

Wertorientierte Fabrikplanung

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

vorgelegt von

Peter Burggräf

Berichter:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing. Günther Schuh
Univ.-Prof. Dr.rer.pol. Frank Thomas Piller

Tag der mündlichen Prüfung: 23. April 2012

ERGEBNISSE AUS DER PRODUKTIONSTECHNIK

Peter Burggräf

Wertorientierte Fabrikplanung

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. Dr. h.c. F. Klocke

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing. G. Schuh

Prof. Dr.-Ing. C. Brecher

Prof. Dr.-Ing. R. H. Schmitt

Band 15/2012



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Peter Burggräf:

Wertorientierte Fabrikplanung

1. Auflage, 2012

Apprimus Verlag, Aachen, 2012

Wissenschaftsverlag des Instituts für Industriekommunikation und Fachmedien
an der RWTH Aachen

Steinbachstr. 25, 52074 Aachen

Internet: www.apprimus-verlag.de, E-Mail: info@apprimus-verlag.de

ISBN 978-3-86359-125-0

D 82 (Diss. RWTH Aachen University, 2012)

Für Ineke und Ella

Vorwort

Danket dem HERRN; denn er ist freundlich, und
seine Güte währet ewiglich.

(Psalm 107,1)

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Produktionsmanagement des Werkzeugmaschinenlabors WZL der RWTH Aachen. Herrn Professor Günther Schuh, Inhaber des Lehrstuhls für Produktionssystematik, danke ich für die Möglichkeit zur Promotion sowie seine Unterstützung, seine Förderung und für das Vertrauen in meine Person. Das von Ihm geschaffene Umfeld war der ideale Nährboden für diese Arbeit und für meine persönliche Entwicklung. Weiterhin bedanke ich mich bei Herrn Professor Frank Piller für die Übernahme des Koreferats und Frau Professorin Antje Spieß für die Annahme des Prüfungsvorsitzes. Überaus wertvoll war und ist für mich die enge Zusammenarbeit mit Herrn Professor Achim Kampker. Ihm danke ich für den kritischen Austausch zu den Inhalten meiner Arbeit und die Möglichkeit, als Oberingenieur den Aufbau seines Lehrstuhls unterstützen zu dürfen.

Für die intensive, konstruktive und wertvolle Unterstützung in Bezug auf die vorliegende Arbeit bin ich meinen Kolleginnen und Kollegen am WZL und des Graduiertenkollegs Anlaufmanagement zu großem Dank verpflichtet. Die gegenseitige Hilfsbereitschaft, die hohe Motivation, die Kreativität und Freundschaft haben mir immer wieder neuen Antrieb gegeben. Hervorheben möchte ich die Zusammenarbeit mit Felix Lösch, Dr. Sebastian Gottschalk, Dr. Bastian Franzkoch, Dr. Jan Nöcker und Cathrin Wesch-Potente. Außerdem möchte ich meinen studentischen Hilfräften und Studien- und Diplomarbeitern danken, die mich aufopferungsvoll bei meiner Arbeit am WZL unterstützt haben.

Mein größter Dank gilt meiner Frau Ineke. Sie hat bei Weitem nicht nur durch die ausgezeichnete sprachliche Korrektur des Manuskriptes zu dieser Arbeit beigetragen. In liebevoller Treue hat sie die Entbehrungen ertragen, die Ihr durch meine Arbeit entstanden sind. Auch mit den größten Geschenken werde ich dies nicht wieder gut machen können – vielen Dank! Ich freue mich auf die nun wieder frei gewordene Zeit mit Dir und Ella.

Zu guter Letzt danke ich meinen Eltern und meiner Schwester für die immerwährende und vorbehaltlose Unterstützung auf meinem bisherigen Lebensweg. Auch wenn es insbesondere am Anfang etwas schwieriger war, habt Ihr mir immer das notwendige Vertrauen geschenkt, mit dem ich die Hindernisse in meinem Leben bislang meistern konnte – Ihr seid großartig!

Aachen, im Mai 2012
Peter Burggräf

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Motivation und Zielsetzung der Arbeit	1
1.2. Forschungsmethodischer Rahmen	3
1.3. Einordnung der Arbeit in das Graduiertenkolleg Anlaufmanagement	8
1.4. Aufbau der Arbeit	9
2. Forschungsgegenstand Fabrikplanung	13
2.1. Grundlagen der Fabrikplanung	13
2.1.1. Die Fabrik als Objekt der Planung	14
2.1.2. Ziel und Anlass der Planung	21
2.1.3. Vorgehen und Werkzeuge der Planung	27
2.1.4. Planer und Beteiligte als Subjekte der Planung	32
2.1.5. Zwischenfazit zu den Grundlagen der Fabrikplanung	37
2.2. Herausforderungen in der Fabrikplanung	38
2.2.1. Verlagerung einer Fertigung für Motorkomponenten	40
2.2.2. Produktionskonzept für ein neues Serien-Produkt	41
2.2.3. Optimierung einer Patronen-Montage	42
2.2.4. Entwicklung eines skalierbaren Produktionskonzeptes	43
2.2.5. Zwischenfazit zu den Fallbeispielen	44
2.3. Handlungsbedarf	45
2.3.1. Defizit der bestehenden Vorgehensweise	45
2.3.2. Entwicklungsbedarf einer wertorientierten Fabrikplanung	50
3. Wertorientierte Managementansätze	53
3.1. Diskurs über den Wertbegriff	53
3.2. Theorieansätze zur Wertorientierung	61
3.2.1. Unternehmensbewertung	61
3.2.2. Strategisches Management	68
3.2.3. Wertorientierung in der Produktionstheorie	74
3.2.4. Wertorientiertes Projektmanagement	79
3.2.5. Zwischenfazit zu den vorgestellten Theorieansätzen	84
3.3. Ansätze und Defizite zur Wertorientierung in der Fabrikplanung	84
3.3.1. Kritische Würdigung existierender Ansätze in der Fabrikplanung	85
3.3.2. Defizit zur Wertorientierung in der Fabrikplanung	88
4. Entwurf der wertorientierten Fabrikplanung	91
4.1. Anforderung an eine wertorientierte Fabrikplanung	91
4.1.1. Integration der Wertorientierung in die Fabrikplanungstheorie	91
4.1.2. Erklärungsbedürfnis: Mehrwertmechanismus der Fabrikplanung	93

