

MARCUS SAUER

**Vorgehensmodell zur Implementierung
eines meilensteingestützten
Kundenänderungsmanagements**



Herausgeber:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Alexander Verl

Univ.-Prof. em. Dr.-Ing. Prof. e.h. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. mult. Engelbert Westkämper

Marcus Sauer

**Vorgehensmodell zur Implementierung
eines meilensteingestützten
Kundenänderungsmanagements**

Kontaktadresse:

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
Telefon 0711 970-00, Telefax 0711 970-1399
info@ipa.fraunhofer.de, www.ipa.fraunhofer.de

STUTTGARTER BEITRÄGE ZUR PRODUKTIONSFORSCHUNG**Herausgeber:**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. mult. Alexander Verl
Univ.-Prof. em. Dr.-Ing. Prof. e.h. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. mult. Engelbert Westkämper

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart
Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF) der Universität Stuttgart
Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW)
der Universität Stuttgart

Titelbild: © HOMAG Holzbearbeitungssysteme GmbH

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

ISSN: 2195-2892

ISBN (Print): 978-3-8396-0629-2

D 93

Zugl.: Stuttgart, Univ., Diss., 2013

Druck: Mediendienstleistungen des Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB, Stuttgart
Für den Druck des Buches wurde chlor- und säurefreies Papier verwendet.

© by **FRAUNHOFER VERLAG**, 2013

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB
Postfach 800469, 70504 Stuttgart
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
Telefon 0711 970-2500
Telefax 0711 970-2508
E-Mail verlag@fraunhofer.de
URL <http://verlag.fraunhofer.de>

Alle Rechte vorbehalten

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften. Soweit in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z.B. DIN, VDI) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden ist, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen.

GELEITWORT DER HERAUSGEBER

Produktionswissenschaftliche Forschungsfragen entstehen in der Regel im Anwendungszusammenhang, die Produktionsforschung ist also weitgehend erfahrungsbasiert. Der wissenschaftliche Anspruch der „Stuttgarter Beiträge zur Produktionsforschung“ liegt unter anderem darin, Dissertation für Dissertation ein übergreifendes ganzheitliches Theoriegebäude der Produktion zu erstellen.

Die Herausgeber dieser Dissertations-Reihe leiten gemeinsam das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA und jeweils ein Institut der Fakultät für Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik an der Universität Stuttgart.

Die von ihnen betreuten Dissertationen sind der marktorientierten Nachhaltigkeit verpflichtet, ihr Ansatz ist systemisch und interdisziplinär. Die Autoren bearbeiten anspruchsvolle Forschungsfragen im Spannungsfeld zwischen theoretischen Grundlagen und industrieller Anwendung.

Die „Stuttgarter Beiträge zur Produktionsforschung“ ersetzt die Reihen „IPA-IAO Forschung und Praxis“ (Hrsg. H.J. Warnecke / H.-J. Bullinger / E. Westkämper / D. Spath) bzw. ISW Forschung und Praxis (Hrsg. G. Stute / G. Pritschow / A. Verl). In den vergangenen Jahrzehnten sind darin über 800 Dissertationen erschienen.

Der Strukturwandel in den Industrien unseres Landes muss auch in der Forschung in einen globalen Zusammenhang gestellt werden. Der reine Fokus auf Erkenntnisgewinn ist zu eindimensional. Die „Stuttgarter Beiträge zur Produktionsforschung“ zielen also darauf ab, mittelfristig Lösungen für den Markt anzubieten. Daher konzentrieren sich die Stuttgarter produktionstechnischen Institute auf das Thema ganzheitliche Produktion in den Kernindustrien Deutschlands. Die leitende Forschungsfrage der Arbeiten ist: Wie können wir nachhaltig mit einem hohen Wertschöpfungsanteil in Deutschland für einen globalen Markt produzieren?

Wir wünschen den Autoren, dass ihre „Stuttgarter Beiträge zur Produktionsforschung“ in der breiten Fachwelt als substanziell wahrgenommen werden und so die Produktionsforschung weltweit voranbringen.

Alexander Verl

Thomas Bauernhansl

Engelbert Westkämper

Vorgehensmodell zur Implementierung eines meilensteingestützten Kundenänderungsmanagements

Von der Fakultät für Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik
der Universität Stuttgart zur Erlangung der Würde
eines Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.) genehmigte Abhandlung

Vorgelegt von
Dipl.-Ing. oec. Marcus Sauer
aus Stuttgart

Hauptberichter: Univ.-Prof. em. Dr.-Ing. Prof. E.h. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. mult.
Engelbert Westkämper

Mitberichter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dieter Spath

Tag der mündlichen Prüfung 23.09.2013

Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb der Universität Stuttgart

2013

Vorwort des Autors

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Projektleiter am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA in Stuttgart.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Univ.-Prof. em. Dr.-Ing. Prof. E.h. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. mult. Engelbert Westkämper, bis 2011 Leiter des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA sowie des Instituts für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF) der Universität Stuttgart, für seine wohlwollende Unterstützung und Förderung meiner Arbeit sowie für die Übernahme des Hauptberichts. Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Dieter Spath, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswissenschaft und Organisation IAO und des Instituts für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT) der Universität Stuttgart danke ich für die bereitwillige Übernahme des Mitberichts.

Danken möchte ich auch meinen Kollegen am Fraunhofer IPA und den Mitarbeiterinnen der IPA-Bibliothek für Ihre direkte oder indirekte Unterstützung. Insbesondere und stellvertretend möchte ich hier Dr. Juliane Gottmann, Dr. Jörg Mandel und Markus Weskamp nennen, die durch fachliche Gespräche und intensive Korrekturen entscheidend zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben.

Meinen Eltern danke ich herzlich für die Ermöglichung meiner Ausbildung und besonders für die fachliche und moralische Unterstützung nicht nur bei der Erstellung dieser Arbeit. Mein größter Dank gilt meiner Freundin Nina für ihre Unterstützung und Geduld während der letzten Jahre. Sie hat mir die Motivation und Energie gegeben, dieses Ziel zu erreichen. Meinen Eltern und ihr widme ich diese Arbeit.

Stuttgart, im Oktober 2013

Marcus Sauer

Kurzfassung

Der weltweite Wettbewerb nimmt an Dynamik zu. Zusätzliche Konkurrenten und die schnelle Ausbreitung von Technologien führen zu einer stetigen Zunahme an Produktvarianten. Die Präsenz auf vielen Märkten und die Forderung nach der Erfüllung kundenindividueller Wünsche führen zur Ausweitung des Produktangebots, die Bedeutung der kundenindividuellen Produktion nimmt zu.

Neben der Fähigkeit zur Anpassung des Produktionsvolumens müssen Unternehmen maßgeschneiderte Produkte anbieten und das Produkt schnell und termintreu zur Verfügung stellen. Ziel muss sein, die Reaktionsfähigkeit aller Prozesse zu erhöhen, dafür bedarf es einer Zeit- und Aufwandsreduktion im gesamten Auftragsabwicklungsprozess. Vor diesem Hintergrund sind Änderungen an einem konkreten Kundenauftrag vor allem bei komplexen Investitionsgütern an der Tagesordnung. Hier fehlt es an inhaltlicher Transparenz, Prozesstransparenz und -klarheit. In dieser Arbeit wird ein Vorgehensmodell entwickelt, das hier durch die Implementierung eines Kundenänderungsmanagements unterstützt.

Analyse und Meilensteinkonzept: Aufbauend auf der spezifischen Änderungsanalyse und Definition organisatorischer Rahmenbedingungen, wird durch die Modularisierung der Prozesse und ein Meilensteinkonzept eine hohe Flexibilität vor allem in der Lokalisierung und Bearbeitung von Kundenänderungen erreicht.

Kundenänderungsmanagement: In Abhängigkeit einer Klassifizierung sind klassenspezifische Maßnahmen die Grundlage für ein aufwandsarmes und flexibles Management von Kundenänderungen. Unternehmen werden mit diesem Modell befähigt, Kunden auch nach Auftragsbestätigung die Möglichkeit zu Änderungen zu geben, diese zu bewerten und den Aufwand bei der Durchführung zu reduzieren.

Short summary

The presence in many markets, additional competition and the demand for the fulfilment of individual customer requirements make it necessary to expand the product range so that customised production takes on importance. Apart from adapting the production volume, companies must be able to offer tailor-made products, while delivering the desired product faster and on time. The objective must be to increase the adaptability and responsiveness of all production processes throughout the order fulfilment process.

Another circumstance that adds to this are changes to a specific customer order, which regularly occur especially with complex capital goods. What are missing here are information transparency (type, number of order changes), process transparency (effects of order changes) and process clarity (internal responsibilities). The presented approach aims at developing a procedure to increase adaptability in the processing of orders based on the integrated management of customer change requests.

Milestone concept: A specific change analysis and the definition of the organisational framework are the basis for modularising processes throughout the order fulfilment process and allows for a high level of flexibility especially in processing customer change requests and localising the effects. The introduction of a new milestone concept provides a standardised and stable framework.

Management of order changes: Based on this classification, measures are derived which enable an efficient and flexible management of customer change requests. This method enables companies and their customers to change an order and evaluate these changes after order confirmation, while reducing the change effort.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	XI
Abbildungsverzeichnis	XVII
Abkürzungsverzeichnis	XXII
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangssituation	1
1.2 Motivation und Zielsetzung	3
1.3 Struktur der Arbeit	7
2 Wandlungsfähige Produktionssysteme	10
2.1 Der Begriff der Wandlungsfähigkeit	10
2.2 Wandlungstreiber als Verursacher des Wandels	14
2.2.1 Begriffsklärung Wandlungstreiber	15
2.2.2 Kategorisierung der Wandlungstreiber	16
2.3 Wandlungsbefähiger	20
2.4 Komplexität – Definition, Ausprägung und Einordnung	21
2.4.1 Komplexitätsfalle	24
2.4.2 Ursachen und Auswirkungen von Komplexität	26
2.4.3 Komplexitätsmanagement	28
2.4.4 Gestaltungsbereiche des Komplexitätsmanagements in Produktion und indirekten Bereichen	30
2.4.4.1 Reduzierung des Koordinationsaufwands durch modulare Organisation	31
2.4.4.2 Anpassung der Aufbauorganisation	34

2.4.4.3	Controlling-Instrumente zur Messung der Komplexität	36
2.5	Zusammenfassung	37
3	Untersuchungsbereich und Stand der Technik	38
3.1	Produktionstyp	38
3.2	Definition des Auftragsabwicklungsprozesses	43
3.2.1	Prozessdefinition	43
3.2.2	Der Auftragsabwicklungsprozess im Unternehmen	46
3.2.3	Anforderungen an die Auftragsabwicklung eines Auftragsfertigers	49
3.2.3.1	Struktur der Auftragsabwicklung	49
3.2.3.2	Durchlaufzeit	50
3.2.3.3	Wandlungsfähige Auftragsabwicklung	51
3.2.4	Prozessaufnahme, Darstellung und gestalterische Maßnahmen	52
3.2.4.1	Abbildung von Prozessen nach der Business Process Modeling Notation	53
3.2.4.2	Ablauforganisatorische Maßnahmen	54
3.3	Arten und Ursachen von Kundenänderungen	56
3.3.1	Einordnung in bestehende Managementkonzepte	57
3.3.2	Begriffsabgrenzung Kundenänderungen	60
3.3.3	Zusammenfassende Definition von Kundenänderungen	61
3.3.4	Art der Änderungen	64
3.3.5	Ursache der Änderung	65
3.4	Ansätze zum Umgang mit Kundenänderungen in der Praxis	66
3.5	Bestehende Ansätze in der Forschung	70

3.5.1	Ansätze zur Erhöhung der Wandlungsfähigkeit	70
3.5.2	Ansätze zum Management von Änderungen	73
3.5.2.1	Ansätze zur Klassifizierung von Kundenänderungen	73
3.5.2.2	Management von Änderungen	75
3.5.3	Zusammenfassende Betrachtung der Ansätze	78
3.6	Zwischenfazit und Ableitung des Handlungsbedarfs	80
4	Anforderungen an das Vorgehensmodell	83
4.1	Formale Anforderungen an die Eigenschaften eines Vorgehensmodells	83
4.2	Anforderungen an das Vorgehensmodell zur Implementierung eines Kundenänderungsmanagements	84
4.2.1	Anforderungen an die Datenqualität	85
4.2.1.1	Eindeutigkeit des Begriffsverständnisses	85
4.2.1.2	Möglichkeit langfristiger Datenauswertung	86
4.2.1.3	Maßnahmenableitung aus vergangenheitsbezogenen Auswertungen	86
4.2.1.4	Automatisierte Datenabfrage	86
4.2.2	Anforderungen aus der Zielsetzung	87
5	Zielsetzung und Konzeptdarstellung	89
6	Erstellung der Voraussetzungen zur Anwendung des Vorgehensmodells	96
6.1	Schritt 1: Analyse von Kundenänderungen	96
6.1.1	Arten von Kundenänderungen	98
6.1.2	Anzahl der Kundenänderungen	98
6.1.3	Zeitpunkt der Kundenänderungen im Prozess	100

6.1.4	Schwere der Änderung	102
6.1.5	Zusammenfassung der Analysen	103
6.2	Schaffung der Rahmenbedingungen	104
6.2.1	Organisatorische Rahmenbedingungen	104
6.2.2	Planungsvoraussetzungen	106
7	Prozessmodularisierung und Konzeption von Change-Gates	108
7.1	Schritt 2: Prozesserfassung und Prozessabbildung	109
7.2	Schritt 3: Festlegung von Prozessmodulen	110
7.2.1	Schritt 3a: Definition des Gestaltungsbereichs	112
7.2.2	Schritt 3b: Prozessmodule auf Ebene der Hauptprozesse	114
7.2.3	Schritt 3c: Prozessmodule auf Ebene der Teilprozesse	116
7.3	Schritt 4: Definition der Inhalte und Wirkungsweise von Change-Gates	119
8	Management von Kundenänderungen	124
8.1	Änderungsklassenspezifische Handlungsempfehlungen	125
8.1.1	Schritt 5: Kategorisierung von Kundenänderungen und Definition der Klassifizierungsmatrix	126
8.1.1.1	Zeitliche Klassifizierung einer Änderung mit Hilfe von Change-Gates	127
8.1.1.2	Inhaltliche Klassifizierung einer Änderung	130
8.1.1.3	Zusammenführung der Kriterien in der Klassifizierungsmatrix	133
8.1.2	Schritt 6: Ableitung von änderungsklassenspezifischen Handlungsempfehlungen	134
8.1.2.1	Die Handlungsempfehlungen im Überblick	134
8.1.2.2	Die Änderungsklassen im Überblick	136

8.1.2.3	Handlungsempfehlungen der Änderungsklasse „C – Kleine Änderungen“	138
8.1.2.4	Handlungsempfehlungen der Änderungsklasse „B – Zeitlich eingrenzbar Änderungen“	141
8.1.2.5	Handlungsempfehlungen der Änderungsklasse „A – Umfangreiche Änderungen“	144
8.1.2.6	Zusammenfassende Betrachtung der Änderungsklassen	146
8.2	Schritt 7: Durchgängige Erfassung und Verfolgung von Kundenänderungen	147
8.3	Prozessverbesserung und kontinuierliche Adaption des Kundenänderungsmanagements	149
8.3.1	Ableitung von Prozessverbesserungen aus der Änderungserfassung und Änderungsverfolgung	150
8.3.1.1	Abgeleitete Kenngrößen aus der Änderungserfassung	150
8.3.1.2	Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen	152
8.3.2	Kontinuierliche Adaption des Änderungsmanagements	155
9	Validierung: Implementierung des Kundenänderungsmanagements	158
9.1	Das Anwendungsunternehmen	158
9.2	Vorgehen zur Implementierung des Kundenänderungsmanagements	160
9.2.1	Ausgangssituation	160
9.2.2	Analyse und Rahmenbedingungen	161
9.2.3	Modularisierung und Einführung der Change-Gates	163
9.2.4	Implementierung des Kundenänderungsmanagements	168
9.2.5	Schlussfolgerung	171

10 Zusammenfassung und Ausblick	174
10.1 Zusammenfassung	174
10.2 Kritische Würdigung	176
10.3 Ausblick und weiterer Forschungsbedarf	177
11 Summary and future prospects	179
11.1 Summary	179
11.2 Critical appraisal	181
11.3 Future prospects and the need for further research	182
Literaturverzeichnis	184

