus Verlag. Frankfurt 1988.

Schreyögg, Georg; Koch, Jochen (2007): Grundlagen des Managements. Basiswissen für Studium und Praxis. Gabler Verlag. Wiesbaden 2007.

Schuh, Günther (1988): Gestaltung und Bewertung von Produktvarianten. Ein Beitrag zur systematischen Planung von Serienprodukten. Dissertation. RWTH Aachen 1988.

Schuh, Günther (2005): Produktkomplexität managen. Strategien, Methoden, Tools. 2. überarb. und erw. Aufl. Hanser Verlag. München, Wien 2005.

Schulte, Christian (2009): Logistik. Wege zur Optimierung der Supply Chain. 5. überarbeitet und erw. Auflage. Verlag Franz Vahlen. München 2009.

Schulze, Sven (2012): Effiziente Logistik durch Kooperation in der Produktentwicklung. In: Göpfert, Ingrid; Braun, David; Schulz, Matthias (Hrsg.): Automobillogistik. Gabler Verlag. Wiesbaden 2012, S. 118–131.

Sennheiser, Andreas; Schnetzler, Matthias (2007): Wertorientiertes Supply Chain Management – Strategien zur Mehrung und Messung des Unternehmenswertes durch SCM. Springer Verlag. Berlin 2007.

Serrano Lasa, Ibon; Ochoa Laburu, Carlos; de Castro Vila, Rodolfo (2008): An evaluation of the value stream mapping tool. In: Business Process Management Journal, Vol. 14 (1), 2008, S. 39–52.

Seth, Dinesh; Gupta, Vaibhav (2005): Application of value stream mapping for lean operations and cycle time reduction – an Indian case study. Production Planning & Control, Vol. 16 (1), 2005, 44–59.

Sethi, Andrea K.; Sethi, Suresh P. (1990): Flexibility in manufacturing – a survey. In: International Journal of Flexible Manufacturing Systems, Vol. 2, 1990, S. 289–328.

Shewchuk, John. P.; Moodie, Colin L. (1998): Definition and Classification of Manufacturing Flexibility Types and Measures. In: The International Journal of Flexible Manufacturing Systems, Vol. 10, 1998, S. 325–349.

Shewhart, Walter A. (1986): Statistical method from the viewpoint of quality control. Reprint der Auflage von 1939. Dover Publications. Mineola 1986.

Skinner, Wickham (1969): Manufacturing – missing link in corporate strategy. In: Harvard Business Review, Vol. 47, 1969, S. 136–145.

Skinner, Wickham (1974): The focused factory. In: Harvard Business Review, Vol. 52 (3), 1974, S. 113–121.

Slack, Nigel (1983): Flexibility as a manufacturing objective. In: International Journal of Operations and Production Management, Vol. 3 (3), 1983, S. 4–13.

Slack, Nigel (1987): The flexibility of manufacturing Systems. In: International Journal of Operations & Production Management, Vol. 25 (12), 1987, S. 1190–1200.

Slack, Nigel (1997): Stichwort: Flexibility. In: Slack, Nigel (Hrsg.): The Blackwell Encyclopedic Dictionary of Operations Management. Blackwell Business. Cambridge, Mass. u. a. 1997, S. 55–58.

Sobczyk, Tomasz; Koch, Tomasz (2008): A Method for Measuring Operational and Financial Performance of a Production Value Stream in IFIP. In: Koch, Tomasz (Hrsg.): Lean Business Systems and Beyond. International Federation for Information Processing, Vol. 257. Springer Verlag. Boston 2008, S. 151–163.

Son, Young Kyu; Park, Chan S. (1987): Economic Measure of Productivity, Quality and Flexibility in Advanced Manufacturing Systems. In: Journal of Manufacturing Systems, Vol. 6 (3), 1987, S. 193–207.

Stalk, George; Hout, Thomas M. (1992): Zeitwettbewerb. Schnelligkeit entscheidet auf den Märkten der Zukunft. 3. durchges. Aufl. Campus Verlag. Frankfurt/Main, New York 1992.

Stamatis, Dean H. (2003): Failure Mode and Effect Analysis – FMEA from Theory to Execution. 2. Aufl. ASQ Quality Press. Milwaukee 2003.

Stelter, Daniel; Roos, Alexander (1999): Die Komponenten eines integrierten Wertmanagementsystems. In: Controlling – Zeitschrift für erfolgsorientierte Unternehmenssteuerung, Vol. 11 (7), 1999, S. 301–308.

Stern, Joel M.; Shiely, John S.; Ross, Irwin (2001): The EVA Challenge – Implementing Value-Added Change in an Organization. John Wiley & Sons. New York 2001.

Stockton, David; Bateman, Nicola (1995): Measuring the production range flexibility of a FMS. In: Integrated Manufacturing Systems, Vol. 6 (2), 1995, S. 27–34.