4.1.3.	Bewertungs- und Entscheidungsbedürfnis: Messbarer Unternehmens-	95
4.1.4.	Gestaltungsbedürfnis: Befähigung zur wertorientierten Fabrikplanung	97
4.1.5.	Zwischenfazit	97
4.2.	Konzeption des Bewertungsmodells Return on Planning	97
4.2.1.	Effizienztstreben der Planung	99
4.2.2.	Effektivitätsstreben der Planung	99
4.2.3.	Berücksichtigung des Planungskontextes	102
4.2.4.	Rentabilitätsstreben der Planung: Return on Planning	104
4.3.	Fazit und Implikationen	106
5.	Bewertungsmodell für die Fabrikplanung	109
5.1.	Formale Anforderungen und Einordnung	109
5.1.1.	Allgemeine Anforderungen	109
5.1.2.	Anforderungen an die Planungskostenrechnung	111
5.1.3.	Anforderungen an die Planungsnutzenrechnung	113
5.2.	Modell der Planungskosten	114
5.2.1.	Kostentreiber Planungsinhalt	116
5.2.2.	Kostentreiber Planungsumfang	120
5.2.3.	Kostentreiber Planungsintensität	127
5.2.4.	Planungskompetenz	130
5.2.5.	Berechnung der Planungskosten	133
5.3.	Modell des Planungsnutzens	135
5.3.1.	Planungsziel Anlaufgeschwindigkeit	136
5.3.2.	Planungsziel Investitionskosten	140
5.3.3.	Planungsziel Produktivität	144
5.3.4.	Planungsziel Wandlungsfähigkeit	148
5.3.5.	Planungskomplexität	157
5.3.6.	Berechnung des Planungsnutzens	159
6.	Leistungskennzahlen und Wirkmodell für die Fabrikplanung	165
6.1.	Leistungskennzahlen	165
6.1.1.	Anforderungen an die Bestimmung der Leistungskennzahlen	165
6.1.2.	Planungseffizienz	167
6.1.3.	Planungseffektivität	168
6.1.4.	Planungsrentabilität (Return on Planning)	169
6.2.	Modellierung der Wirkbeziehung	170
6.2.1.	Anforderungen aus der Theorie des vernetzten Denkens	171
6.2.2.	Erfassung der Problemsituation zur Beschreibung der Wirkbeziehungen	175
6.2.3.	Analyse der Wirkbeziehungen	176
6.2.4.	Abbildung der funktionalen Wirkbeziehungen	183
6.3.	Resultierende Lenkungsmöglichkeiten und Strategien	187
6.3.1.	Lenkungsmöglichkeiten für den ROP	187
6.3.2.	Wertentstehung in der Fabrikplanung	195
7.	Demonstration und Validierung	199
7.1.	Gestaltungsmodell für die Konfiguration des Return on Planning	199

7.2.	Vorbereitung des Fallbeispiels durch Pre-Tests	201
7.2.1.	Wirtschaftlichkeitsbewertung einer Prozessoptimierung in der Automobilindustrie	201
7.2.2.	Reorganisation und Optimierung einer Werkstattfertigung im Maschinen- und Anlagenbau	204
7.2.3.	Fazit zu den Pre-Tests	208
7.3.	Fabrikplanung für eine TiAl-Schmiede	208
7.3.1.	Planungskosten	216
7.3.2.	Planungsnutzen	220
7.3.3.	Berechnung der Planungsrentabilität	223
7.3.4.	Kritische Reflexion der Fallstudie	225
8.	Zusammenfassung und Ausblick	229
8.1.	Für Theorie und Wissenschaft	229
8.2.	Für Industrie und Praxis	230
Literatur		231
A.	Hintergründe zur Expertenbefragung	249
A.1.	Vorgehensweise	250
A.2.	Ergebnisse	255
B.	Wertetabellen zur Berechnung des einfachen Planungsaufwandes	259
B.1.	Wertetabelle für den Moduleinheitsaufwand (M_i)	260
B.2.	Wertetabelle zur Bestimmung der Planungsbreite (B_i)	261
B.3.	Wertetabelle zur Bestimmung der Planungstiefe (T_i)	262
B.4.	Wertetabelle zur Bestimmung des Lösungsraums (L_i)	263
C.	Hintergründe zum Fallbeispiel	265

Abbildungsverzeichnis

1.1. RENÉ MAGRITTE: La condition humaine	5
1.2. Die Entwicklung der Wissenschaft nach KUHN	6
1.3. Aufbau der Arbeit	10
2.1. Domänen der Fabrikplanungsontologie	15
2.2. Grundbegriffe der Systemtechnik	16
2.3. Ausgestaltetes CIM-OSA-Klassifikationsmodell	17
2.4. Die Beziehung zwischen Einzelzielen in einem Zielsystem	23
2.5. Überblick der Fabrikplanungstreiber	24
2.6. Planungspyramide nach AGGTELEKY	29
2.7. Phasen der Fabrikplanung nach KETTNER	29
2.8. Handlungskompetenz	33
2.9. Erwartungsmodell nach VROOM	35
2.10. Hindernisse zur Erweiterung der digitalen Fabrik	48
2.11. Evolution des Leichtbaus eines Kragbalkens	49
3.1. Spannungsfeld des Wertbegriffs	60
3.2. Du-Pont-System of Financial Control	66
3.3. Aufbau des Shareholder Value	68
3.4. Wertkette nach PORTER	71
3.5. Ein Kompetenzmodell für der Produktion	72
3.6. Wettbewerbsseigenschaften von Kernkompetenzen	74
3.7. Ebenen der Mitarbeiterflexibilität und deren Gestaltungsmöglichkeiten	78
3.8. Earned-Value-Analyse im Projektverlauf	82
4.1. Verbindung des wertorientierten Managements mit der Fabrikplanung	92
4.2. Auswahl gängiger Planungsmodule	100
4.3. Nutzenpotenziale der Fabrikplanung	101
4.4. Unterscheidung zwischen absolutem und relativem Nutzen	103
4.5. Bewertungsmodell der Fabrikplanung	104
4.6. Konfiguration des Return on Planning auf Planungsmodulebene	105
4.7. Integration von Fabrik (Planungsobjekt) und Planer (Planungssubjekt)	106
4.8. Kosten-Nutzen-Portfolio der Fabrikplanung	108
5.1. Ressourcenorientierte Prozesskostenrechnung nach SCHUH	113
5.2. Zusammensetzung der Planungskosten. Die verwendeten Abkürzungen stehen als Stellvertreter für unterschiedliche Planungsmodule (siehe Abkürzungsverzeichnis).	115
5.3. Modularisierungsprinzipien und ihre Anwendung bei der modularen Fabrikplanung	117
5.4. Gekapselte Planungsmodule	118