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Entwicklung von Auftragseingang und -durchlaufzeiten im Maschinenbau [Ver 2013]	2
Abbildung 1-2: Struktur der Arbeit	9
Abbildung 2-1: Abgrenzung von Flexibilität und Wandlungsfähigkeit in Abhängigkeit der zeitlichen und wirtschaftlichen Komponente [Man 2012] i. A. a. [Hei 2008] und [Zäh 2005]	13
Abbildung 2-2: Unterstützung der Wandlungsfähigkeit [Wes 2006].....	14
Abbildung 2-3: Wandlungstreiberkategorien ausgewählter Autoren	16
Abbildung 2-4: Triebkräfte im Kategorisierungsmodell, eigene Darstellung i. A. a. [Pri 2012]	18
Abbildung 2-5: Auswirkungen im Kategorisierungsmodell, eigene Darstellung i. A. a. [Pri 2012]	18
Abbildung 2-6: Schema des Kategorisierungsmodells [Pri 2012]	19
Abbildung 2-7: Wandlungsbefähiger nach HERNANDEZ [Her 2003].....	20
Abbildung 2-8: Schichten der Komplexität [Ada 1998b]	24
Abbildung 2-9: Die Komplexitätsfalle, eigene Darstellung i. A. a. [Sch 2001; Wil 2000].....	25
Abbildung 2-10: Ansatzpunkte des Komplexitätsmanagements [Wil 1998]....	28
Abbildung 2-11: Strategien und Ansatzpunkte des Variantenmanagements [Wil 1998].....	29
Abbildung 2-12: Systemtheorie – Aufbau eines Systems [Wes 2009c].....	31
Abbildung 2-13: Unstrukturiertes und strukturiertes System nach VESTER [Ves 2002]	32

Abbildung 2-14: Koordination von Organisationseinheiten [Sch 2010b].....	36
Abbildung 3-1: Systematisierung von Fertigungstypen nach WÖHE [Wöh 2010]	39
Abbildung 3-2: Idealtypische Charakterisierung des Auftragsfertigers nach SCHUH / SCHMIDT [Sch 2006b]	40
Abbildung 3-3: Hierarchische Gliederung von Prozessen [Her 2010b].....	45
Abbildung 3-4: Geschäftsprozesse in Industrieunternehmen nach SCHMELZER / SESSELMANN [Sch 2010a].....	46
Abbildung 3-5: Kaufmännische und technische Auftragsabwicklung i. A. a. BERLAK [Ber 2003]	47
Abbildung 3-6: BPMN – Grundlegende grafische Symbole [All 2008].....	53
Abbildung 3-7: Beispielhafte Prozessdarstellung nach BPMN [All 2008].....	54
Abbildung 3-8: Ablauforganisatorische Maßnahmen zur Steigerung der Prozesseffizienz nach SCHMELZER / SESSELMANN [Sch 2010a]....	55
Abbildung 3-9: Kategorisierungsmodell einer Kundenänderung [Pri 2012]...	63
Abbildung 3-10: Einteilung der Änderungsursachen i. A. a. [Bel 2008]	65
Abbildung 3-11: Änderungshäufigkeit im Prozessverlauf bei einer zeitlichen Differenzierung	68
Abbildung 3-12: Änderungshäufigkeit von Kundenänderungen über den Auftragsabwicklungsprozess	69
Abbildung 3-13: Klassifizierung von Änderungen nach EVERSHEIM / WARNKE / SCHRÖDER [Eve 1997].....	73
Abbildung 3-14: Checkliste zur Klassifikation von Änderungen nach ASSMANN [Ass 2000].....	74
Abbildung 3-15: Zusammenfassende Betrachtung der Ansätze in der Forschung.....	78

Abbildung 4-1:	Anforderungen an das Vorgehensmodell zur Implementierung des Kundenänderungsmanagements.....	84
Abbildung 5-1:	Übersicht zur methodischen Vorgehensweise	90
Abbildung 5-2:	Gesamtübersicht über das Vorgehensmodell zur Implementierung eines Kundenänderungsmanagements	93
Abbildung 6-1:	Beispielhafte Darstellung der Anzahl an Kundenänderungen	99
Abbildung 6-2:	Beispielhafte Darstellung des Zeitpunkts von Kundenänderungen in Auswerteziträumen.....	101
Abbildung 6-3:	Beispielhafte Darstellung der Schwere von Kundenänderungen	102
Abbildung 6-4:	Kombinierte Darstellung von Schwere, Zeitpunkt und Anzahl von Auftragsänderungen	103
Abbildung 6-5:	Kapazitätsplanung von Aufträgen und Kundenänderungen	107
Abbildung 7-1:	Definition von Prozessmodulen und Change-Gates (schematischer Überblick).....	108
Abbildung 7-2:	Vorgehen zur Festlegung der Prozessmodule.....	111
Abbildung 7-3:	Definition des Gestaltungsbereichs.....	112
Abbildung 7-4:	Definition der Detaillierungsbereiche	117
Abbildung 7-5:	Beispielhafte Darstellung einer Prozessabhängigkeitsmatrix	118
Abbildung 7-6:	Zielsetzung von Change-Gates	120
Abbildung 8-1:	Implementierung des Kundenänderungsmanagements (schematischer Überblick).....	124

Abbildung 8-2:	Zielsetzung einer änderungsklassenspezifischen Definition von Maßnahmen.....	125
Abbildung 8-3:	Grundlage der Kategorisierung von Auftragsänderungen sind „Schwere der Kundenänderungen“ und „Bearbeitungsfortschritt“	126
Abbildung 8-4:	Erfassung des Bearbeitungsfortschritts nach Auftragszeitfortschritt.....	127
Abbildung 8-5:	Relative Bewertung des Bearbeitungsfortschritts.....	128
Abbildung 8-6:	Relative Bewertung des Bearbeitungsfortschritts mittels Change-Gates.....	129
Abbildung 8-7:	Kriterien zur Kategorisierung nach der Schwere einer Änderung	131
Abbildung 8-8:	Zusammenführung von Schwere und Bearbeitungsfortschritt in einer Klassifizierungsmatrix.....	133
Abbildung 8-9:	Ableitung klassenspezifischer Maßnahmen.....	136
Abbildung 8-10:	Definition und Eigenschaften der Änderungsklasse „C – Kleine Änderungen“	138
Abbildung 8-11:	Definition und Eigenschaften der Änderungsklasse „B – Zeitlich eingrenzbare Änderungen“	141
Abbildung 8-12:	Definition und Eigenschaften der Änderungsklasse „A – Umfangreiche Änderungen“	144
Abbildung 8-13:	Erfassungsmaske Kundenänderungen	148
Abbildung 8-14:	Kenngößen aus der Änderungserfassung	151
Abbildung 8-15:	Kontinuierliche Adaption und Verbesserung des Kundenänderungsmanagements.....	155

Abbildung 9-1:	Betriebsmorphologie des Anwendungsunternehmens i. A. a. [Sch 2006b]	159
Abbildung 9-2:	Ergebnisse der Analyse der Kundenänderungen	162
Abbildung 9-3:	Prozessmodularisierung beim Anwendungsunternehmen (schematische Darstellung)	164
Abbildung 9-4:	Prozessabhängigkeitsmatrix im Modul "Auftragsbezogene Konstruktion"	165
Abbildung 9-5:	Definition der Change-Gates beim Anwendungspartner....	166
Abbildung 9-6:	Kriterien und Ausprägungen zur Bewertung der Schwere einer Kundenänderung	169

Abkürzungsverzeichnis

BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BPM	Business Process Management
BPMN	Business Process Model and Notation
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DLZ	Durchlaufzeit
eGPS	electronic Comprehensive Production System
EPK	Ereignisgesteuerte Prozessketten
ERP	Enterprise Ressource Planning
Fraunhofer IPA	Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA
Fraunhofer ISI	Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI
G	Gestaltungsindex
g	Parameter bei der Berechnung des Gestaltungsindex
IKS	Informations- und Kommunikationssystem
kmU	kleine und mittlere Unternehmen
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungsprozess
MES	Manufacturing Execution System
ModuLoSys	Modularisierung logistischer Systeme für kmU
PDM	Produktdatenmanagement
PPS	Produktionsplanung und –steuerung
PTKA	Projekträger Karlsruhe
SCOR	Supply Chain Operations Reference-Modell

SFB	Sonderforschungsbereich
TQM	Total Quality Management
UML	Unified Modeling Language
WaMoPro	Wandlungsfähigkeit durch modulare Produktionssysteme
WaProTek	Wandlungsförderliche Prozessarchitekturen
WdmF	Wandlungsfähigkeit durch modulare Fabrikstrukturen
Win-D	Wandlungsfähige Produktionssysteme durch integrierte IT-Strukturen und dezentrale Produktionsplanung und -regelung
WPS	Wandlungsfähige Produktionssysteme
WPSlive	Ein wandlungsfähiges sozio-technisches Produktionssystem
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.

1 Einleitung

1.1 *Ausgangssituation*

Der weltweite Wettbewerb wird zunehmend dynamisch und turbulent [Wes 2009d]. Gründe sind neben einem fortschreitenden Wandel in den globalen Märkten das Auftreten von neuen, teilweise sehr offensiv vorgehenden Wettbewerbern und die enorm schnelle Ausbreitung neuer Technologien sowie eine dichte Vernetzung der Güter und Kapitalströme [Nyh 2008]. Eine Vielzahl von Einflussfaktoren und deren schneller Wandel fordern neue Lösungsansätze für die Beherrschung dieser Veränderungen [Wes 2009d; Wes 2006; Nyh 2008]. Die klassischen Charakterisierungsmerkmale deutscher Unternehmen, wie hohe Qualität und Zuverlässigkeit sowie innovative Technologien, werden in Zukunft nicht mehr ausreichen, die Wettbewerbsfähigkeit zu garantieren.

Diese heterogenen Märkte führen zum Entstehen einer immer weiter zunehmenden Variantenvielfalt. Auf den Weltmärkten präsent zu sein, bedeutet für ein Unternehmen fast automatisch die Ausweitung des Produktangebots durch die Erfüllung von marktspezifischen Anforderungen [Sch 2007]. Die zunehmende Forderung zur Erfüllung kundenindividueller Wünsche auch auf den heimischen Märkten führt dazu, dass die Produktion von Standardprodukten an Bedeutung verliert und somit die kundenindividuell gefertigten Produkte weiter zunehmen [Spa 2009].

Neben der in der letzten Krise 2009 vor allem geforderten Fähigkeit zur Anpassung des Produktionsvolumens (Abbildung 1-1) und der Kapazitäten aufgrund

der sich schnell ändernden Nachfrage – Volumenflexibilität – identifiziert das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI) in einer Studie zur Wandlungsfähigkeit der deutschen Hightech-Industrie zwei wesentliche weitere Erfolgsfaktoren für den mittel- bis langfristigen Erfolg. Das ist zum einen die Forderung der Kunden nach maßgeschneiderten Produkten – Variantenflexibilität – sowie die Notwendigkeit, das gewünschte Produkt schneller und zur geforderten Lieferzeit und Liefertreue zur Verfügung zu stellen. Dies erfordert schnelle Produktionsprozesse und die Verkürzung der Durchlaufzeiten – DLZ-Flexibilität [Kin 2012]. Das Ansteigen der Auftragsdurchlaufzeit in den letzten Jahren ist nicht zuletzt durch die steigende Variantenvielfalt begründet (Abbildung 1-1). Gelingt hier eine Verkürzung der Durchlaufzeit, führt dies zu einer Flexibilisierung der Prozesse [Sch 2007].

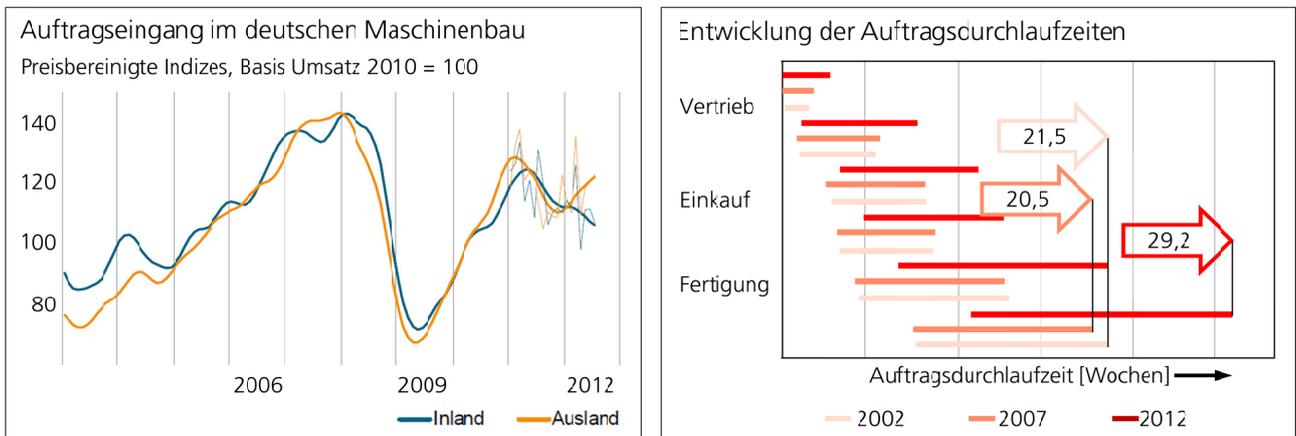


Abbildung 1-1: Entwicklung von Auftragseingang und -durchlaufzeiten im Maschinenbau [Ver 2013]

Die Beherrschung dieser Komplexität und eine erhöhte Anpassungsfähigkeit ist wesentlicher Erfolgsfaktor für deutsche Unternehmen [Wes 2009e; Spa 2009; Nyh 2008]. Ein Ansatzpunkt kann hier die Erhöhung der Wandlungsfähigkeit sein. Unternehmen verfügen heute schon über Potenziale der Wandlungsfähig-

keit vor allem bei einzelnen Technologien in der Produktion oder bei produktionsnahen Prozessen.

Es muss allerdings das Ziel sein, die Reaktionsfähigkeit des gesamten Auftragsabwicklungsprozesses zu erhöhen, um die genannte Flexibilität nicht nur in Teilbereichen, sondern insgesamt zu erreichen. Dafür bedarf es einer Zeit- und Aufwandsreduktion in der gesamten Planungskette [Wes 2009b]. Um diese Reaktionsfähigkeit zu erreichen kann es jedoch nicht das Ziel sein, alle Prozesse oder Ressourcen eines Unternehmens maximal wandlungsfähig zu gestalten. Vielmehr muss ein angemessenes Gleichgewicht zwischen standardisierten und wandlungsfähigen Komponenten des Unternehmens gefunden werden.

1.2 Motivation und Zielsetzung

Änderungen von Aufträgen sind wesentlicher Auslöser von permanenten, häufig unvorhersehbaren Störungen. Sie verursachen erheblichen Zeit- und Arbeitsaufwand im Auftragsabwicklungsprozess und stehen damit der geforderten Flexibilität und Reaktionsfähigkeit entgegen. Zielsetzung muss daher sein, ein Vorgehen zur Analyse, Vermeidung und Beherrschung dieser Kundenänderungen zu entwickeln.

Problemstellung Kundenänderungen

Die zunehmende Variantenanzahl und vermehrt kundenindividuelle Wünsche führen dazu, dass die Komplexität im Produktspektrum der Unternehmen steigt. Diese Komplexität, verbunden mit einem schnellen Wandel, führt zu einer steigenden Anzahl an Auftragsänderungen. Dabei ist der Auslöser nur teilweise im Unternehmen selbst zu suchen, häufig fordern die Kunden die Möglichkeit, nachträglich Änderungen einbringen zu können. Kundenänderungen – Auf-

tragsänderungen durch den Kunden mit Bezug zu einem konkreten Auftrag – sind damit ein wesentlicher Wandlungstreiber für viele Unternehmen [Bau 2012; Wie 2011]. Bei komplexen Investitionsgütern, beispielsweise im Maschinen- und Anlagenbau, sind Kundenänderungen an der Tagesordnung. Das liegt einerseits an der schon eingangs erwähnten Forderung nach maßgeschneiderten Produkten und andererseits an einem häufig über mehrere Wochen bis Monate dauernden Prozess von Auftragseingang bis Fertigstellung.

Defizite im Umgang mit Kundenänderungen

In Abhängigkeit von Art und Zeitpunkt des Auftretens haben Kundenänderungen einen Einfluss auf viele Stellen des Auftragsabwicklungsprozesses. Existierende Modelle und Methoden zielen auf eine Vermeidung dieser Änderungen ab. Insbesondere vor dem Hintergrund der Variantenflexibilität ist diese Forderung zwar wünschenswert und kann beispielsweise durch Softwarelösungen unterstützt werden, eine vollständige Vermeidung ist hingegen nicht realistisch [Hül 2012]: Viele Unternehmen gewähren die Forderung der Kunden nach Änderungen, um sich vom Wettbewerb abzuheben.

Es kann folglich davon ausgegangen werden, dass auch aufgrund strategischer Überlegungen zur Kundenbindung, Kundenänderungen nicht vollständig vermeidbar sind und weiter mit den folgenden Problemstellungen in der Praxis auftreten:

- Fehlende Transparenz über Art, Anzahl und Gründe der Kundenänderungen: Häufig ist nicht bekannt, wo die eigentlichen Ursachen von Kundenänderungen zu suchen sind. Diese Transparenz ist jedoch zwingende Voraussetzung, um Änderungen beherrschen und bestenfalls vermeiden zu können.