Suarez, Fernando F.; Cusumano, Michael; Fine, Charles H. (1995): An Empirical Study of Flexibility in Manufacturing. In: Sloan Management Review, Vol. 37 (1), 1995, S. 25–32.

Syska, Andreas (2006): Produktionsmanagement. Das A – Z wichtiger Methoden und Konzepte für die Produktion von heute. Gabler Wiesbaden 2006.

Taguchi, Genichi (1989): Quality engineering in production systems. McGraw-Hill Book Company. New York u. a. 1989.

Töpfer, Armin (2006): Wertsteigerung durch Business Excellence und praktizierte Null-Fehler-Qualität. In: Schweickart, Nikolaus; Töpfer, Armin (Hrsg.): Wertorientiertes Management. Werterhaltung – Wertsteuerung – Wertsteigerung ganzheitlich gestalten. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg 2006, S. 411–447.

Towill, Denis R.; Mason-Jones, Rachel (1999): Using the Information Decoupling Point to improve Supply Chain Performance. In: International Journal of Logistics Management, Vol. 10 (2), 1999, S. 13–26.

Träger, Thomas (2008): Human-FMEA. Fehlerquelle Mensch. In: Management und Qualität, Vol. 9, 2008, S. 31–33.

Ulrich, Hans (1970): Die Unternehmung als produktives soziales System. Grundlagen der allgemeinen Unternehmungslehre. Schriftenreihe Unternehmung und Unternehmungsführung 1. Bern, Stuttgart 1970.

Ulrich, Karl T. (1992): The Role of Product Architecture in the Manufacturing Firm. Working paper. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, Massachusetts 1992.

Upton, David M. (1994): The Management of Manufacturing Flexibility. In: California Management Review, Vol. 36 (2), 1994, S. 72–89.

Upton, David M. (1995): Flexibility as process mobility – The management of plant capabilities for quick response manufacturing. In: Journal of Operations Management, Vol. 12, 1995, S. 205–224.

Utterback, James; Abernathy, William J. (1975): A Dynamic Model of Process and Product Innovation. In: Omega. International Journal of Management Science, Vol. 3 (6), 1975, S. 639–656.

Veeramani, Dharmaraj; Mani, K. (1996): Optimal clustering in vertex-tree graphic matrices. In: International Journal of Production Research, Vol. 34, 1996, S. 2587–2611.

Vollmer, Lars; Schlörke, Sebastian (2004): Variantenwertströme als Navigator für die Fabrikplanung. In: wt Werkstattstechnik online 4 (94), 2004, S. 128–131.

Voss, Chris A. (2005a): Alternative paradigms for manufacturing strategy. In: International Journal of Operations & Production Management, Vol. 25 (12), 2005, S. 1211–1222.

Voss, Chris A. (2005b): Paradigms of manufacturing strategy. In: International Journal of Operations & Production Management, Vol. 25 (12), 2005, S. 1223–1227.

Wall, Friederike (2001): Ursache-Wirkungsbeziehungen als ein zentraler Bestandteil der Balanced Scorecard – Möglichkeiten und Grenzen ihrer Gewinnung. In: Controlling, 2001, Heft 2, S. 65–74.

Weber, Jürgen; Bramsemann, Urs; Heineke, Carsten; Hirsch, Bernhard (2002): Value Based Management erfolgreich umsetzen. Wiley-VCH Verlag. Vallendar 2002.

Weber, Jürgen; Schäffer, Utz (2008): Einführung in das Controlling. 12., überarb. und akt. Aufl. Schäffer-Poeschel Verlag. Stuttgart 2008.

Weigand, Andreas (1999): Integrierte Qualitäts- und Kostenplanung am Beispiel der Konzeptphase in der Automobilindustrie. Peter Lang. Frankfurt, Berlin, Bern u. a. 1999.

Westkämper, Engelbert (2006): Einführung in die Organisation der Produktion. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg 2006.

Westkämper, Engelbert (2009a): Turbulentes Umfeld von Unternehmen. In: Westkämper, Engelbert; Zahn, Erich (Hrsg.): Wandlungsfähige Produktionsunternehmen. Das Stuttgarter Unternehmensmodell. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg 2009, S. 7–23.

Westkämper, Engelbert (2009b): Grundlagen des Stuttgarter Unternehmensmodells. In: Engelbert; Zahn, Erich (Hrsg.): Wandlungsfähige Produktionsunterneh-

men. Das Stuttgarter Unternehmensmodell. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg 2009, S. 47–66.

Wiedenbeck, Michael; Züll, Cornelia (2001): Klassifikation mit Clusteranalyse – Grundlegende Techniken hierarchischer und K-means-Verfahren. Zentrum für Umfragen, Methoden und Analysen. Mannheim 2001.