5.5. Auswahl vernetzter Planungsmodule	119
5.6. Planungskubus zur Bestimmung des Planungsumfangs	120
5.7. Planungstiefe, Hierarchie und Verästelung am Beispiel der Layoutplanung	122
5.8. Honorare in Abhängigkeit von der Objektgröße nach HOAI	125
5.9. Funktionaler Zusammenhang zwischen den Dimensionen Planungsaufwand und Lösungsraum	127
5.10. Interaktivität zwischen den gleichzeitig aktiven Planungsmodulen	130
5.11. Unterschiedliche Lernkurvenmodelle	132
5.12. Planungslernkurve nach de Jong Lernkurve	132
5.13. Zusammensetzung des Planungsnutzens	136
5.14. Phasen des Produktionsanlaufs	137
5.15. Zielsystem des Produktionsanlaufs	139
5.16. Investitionsarten	143
5.17. Veränderungstreiber der Fabrik	152
5.18. Kosten und Nutzen der Wandlungsfähigkeit	156
5.19. Portfolio der Planungskomplexität	159
5.20. Planungsnutzenprofil mit Beispielergebnissen zur Veranschaulichung	163
6.1. Methodik des vernetzten Denkens	172
6.2. Wirkbeziehungen der wertorientierten Fabrikplanung	176
6.3. Lösungsraumtrichter zur Veranschaulichung der Wiederverwertung von Lösungsalternativen	182
6.4. Die Planungsmodule (Planungsinhalt) mit dem jeweils größten Einfluss auf die Nutzenpotenziale	184
6.5. Lösungsraum	186
6.6. Übersicht der funktionalen Wirkbeziehungen	188
6.7. Das Verhältnis von Zurechenbarkeit und Planbarkeit	189
6.8. ROP-Entwicklung über den zeitlichen Projektverlauf	190
6.9. Stabilisierte ROP-Entwicklung über den zeitlichen Projektverlauf.	191
6.10. Das Fabrikplanungsprojekt in Systemdarstellung	192
6.11. Fabrikplanung im Regelkreis	192
6.12. Die Systemgrößen und ihr Übertragungsverhalten	193
6.13. Wertentstehungsmodell der Fabrikplanung	196
6.14. Zusammenfassung der Planungsmodule zu Planungsdomänen	197
7.1. Schematische Darstellung des Gesamtmodells	200
7.2. Die ursprüngliche Prozessgestaltung des Fertigungsbereichs	202
7.3. Die Prozessgestaltung der Klebefertigung nach der Planung	202
7.4. Darstellung des Ist-Zustandes eines Transportweges	205
7.5. Darstellung des Soll-Zustandes eines Transportweges	206
7.6. Erstes Fabriklayout nach Vorplanung-1	209
7.7. Finales Fabriklayout für das Jahr 2023	209
7.8. Dreidimensionale Abbildung der TiAl-Fabrik	210
7.9. Projektstandskurve nach Vorplanung-1	213
7.10. Projektstandskurve nach Vorplanung-2	214
7.11. Die Projektstandskurven im Vergleich	215
7.12. Vergleich der Preisentwicklung für die TiAl-Bauteile	222

7.13. Der relative Nutzen der Produktivität und seine Bestandteile	223
A.1. Vorgehensweise zur Durchführung der Experteninterviews	251
A.2. Leitfaden zur Durchführung der Interviews	254
C.1. Projektplan des Fallbeispiels	267
C.2. Planungsmodule mit Anzahl der Modulinteraktionen	269

Tabellenverzeichnis

2.1. Morphologie für Wertvorstellungsprofile	22
2.2. Übersicht der Fallbeispiele und Ursachen des Scheiterns	40
3.1. Paradigmen der Unternehmensbewertung	62
3.2. Direkte Kosteneinsparung und indirekte Nutzensteigerung durch Projektmanagement	80
4.1. Zusammenfassung der Anforderungen an die wertorientierte Fabrikplanung	98
5.1. Die vier Ebenen des Rechnungswesens	111
5.2. Qualifikationsmatrix der Fabrikplanung	131
5.3. Nutzenpotenziale des Produktionsanlaufs	140
5.4. Relation der Vermögenswerte am Beispiel der Paul Müller GmbH	142
5.5. Nutzenpotenziale der Investition (Teil 1)	145
5.6. Nutzenpotenziale der Investition (Teil 2)	146
5.7. Relation der Aufwandsarten am Beispiel der Paul Müller GmbH für die Geschäftsjahre 2008 und 2009	147
5.8. Nutzenpotenziale der Produktivität (Teil 1)	149
5.9. Nutzenpotenziale der Produktivität (Teil 2)	150
5.10. Hindernisse und Voraussetzungen für größere Wandlungsfähigkeit	153
5.11. Wandlungsobjekte	154
5.12. Nutzenpotenziale der Wandlungsfähigkeit	157
6.1. Einflüsse der Konfiguration des Planungsinhaltes auf die Nutzenpotenziale	178
6.2. Gesamteinflussmatrix von Planungsinhalt, Planungsbreite, Planungstiefe, Lösungsraum und Planungsintensität gegenüber den Nutzenpotenzialen	183
7.1. Werte der Faktoren zur Berechnung der Planungskosten	203
7.2. Ergebnisse der Rentabilitätsrechnung	204
7.3. Planungskosten Reorganisationsprojekt	206
7.4. Gewinnentwicklung und absoluter Nutzen nach Vorplanung-1	212
7.5. Investitionen und Ausgaben für Planungsleistungen des Projektes	212
7.6. Gewinnentwicklung und absoluter Nutzen nach Vorplanung-2	215
7.7. Der Planungsumfang der Vorplanung-1 mit den dazugehörigen Faktoren	217
7.8. Der Planungsaufwand durch Vorplanung-1	218
7.9. Der Planungsumfang der Vorplanung-2 mit den dazugehörigen Faktoren	219
7.10. Der Planungsaufwand durch Vorplanung-2	219
7.11. Die Nutzenpotenziale pro Jahr und der relative Gesamtnutzen	224
A.1. Unternehmensvorauswahl für Experteninterviews	252
B.1. Wertetabelle zum Moduleinheitsaufwand (M_i) der Planungsmodule	260

B.2. Wertetabelle zur Planungsbreite (B_i) der Planungsmodule	261
B.3. Wertetabelle zur Planungstiefe (T_i) der Planungsmodule	262
B.4. Wertetabelle zum Lösungsraum (L_i) der Planungsmodule	263

Abkürzungen und Formelzeichen

Abkürzungen

AC	Actual Costs	PT	planung und -steuerung Personentage
AMICE ..	European Computer Integrated Manufacturing Architecture	PSF	Project-Scatter-Factor, siehe Gleichung (5.4)
AV	Planungsmodul: Arbeitsvorbe- reitung	PSM	Produktionsstrukturmatrix
BAB	Betriebsabrechnungsbogen	PV	Planned Value
CBV	Competence-Based-View	RBV	Resource-Based-View
CIM-OSA	Computer Integrated Manufac- turing Open System Architec- ture	ROI	Return on Investment
DCF	Discounted Cash Flow	ROP	Return on Planning
EDV	Elektronische Datenverarbei- tung	SOP	Start of Production
EV	Earned Value	TPS	Toyota Production System
EWR	Erweiterte Wirtschaftlichkeits- rechnung	TPM	Total Productive Maintenance. Ganzheitliches Konzept zur Steigerung der Anlagenverfü- gbarkeit und Auslastung.
FCF	Free Cash Flow	u. a.	unter anderem
FTS	Fahrerloses Transportsystem	USA	United States of America
HOAI ...	Honorarordnung für Architek- ten und Ingenieure	VDI	Verein Deutscher Ingenieure
IMVP ...	International Motor Vehicle Program	VDMA ..	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau
KGV	Kurs-Gewinn-Verhältnis	WA	Wertanalyseobjekt
LAY	Planungsmodul: Layoutpla- nung	WZL	Werkzeugmaschinenlabor der RWTH Aachen
MBV	Market-Based-View		
AMFP ..	Planungsmodul: Materialfluss- planung		
MIT	Massachusetts Institute of Technology		
MPA	Modular Plant Architecture		
NPV	Net Present Value		
OEE	Overall Equipment Effektiv- ness. Kennzahl zur Bestim- mung der Anlagenauslastung.		
OP	Planungsmodul: Organisations- planung		
PAB	Planungsabrechnungsbogen		
PMI	Project Management Institute		
PPS	Planungsmodul: Produktions-		