- **Fehlende Prozesstransparenz:** Neben der inhaltlichen Transparenz von Kundenänderungen fehlt zudem die Kenntnis über die Auswirkungen der Änderungen (Zeit, Kosten, Qualität) und der Wirkzusammenhänge. Kundenänderungen sind nicht oder nur sehr schwer voraussehbar und damit nicht planbar. Folge sind hohe Aufwände zur Bearbeitung dieser unvorhersehbaren Störungen. Es fehlen geeignete Methoden, um die Auswirkungen beherrschbar zu machen und damit mildern zu können.
- **Unklare Abläufe und Verantwortlichkeiten:** In der betrieblichen Praxis werden Änderungswünsche durch den Zeitdruck nicht oder kaum standardisiert bearbeitet. Es existiert meist kein geregelter Prozess zum Management von Kundenänderungen. Die Findung des Lösungswegs ist abhängig von den handelnden Personen und daher oft fallweise verschieden.
- **Fehlende Dokumentation und Ableitung von Maßnahmen:** Durch die stark personenabhängige Bearbeitung wird oft die Dokumentation der Änderung vernachlässigt. Diese ist jedoch die Basis, um Maßnahmen zur Optimierung des Kundenänderungsmanagements ableiten zu können.

In der Folge steigen die Kosten durch den Aufwand, der betrieben werden muss, um Kundenänderungen zu managen. Zudem steigt in den meisten Fällen die Durchlaufzeit nicht nur der geänderten Aufträge sondern aller Aufträge insgesamt [Wie 2011], da Änderungen nicht geplant sind und als Störung die Kapazität der beteiligten Mitarbeiter belasten. Die Gefahr besteht, dass durch fehlende Standards und den großen Zeitdruck die Qualität leidet. Es stellt sich daher die folgende Frage: Wie kann die Transparenz über Kundenänderungen und deren Auswirkungen erhöht und daraus ein Management von Kundenänderungen über den gesamten Auftragsabwicklungsprozess abgeleitet werden?

In der vorliegenden Arbeit soll daher ein Vorgehensmodell zur Implementierung eines Kundenänderungsmanagements in der Auftragsabwicklung komplexer Investitionsgüter vorgestellt werden. Das Modell untergliedert sich in drei Phasen:

Phase 1: Änderungsanalyse und Schaffung der Rahmenbedingungen

Aufgrund der Unklarheit sowohl über die Art, Anzahl als auch Zeitpunkt von kundenverursachten Änderungen im Auftragsabwicklungsprozess soll zunächst ein allgemein gültiges Vorgehen zur Änderungsanalyse dargestellt werden. Voraussetzung zur Anwendung des Modells ist weiterhin die Festlegung der dafür benötigten organisatorischen und planerischen Rahmenbedingungen.

Phase 2: Prozessmodularisierung und Meilensteinkonzept

Durch die Modularisierung der Prozesse über den gesamten Auftragsabwicklungsprozess soll eine hohe Flexibilität in der Bearbeitung von Kundenänderungen erreicht werden. Die Einführung eines Meilensteinkonzepts soll dafür die notwendige Transparenz schaffen und den standardisierten Rahmen bilden.

Phase 3: Management von Kundenänderungen

In dieser Phase sollen Maßnahmen zum Management von Kundenänderungen abgeleitet werden. Hierfür sind zunächst die Kriterien inklusive deren Ausprägungen zur Klassifizierung von Kundenänderungen zu definieren, um gezielt klassenspezifische Maßnahmen festlegen zu können. Abschließend sind die konsequente Erfassung und Verfolgung von Änderungen zur Ableitung von Optimierungsmaßnahmen sicherzustellen.

Zielsetzung ist damit, Unternehmen zu befähigen, Kunden auch nach Auftragsbestätigung die Möglichkeit einer Änderung zuzugestehen, diese anhand von Kriterien zu bewerten und den Aufwand im Voraus abschätzen und bei der Durchführung reduzieren zu können.

1.3 Struktur der Arbeit

Zunächst sollen in Kapitel 2 die Begriffe der Wandlungsfähigkeit und der Komplexität erörtert werden. Auf die Erklärung des Begriffs der Wandlungsfähigkeit (Kapitel 2.1) folgt die Beschreibung der Auslöser (Kapitel 2.2) und die Möglichkeiten zur konzeptionellen Reaktion auf den Wandel (Kapitel 2.3). Im Anschluss soll auf Ursachen und Auswirkungen von Komplexität in Unternehmen eingegangen und die Gestaltungsbereiche im Rahmen des Komplexitätsmanagements in der Produktion aufgezeigt werden (Kapitel 2.4).

In Kapitel 3 folgt die Definition des Untersuchungsbereichs sowie die Untersuchung des Stands der Technik. Zur inhaltlichen Anwendung des vorliegenden Ansatzes sind dafür zunächst der betrachtete Produktionstyp (Kapitel 3.1) sowie die betrachteten Unternehmensprozesse (Kapitel 3.2) abzugrenzen. Anschließend kann umfassend auf Art, Ursache und Umgang mit Kundenänderungen eingegangen werden (Kapitel 3.3). Im Anschluss an diese praxisorientierten Erläuterungen sollen die aktuellen wissenschaftlichen Ansätze zur Erhöhung der Wandlungsfähigkeit und dem Management von Kundenänderungen im Rahmen des Komplexitätsmanagements untersucht (Kapitel 3.5) sowie der Handlungsbedarf abgeleitet werden (Kapitel 3.6).

Kapitel 4 dient der Entwicklung der Anforderungen an das zu entwickelnde Vorgehensmodell. Diese bestehen aus formalen, wissenschaftlichen Anforderungen an ein Modell im Allgemeinen (Kapitel 4.1) sowie den spezifischen Anforderungen an das Vorgehensmodell (Kapitel 4.2).

Aufbauend auf diesen inhaltlichen Grundlagen soll das Vorgehen zur Einführung eines meilensteingestützten Managements von Kundenänderungen aufgezeigt

werden. Dafür ist in Kapitel 5 zunächst die Zielsetzung zu erarbeiten sowie zum besseren Verständnis der konzeptionelle Überblick darzustellen.

Kapitel 6 dient der Darstellung der Voraussetzungen zur Anwendung des Vorgehensmodells. Es soll ein Konzept zur umfangreichen Analyse von Art, Anzahl, Zeitpunkt und Schwere von Kundenänderungen erarbeitet (Kapitel 6.1) und die für das Vorgehensmodell notwendigen organisatorischen Rahmenbedingungen festgelegt werden (Kapitel 6.2).

In Kapitel 7 folgt die Darstellung des Konzepts zur Prozessmodularisierung und die Konzeption einer Meilensteinlogik. Dies beinhaltet zunächst die Prozessfassung und -abbildung (Kapitel 7.1) und die Bildung von Prozessmodulen auf Ebene von Haupt- und Teilprozessen (Kapitel 7.2). Abschluss des Kapitels bildet die Definition von Meilensteinen (sogenannter Change-Gates) als standardisierten Rahmen für das Management von Kundenänderungen (Kapitel 7.3).

Kapitel 8 erläutert, aufbauend auf Prozessmodularisierung und Meilensteinkonzept, das Management von Kundenänderungen. Dazu soll zu Beginn ein Vorgehen zur Klassifizierung dieser Änderungen und zur Ableitung klassenspezifischer Maßnahmen aufgezeigt werden (Kapitel 8.1). Die durchgängige Erfassung und Verfolgung der Änderungen (Kapitel 8.2) ist die Grundlage für Prozessverbesserungen und die kontinuierliche Optimierung des Kundenänderungsmanagements (Kapitel 8.3).

In Kapitel 9 soll mit Hilfe eines Praxisbeispiels die Validierung des Vorgehensmodells zur Implementierung eines Kundenänderungsmanagements erfolgen.

Abbildung 1-2 fasst die Struktur der Arbeit zusammen.

Kapitel 2	Wandlungsfähige Produktionssysteme
Kapitel 3	Untersuchungsbereich und Stand der Technik
Kapitel 4	Anforderungen an das Vorgehensmodell
Kapitel 5	Zielsetzung und Konzeptdarstellung
Kapitel 6	Erstellung der Voraussetzungen zur Anwendung des Vorgehensmodells
Kapitel 7	Prozessmodularisierung und Konzeption von Change-Gates
Kapitel 8	Management von Kundenänderungen
Kapitel 9	Validierung

Abbildung 1-2: Struktur der Arbeit

2 Wandlungsfähige Produktionssysteme

Wie einleitend beschrieben, ist die Erhöhung der Wandlungsfähigkeit notwendig, um die Reaktionsfähigkeit der gesamten Planungskette zu erhöhen und damit die geforderte Aufwands- und Zeitreduktion zu erreichen (siehe Kapitel 1.1). Daher ist in diesem Kapitel zunächst eine Einordnung der Anforderungen an Wandlungsfähige Produktionssysteme (WPS) vorzunehmen. Hierzu werden die Begriffe der Wandlungsfähigkeit (Kapitel 2.1), Wandlungstreiber (Kapitel 2.2) und Wandlungsbefähiger (Kapitel 2.3) erläutert. In diesem Zusammenhang werden anschließend Ursachen, Auswirkungen und der Umgang mit Komplexität beschrieben (Kapitel 2.4).

2.1 *Der Begriff der Wandlungsfähigkeit*

Die stetige Veränderung zwingt Unternehmen, sich permanent an neue Gegebenheiten anzupassen. Die Megatrends der Globalisierung, der Realisierung individueller Kundenwünsche, der Verkürzung von Produktionszyklen, der Rohstoffverknappung und des demografischen Wandels verursachen Turbulenzen in Unternehmen, die in Zukunft weiter zunehmen werden [Kir 2003; Zäh 2003]. Aufgrund einer enormen Vielzahl von Einflussfaktoren und der schnellen Veränderung, spricht WESTKÄMPER von einer turbulenten Umgebung [Wes 2006].

Auch wenn sich diese Problematik in jüngster Vergangenheit verschärft hat (siehe Kapitel 1.1), wird sie bereits seit Ende der 1990er Jahre unter dem Begriff der Wandlungsfähigkeit diskutiert [Wie 2009]. In der Literatur sind mehrere ähnliche Definitionen der Wandlungsfähigkeit zu finden. So versteht beispielsweise REINHART die Wandlungsfähigkeit als Potenzial, „welches eine schnelle Anpassung

auch jenseits vorgehaltener Korridore in Bezug auf Organisation und Technik bei einem geringen Investitionsaufwand ermöglicht“ [Rei 2008]. NYHUIS / REINHART / ABELE sehen Wandlungsfähigkeit „in dem Vermögen, auch über vorgehaltene Korridore hinaus Veränderungen in Organisation oder Technologie umsetzen zu können, ohne bestimmte, durch die Konzeption des Produktionssystems bereits fest vorgegebene Machbarkeitsgrenzen beachten zu müssen“ [Ber 2008]. Nach WESTKÄMPER müssen wandlungsfähige Unternehmen „als ganzheitliches System so gestaltet sein, dass sie auf interne und externe Einflüsse, in kürzester Zeit reagieren können, um am optimalen Betriebspunkt zu produzieren“ [Rif 2008]. WESTKÄMPER macht deutlich, dass neben der inhaltlichen Reaktion auf interne oder externe Einflüsse die zeitliche und wirtschaftliche Komponente einen wichtigen Einfluss auf die Auslegung eines wandlungsfähigen Produktionssystems hat. Nur wenn das System in der Lage ist, die geforderte Wandlung in einer vom Markt geforderten Reaktionszeit mit geringem Aufwand zu erreichen, kann man von einem wandlungsfähigen System sprechen [Kir 2003]. Es geht folglich nicht darum, eine maximal mögliche Wandlungsfähigkeit für ein Produktionssystem zu erreichen, sondern vielmehr das optimale Gleichgewicht zwischen maximaler und idealer Wandlungsfähigkeit zu finden. BERGHOLZ spricht hier von der anforderungsgerechten Wandelbarkeit [Ber 2008].

Um dieses Gleichgewicht zu verdeutlichen, ist es notwendig, die Abgrenzung von Flexibilität und Wandlungsfähigkeit vorzunehmen.

WESTKÄMPER bezeichnet ein System als wandlungsfähig, wenn es „aus sich selbst heraus über gezielt einsetzbare Prozess- und Strukturvariabilität sowie Verhaltensvariabilität verfügt“ [Wes 2009e]. Er unterscheidet dabei nach Elementen (Organisation, Immobilien, Mobilien, Systeme und Personal) [Wes 2009e], sowie

schon in früheren Veröffentlichungen nach Zeithorizonten (kurz-, mittel-, und langfristig) [Wes 1999]. Eine umfangreiche Auseinandersetzung mit wandlungsfähigen Unternehmensstrukturen und darauf aufbauend die Entwicklung eines ganzheitlichen Produktionssystems beschreiben WESTKÄMPER / ZAHN im Stuttgarter Unternehmensmodell [Wes 2009d].

In diesem Zusammenhang fordert WESTKÄMPER, einen neuen Taylorismus zu definieren. Taylor formulierte 1919 seine Thesen zur wissenschaftlichen Betriebsführung [Tay 1983], der Begriff des Taylorismus etablierte sich. Ausgehend von einer wissenschaftlichen Analyse der Arbeitsinhalte und durch genaue Planung gelang es, ein hohes Rationalisierungspotenzial zu erschließen [Wes 2006]. Die daraus entstandene hohe Arbeitsteiligkeit ist nach WESTKÄMPER den heutigen Anforderungen einer markt- und kundenorientierten Produktion nicht mehr gewachsen. Starre funktionale Strukturen und der hohe Grad an Planung sind nicht in der Lage, den realen Gegebenheiten – Vernetzung, Digitalisierung, Adaptivität und Mitarbeiterkompetenzen – gerecht zu werden [Wes 2006]. Der neue Taylorismus erfordert ein umfassendes Studium nicht nur der Arbeitselemente, sondern auch der Prozesse, Abläufe und deren Abbildung in Prozessmodellen. Mitarbeiter benötigen das explizite und implizite Wissen – das scientific management – um mit der Technik extreme Leistungen zu erzielen [Wes 2008].

NYHUIS spricht von Flexibilität, wenn ein Produktionssystem sich mit nur geringem finanziellem Aufwand an geänderte Einflussfaktoren innerhalb eines bestimmten Korridors anpassen kann. Diese Korridore sind bei der Planung des Systems festgelegt. Dies kann beispielsweise die Möglichkeit zur kurzfristigen Stückzahlانpassung im Rahmen von Schichtmodellen sein. Von Wandlungsfähigkeit dagegen spricht man, wenn das System in der Lage ist, sich kurzfristig

jenseits der vorgedachten Korridore zu bewegen, also die Flexibilitätskorridore selbst zu verschieben [Hei 2008] (Abbildung 2-1).

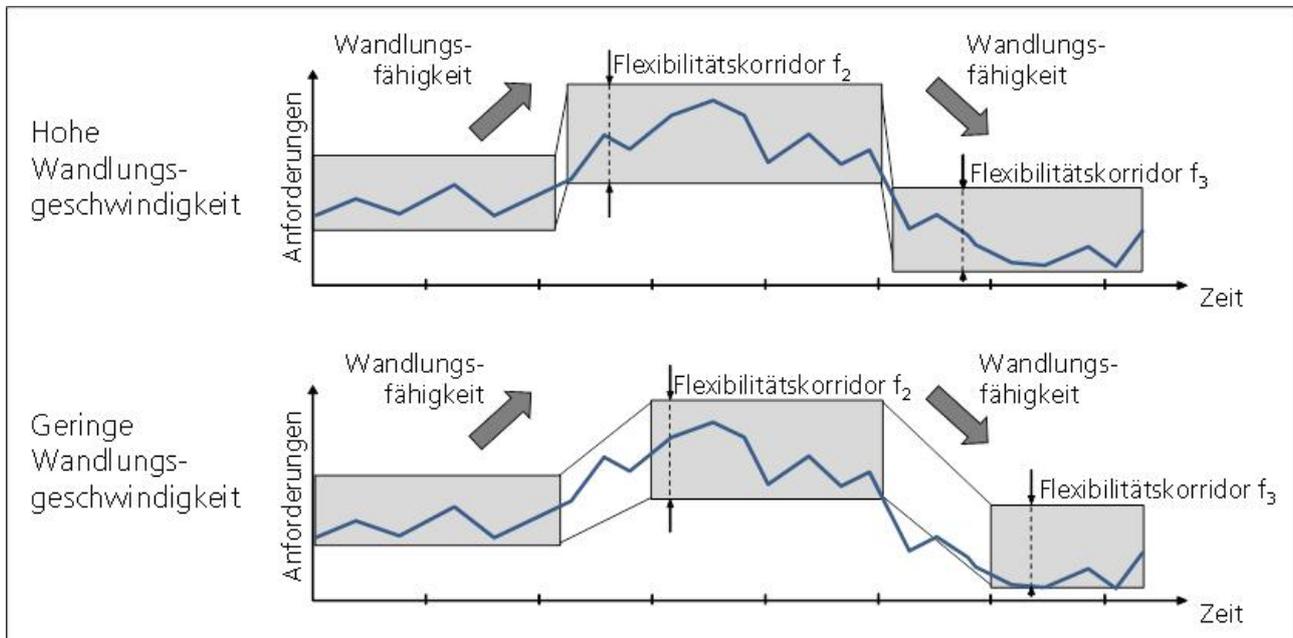


Abbildung 2-1: Abgrenzung von Flexibilität und Wandlungsfähigkeit in Abhängigkeit der zeitlichen und wirtschaftlichen Komponente [Man 2012] i. A. a. [Hei 2008] und [Zäh 2005]

Eine Verschiebung des Flexibilitätskorridors ohne zeitlichen Versatz ist allerdings in der Realität nicht zu erreichen. Daher muss wiederum die von WESTKÄMPER definierte zeitliche und wirtschaftliche Komponente berücksichtigt werden.