Wildemann, Horst (1994): Qualität und Produktivität – Erfolgsfaktoren im Wettbewerb. Edition Blickpunkt Wirtschaft. Frankfurt 1994.

Wildemann, Horst (1996a): Konzeption und Aufgabenfelder des Qualitätscontrollings. In: Wildemann, Horst (Hrsg.): Controlling im TQM. Methoden und Instrumente zur Verbesserung der Unternehmensqualität. Springer Verlag. München 1996, S. 1–9.

Wildemann, Horst (1996b): Qualitätscontrolling von Leistungsprozessen. In: Wildemann, Horst (Hrsg.): Controlling im TQM. Methoden und Instrumente zur Verbesserung der Unternehmensqualität. Springer Verlag. München 1996, S. 99–137.

Wildemann, Horst (1997): Fertigungsstrategien – Reorganisation für eine schlanke Produktion und Zulieferung. 3. Aufl. TCW Transfer-Centrum-Verlag. München 1997.

Wildemann, Horst (2007): Wertsteigerung von Unternehmen – Strategien und Methoden zur erfolgreichen Unternehmensführung. TCW Transfer-Centrum-Verlag. München 2007.

Wildemann, Horst (2008a): Bestände-Halbe. Leitfaden zur Senkung und Optimierung des Umlaufvermögens. 12. Aufl. TCW Transfer-Centrum-Verlag. München 2008.

Wildemann, Horst (2008b): Durchlaufzeit-Halbe. Leitfaden zur Zeitreduzierung in Wertschöpfungs- und Geschäftsprozessen. 16. Aufl. TCW Transfer-Centrum-Verlag. München 2008.

Wildemann, Horst (2008c): Produktionssysteme. Leitfaden zur methoden-gestützten Reorganisation der Produktion. 6. Aufl. 2008, TCW München.

Wildemann, Horst (2009a): Logistik Prozeßmanagement. 4. Aufl. TCW Transfer-Centrum-Verlag. München 2009.

Wildemann, Horst (2009b): Modulare Unternehmensorganisation. Leitfaden zur Einführung föderalistischer Organisationsprinzipien in Unternehmen. 17. Aufl. TCW Transfer-Centrum-Verlag. München 2009.

Wöhe, Günter (2002): Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 21., neubearb. Aufl. Vahlen Verlag. München 2002.

Womack, James P.; Jones, Daniel T. (1994): From Lean Production to the Lean Enterprise. In: Harvard Business Review, Vol. 72 (2), 1994, S. 93–103.

Womack, James P.; Jones, Daniel T. (2004): Lean Thinking. Ballast abwerfen, Unternehmensgewinne steigern. Campus Verlag. Frankfurt/Main, New York 2004.

Womack, James P.; Jones, Daniel T.; Roos, Daniel (2007): The Machine That Changed the World. Free Press. New York 2007.

Woodruff, Robert B.; Schumann, David W.; Fisher Gardial, Sarah (1993): Understanding Value and Customer Satisfaction from the Customer's Point of View. In: University of Tennessee Survey of Business, Vol. 28 (1), 1993, S. 33–40.

Wu, Bin (1992): Manufacturing systems design and analysis. Chapman & Hall. London 1992.

Wu, Bin (2001): A unified framework for manufacturing systems design. In: Industrial Management & Data System, Vol. 101 (9), 2001, S. 446–469.

Zäpfel, Günther (1989a): Produktionswirtschaft. Operatives Produktions-Management. de Gruyter Verlag. Berlin, New York 1989.

Zelenović, Dragutin M. (1982): Flexibility – a condition for effective production systems. In: International Journal of Production Research, Vol. 20 (3), 1982, S. 319–337.

Zollondz, Hans-Dieter (2011): Grundlagen Qualitätsmanagement. Einführung in Geschichte, Begriffe, Systeme und Konzepte. 3. Auflage. Oldenbourg Verlag. München 2011.

Internet

BMBF (2009): Standortsicherung durch wandlungsfähige Produktionssysteme, 09.04.2009–17.07.2009. Verfügbar unter: <http://www.bmbf.de/foerderungen/13526.php> (29.3.2010).



HHL LEIPZIG
GRADUATE SCHOOL
OF MANAGEMENT

© HHL Leipzig Graduate School of Management, 2014

Für den Inhalt dieser HHL-Dissertation ist der Autor/die Autorin allein verantwortlich.

Die Verwendung zu Lehr- und Forschungszwecken ist unter Angabe der Quelle ausdrücklich erwünscht. Nachdruck, Vervielfältigung und Weitergabe für nicht gewerbliche Zwecke ist mit entsprechender Quellenangabe gestattet. Jegliche kommerzielle Nutzung oder Vervielfältigung - auch auszugsweise - bedarf der vorherigen schriftlichen Genehmigung des Autors/der Autorin.

Weitere HHL-Publikationen sind zu finden unter: www.hhl.de/publikationen