Formelzeichen

$AN_{k,l,m}$..	Relativer Nutzen durch die Anlaufgeschwindigkeit in €	$ProN_{k,l,m}$	Relativer Nutzen durch die Produktivität in €
A	Einfacher Planungsaufwand in PT, siehe Gleichung (5.8)	P	Planungsvollkosten in €, siehe Gleichung (5.13)
A^+	Erweiterter Planungsaufwand in PT, siehe Gleichung (5.10)	PN_{abs} ..	Absoluter Planungsnutzen in €, siehe Gleichung (5.17)
a_t	Auszahlung zum Zeitpunkt $t = n$	PEK	Planungseffektivität
b	Planungskapazität als Anzahl beteiligter Planer	PEZ	Planungseffizienz
B_i	Planungsbreite	PM	Planungsmehrwert in €, siehe Gleichung (6.3)
C_0	Kapitalwert in €, siehe Gleichung (5.1)	q	Qualifikation des Planers
D	Äußere Umstände	R	Unreduzierbarkeitsmaß des Qualifikationseinflusses
E	Planungseinzelkosten in €, siehe Gleichung (5.11)	S	Personaleinzelkostensatz in € pro PT
e_t	Einzahlung zum Zeitpunkt $t = n$	t	Planungszeitraum in Tagen, siehe Gleichung (5.3)
G	Gemeinkostensatz	T_i	Planungstiefe
$IN_{k,l,m}$..	Relativer Nutzen durch die Investitionskosten in €	U_i	Planungsumfang
i	Indikator für eine spezielles Planungsmodul	v	Anzahl der Lösungsvarianten
I_0	Investitionen zum Zeitpunkt $t = 0$ in €	$WN_{k,l,m}$..	Relativer Nutzen durch die Wandlungsfähigkeit in €
I_M	Modulintensität (dimensionslos), siehe Gleichung (5.5)	X	Andere, externe Planungsleistungen in €
I_P	Projektintensität (dimensionslos), siehe Gleichung (5.6)	x	Anzahl der Lösungsvarianten, ab der keine weiteren Lerneffekte zu erwarten sind
j	Anzahl der Interaktionslinien	Z	Sonderzeinkosten der Planung in €
K_i	Planungskompetenz in Abhängigkeit von der Qualifikation der Planer, siehe Gleichung (5.7)	z	interner Zinssatz
l_1	Steigung der Lösungsraumkurve im ersten Bereich		
l_2	Steigung der Lösungsraumkurve ohne Wirkung von Lerneffekten		
L_i	Lösungsraum		
M_i	Moduleinheitsaufwand in PT		
n	Anzahl der zu beplanenden Planungsmodule		
N_{abs}	Absoluter Nutzen in €, siehe Gleichung (5.16)		
PN_{rel}	Relativer Planungsnutzen in €,		

1. Einleitung

Was wir beobachten, ist nicht die Natur selbst,
sondern Natur, die unserer Art Fragestellung
ausgesetzt ist.

(Werner Heisenberg)

1.1. Motivation und Zielsetzung der Arbeit

Das Leitmotiv dieser Arbeit ist die Frage nach dem Nutzen der Fabrikplanung. Dieser Frage begegnet der anwendungsorientierte Wissenschaftler in zwei Bereichen. Zum einen stellt sich diese Frage bei jedem anstehenden Fabrikplanungsprojekt in der industriellen Praxis, bei dem die notwendigen Planungsschritte und das Projektdesign festgelegt werden: Zur Maximierung seines Ertrages will der Auftraggeber Klarheit darüber, welcher Aufwand für die Planung gerechtfertigt ist. Zum anderen wird diese Frage gestellt, wenn es um die zukünftige wissenschaftliche Weiterentwicklung der Fabrikplanung geht. Die Weiterentwicklung erfordert nach vielen Jahren der Erforschung von Einzelmodellen eine grundlegende Basis, die das Ursache-Wirkungs-Prinzip der Fabrikplanung durch eine evaluierbare Theorie zugänglich macht. Die Ursache bezieht sich dabei auf das planerische Handeln und die Wirkung auf den monetären Nutzen des Planungsergebnisses.

Neben dem reinen Streben nach neuen Erkenntnissen besitzt die Frage nach dem Nutzen der Fabrikplanung gesellschaftliche Relevanz für industriell geprägte Volkswirtschaften und insbesondere für Deutschland. Im Jahre 2009 hatte das produzierende Gewerbe einen Anteil von 22 % an der Bruttowertschöpfung in Deutschland.¹ Damit kommt fast jeder vierte in Deutschland erwirtschaftete Euro aus einer Fabrik. Gleichzeitig arbeitet mit 7,4 Mio. Erwerbstätigen auch ca. ein Fünftel aller Erwerbstätigen in Deutschland im verarbeitenden Gewerbe.² Trotz des anhaltenden Trends zur Tertiärisierung ist die Bedeutung des verarbeitenden Gewerbes für den Lebensalltag vieler Menschen und das wirtschaftliche Wohlergehen der Bevölkerung offensichtlich. Damit geht auch der Bedarf geeigneter Betriebsstätten einher. In den USA, der aktuell größten Volkswirtschaft, wurden seit 1955 durchschnittlich 3,2% des Bruttonationaleinkommens in den Bau neuer Fertigungshallen investiert.³ Trotz der anzunehmenden industriellen Reife werden auch hierzulande neue Fabriken geplant und gebaut. So wurden im Jahre 2008 beispielsweise 4.655 neue Fabrik- und Werkstattgebäude mit einer durchschnittlichen Nutzfläche von 1.561 m² errichtet.⁴

Die Bedeutung der Fabrikplanung für das verarbeitende Gewerbe ist allerdings schwer zu beziffern und Teil der Fragestellung, die mit dieser Arbeit beantwortet werden soll. Fest steht jedoch, dass der Anfangspunkt eines Produktionsortes die Fabrikplanung ist.

¹Vgl. Statistisches Bundesamt, *Statistisches Jahrbuch 2010*, S. 623.

²Vgl. Statistisches Bundesamt, *Statistisches Jahrbuch 2010*, S. 75.

³Vgl. Tompkins, White und Bozer, *Facilities Planning*, S. 10. Im Jahre 2009 wurden in den USA 74 Mrd. US-\$ in neue Fabrikgebäude investiert, vgl. U.S. Census Bureau, *The 2011 Statistical Abstract*, S. 604, Tabelle 959.

⁴Vgl. Statistisches Bundesamt, *Statistisches Jahrbuch 2010*, S. 289.

Dabei legt die Fabrikplanung fest, auf welche Weise und mit welchen Mitteln ein zu produzierendes Gut hergestellt wird. Der anschließende Produktionsbetrieb ist daher abhängig von den Strukturen und Rahmenbedingungen, die durch die Fabrikplanung erzeugt wurden. Dementsprechend hört der Einfluss der Fabrikplanung nicht mit der Fertigstellung des Fabrikbaus auf, sondern bleibt bis zum Ende des Fabriklebenszyklusses bestehen.