Die Bedeutung der Wandlungsfähigkeit wird im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Sonderforschungsbereichs (SFB) 467: „Wandlungsfähige Unternehmensstrukturen für die Serienproduktion“ deutlich. In einer Studie wurden 200 deutsche Unternehmen des produzierenden Gewerbes zum Thema Wandlungsfähigkeit befragt. Die Studie zeigt schon 2003, dass 80,4 % der Unternehmen die Erhöhung der Wandlungsfähigkeit als essentiell erachten. In der Forschung als auch in der industriellen Anwendung

wird also die Wandlungsfähigkeit als eine wesentliche Eigenschaft erfolgreicher Unternehmen im 21. Jahrhundert erachtet [Kir 2003].

Das Management der Wandlungsfähigkeit umfasst neben der zielgerichteten Analyse, Planung und Realisierung die laufende Weiterentwicklung von Maßnahmen zur Veränderung. Ziel ist der Aufbau von Flexibilitäts- und Reaktionspotenzialen [Mey 2007]. Hierfür müssen Methoden gefunden werden, die sowohl die Technik als auch die Organisation und Führung betreffen [Wes 2006] (Abbildung 2-2).

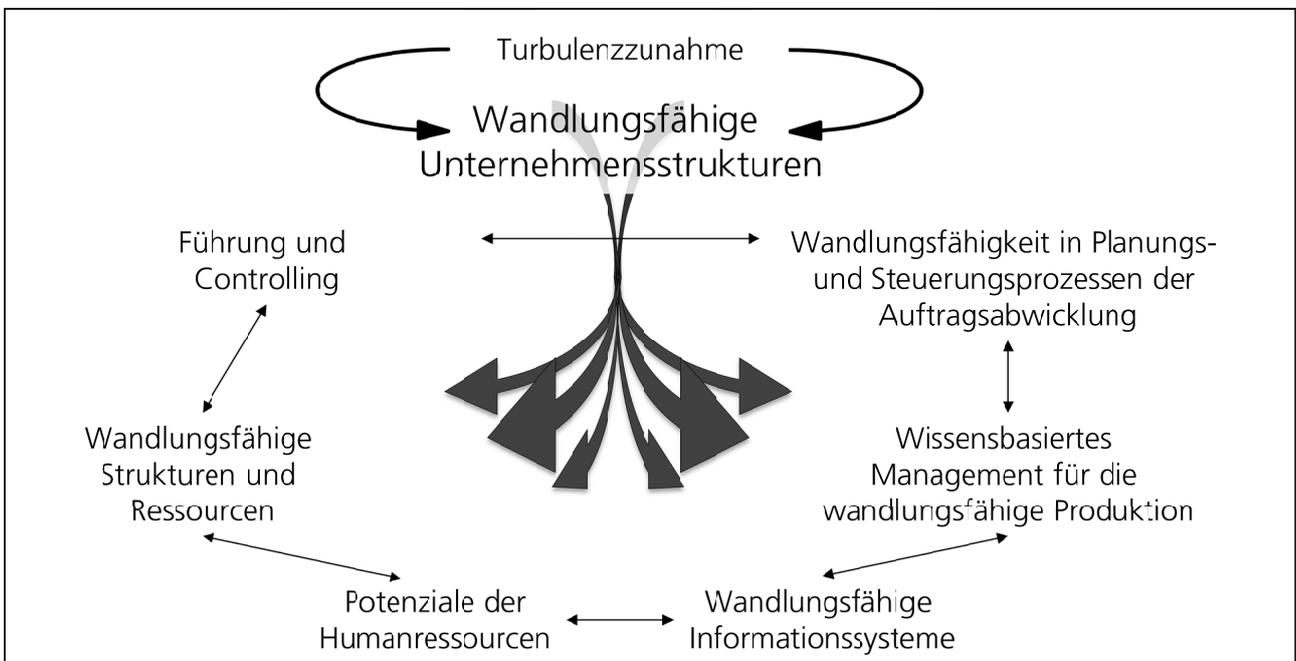


Abbildung 2-2: Unterstützung der Wandlungsfähigkeit [Wes 2006]

2.2 *Wandlungstreiber als Verursacher des Wandels*

Es existiert eine Vielzahl an Einflussfaktoren, die im turbulenten Umfeld einen Wandel auslösen. Diese Faktoren sind teilweise sehr branchen- oder sogar unternehmensspezifisch. In der Studie des SFB 467 ist dies an mehreren Stellen ersichtlich: In eher prozessorientierten Branchen wie der Elektrotechnik oder Me-

tallverarbeitung wird die „Änderung der Prozesstechnologie“ häufig als Turbulenzursache genannt, im Maschinen- und Anlagenbau deutlich seltener. Dort werden beispielsweise die „Änderungen der geforderten Lieferzeiten“ oder „Änderungen der Produkttechnologie“ als wesentliche Turbulenzauslöser genannt [Kir 2003].

Auch innerhalb eines Unternehmens können solche Auslöser eines Wandels an verschiedenen Stellen des Auftragsabwicklungsprozesses unterschiedliche Reaktionen hervorrufen. Die Änderung einer kundenspezifischen Maschine kommt beispielsweise in der Phase der Angebotsklärung und -erstellung häufig vor und ist Teil des Klärungsprozesses. Eine Änderung einer Maschine, die bereits produziert wird, kann im Gegensatz dazu erhebliche Turbulenzen auslösen.

Aufgrund der Vielzahl an Ursachen und Einflussmöglichkeiten auf den Auftragsabwicklungsprozess wird im Folgenden der Begriff des Wandlungstreiber erläutert und auf die Aufnahme, Einordnung und Bewertung der Wandlungstreiber eingegangen.

2.2.1 Begriffsklärung Wandlungstreiber

WIENDAHL definiert Wandlungstreiber als „unternehmensexterne sowie -interne Einflüsse und Impulse, die Wandlungsprozesse in Fabriken zu Folge haben können“ [Nof 2005]. Sie sind „Szenarien, die in besonderem Maße Wandlungen und Veränderungen treiben“ [Wes 2009e]. WESTKÄMPER nennt diese Wandlungstreiber Turbulenzen. Auch er unterscheidet zwischen internen und externen Ursachen und differenziert zudem eine zeitliche Komponente, die kurz- oder langfristige geforderte Reaktionszeit [Kir 2003]. NYHUIS versteht unter Wandlungstreibern eine „Vielzahl sich überlagernder und gegenseitig beeinflussender Fak-

toren, die sich in ihrem Zusammenwirken verstärken und ein turbulentes Umfeld zur Folge haben“ [Hei 2008]. Diese Definitionen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Wandlungstreiber werden durch einen internen oder externen Einfluss ausgelöst und sind Treiber eines Veränderungs- beziehungsweise Wandlungsdrucks oder Wandlungszwangs auf verschiedenen Ebenen des Unternehmens [Pri 2012].

2.2.2 *Kategorisierung der Wandlungstreiber*

Aufgrund der Vielzahl an Wandlungstreibern bedarf es einer Kategorisierung (Abbildung 2-3). WESTKÄMPER, WIENDAHL sowie NYHUIS / REINHART / ABELE unterscheiden jeweils externe und interne Wandlungstreiber. Also Einflüsse, die ihren Ursprung im unternehmensexternen Umfeld haben und solche, die ihren Ursprung im Unternehmen selbst haben [Wes 2009e; Wie 2005; Hei 2008]. Erkennbar ist jedoch, dass die genannten Autoren leicht unterschiedliche, aber nicht grundsätzlich verschiedene Kategorien zur Einordnung der Wandlungstreiber wählen.

Autor	Wandlungstreiberkategorie
WESTKÄMPER	Markt, (globale) Wettbewerber, Mitarbeiter, rechtliche Rahmenbedingungen, Geldmarkt, lokale Standorteinflüsse, technische Innovationen, Strategie
WIENDAHL	Technologie, Umwelt, Markt
NYHUIS / REINHART / ABELE	Technologie, Umwelt, Politik, Gesellschaft, Ökonomie

Abbildung 2-3: Wandlungstreiberkategorien ausgewählter Autoren

Die Ausführungen lassen sich in folgenden Kategorien zusammenführen [Pri 2012]:

- Strategie
- Beschaffungsmarkt
- Absatzmarkt
- Wettbewerb
- Umwelt

Diese Einflussfaktoren haben grundsätzlich *unterschiedliche* Auswirkungen auf die Produktion und Auftragsbearbeitung. So können gesetzliche Anforderungen aus der Unternehmensumwelt Einfluss auf unterschiedlichste Stellen im Auftragsabwicklungsprozess haben. Auf der anderen Seite haben unterschiedliche Einflussfaktoren häufig *dieselbe* Auswirkung im Unternehmen. Forderungen der Kunden nach individuellen Produkten, die strategische Abgrenzung vom Wettbewerb als auch gesetzliche Auflagen können beispielsweise Ursache von Produktvielfalt sein [Ehr 2007]. Es ist also notwendig, die Entwicklungen zu interpretieren und eine Übersetzungsebene einzuführen. Dies ermöglicht eine Unterscheidung von Triebkräften und Wandlungstreibern [Hei 2008]. Wandlungstreiber sollen möglichst konkrete Einflüsse auf Unternehmensstrukturen beschreiben. Triebkräfte wiederum bewirken Wandlungstreiber. Die oben genannten Wandlungstreiberkategorien aus der Zusammenführung der Literatur (Strategie, Beschaffungsmarkt, etc.) werden im Folgenden als Triebkräfte bezeichnet. Die von NYHUIS, WESTKÄMPER und WIENDAHL beschriebene Aufteilung nach internen und externen Faktoren wird dabei beibehalten. Die Strategie eines Unternehmens wird zu den internen Triebkräften gezählt. Externe Triebkräfte sind Beschaffungsmarkt, Absatzmarkt, Wettbewerb und Umwelt (Abbildung 2-4).

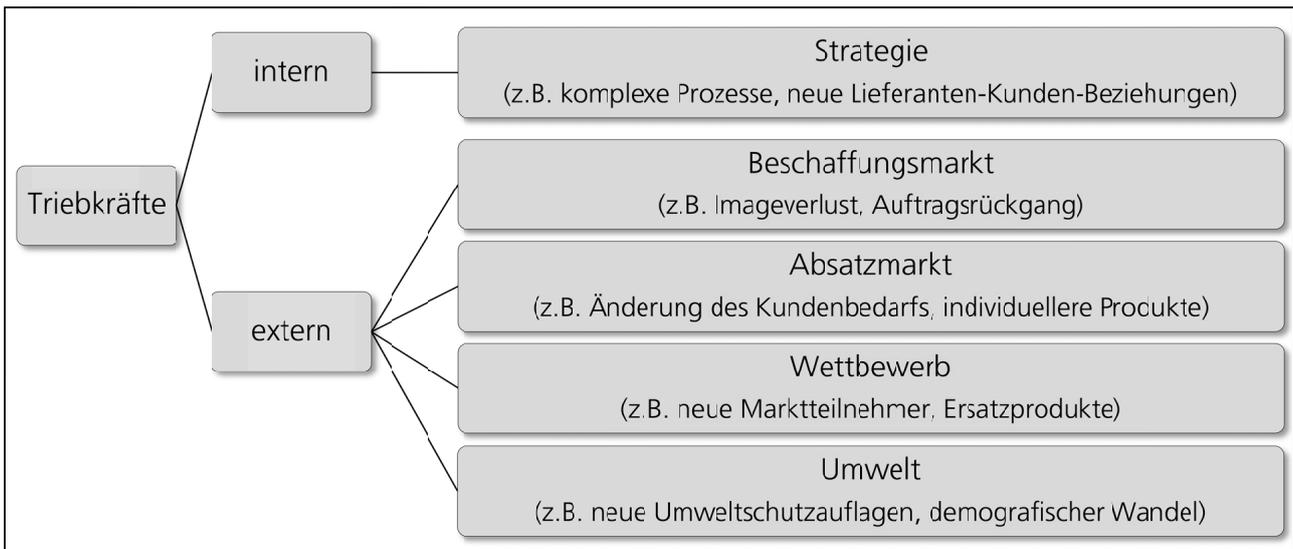


Abbildung 2-4: Triebkräfte im Kategorisierungsmodell, eigene Darstellung i. A. a. [Pri 2012]

Die Auswirkungen von Wandlungstreibern sind abgeleitet aus dem Modell der Fabrikplanung nach WIENDAHL und HERNANDEZ [Wie 2009; Her 2003] und werden in die Kategorien Kunde, Prozesse und Ressourcen eingeteilt [Pri 2012]. Es setzt sich die Trennung in interne und externe Auswirkungen fort (Abbildung 2-5).

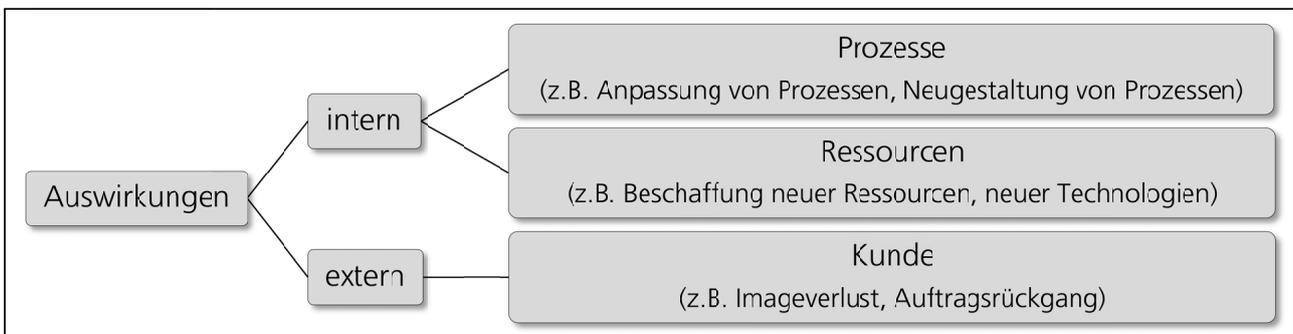


Abbildung 2-5: Auswirkungen im Kategorisierungsmodell, eigene Darstellung i. A. a. [Pri 2012]

Die beschriebenen Einteilungen der Triebkräfte, Wandlungstreiber und deren Auswirkungen auf den Auftragsabwicklungsprozess fasst die folgende Abbildung 2-6 zusammen.



Abbildung 2-6: Schema des Kategorisierungsmodells [Pri 2012]

Das Kategorisierungsmodell bietet somit eine Hilfestellung für Unternehmen bei der Erlangung von Transparenz über die zumeist enorme Anzahl an Wandlungstreibern aber auch die Möglichkeit, einzelne identifizierte Wandlungstreiber zu untersuchen und in den Gesamtzusammenhang einzuordnen. Der nächste Schritt zur Ableitung konkreter Maßnahmen zur Reaktion auf einen Wandlungszwang kann somit strukturiert abgeleitet werden [Pri 2012].

Es sind folglich für die genannten Wandlungstreiber Ansätze zu finden, um die Auswirkungen im Auftragsabwicklungsprozess zu minimieren. Bei der Bewertung und Priorisierung einer Vielzahl vorhandener Wandlungstreiber werden Kundenänderungen nach Auftragseingang bezüglich Vorlaufzeit und Dauer des Wandels, Eintrittshäufigkeit, Eintrittswahrscheinlichkeit und Einflussnahme als kritisch eingestuft [Pri 2012; Bau 2012; Gil 2011]. Es gilt also, einen Ansatz zur

Analyse, Vermeidung und Beherrschung dieser Kundenänderungen zu entwickeln, um die Auswirkungen dieses Wandlungstreibers in Unternehmen reduzieren und beherrschen zu können.

2.3 Wandlungsbefähiger

In der Literatur finden sich mehrere Ansätze, um die Systemeigenschaften zur Gestaltung wandlungsfähiger Produktionssysteme zu klassifizieren. So beschreiben beispielsweise WESTKÄMPER und HEINEN die Ansatzpunkte zur Gestaltung wandlungsfähiger Produktionssysteme [Wes 2009a; Hei 2008]. SPATH konzentriert sich auf die Gestaltung der organisatorischen Wandlungsfähigkeit produzierender Unternehmen [Spa 2008]. Eine zusammenfassende Kategorisierung dieser als Wandlungsbefähiger bezeichneten Eigenschaften liefert HERNANDEZ (Abbildung 2-7).