Das System Fabrikplanung ist ein schwer zugängliches Themengebiet, obwohl die der Fabrikplanung zugrunde liegende Problemstellung einen klaren Anfangs- und Endzustand besitzt. Die Schwierigkeiten resultieren nicht aus einer Orientierungslosigkeit als vielmehr aus der Struktur des Systems selbst. Es ist komplex, interdependent, groß, offen und sozio-technisch geprägt und erfüllt damit die wesentlichen Komplexitätskriterien. Die Vielzahl zu berücksichtigender Elemente (zum Beispiel Vielzahl der Prozesse und Ressourcen) und ihr dynamisches Verhalten (zum Beispiel Prognoseschwankungen, Technologieentwicklungen) machen die Fabrikplanung komplex. Die Elemente stehen dabei in wechselwirkenden Beziehungen zueinander (zum Beispiel Ressourcen und Prozesse, Planer und Betreiber), die zu einem interdependenten Wirknetz führen. Fabrikplanung hat allein wegen seiner Investitionsintensität und der Langfristigkeit des Lebenszyklusses eine besondere Größe relativ zu anderen betrieblichen Fragestellungen. Außerdem ist Fabrikplanung kein geschlossenes System, sondern insbesondere durch die vielen Schnittstellen zur Außenwelt und der Tendenz zur kontinuierlichen Fabrikplanung im Produktionsbetrieb ein offenes System, dessen Grenzen vielfach verschwimmen. Schließlich muss der Komponente Mensch sowohl psychologisch als auch soziologisch eine entscheidende Bedeutung beigemessen werden, da viele Entscheidungen in der Fabrikplanung nur verhaltenswissenschaftlich erklärt werden können.

Außer Frage steht, dass die Black-Box *Fabrikplanung* im Allgemeinen gut funktioniert. Dies zeigt sich in den unzähligen Beispielen gut geplanter Fabriken. Jedoch gibt es keinen dominanten Theorieansatz, der die Wirkungsweise zwischen der Planung und der Qualität des Planungsergebnisses zu erklären vermag. Die Situation ist vergleichbar mit einem Medikament, das seine Wirkung zeigt, bei dem jedoch die Art und Weise der Wirkung unbekannt ist. Daraus ergibt sich die Gefahr unbekannter Nebenwirkungen oder Unverträglichkeiten.

Die vorliegende Arbeit entwirft ein Erklärungs- und Bewertungsmodell für die konfigurierbare Fabrikplanung. Die Ausführung orientiert sich an dem Ziel, dem Fabrikplaner ein geeignetes Werkzeug zu geben, das es ihm ermöglicht, durch seine Konfiguration des Planungsprojektes einen möglichst großen Nutzen bei minimalem Planungseinsatz erzielen zu können.

Mit dem Zusammenspiel von Aufwand und Nutzen beschäftigen sich viele Teildisziplinen der Ingenieur- und Betriebswissenschaften, deren Erkenntnisse mit dem Begriff Wertorientierung als Metadisziplin gebündelt werden. Die Zielsetzung dieser Arbeit legt es nahe zu untersuchen, in welcher Form die Erkenntnisse der Wertorientierung genutzt werden können. Mit der vorliegenden Arbeit soll daher folgende Forschungsfrage beantwortet werden:

Lässt sich der monetäre Nutzen der Fabrikplanung a priori bestimmen?

Dies lässt sich weiter in Unterfragen gliedern, die die Arbeit leiten sollen:

- An welcher Stelle scheitern Fabrikplanungsprojekte in der Praxis und worin liegt die Ursache?

- Wie können die Erkenntnisse der Wertorientierung für die Kosten-Nutzen-Bewertung der Fabrikplanung in der industriellen Praxis genutzt werden?
- Welche inhaltliche Struktur muss das Bewertungsmodell für die Fabrikplanung annehmen?
- Welche Wirkbeziehungen bestehen zwischen den beeinflussbaren Größen und dem Planungsnutzen?
- Lässt sich das erarbeitete Bewertungsmodell für die Fabrikplanung in der Praxis nutzen und welche Konsequenzen hat dies für die Zukunft in Industrie und Forschung?

1.2. Forschungsmethodischer Rahmen

Grundlage jeder wissenschaftlichen Fragestellung ist ein Satz grundlegender Prinzipien, die nicht mehr weiter begründet werden müssen.⁵ Nach LAKATOS besteht eine Theorie „aus dem nicht falsifizierbaren und das Grundverständnis der Forschergruppe ausdrückenden harten Kern, umgeben von schützenden Hilfhypothesen, die der Falsifizierbarkeit unterliegen.“⁶ Mit der Beschreibung des *harten Kerns* werden die dem Forschungsansatz und insbesondere dem Forschungssubjekt innewohnenden Vorurteile offengelegt, die zugleich Grundlage und Begrenzung des Erkenntnisprozesses darstellen.⁷ Durch das Offenlegen dieser Prämissen werden das Subjektivitätsdefizit einer wissenschaftlichen Arbeit überwunden und die intersubjektive Nachprüfbarkeit der Aussagen ermöglicht.⁸ Die Offenlegung erfolgt für die epistemologische und wissenschaftstheoretische Meta-Ebene innerhalb dieses Abschnittes. Die gegenüber dem Forschungsgegenstand selbst zugrunde liegenden Vorurteile sind Thema der Theorieeinführungen des zweiten und dritten Kapitels.

Die Wissenschaften lassen sich nach CARNAP in die Formal- und Realwissenschaften unterteilen.⁹ Formalwissenschaften sind zum Beispiel die Mathematik, die Logik oder die Philosophie und verfolgen das Ziel, Zeichensysteme mit Regeln zur Verwendung dieser Zeichen zu konstruieren. Ziel der Realwissenschaften hingegen ist es, sinnlich wahrnehmbare Wirklichkeitsausschnitte empirisch zu beschreiben, zu erklären und zu gestalten. Zusätzlich werden die Realwissenschaften nach ULRICH und HILL in die reinen Grundlagenwissenschaften und die angewandten Handlungswissenschaften aufgegliedert.¹⁰

Die reinen Grundlagenwissenschaften problematisieren einen Theoriezusammenhang, mit dem ein besseres Verständnis der belebten und unbelebten Natur erzielt werden soll. Darunter fallen insbesondere die Naturwissenschaften. Die angewandten Wissenschaften suchen nach Erkenntnissen über das Verhalten von Menschen, beginnend beim Individuum (Psychologie) bis hin zur Gesellschaft (Soziologie). Während für die Grundlagenwissenschaften die Realität den Untersuchungsgegenstand darstellt, ist diese für die angewandten Wissenschaften lediglich Ausgangspunkt zur Gestaltung zukünftiger Realitäten.

⁵Vgl. Guba und Lincoln, „Handbook of qualitative research“, S. 107.

⁶Zitiert aus Poser, *Wissenschaftstheorie*, S. 159. Vgl. auch Lakatos, „Criticism and the Growth of Knowledge“.

⁷Vgl. H. Ulrich, „Betriebswirtschaftslehre“, S. 43.

⁸Vgl. Seiffert, *Einführung in die Wissenschaftstheorie*, S. 203 f.