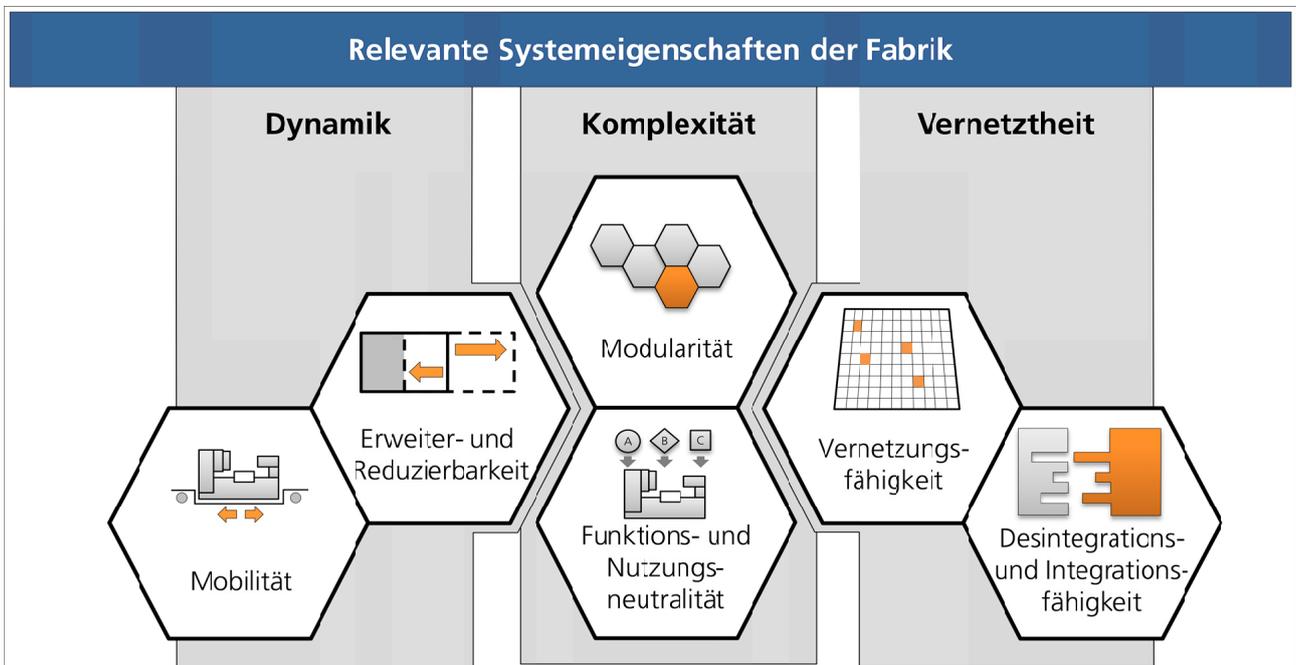


Abbildung 2-7: Wandlungsbefähiger nach HERNANDEZ [Her 2003]

HERNANDEZ definiert zunächst die drei übergeordneten wandlungsfördernden Systemeigenschaften Dynamik, Komplexität und Vernetztheit. Ein Wandlungsbefähiger charakterisiert anschließend „eine individuelle und ungerichtete, abrufbare Eigenschaft eines Wandlungsobjektes zum Wandel“ [Her 2003]. Die Funktions- und Nutzungsneutralität bezieht sich als Wandlungsbefähiger auf die maschinellen Ressourcen im Unternehmen. Daher soll zum Umgang mit Prozesskomplexität der Wandlungsbefähiger Modularität im zu entwickelnden Modell zur Beherrschung von Änderungen genutzt werden.

2.4 Komplexität – Definition, Ausprägung und Einordnung

Wie eingangs erwähnt, haben Unternehmen mit einer erhöhten Marktdynamik zu kämpfen (siehe Kapitel 1.1). Gemeinsam mit einer zunehmenden Service- und Qualitätsorientierung, immer neuen und kundenindividuellen Produkten sowie sinkenden Lebenszyklen führt das zum Wandel des Marktes [Ada 1998a].

Als Konsequenz haben Unternehmen ihre Produktpalette in der Vergangenheit stetig erweitert, was zu einer immer größer werdenden Produktkomplexität führte. Sowohl die Anzahl der Produkte hat zugenommen als auch deren Kompliziertheit. Als Folge dessen ist „in den Unternehmen die Komplexität der Geschäftsprozesse stark angestiegen und oft unbeherrschbar geworden. Der daraus resultierende Anstieg der Gemeinkosten ist ein Indiz für diese Entwicklung“ [Sch 2001]. Eine Beschäftigung mit der Problematik der Komplexität erfolgt nicht erst in jüngster Vergangenheit. Bereits 1991 veröffentlicht ROEVER eine Artikelreihe zu diesem Thema [Roe 1991]. Er beschreibt das Problem der Überkomplexität als Folge ausufernder Produktvielfalt, zu langer Wertschöpfungsketten und übermäßiger Zentralisierung [Roe 1991].

Auf vielen Märkten steigt auch in den letzten Jahren die Variantenvielfalt oft unkontrolliert an. Eine Lösung ist also bisher nicht gefunden. Nach einer aktuellen Studie des Verbands Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) steigt der Anteil der Umsatzentwicklung für Produkte „jünger 3 Jahre“ [Ver 2011]. Dies bedeutet nicht zwangsläufig ein Ansteigen der Variantenvielfalt, eine regelmäßige Bereinigung der Produktpalette findet allerdings bei den meisten Unternehmen nicht oder in nicht ausreichendem Maß statt [Ada 1998a].

Diese Produktvielfalt erzeugt meist eine enorme Prozessvielfalt sowohl in der Prozesstechnologie als auch in den Prozessfolgen. Eine hohe Variantenzahl erfordert produktspezifische Prozesse, die individuell geplant und durchgeführt werden müssen. Die Standardisierung von Prozessfolgen für einen Großteil der zu fertigenden Produkte ist kaum möglich [Sch 2007].

In der Folge nimmt mit steigender Komplexität die Planbarkeit der Prozesse ab und die Prozesszuverlässigkeit sinkt [Sch 2007]. Insbesondere der Beherrschung des gesamten Auftragsabwicklungsprozesses auch in indirekten Bereichen kommt eine hohe Bedeutung bezüglich der Individualität und Dynamik der Prozesse zu [Sch 2007].

Nachträgliche Änderungen an bereits gefertigten und montierten Baugruppen sind im Maschinen- und Anlagenbau keine Seltenheit und ein komplexitätssteigernder Faktor. In einer Studie des VDMA aus dem Jahr 2007 bestätigen 49 % der 258 befragten Unternehmen aus dem Maschinen- und Anlagenbau die umfangreiche Umsetzung von Kundenspezifikationen [Sch 2007].

Im Zusammenhang mit dem zu entwickelnden Modell zur Implementierung eines Kundenänderungsmanagements ist an dieser Stelle der Begriff der „Komplexität“ zu erklären. Dieser wird heute in Abhängigkeit des Betrachtungsge-

genstands je nach Autor unterschiedlich verwendet [Ker 2004]: Häufig wird Komplexität durch Art und Anzahl der Systemelemente definiert und vor allem umgangssprachlich mit Vielfalt gleichgesetzt [Han 2004]. Im produktionstechnischen Zusammenhang wird darunter die Anzahl der Systemelemente und deren Vernetzungsgrad verstanden [Ada 1998b; Eve 1998; Wil 1998].

ADAM und KERSTEN ergänzen das Komplexitätsverständnis um den Faktor der Veränderlichkeit. Die Komplexität eines Systems wird durch die Anzahl und Verschiedenheit der Systemelemente, die Anzahl und Art der Beziehungen zwischen diesen Elementen sowie die Veränderlichkeit der Elemente und deren Beziehungen beschrieben [Pic 1998; Ker 2004].

Ausgehend vom Marktwandel (siehe Kapitel 1.1) führt dies im ersten Schritt zur Zielkomplexität von Unternehmen. Die unternehmensinternen Ziele, wie z.B. eine hohe Produktivität, müssen durch unternehmensexterne Ziele ergänzt werden, wie z.B. eine hohe Flexibilität und schnelle Reaktionsfähigkeit auf Kundenwünsche [Ada 1998b]. Diese Zielsetzungen sind oftmals widersprüchlich. Durch die heterogenen Kundenanforderungen entsteht durch die damit schwindende Homogenität in einer Kundengruppe im nächsten Schritt die Kundenkomplexität [Ada 1998b].

Dies führt schließlich zur Varianten- oder Produktkomplexität, die direkte Auswirkungen auf die Teilekomplexität und das unternehmerische Fertigungssystem hat [Ada 1998b]. Diese Erhöhung der Variantenvielfalt führte von 1975 bis 1990 in vielen Unternehmen zu einem enormen Anstieg der Teilenummern von bis zu 400 % [Eve 1998]. Diese Entwicklung ist bis heute fortzuführen [Ver 2011]. Fast zwangsläufig ist mit der Erhöhung der Produktkomplexität auch ein Anstieg der Prozesskomplexität in Unternehmen zu verzeichnen.

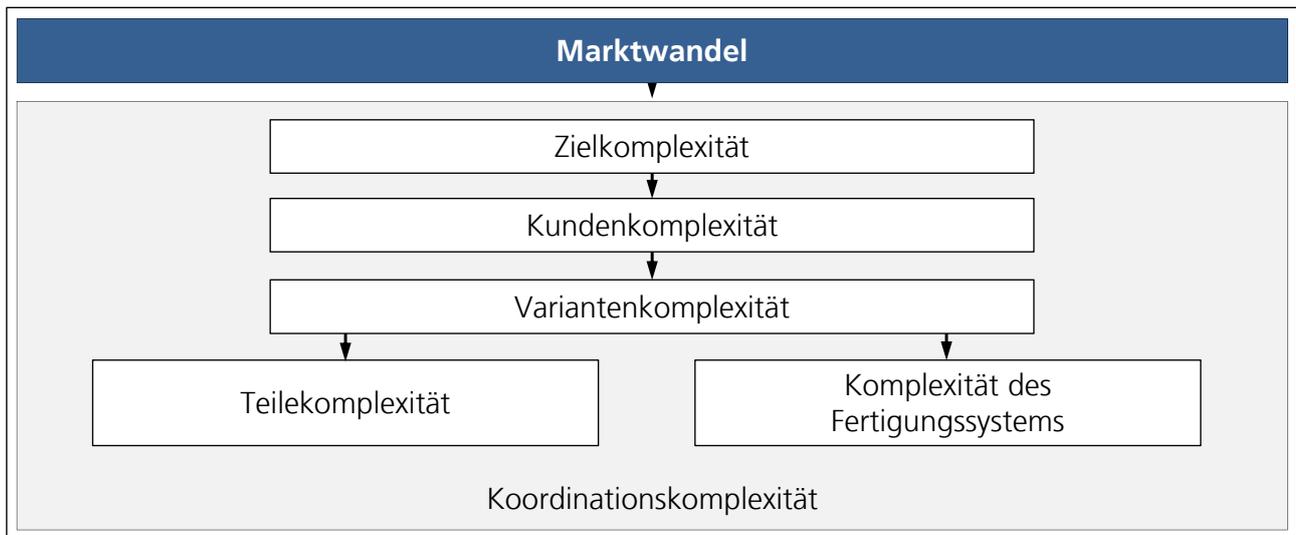


Abbildung 2-8: Schichten der Komplexität [Ada 1998b]

Mit der damit in allen Bereichen des Unternehmens steigenden Komplexität (Kunde, Produkt, Prozesse, etc.) steigt zusammenfassend die Koordinationskomplexität und damit der Aufwand zur Steuerung und Koordination sowohl der Produktionsprozesse als auch der unterstützenden Prozesse in den indirekten Bereichen (siehe Abbildung 2-8). In der Folge steigt der Aufwand zur Bearbeitung von Kundenänderungen, da hier eine Vielzahl an oftmals über den gesamten Auftragsabwicklungsprozess verteilten Prozessen betroffen ist.

2.4.1 Komplexitätsfalle

Besonders Unternehmen, die sich der Kundenorientierung nach dem Total-Quality-Management (TQM)-Konzept¹ verschrieben haben, erklären mit der engen Orientierung am Markt und den Wünschen der Kunden eine steigende Pro-

¹ TQM „ist eine umfassende Qualitätsstrategie, die alle Bereiche des Unternehmens, vom Kunden über die eigenen Mitarbeiter bis hin zum Zulieferer, beinhaltet“ [Wil 2009b]. Quality steht in dieser Definition für „die Erfüllung von Kundenerwartungen hinsichtlich fehlerfreier Produkte und dem Willen zur ständigen Verbesserung.“ Total beschreibt die Einbindung aller „Bereiche und Mitarbeiter eines Unternehmens über alle Geschäftsprozesse hinweg in den Qualitätserzeugungsprozess“ [Bin 2005].

duktvielfalt [Sch 2001] und geraten häufig in eine Komplexitätsfalle (Abbildung 2-9).²

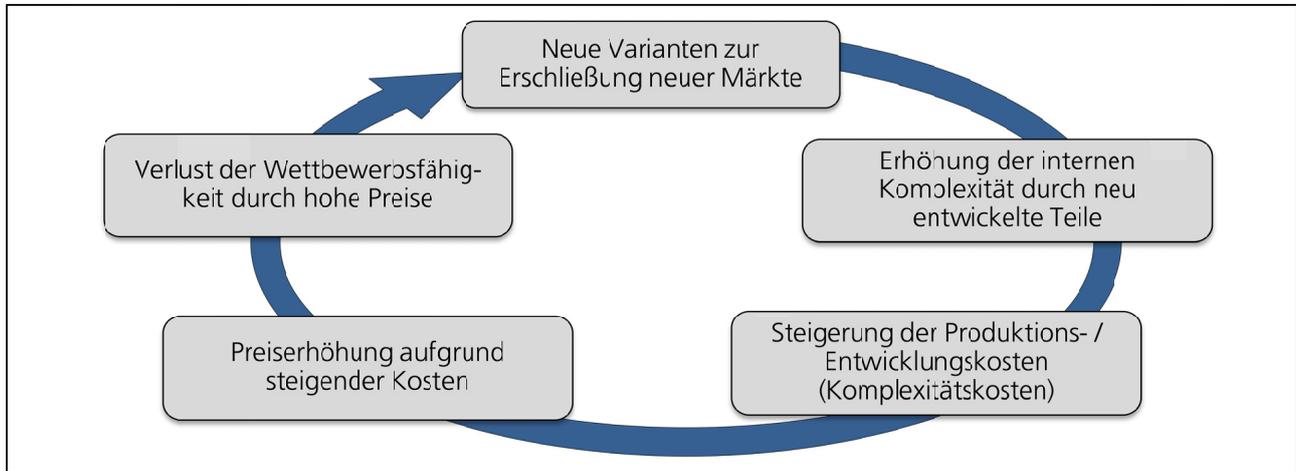


Abbildung 2-9: Die Komplexitätsfalle, eigene Darstellung i. A. a. [Sch 2001; Wil 2000]

Ausgehend von zunehmender Konkurrenz auf den bestehenden Märkten versuchen Unternehmen häufig durch zusätzliche Produktvarianten neue Marktsegmente und Kunden zu erschließen. Dies führt meist zwangsläufig zu einer immer weiter ansteigenden internen Komplexität durch neu zu entwickelnde Teile, zusätzliche Prozesse zur Entwicklung, Planung und Produktion der Teile und Varianten. Im nächsten Schritt steigen die Entwicklungs- und Produktionskosten, welche aber meist nicht als Komplexitätskosten wahrgenommen werden. Die Reaktion ist eine Preiserhöhung nicht nur der neu entwickelten Varianten sondern aller Produkte, da die Komplexitätskosten häufig über Gemeinkosten in die Produktionskosten einfließen. Der zunehmende Verlust der Wettbewerbsfähigkeit schließt den Kreis der Komplexitätsfalle und löst die Entwicklung von neuen Produktvarianten aus [Sch 2001; Wil 2000]. Insgesamt gelingt es den Unternehmen nicht, die Kundenbedürfnisse zu erfüllen und gleichzeitig die eigene

² In der Literatur sind diverse leicht unterschiedliche Beschreibungen der Komplexitätsfalle (z.B. [Ada 1998b]) oder des Teufelskreises der Komplexität zu finden (z.B. [Sch 2001; Wil 1998]). Diese Ansätze unterscheiden sich allerdings nur marginal, zumeist in einer unterschiedlichen Benennung der einzelnen Phasen.

Erfolgslage zu verbessern [Ada 1998b]. Nach ADAM darf auf externe Komplexität nicht mit Kompliziertheit, sondern mit Einfachheit geantwortet werden, um aus dem Teufelskreis auszubrechen [Ada 1998a].

2.4.2 Ursachen und Auswirkungen von Komplexität

In der Literatur sind die Ursachen der Komplexität vielfach erarbeitet und erörtert worden. So findet sich eine Vielzahl an für die Komplexität verantwortlichen Komplexitätstreibern. Beispielsweise werden die folgenden Komplexitätstreiber aufgeführt [Sch 2001; Wil 1998]:

- Unternehmensgröße
- Anzahl an Hierarchieebenen
- Diversifikation in den Geschäftsbereichen
- Anzahl interner und externer Schnittstellen
- Dynamik und Änderungshäufigkeit von Produkten

Aufgrund der Vielzahl an Einflussmöglichkeiten ist es sinnvoll, diese zu strukturieren. Um das Komplexitätsproblem verständlich zu machen, empfiehlt SCHUH eine Strukturierung der Treiber in eine statische und eine dynamische Komponente [Sch 2001]:

- Komplexitätstreiber „Masse“, statische Komponente:
Hierunter fallen beispielsweise die Vielzahl und Vielfalt von Varianten.
- Komplexitätstreiber „Dynamik“, dynamische Komponente:
Hierunter fällt die Veränderlichkeit des Produktprogramms durch das Variantenwachstum, wie auch dessen Vieldeutigkeit (also die Schwierigkeit, ein System von beispielsweise Produktvarianten zu überblicken).