⁹Vgl. Carnap, „Formalwissenschaft und Realwissenschaft:“, S. 30.

¹⁰Vgl. P. Ulrich und W. Hill, „Wissenschaftstheoretische Grundlagen“, S. 305.

Die forschungsleitende Frage zu dieser Arbeit entstand durch die Beobachtung betriebswirtschaftlicher Zusammenhänge der industriellen Produktion. Dies bezieht sich im Speziellen auf Fragen der Kosten- und Nutzenbewertung innerhalb der Fabrikplanung, die bei allen Planungsprojekten thematisiert wurden. Die hier beobachteten Erkenntnisdefizite sind der Ausgangspunkt für die wissenschaftliche Arbeit, die das Ziel verfolgt, in zukünftigen Situationen bessere Antworten auf die Fragen geben zu können und damit die Realität aktiv und positiv zu gestalten. Ausgangspunkt und Zielsetzung sprechen dafür, diese Arbeit den angewandten Wissenschaften zuzuordnen und die für diese Wissenschaftskategorie geeignete Forschungskonzeption anzuwenden.

Zuvor gilt es jedoch einzuordnen, welchem erkenntnistheoretischen Leitmotiv bei der Gestaltung der Forschungskonzeption gefolgt wird. Denn trotz andauernder und intensiver philosophischer Diskussion gibt es keine eindeutige und allgemein akzeptierte Antwort darauf, was eine Erkenntnis ausmacht und ob überhaupt von einem Erkenntnisfortschritt gesprochen werden kann. Allgemeiner gesagt sind die Grundprobleme der Erkenntnistheorie letztendlich auch die Fragen der eigenen *Welt-Anschauung*.¹¹

Die Erkenntnistheorie des Konstruktivismus verdeutlicht die Problematik. Zentrale These ist hier, dass Wahrnehmung nicht die Abbildung der Realität liefert, sondern *immer* eine Konstruktion zusammengesetzt aus Reizen und Gedankenleistung ist.¹² Radikal drückt dies VON FOERSTER aus: „Die Umwelt, die wir wahrnehmen, ist unsere Erfindung“ (siehe dazu auch Abbildung 1.1).¹³ Grundlage für diese Skepsis gegenüber Wahrheitsansprüchen bilden neben philosophischen Vorarbeiten und den relativistischen Erkenntnissen der Physik die neurobiologischen Studien von MATURANA und VARELA.¹⁴ Drei Schlussfolgerungen ergeben sich für diese Arbeit.

Erstens rückt das *theoretische Konstrukt* (bzw. Modell oder Artefakt) in den Mittelpunkt der wissenschaftlichen Arbeit. Es ist gleichsam Objekt, Werkzeug und Ergebnis der Forschung. Modelle haben nicht mehr nur Repräsentationsfunktion, sondern werden durch eine Zweckorientierung aufgewertet.¹⁵ Wegen des Anwendungszusammenhangs dieser Arbeit geht es nicht um „Modelle von“ der Realität, sondern um „Modelle für“ die Realität. In dieser Arbeit nimmt das Bewertungsmodell der Fabrikplanung diese zentrale Position ein. Es ist das wertmäßige Abbild der Fabrikplanung, Werkzeug für die Untersuchung der Kosten-Nutzen-Beziehungen und gleichzeitig Ergebnis der Forschungsarbeit.

Zweitens ist das theoretische Konstrukt nicht mehr ohne den Beobachter und das Wechselspiel zwischen Beobachter und Beobachtetem vorstellbar. Drittens lehrt uns der Konstruktivismus Bescheidenheit gegenüber Wahrheitsansprüchen. Um es mit HEGEL zu sagen: „Gott allein ist die wahrhafte Übereinstimmung des Begriffs und der Realität; alle endlichen Dinge aber haben eine Unwahrheit an sich, sie haben einen Begriff und eine Existenz, die aber ihrem Begriff unangemessen ist [...]“.¹⁶ Auf der einen Seite verunsichert diese Sichtweise den Wissenschaftler, auf der anderen Seite ermöglicht sie das Infragestellen von Bestehendem und ist der Impuls für die Suche nach Neuem.

¹¹Vgl. Gabriel, *Erkenntnistheorie*, S. 11.

¹²Vgl. Mateja, *Wahrheit, Wirklichkeit & Co. Sechs konstruktivistische Plaudereien über Gott und die Welt*, S. 9-19.

¹³Foerster, *Wissen und Gewissen - Versuch einer Brücke*, S.26.

¹⁴Vgl. Maturana und Varela, *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Living*.

¹⁵Vgl. Stachowiak, *Allgemeine Modelltheorie*.

¹⁶Vgl. Hegel, *Enzyklopädie der philosophischen Wissenschaften im Grundrisse 1830. Erster Teil. Die Wissenschaft der Logik*. § 24, Zusatz 2.



Abbildung 1.1.: RENÉ MAGRITTE: La condition humaine

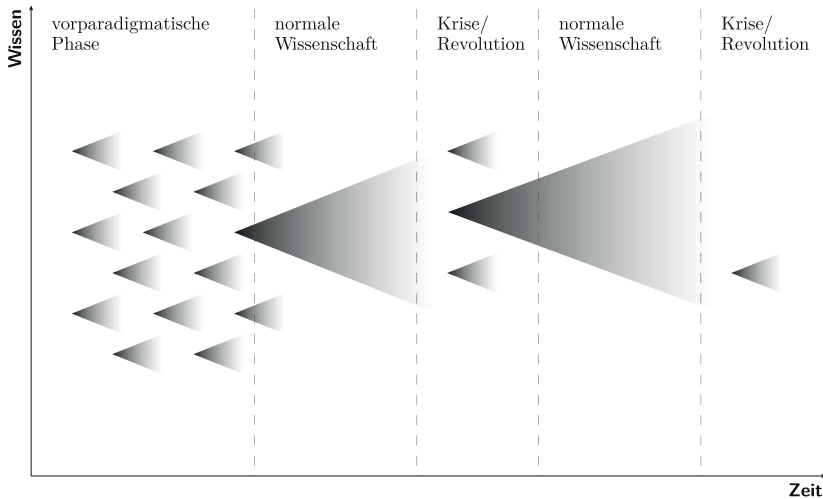


Abbildung 1.2.: Die Entwicklung der Wissenschaft nach KUHN, in Anlehnung an Poser, *Wissenschaftstheorie*, S. 150

Wissenschaftstheoretisch ist jedoch nicht nur relevant, *was* erkannt werden kann, sondern insbesondere, *wie* erkannt werden kann. So stellt POPPER der zu seiner Zeit vorherrschenden Erkenntnisphilosophie des logischen Positivismus¹⁷ den kritischen Rationalismus entgegen.¹⁸ Während der logische Positivismus davon ausgeht, sichere Erkenntnisse aus der systematischen Beobachtung und der Sammlung von Fakten gewinnen zu können, geht der kritische Rationalismus davon aus, dass ein universeller Verifikationsanspruch scheitern muss. Eine Aussage besitzt nach POPPER nie universale Gültigkeit, sondern ihre Gültigkeit ist bis zu dem Zeitpunkt begrenzt, bis sie falsifiziert und damit als ungültig erklärt wird. Diese auf Vermutung beruhende Weltanschauung POPPERS ist weitgehend über dem Objekt, dem Forschungsgegenstand selbst, zugewandt, vernachlässigt dabei jedoch das Subjekt, den Wissenschaftler und sein soziales Umfeld.

Eine alternative Perspektive nimmt KUHN ein. Er gelangt zu seiner Sichtweise der Wissenschaftstheorie durch das Studium historischer Erkenntnisverläufe.¹⁹ Neben dem Forschungsgegenstand berücksichtigt er auch das Subjekt als wissenschaftliche Gemeinschaft in seinen Studien. Zentrales Konzept seiner Wissenschaftstheorie ist dabei das *Paradigma*, eine jeder Wissenschaft und Zeit nicht weiter problematisierten Grundansicht, über das KUHN sagt: „Ein Paradigma ist das, was den Mitgliedern einer wissenschaftlichen

¹⁷Insbesondere vertreten durch den Wiener Kreis mit den Personen Hans Hahn, Moritz Schlick, Otto Neurath und Rudolf Carnap.

¹⁸Vgl. K. Popper, *Logik der Forschung*.

¹⁹Vgl. zur historisch-soziologischen Auseinandersetzung mit Wissenschaft auch Fleck, *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache*. FLECK untersucht die Suche nach dem Syphiliserreger ausgehend vom 14. Jahrhundert und prägt die Begriffe Denkstil und Denkkollektiv.

Gemeinschaft gemeinsam ist, und umgekehrt besteht eine wissenschaftliche Gemeinschaft aus Menschen, die ein Paradigma teilen.“²⁰ Ein Paradigma beruht daher nicht allein auf wissenschaftlichen Tatsachen, sondern ist auch Ausdruck sozialer Interaktion und Übereinkunft. Gerät durch neue Erkenntnisse ein Paradigma ins Wanken, sind nicht nur die Regeln und Theorien betroffen, sondern auch die Strukturen der wissenschaftlichen Gemeinschaft (siehe Abbildung 1.2). KUHN bezeichnet den Paradigmenwechsel als wissenschaftliche Revolution und unterstreicht mit seiner Begriffswahl den soziologisch-gesellschaftlichen Aspekt der Wissenschaftstheorie.²¹

LAKATOS verbindet mit seiner *Methodologie der wissenschaftlichen Forschungsprogramme* die Sichtweisen POPPERS und KUHN.²² Er tut dies, indem er das Kuhnsche Paradigma von einem Hypothesengürtel umhüllt. Während das Paradigma sich weiterhin der Falsifikation entzieht, gelten für den veränderlichen Hypothesengürtel die Popperschen Falsifikationsmöglichkeiten.²³ In gleicher Art werden in dieser Arbeit die theoretischen Grundlagen der Fabrikplanung und der Wertorientierung als konstituierender Kern anerkannt. Diese Grundlagen werden nicht der wissenschaftlichen Überprüfung unterzogen. Als hypothetisch und falsifizierbar wird hingegen das zu entwickelnde Bewertungsmodell der Fabrikplanung betrachtet, das das Hauptergebnis dieser Arbeit darstellt und auch den neuen Erkenntnisgewinn widerspiegelt.

Nach Einordnung in den erkenntnistheoretischen Bezugsrahmen erfolgt die Beschreibung der angewendeten Forschungskonzeption. Nach ULRICH & HILL kann das Forschungskonzept in drei Bereiche unterteilt werden: Entdeckungszusammenhang, Begründungszusammenhang und Verwendungszusammenhang.²⁴

Für den Entdeckungszusammenhang gilt nach POPPER: „Die Erkenntnis beginnt nicht mit der Wahrnehmung oder Beobachtung oder der Sammlung von Daten oder von Tatsachen, sondern sie beginnt mit Problemen.“²⁵ Der Entdeckungszusammenhang dieser Arbeit erstreckt sich über die methodische Gewinnung neuer Erkenntnisse über wirtschaftliches Handeln in der Fabrikplanung. Die identifizierten Probleme der Fabrikplanung werden im zweiten Kapitel vorgestellt. Innerhalb des Begründungszusammenhangs geht es um die methodengestützte Rechtfertigung der entwickelten Modelle.²⁶ Da bereits erklärt wurde, dass eine Aussage nie endgültig bewiesen werden kann, kann das Ziel der Forschungskonzeption nur sein, eine hinreichende Gültigkeit der Forschungsergebnisse zu ermöglichen. In dieser Arbeit geschieht dies anhand der Modellentwicklung in den Kapiteln 4 bis 6. Der Verwendungszusammenhang dient dazu, die gewonnenen Erkenntnisse zur Gestaltung der betrieblichen Abläufe und Strukturen zu nutzen.²⁷ Dabei geht es insbesondere um die Relevanz der Forschungsergebnisse für die industrielle Praxis und für die Gesellschaft. Neben der in Kapitel 1.1 beschriebenen Motivation ergibt sich aus der praktischen Arbeit während der Assistenzzeit am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen die enge Bindung an den Verwendungszusammenhang. Außerdem erfolgt die Demonstration der Erkenntnisse in den Fallbeispielen in Kapitel 7.

²⁰T. S. Kuhn, *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*, S. 187.

²¹Vgl. T. S. Kuhn, *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*, S. 104ff.

²²Vgl. Poser, *Wissenschaftstheorie*, S. 157.

²³Vgl. Lakatos, „Criticism and the Growth of Knowledge“.

²⁴Vgl. P. Ulrich und W. Hill, „Wissenschaftstheoretische Grundlagen“, S. 306.

²⁵Vgl. K. R. Popper, „Logik der Sozialwissenschaften“, S. 104.

²⁶Vgl. Corsten und Reiß, *Betriebswirtschaftslehre*, S. 32.

²⁷Vgl. Corsten und Reiß, *Betriebswirtschaftslehre*, S. 32.

1.3. Einordnung der Arbeit in das Graduiertenkolleg Anlaufmanagement

Die Arbeit ist Bestandteil der Forschungsaktivitäten des von der deutschen Forschungsgesellschaft geförderten Graduiertenkolles *Anlaufmanagement*.²⁸ Ziel dieses Graduiertenkollegs ist die Erforschung unterschiedlicher Entscheidungssituationen und deren Wirkzusammenhänge zum Management des Produktionsanlaufs. Das Anlaufmanagement beinhaltet dabei „alle Tätigkeiten und Maßnahmen zur Planung, Steuerung und Durchführung des Anlaufs eines Produktionssystems mit dem zu produzierenden Serienprodukt, ab der Freigabe der Vorserie bis zum Erreichen der geplanten Produktionsmenge, unter Einbeziehung vorgelagerter Entwicklungsprozesse und der nachgelagerten Prozesse im Sinne einer messbaren Eignung der Produkt- und Prozessreife“.²⁹