Eine Einteilung in interne und externe Komplexitätstreiber ist vor allem im Hinblick auf den anforderungsgerechten Umgang mit Komplexität sinnvoll (bzw. endogene und exogene Komplexitätstreiber [Sch 2001]). Externe Komplexität erfordert eher reaktive Maßnahmen, interne Komplexität kann aktiv vom Unternehmen reduziert werden. Die Unterscheidung in interne und externe Komplexität ist theoretisch sinnvoll, in der Realität ist die trennscharfe Unterteilung allerdings nicht immer eindeutig. Ebenso ist es schwierig, Kundenänderungen nach interner oder externer *Auslösung* zuzuordnen. Eine Kundenänderung aufgrund veränderter Gegebenheiten im Kundenunternehmen (z.B. nicht vorhersehbares Wachstum und damit höhere Anforderungen an den Durchsatz einer Maschine) lässt sich eindeutig als rein extern verursachte Änderung klassifizieren. Die Änderung einer Maschine aufgrund eines Konstruktionsfehlers ist hingegen intern verursacht. Bei mangelhaft abgestimmter Maschinenparameter als Änderungsauslöser ist die Zuordnung hingegen nicht eindeutig: Wusste der Kunde nicht, was er benötigt oder hat der Vertriebsmitarbeiter die Parameter unzureichend mit dem Kunden abgestimmt? Komplexität ist, unabhängig von der auslösenden Instanz (intern bzw. extern), ein sehr aktuelles Thema und insgesamt Auslöser von Kundenänderungen, mit deren Vermeidung und Beherrschung sich die vorliegende Arbeit beschäftigt. Auf der anderen Seite sind Kundenänderungen wiederum als Wandlungstreiber Auslöser von Wandlungsprozessen im Unternehmen. Durch diese Veränderlichkeit und Vielfalt werden sie zudem zu einem wesentlichen Komplexitätstreiber. In der Folge lösen Kundenänderungen einen großen Aufwand in der Bearbeitung und im Management der Auswirkungen aus. Die Vermeidung und Beherrschung dieser Änderungen muss damit Gegenstand des im Folgenden beschriebenen Komplexitätsmanagements sein.

2.4.3 Komplexitätsmanagement

Das Komplexitätsmanagement „umfasst die Gestaltung, Steuerung und Entwicklung der Vielfalt des Leistungsspektrums (Produkte, Prozesse und Ressourcen) in einem Unternehmen“ [Sch 2001]. Nach SCHUH ist die Aufgabe des Komplexitätsmanagements die Beherrschung der Vielfalt in allen Wertschöpfungsstufen. Ziel ist es, einen maximalen Kundennutzen mit gleichzeitig hoher Wirtschaftlichkeit des Unternehmens zu erzielen. Grundsätzlich gibt es verschiedene Ansatzpunkte des Komplexitätsmanagements: Vermeidung, Reduzierung und Beherrschung von Komplexität (Abbildung 2-10).

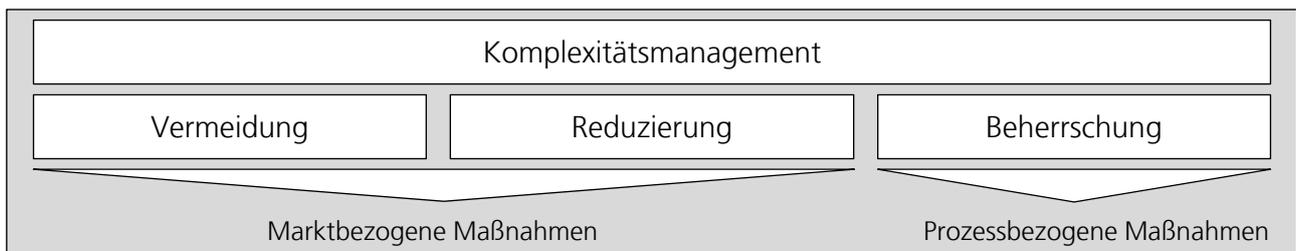


Abbildung 2-10: Ansatzpunkte des Komplexitätsmanagements [Wil 1998]

Es können markt- und prozessbezogene Maßnahmen unterschieden werden. Zur Vermeidung und Reduzierung von Komplexität kommen vor allem marktbezogene Maßnahmen in Betracht, die Beherrschung konzentriert sich auf prozessbezogene Maßnahmen [Wil 1998].

Zur Beherrschung von Kundenänderungen als Komplexitätstreiber sind demnach prozessbezogene Maßnahmen zu ergreifen, um die eingangs beschriebene Problemstellung der fehlenden Prozesstransparenz sowie unklarer Abläufe und Verantwortlichkeiten zu lösen (Siehe Kapitel 1.2).

Varianten- und Konfigurationsmanagement sind Kernelemente des Komplexitätsmanagements zur Reduzierung und Vermeidung von Produktkomplexität,

sowohl in der Produktplanung und Entwicklung als auch in der Produktion und Auftragsabwicklung. Das Variantenmanagement ist definiert als „die Entwicklung, Gestaltung und Strukturierung von Produkten und Dienstleistungen bzw. Produktsortimenten im Unternehmen“ [Sch 2001]. Nach WILDEMANN lassen sich die Ansatzpunkte des Variantenmanagements wiederum einteilen in Strategien zur Komplexitätsreduzierung, Komplexitätsbeherrschung und -vermeidung, die sich jeweils nach dem Schwerpunkt in Produktion und Auftragsabwicklung sowie Produktplanung und -entwicklung unterteilen lassen (siehe Abbildung 2-11).

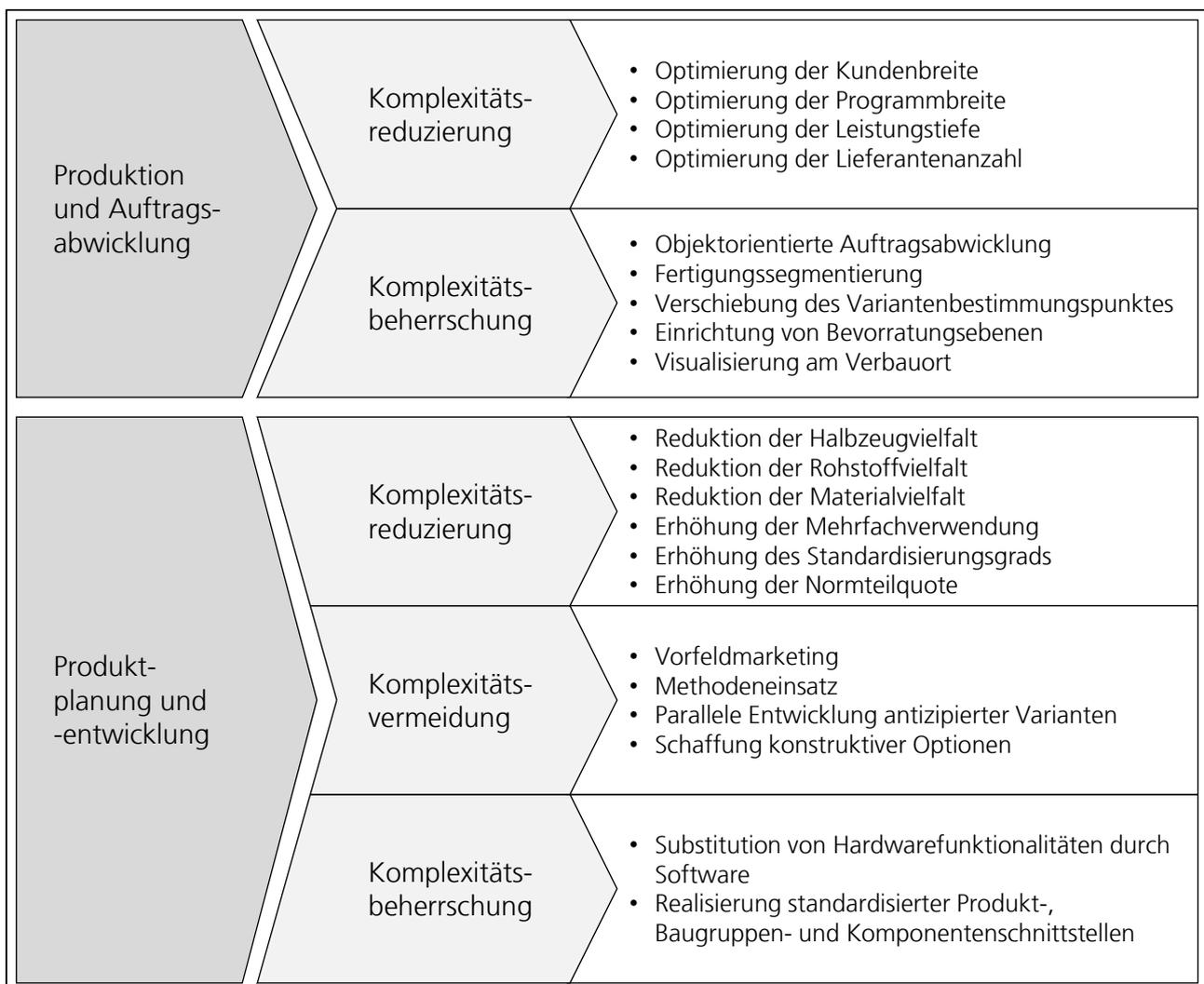


Abbildung 2-11: Strategien und Ansatzpunkte des Variantenmanagements [Wil 1998]

Die Vermeidung und Beherrschung von Kundenänderungen ist stets in Abhängigkeit eines spezifischen Kundenauftrags zu sehen und daher Teil des Komplexitätsmanagements im Rahmen der prozessbezogenen Maßnahmen in der Produktion und Auftragsabwicklung. Diese Gestaltungsbereiche werden daher im folgenden Kapitel erläutert.

2.4.4 Gestaltungsbereiche des Komplexitätsmanagements in Produktion und indirekten Bereichen

Unternehmen müssen grundsätzlich Maßnahmen aus drei Bereichen ergreifen, um ein „Abrutschen in die Komplexitätsfalle zu vermeiden“ [Ada 1998a]:

- Reduzierung Koordinationsaufwand
- Organisation
- Controlling-Instrumente

Reduzierung Koordinationsaufwand: Nach ADAM muss auf die zunehmende Komplexität nicht mit Kompliziertheit, sondern mit Einfachheit geantwortet werden. Zur Reduzierung des Koordinationsaufwandes ist die Komplexität in den Dimensionen Ziel, Kunden, Varianten, Teile und Fertigungssysteme abzubauen [Ada 1998a].

Organisation: Es ist eine Anpassung der Organisation der Fertigungsabläufe erforderlich, die sich durch zunehmende Dezentralisation der Kompetenzen auszeichnet, ohne dabei durch dezentrale Entscheidungen die Unternehmensziele zu vernachlässigen [Ada 1998a].

Controlling-Instrumente: Noch immer ist es schwierig, die Auswirkungen von taktischen Variantenentscheidungen transparent zu machen und die daraus re-

sultierenden Komplexitätskosten eindeutig zuzuordnen, die klassischen Kostenrechnungs- und Kalkulationssysteme können das nicht leisten [Ada 1998a].

Im Folgenden werden diese drei Gestaltungsbereiche unter dem Schwerpunkt dieser Arbeit näher betrachtet: Beherrschung von Komplexität durch die Beherrschung von Kundenänderungen. Die Reduzierung des Koordinationsaufwands wird unter dem Stichwort der Modularisierung diskutiert.

2.4.4.1 Reduzierung des Koordinationsaufwands durch modulare Organisation

Modularität ist neben der Funktions- und Nutzungsneutralität der wesentliche Wandlungsbefähiger zur Beherrschung von Komplexität (Abbildung 2-7), spielt im vorgestellten Ansatz im Rahmen der Prozessmodularisierung eine wesentliche Rolle und soll daher im Folgenden erläutert werden. Grundlage bietet hierfür die Systemtheorie, daher wird diese zunächst umrissen.

Die Systemtheorie wurde in den 30er Jahren von Ludwig von Bertalanffy entwickelt und dient der Beschreibung und Lösung von komplexen Problemen mittels eines allgemeingültigen Gestaltungs- und Bezugsrahmens [Wes 2009c].

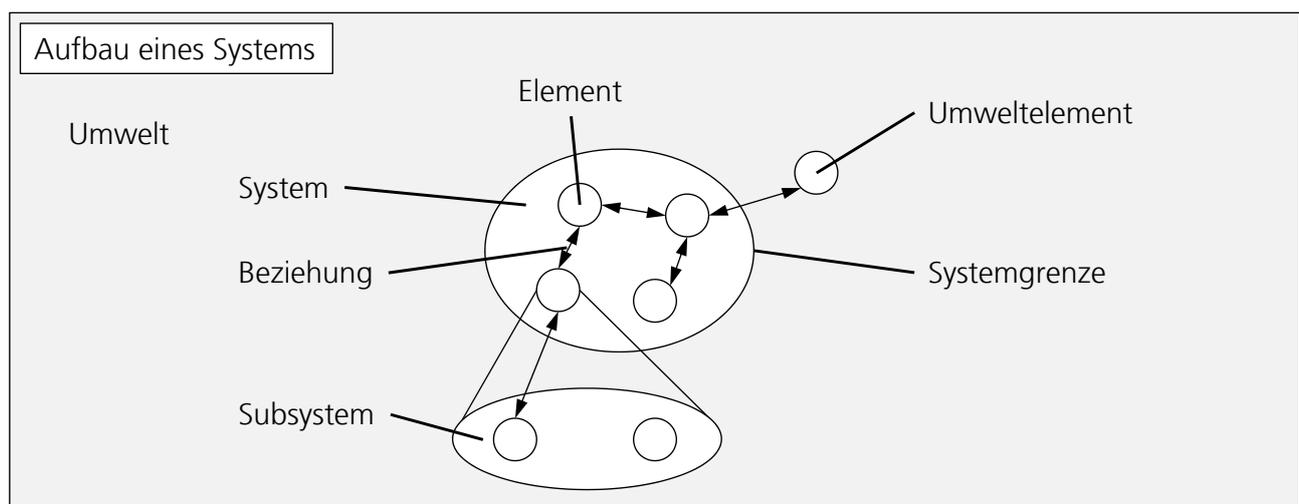


Abbildung 2-12: Systemtheorie – Aufbau eines Systems [Wes 2009c]

Ein System besteht aus einer Anzahl an Elementen die zueinander in Beziehung stehen und durch spezifische Eigenschaften beschrieben werden können. Wenn zwischen einzelnen Elementen eine hohe und klare Beziehungsintensität festgestellt wird, spricht man von einem Teil- oder Subsystem. Wenn ein System keine Beziehungen zu Elementen außerhalb der Systemgrenzen besitzt, spricht man von einem geschlossenen System [Wes 2009c; Dae 2002] (Abbildung 2-12).

Jedes System besitzt einen gewissen Grad an Komplexität. Gelingt es, das System modular zu gestalten, also Teilsysteme zu bilden, die durch eine übergeordnete Hierarchie zusammenhalten, wird das Systemverhalten insgesamt stabiler und gleichzeitig reaktionsfähiger [Ves 2002; Bel 2008; Hei 2009] (Abbildung 2-13).