Zur Systematisierung des Forschungsgegenstandes wurden die zu untersuchenden Entscheidungen typisiert. Unterschieden werden Sach-, Organisations- und Strukturentscheidungen. „Sachentscheidungen sind Entscheidungen, deren Inhalt die faktische Ausgestaltung von Prozessen oder Produktkomponenten betrifft. Sachentscheidungen im Anlaufmanagement bestimmen die Ausprägungen der Planungsobjekte im Produktionssystem. [...] Strukturentscheidungen im Anlaufmanagement stellen interdependente Sachentscheidungen dar. Dies bedeutet, dass dieser Typ von Entscheidungen die interdependente Struktur des Systems »Produktionsanlauf« funktionsübergreifend beeinflusst und verändert. [...] Die verhaltenswissenschaftliche Entscheidungstheorie konzeptualisiert Entscheidungen in Organisationen als das von organisatorischen Bedingungen beeinflusste oder begrenzte Entscheidungsverhalten von Individuen. Vor diesem Hintergrund bestimmen Organisationsentscheidungen im Anlaufmanagement die interdisziplinäre Zusammensetzung der beteiligten Funktionen einer temporären Organisationseinheit.“³⁰

Mit dem Ansatz, Fabrikplanungsprojekte monetär zu bewerten, wird ein Beitrag zur Untersuchung der Organisationsentscheidungen geleistet.³¹ Zwar wird die Fabrikplanung in der Regel nicht dem Anlaufmanagement zugeordnet, dies hat jedoch eher mit einer historisch gewachsenen Disziplinbildung zu tun als mit einer inhaltlichen und thematischen Trennung. Denn genau so, wie die Produktentwicklung die Grundlage und damit der erste Schritt des Anlaufmanagements ist, gehört auch die Entwicklung der Fabrik zu dieser ersten Phase. So hat die Fabrikplanung beispielsweise einen substanziellen Anteil an der gesamten Anlaufdauer für den Fall, das ein Produktanlauf auch Veränderungen der Fabrik erforderlich machen. Dann werden bereits bei der Fabrikplanung Sachentscheidungen mit wesentlichen Auswirkungen auf den Anlauf getroffen. Ein gutes Beispiel hierfür ist die Entscheidung über den Innovationsgrad einer neuen Fabrik. Entschließt sich ein Unternehmen, ein hochinnovatives Fabrikkonzept mit größeren Veränderungen gegenüber etablierten Produktionssystemen zu realisieren, sind auf Grund des Neuigkeitsgrades die Schwierigkeiten beim Anlauf deutlich größer, als bei einer Übernahme eines stabilen und etablierten Fabrikkonzeptes.³² Insbesondere wenn der Zeitdruck groß ist und Verzögerun-

²⁸Förderkennzeichen: 1491/1.

²⁹A. Kuhn u. a., *Fast Ramp-Up: Schneller Produktionsanlauf von Serienprodukten*, S. 8.

³⁰Schmitt u. a., „Das Aachener Modell zum interdisziplinären Anlaufmanagement“, S. 320.

³¹Vgl. Nau u. a., „Technology planning and evaluation of planning processes during product ramp-up“, S. 527 ff.

³²Ein Beispiel für ein innovatives Produktionskonzept stellt die Produktion von Elektrofahrzeugen und deren Komponenten dar. Vgl. Kampker, Burggräf und Deutsdens, „Produktionsstrukturen für

gen ausgeschlossen werden sollen, wird häufig eine Entscheidung für ein konservatives Fabrikkonzept getroffen. Sind nun die Sachentscheidungen der Fabrikplanung mit dem Produktionsanlauf verbunden, so sind sich auch die Organisationsentscheidungen in der Fabrikplanung ein Teil der Entscheidungen des Anlaufmanagements.

Wesentliche Organisationsentscheidung für das Anlaufmanagement ist die Frage zum notwendigen Ressourceneinsatz für die Koordination und Planungsleistung. Wie viel Management ist überhaupt notwendig, um Sach- und Strukturentscheidung ausreichend vorbereiten und richtig treffen zu können? Bislang kann diese Frage sowohl für das Anlaufmanagement als auch für die Fabrikplanung im Besonderen nicht beantwortet werden. In der Praxis müssen sich daher die Entscheider auf Erfahrungswerte verlassen, wenn diese zur Verfügung stehen. Produktionsanläufe haben jedoch immer einen Neuigkeitscharakter, so dass Erfahrungswerte nur eingeschränkt übertragen werden können. Notwendig ist daher die Entwicklung eines Modells, das generellen Charakter hat.

Als Teil des Graduiertenkollegs muss die Arbeit insbesondere die Grundthese des Graduiertenkollegs untersuchen. Diese besagt, dass vor allem dezentrale und situationsbedingte Entscheidungen erfolgsrelevant sind. Notwendig hierfür sind nach SCHMITT et al. die Entscheidungsgrundlage, Entscheidungsfähigkeit und ein einheitliches Zielssystem.³³ Diese drei Grundvoraussetzungen sollen durch das zu entwickelnde Bewertungsmodell erfüllt bzw. verbessert werden. Die monetäre Bewertung der Fabrikplanung wird einen Beitrag leisten, insbesondere die organisatorischen Entscheidungen (z. B. über die Planungsintensität) situativ besser treffen zu können.

1.4. Aufbau der Arbeit

Der Aufbau der Arbeit orientiert sich an der von ULRICH vorgeschlagenen Struktur der Strategie angewandter Forschung.³⁴ Die Arbeit ist in sieben Kapitel untergliedert, die den Spannungsbogen des Forschungsprozesses abbilden.

Nach der Einleitung, die die Motivation der Arbeit und das Forschungskonzept beschreibt, wird im zweiten Kapitel der Anwendungszusammenhang *Fabrikplanung* erörtert. Dabei werden zunächst die spezifischen Projekteigenschaften der Fabrikplanung definiert und eingegrenzt. Darauf folgen die Beschreibung der aktuellen Herausforderungen für die Fabrikplanung und die Einführung von Fallbeispielen, die im Weiteren zur Spiegelung der aktuellen Herausforderungen genutzt werden. Aktuelle Ansätze der Fabrikplanung zum Umgang mit den Herausforderungen und insbesondere zur Komplexitätsbeherrschung werden im anschließenden Abschnitt beschrieben. Eine kritische Würdigung dieser Ansätze und die Erläuterung des Entwicklungsbedarfs für die Fabrikplanung schließen das Kapitel ab.

Die Erläuterung des Entwicklungsbedarfs aus dem zweiten Kapitel wird zeigen, dass die Fabrikplanung bislang zumeist ohne die Einbeziehung der Wertorientierung betrachtet wird und dadurch ein Perspektivenwechsel sowohl aus theoretischer als auch aus praktischer Sicht einen Mehrwert erhoffen lässt. Die neue Perspektive der *Wertorientierung* wird im dritten Kapitel eingeführt. Im ersten Schritt wird zunächst der Wertbegriff untersucht und in seiner Vieldeutigkeit beschrieben. Der Wertbegriff ist der Kern verschiedener

Komponenten künftiger Elektrofahrzeuge“, S. 48 ff.

³³Schmitt u. a., „Das Aachener Modell zum interdisziplinären Anlaufmanagement“, S. 320.

³⁴Vgl. H. Ulrich, „Die Managementlehre als anwendungsorientierte Wissenschaft“, S. 168 ff.