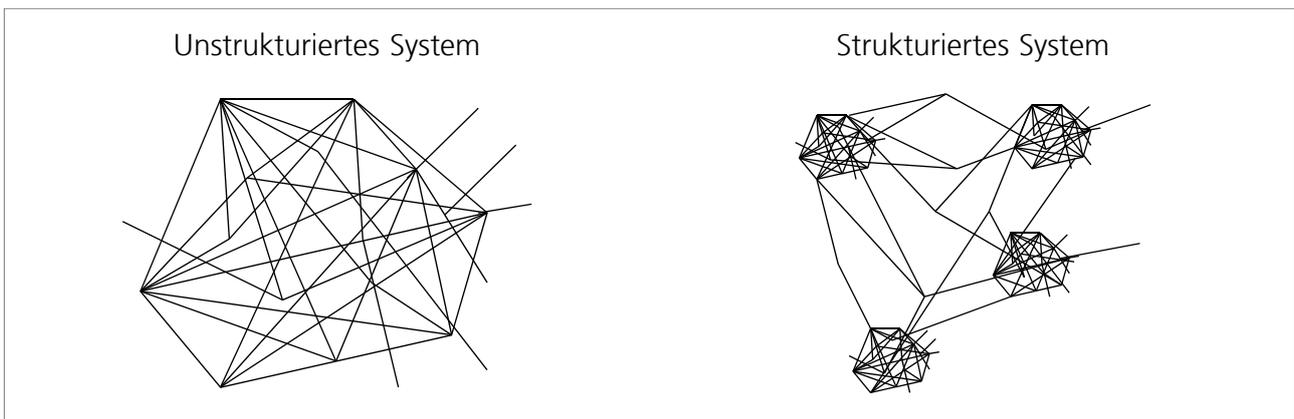


Abbildung 2-13: Unstrukturiertes und strukturiertes System nach VESTER [Ves 2002]

Die Ziele und Vorteile der Modularisierung sind nach SCHUH, BELENER und GÖPFERT [Sch 2006a; Bel 2008; Göp 2009]:

- Standardisierung durch Schaffung unspezifischer Standards
- Austauschbarkeit: Flexibilisierung durch Austausch modularer Prozesse
- Erweiterbarkeit durch Hinzufügen modularer Prozesse
- Stabile Struktur: Begrenzung von Veränderungen auf einzelne Module

- Frühzeitige Fehlerentdeckung durch Prüfung an den Modulgrenzen
- Steigerung der Flexibilität und Reaktionsfähigkeit durch temporäre Zusammensetzung von Modulen und Rückgriff auf vorhandene Module
- Entkopplung durch autonome Bearbeitung
- Und damit insgesamt die Reduzierung von Komplexität

Die Grundprinzipien der Modularisierung sind nach GÖPFERT [Göp 2009]:

- Unabhängigkeitsprinzip: Ein System ist aus möglichst unabhängigen Modulen zu gestalten
- Integritätsprinzip: Die Module sind so zu gestalten, dass sie als System zusammenwirken
- Dekompositionsprinzip: Die Detaillierung ist durch selektive Dekomposition zu erhöhen

Zur Bildung von Prozessmodulen liefert HERTLEIN eine umfangreiche Auflistung möglicher Kriterien, wie beispielsweise Prozesskomplexität, Anzahl der Schnittstellen, Anzahl der Mitarbeiter, Verflechtungsgrad oder Anforderungsvariabilität [Her 2010b]. Grundsätzlich kommen Modularisierungskonzepte dabei in unterschiedlichen Anwendungsbereichen zum Einsatz [Str 2009]. Vor dem Hintergrund der Wandlungsfähigkeit von Produktionssystemen sind die folgenden Anwendungsbereiche von Interesse:

- Fabrikebene
- Produktebene
- Prozessebene

Auf Fabrikebene sind hier insbesondere die Konzepte der Modularen Fabrik von WILDEMANN und der Fraktalen Fabrik von WARNECKE hervorzuheben [Wil 1994;

War 1992, War 1995]. Ziel ist jeweils die Flexibilisierung ganzer Fabriken zum Umgang mit einem turbulenten Umfeld.

Die Produktmodularisierung kommt in der Software- und Automobilbranche und zunehmend bei den komplexen Produkten des Maschinen- und Anlagenbaus zum Einsatz [Str 2009]. Aus einer Vielzahl an Arbeiten seien hier beispielhaft die Arbeiten von GÖPFERT und ERIXON genannt [Göp 2009; Eri 1998].

Aus Prozesssicht – also ablauforganisatorischer Sicht – wird Modularisierung nach PICOT / REICHWALD / WIGAND definiert als „die Restrukturierung der Unternehmensorganisation auf der Basis integrierter, kundenorientierter Prozesse in relativ kleine, überschaubare Einheiten (Module). Diese zeichnen sich durch dezentrale Entscheidungskompetenz und Ergebnisverantwortung aus, wobei die Koordination zwischen den Modulen verstärkt durch nicht-hierarchische Koordinationsformen erfolgt“ [Pic 2003]. In diesem Zusammenhang definieren STRAUBE / OUYEDER die folgenden Treiber der Modularisierung: Informationsfluss, räumliche Anordnung sowie personelle und technische Ressourcen [Str 2009]. Auch GÜNTNER unterteilt in funktional (informativ) und physisch (räumlich) modulare Strukturen [Gün 2006].

2.4.4.2 Anpassung der Aufbauorganisation

Neben der Organisation des Ablaufs der Aufgabenerfüllung (der Prozesse) ist ebenso die Aufbauorganisation eines Unternehmens Inhalt der organisatorischen Gestaltung [Bra 2003]. Beinhaltet sind sowohl die Arbeitsteilung und Spezialisierung als auch der Tausch und die Abstimmung zwischen den Organisationseinheiten. Bei höherer Spezialisierung können Kosten durch eine höhere Produktivität eingespart werden, dem stehen allerdings die Kosten für einen hö-

heren Abstimmungsaufwand entgegen. Das bedeutet, dass bei der Gestaltung der Organisation stets eine Abwägung dieser Faktoren erfolgen muss.

Der bedeutsamste Ansatz zur Komplexitäts-Reduzierung der Binnenorganisation ist die Modularisierung [Pic 1998; Rei 1998]. PICOT / FREUDENBERG unterscheiden zwischen dem Analysegegenstand der Außenorganisation und Binnenorganisation, der Betrachtungsraum der vorliegenden Arbeit beschränkt sich auf die Binnenorganisation, also die unternehmensinternen Prozesse [Pic 1998].

Die ehemals hierarchische Organisation von Industrieunternehmen war bei niedriger Marktunsicherheit und Produktkomplexität lange Zeit die effizienteste Form der Fabrikorganisation. Gerade bei steigender Komplexität – z.B. durch steigende Variantenvielfalt oder Individualität von Kundenwünschen – muss diese klassische durch eine modulare Organisation ersetzt werden [Rei 1998]. Vor allem die besseren Planungsmethoden und eine höhere Qualifikation der Mitarbeiter bieten neue Möglichkeiten. Der Einbezug des Wissens der Menschen in der Produktion in Kombination mit ihrer Rolle als Gestalter und Ausführender von Prozessen sowie die Interaktion mit technischen Systemen [Wes 2007] wird erst möglich durch die Einführung von dezentralen Einheiten mit Eigenverantwortung, also durch eine modulare Organisation (siehe auch Kapitel 2.1).

Die Umsetzung dezentraler Strukturen vollzieht sich in vier Schritten [Eve 1998]:

- Bildung von Produkt-Markt-Kombinationen
- Vertikale und horizontale Segmentierung
- Integration indirekter Funktionen
- Gestaltung von Abläufen

Es stellt sich beim Aufbau einer wandlungsfähigen Organisation jedoch die Frage des Grades der Dezentralisierung. Grundsätzlich gehen aktuelle Bemühungen

in Richtung einer dezentralen Organisation. Damit können die folgenden Vorteile erreicht werden [Bra 2003; Wil 2009a]:

- Steigerung der Reaktionsfähigkeit
- Senkung von Koordinations- und Steuerungsaufwand
- Senkung der Herstellungskosten

Bei einer modularisierten und zu großen Teilen dezentralisierten Produktion und den dazugehörigen indirekten Bereichen ist sicherzustellen, dass die einzelnen Einheiten koordiniert handeln, also die Einzelaktivitäten auf das übergeordnete Gesamtziel abgestimmt sind [Sch 2010b] (Abbildung 2-14).

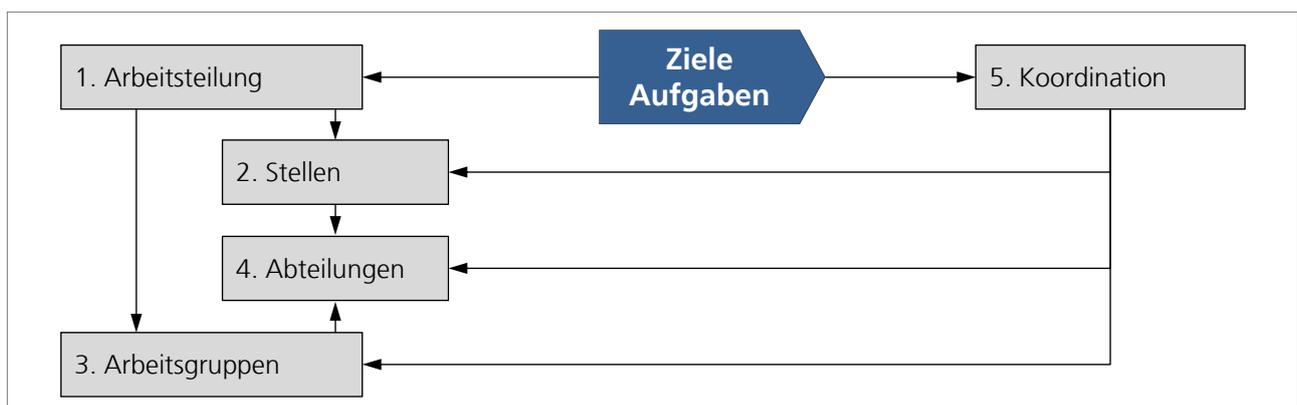


Abbildung 2-14: Koordination von Organisationseinheiten [Sch 2010b]

2.4.4.3 Controlling-Instrumente zur Messung der Komplexität

Komplexität ist ein mehrdimensionales Problem, daher sind die Definition einer konkreten Messgröße als auch die Messung von Komplexität schwierig. Um Aussagen über die ökonomischen Auswirkungen machen zu können bleibt kein anderer Weg, als Komplexität über Ersatzgrößen wie Kunden-, Teile- oder Variantenzahl zu messen [Ada 1998b]. Dies ist allerdings zumeist nur im Nachhinein möglich [Wil 1998]. Die traditionelle Kostentheorie kann Komplexitätsentscheidungen nur sehr bedingt unterstützen, auch weil diese im Wesentlichen für ope-

rative Entscheidungen entwickelt wurden [Ada 1998b]. Zuschlagskalkulation und Deckungsbeitragsrechnung sind nicht in der Lage, die im Rahmen der Komplexitätsrechnung entscheidend wichtige Variantenvielfalt zu bewerten und die relevanten Einflussgrößen – wie z.B. Kommunikations-, Abstimmungs-, Anpassungs-, Planungskosten, etc.³ – zu berücksichtigen. BERENS / SCHMITTING entwickeln zwar auf Basis der Prozesskostenrechnung einen Ansatz zur besseren Berücksichtigung von Komplexitätskosten, merken allerdings an, dass nicht *ein* Controlling-Instrument, sondern vielmehr der sinnvolle Einsatz des „Instrumentenkanons“ der Kostenrechnung zur Handhabung der Komplexität herangezogen werden muss [Ber 1998].

2.5 Zusammenfassung

Kapitel 2 bildet den theoretischen Bezugsrahmen dieser Arbeit. Die geforderte Wandlungsfähigkeit von Unternehmen vor dem Hintergrund einer steigenden Komplexität, beispielsweise durch steigende Variantenzahl und Kundenindividualität der Produkte, stellen Unternehmen vor große Herausforderungen. Es werden Methoden benötigt, die es zum einen als Wandlungsbefähiger ermöglichen, gezielt auf diese Einflüsse zu reagieren, wie auch Methoden, die Komplexität beherrschen zu können. In diesem Zusammenhang sind Kundenänderungen ein wesentlicher Wandlungs- als auch Komplexitätstreiber. Das Vorgehensmodell zur Implementierung eines Kundenänderungsmanagements soll unterstützen, die Komplexität im Umgang mit Kundenänderungen zu reduzieren und die Wandlungsfähigkeit des Auftragsabwicklungsprozesses zu erhöhen.

³ Eine vollständige Auflistung der Kostenarten der Komplexität findet sich bei [Wil 1998].

3 Untersuchungsbereich und Stand der Technik

In diesem Kapitel wird zunächst der Untersuchungsbereich für das Vorgehensmodell zur Implementierung eines Kundenänderungsmanagements definiert. Schwerpunkt stellt die Beantwortung der folgenden Fragestellungen dar.

Für welche Unternehmen ist das Modell einsetzbar?

In Kapitel 3.1 wird eine Abgrenzung des Produktionstyps vorgenommen und erläutert, welche Beschränkungen es in der Anwendung des Modells gibt.

Welche Unternehmensprozesse werden betrachtet?

Aufbauend auf der Abgrenzung des Produktionstyps wird in Kapitel 3.2 der Begriff des Auftragsabwicklungsprozesses in der Prozesslandschaft eines Unternehmens definiert. Ebenfalls ist die Prozessaufnahme und Darstellung dieser Unternehmensprozesse Inhalt der Betrachtung.

Was sind durch den Kunden verursachte Auftragsänderungen?

Kapitel 3.3 gibt einen Überblick über den Betrachtungsgegenstand „Kundenänderungen“, also durch Kunden ausgelöste Auftragsänderungen. Hierfür erfolgen zunächst die begriffliche Abgrenzung und die detaillierte Erörterung von Arten, Ursachen und Grundprinzipien im Umgang mit Kundenänderungen.

In den Kapiteln 3.4 und 3.5 werden anschließend vorhandene Ansätze zum Umgang mit Kundenänderungen in Praxis und Forschung untersucht.

3.1 Produktionstyp

Das Vorgehensmodell zur Implementierung des Kundenänderungsmanagements verlangt zunächst eine Einordnung des Anwendungsgebiets in die Erscheinungs-

formen der industriellen Produktion. Hier unterstützt die Produktionstypologisierung, die anhand verschiedener Merkmale eine Charakterisierung der Produktionsprozesse vornimmt. WÖHE unterteilt Fertigungstypen nach den Kriterien „Anzahl der gefertigten Produkte“, „Organisation der Fertigung“ und „Ortsabhängigkeit der Fertigung“. Für jedes Kriterium werden Merkmale definiert (Abbildung 3-1).

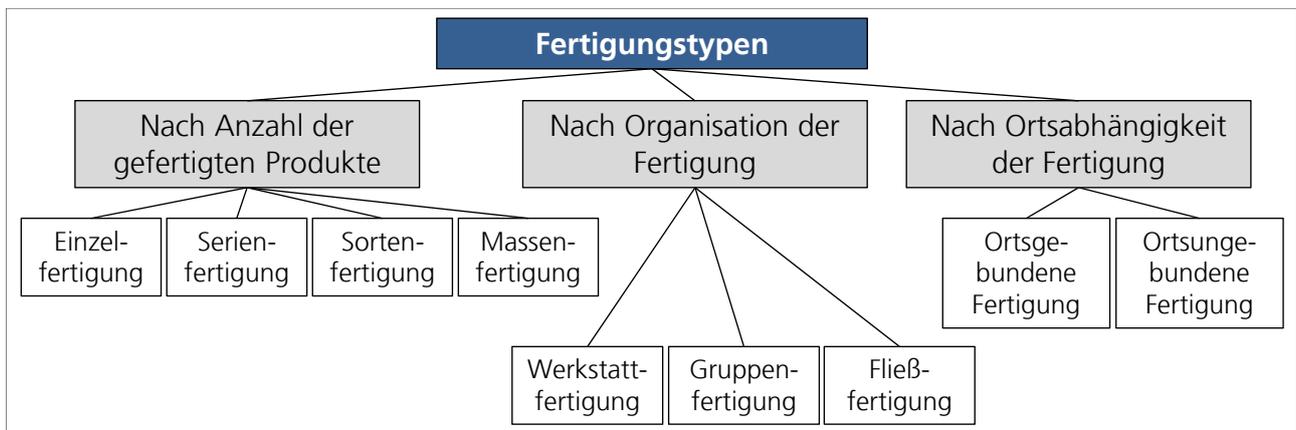


Abbildung 3-1: Systematisierung von Fertigungstypen nach WÖHE [Wöh 2010]

Diese Einteilung kann allerdings nur eine erste grobe Einordnung der Produktionstypen sein. Da eine Vielzahl von Unternehmen mit unterschiedlichen Strukturen und Abläufen existiert, kann ein Ansatz zur Beherrschung von Kundenänderungen nicht allgemein gültig formuliert werden und muss sich auf bestimmte Unternehmenstypen fokussieren.

Hier ist die Einteilung in Fertigungstypen nach WÖHE nicht ausreichend. Es wird im Folgenden die Merkmalsstruktur zur Beschreibung der Auftragsabwicklung nach SCHUH / SCHMIDT verwendet [Sch 2006b] (Abbildung 3-2). Diese unterscheidet sich nicht grundsätzlich von der Fabriktypologisierung nach WÖHE, ist aber detaillierter.

Merkmale zur Beschreibung von Auftragsabwicklungsstrukturen		Merkmalsausprägungen				
Initialmerkmal	Auftragsauslösungsart	Produktion auf Bestellung mit Einzelaufträgen	Produktion auf Bestellung mit Rahmenaufträgen	Kundenanonyme Vorfertigung / kundenauftragsbez. Endfertigung	Produktion auf Lager	
	Erzeugnismerkmale	Erzeugnisspektrum	Erzeugnisse nach Kundenspezifikation	Typisierte Erzeugnisse mit kundenspez. Varianten	Standarderzeugnisse mit Varianten	Standarderzeugnisse ohne Varianten
Erzeugnisstruktur		Mehrteilige Erzeugnisse mit komplexer Struktur		Mehrteilige Erzeugnisse mit einfacher Struktur	Geringteilige Erzeugnisse	
Dispositionsmerkmale	Ermittlung des Erzeugnis-/Komponentenbedarfs	Bedarfsorientiert auf Erzeugnisebene	Erwartungs- und bedarfsorientiert auf Komponentenebene	Erwartungsorientiert auf Komponentenebene	Erwartungsorientiert auf Erzeugnisebene	Verbrauchsorientiert auf Erzeugnisebene
	Auslösung des Sekundärbedarfs	Auftragsorientiert		Teilw. Auftragsorientiert/teilw. periodenorientiert	Periodenorientiert	
	Beschaffungsart	Weitgehender Fremdbezug		Fremdbezug in größerem Umfang	Fremdbezug unbedeutend	
	Bevorratung	Keine Bevorratung von Bedarfspositionen	Bevorratung von Bedarfspositionen auf unteren Strukturebenen	Bevorratung von Bedarfspositionen auf oberen Strukturebenen	Bevorratung von Erzeugnissen	
Fertigungsmerkmale	Fertigungsart	Einmalfertigung	Einzel- und Kleinserienfertigung	Serienfertigung	Massenfertigung	
	Ablaufart in der Teilefertigung	Werkstattfertigung	Inselfertigung	Reihenfertigung	Fließfertigung	
	Ablaufart in der Montage	Baustellenmontage	Gruppenmontage	Reihenmontage	Fließmontage	
	Fertigungsstruktur	Fertigung mit hohem Strukturierungsgrad		Fertigung mit mittlerem Strukturierungsgrad	Fertigung mit geringem Strukturierungsgrad	
	Kundenänderungseinflüsse während der Fertigung	Änderungseinflüsse in größerem Umfang		Änderungseinflüsse gelegentlich	Änderungseinflüsse unbedeutend	

Abbildung 3-2: Idealtypische Charakterisierung des Auftragsfertigers nach SCHUH / SCHMIDT [Sch 2006b]

SCHUH / SCHMIDT definieren eine Reihe von Merkmalen zur schnellen aber dennoch hinreichend genauen Beschreibung von Fertigungstyp und Auftragsab-

wicklungstyp eines Unternehmens. Diese Merkmale werden übersichtlich in Merkmalsgruppen eingeteilt. Anschließend kann eine Einordnung in die vier traditionellen Auftragsabwicklungstypen – Auftragsfertiger, Lagerfertiger, Variantenfertiger, Rahmenauftragsfertiger – vorgenommen werden.

In Abbildung 3-2 sind die Merkmalsausprägungen des Auftragsfertigers gekennzeichnet. Bei Lager-, Varianten- und Auftragsfertiger ist der Einfluss von Kundenänderungen während der Fertigung nur gelegentlich oder unbedeutend. Bei einem Auftragsfertiger ist dieser Einfluss wie bereits einleitend beschrieben in großem Umfang vorhanden (siehe Kapitel 1.2), daher ist dieser Produktionstyp Betrachtungsgegenstand der vorliegenden Arbeit.

Initialmerkmal: Als Initialmerkmal definieren SCHUH / SCHMIDT die Auftragsabwicklungsart mit Merkmalsausprägungen von der Produktion auf Bestellung mit Einzelaufträgen bis zur Lagerproduktion. Bei einem Auftragsfertiger wird dieser Primärbedarf durch einen einzelnen Kundenauftrag ausgelöst [Sch 2006b].

Erzeugnismerkmale: Der Primärbedarf wird in Erzeugnisse nach Kundenspezifikation und typisierte Erzeugnisse mit kundenspezifischen Varianten eingeteilt. Dabei handelt es sich um Erzeugnisse mit komplexer Struktur. Diese Erzeugnisstruktur ist Grundlage für den hier vorgestellten Ansatz. Fertiger von Standarderzeugnissen mit geringer Komplexität versuchen, Änderungen durch den Kunden nach Auftragsfreigabe zu unterbinden. Je mehr Erzeugnisse nach Kundenspezifikation gefertigt werden und je komplexer diese sind, desto wahrscheinlicher ist das Auftreten von Änderungen und desto eher ist diese Flexibilität und Möglichkeit zur Änderung unternehmensstrategisch begründet [Sch 2006b].

Dispositionsmerkmale: Aufgrund des direkten Auftragsbezugs erfolgt die Beschaffung des Erzeugnis- und Komponentenbedarfs überwiegend bedarfsorientiert. Eine auftragsorientierte Beschaffung ist zumeist angestrebt, vor allem aber Teile mit langen Wiederbeschaffungszeiten lassen dies häufig nicht zu und müssen daher periodenorientiert beschafft werden. Die zunehmende Konzentration auf die Kernkompetenzen der Entwicklung, Konstruktion und Montage führte zur Reduzierung der Fertigungstiefe in vielen Unternehmen dieser Kategorie – z.B. im Maschinen- und Anlagenbau – und damit zur Erhöhung des Fremdbezugs. Rohmaterialien und Materialien auf unterer Strukturstufe werden teilweise in großen Mengen eingelagert [Sch 2006b].

Fertigungsmerkmale: Die Fertigungsart ist beim Auftragsfertiger zumeist Einmalfertigung oder auch Einzel- und Kleinserienfertigung. Überwiegende Ablaufarten in der Teilefertigung sind Werkstattfertigung oder Inselfertigung, in der Montage sind dies die Baustellenmontage und Gruppenmontage [Sch 2006b].

In den letzten Jahren haben sich allerdings zunehmend auch Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus in Richtung einer getakteten Fertigung bzw. Montage entwickelt. Besonders in der Montage werden häufig Reihen- oder Fließmontagen eingesetzt. Auslöser ist der zunehmende Druck auf die Unternehmen, Durchlaufzeiten und Bestände zu senken. Neue Ansätze, diese üblicherweise starren Konzepte auf die Bedürfnisse der Auftragsfertiger anzupassen, wurden in den letzten Jahren verstärkt und sind aktuelles Thema der Forschung. Aufgrund der kundenindividuellen Anteile muss hier jedoch auf eine starre zeitliche Verkettung verzichtet werden. Die Herausforderung ist, das richtige Maß an Standardisierung und Flexibilität in diesen Linien zu finden, um die Produktivitätssteigerungen durch Senkung der Durchlaufzeit und Bestände zu erschließen,

aber trotzdem ein ausreichendes Maß an Kundenindividualität realisieren zu können.⁴

Als abschließende Ausprägungen der Fertigungsmerkmale eines Auftragsfertigers nennen SCHUH und SCHMIDT eine Produktion mit hohem bis mittlerem Strukturierungsgrad (mit vielen bis mehreren aufeinander folgenden Arbeitsschritten) sowie einen hohen Einfluss von Kundenänderungen in der Fertigung. Dies begründen sie durch die hohe Komplexität und Notwendigkeit zur Abstimmung mit dem Kunden. Sie gehen dabei von einem möglichen Auftreten der Änderungen von der Auftragsfreigabe bis im Extremfall nach erfolgter Auslieferung aus [Sch 2006b]. Dieser Bereich des Auftragsabwicklungsprozesses steht folglich im Mittelpunkt der Betrachtung des folgenden Kapitels.

3.2 Definition des Auftragsabwicklungsprozesses

Der Begriff „Prozess“ wird in vielerlei Hinsicht verwendet, daher soll dieser Begriff zunächst definiert werden, im Fokus stehen die Prozesse im betrieblichen Zusammenhang. Danach erfolgt die Abgrenzung der für das zu entwickelnde Modell relevanten Bereiche des Auftragsabwicklungsprozesses.

3.2.1 Prozessdefinition

Der Begriff des Geschäftsprozesses ist in der Literatur nicht eindeutig formuliert [Bau 2003]. Es gibt diverse unterschiedliche Definitionen [Sch 2010a; Bec 2005; Fis 2006], die sich allerdings nach BAUER in ein übereinstimmendes Grundver-

⁴ In insgesamt 12 Verbundprojekten in der vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Initiative „Wandlungsfähige Produktionssysteme“ werden aktuell Lösungen erarbeitet, um diesen Herausforderungen zu begegnen [Bun 2011].

ständnis zusammenfassen lassen. Die Kernpunkte des Prozessbegriffs sind [Bau 2003]:

- Prozesse sind inhaltlich abgeschlossene definierte Abläufe des Betriebsgeschehens, die isoliert von vor-, neben-, und nachgelagerten Vorgängen betrachtet werden können. Ein Prozess erhält Input und liefert Output an die benachbarten Prozesse.
- Prozesse sind durch einen definierten Beginn und ein definiertes Ende gekennzeichnet.
- Prozesse sind zielorientiert, das Ende ist durch das Erreichen des Ziels definiert.
- Prozesse werden meist durch einen externen Auslöser gestartet.
- Prozesse können sich aus mehreren Teilprozessen zusammensetzen.

Während bei einem Prozess eine Folge von Aktivitäten aus Inputs durch Transformation einen Output generieren, besteht ein Geschäftsprozess aus „der funktions- und organisationsüberschreitenden Verknüpfung wertschöpfender Aktivitäten, die von Kunden erwartete Leistungen erzeugen und die aus der Geschäftsstrategie abgeleiteten Prozessziele umsetzen“ [Sch 2010a]. Die Zusammensetzung von Geschäftsprozessen aus Teilprozessen wird in der Literatur durch Ebenenmodelle beschrieben. Hierbei unterscheiden sich die verschiedenen Modelle vor allem durch die Anzahl und Benennung der Ebenen. Im Folgenden wird zur Darstellung der betrieblichen Geschäftsprozesse⁵ ein Prozessmodell in vier Ebenen verwendet.

⁵ „Ein Geschäftsprozess besteht aus der funktions- und organisationsüberschreitenden Verknüpfung wertschöpfender Aktivitäten, die von Kunden erwartete Leistungen erzeugen und die aus der Geschäftsstrategie abgeleiteten Prozesse umsetzen“ [Sch 2010a].

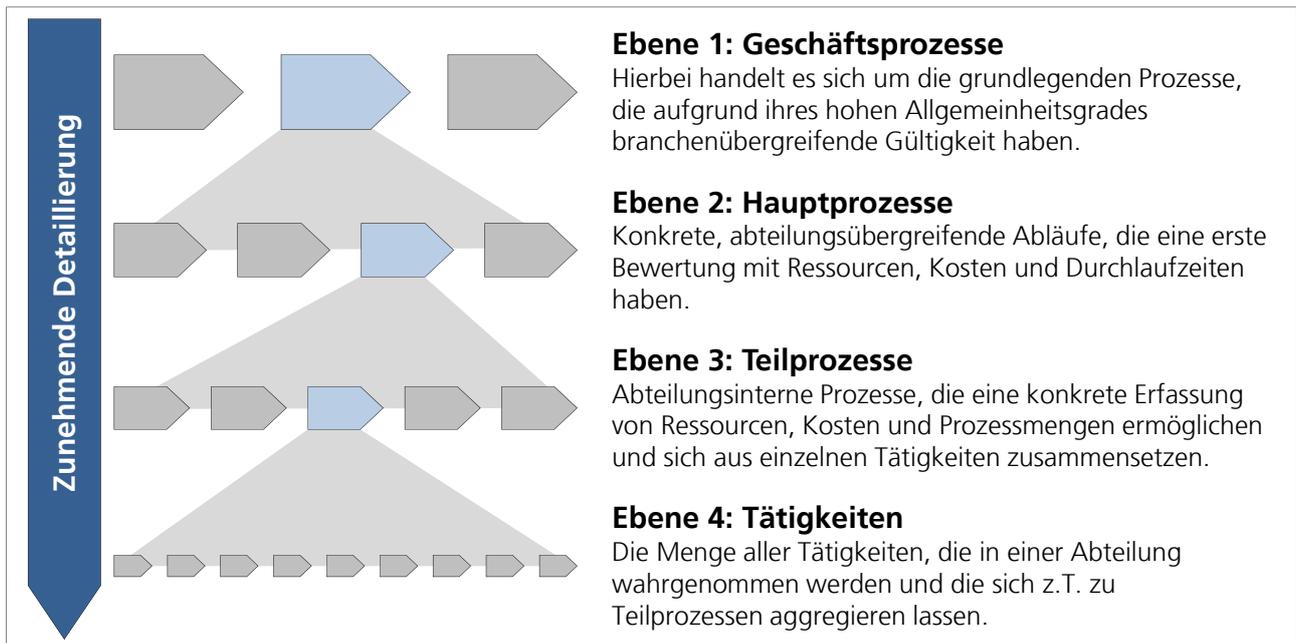


Abbildung 3-3: Hierarchische Gliederung von Prozessen [Her 2010b]

Auf der obersten Ebene befinden sich die Geschäftsprozesse, welche die Prozesse eines Unternehmens in wenigen Teilschritten beschreiben. Diese werden dann in den Ebenen der Hauptprozesse und Teilprozesse jeweils weiter detailliert, bevor man auf der untersten Ebene die einzelnen Tätigkeiten des Unternehmens findet.

Diese Darstellung ermöglicht die Betrachtung von Geschäftsprozessen auf unterschiedlichen Ebenen, je nach gefordertem Detaillierungsgrad. So können einzelne relevante Prozesse in einem wesentlich tieferen Detaillierungsgrad dargestellt und damit die Komplexität reduziert werden.

Grundsätzlich können nach SCHMELZER / SESSELMANN verschiedene Hauptgeschäftsprozesse unterschieden werden (Abbildung 3-4). Diese haben jeweils die Aufgabe, die Kundenanforderungen zu erfüllen und haben daher jeweils einen direkten Bezug zum (externen) Kunden.

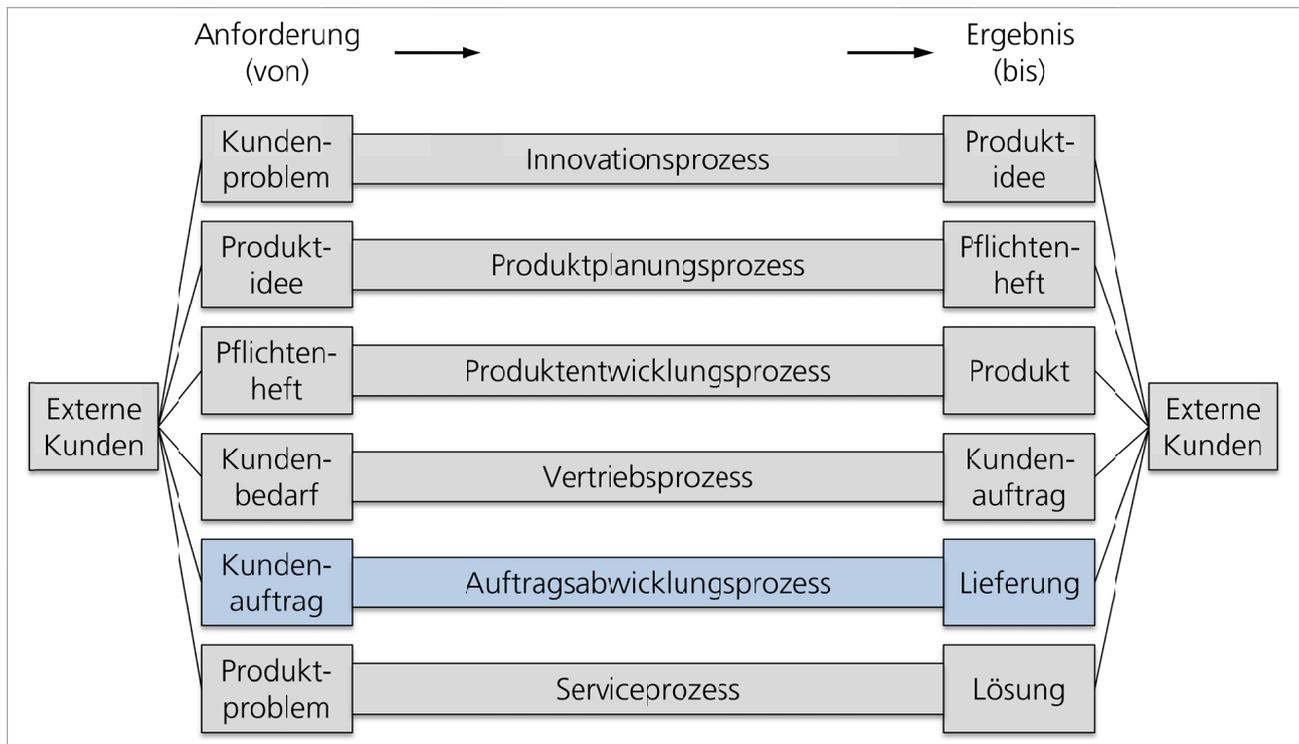


Abbildung 3-4: Geschäftsprozesse in Industrieunternehmen nach SCHMELZER / SESSELMANN [Sch 2010a]

Von einer Auftragsänderung kann wie bereits erläutert ab dem Zeitpunkt der Beauftragung gesprochen werden (siehe Kapitel 3.1). Kundenänderungen mit Bezug zu einem spezifischen Auftrag können demnach nicht Gegenstand der Betrachtung in Innovations-, Produktplanungs-, Produktentwicklungs- und Vertriebsprozessen sein. Die Ableitung von Maßnahmen zur Beherrschung von Kundenänderungen ist Gegenstand des Auftragsabwicklungsprozesses. Hier gilt es Methoden zu entwickeln, um die durch Änderungen verursachten Bearbeitungs- und Managementaufwände zu reduzieren.

3.2.2 Der Auftragsabwicklungsprozess im Unternehmen

Grundsätzlich beinhaltet die Auftragsabwicklung „funktions-, bereichs- und unternehmensübergreifende Tätigkeiten entlang der gesamten Wertschöpfungs-

kette [Her 2010b], der genaue Start- und Endzeitpunkt der Auftragsabwicklung werden aber in der Literatur häufig unterschiedlich definiert [Gie 2010]. Dabei ist die Betrachtungsweise der Autoren unterschiedlich: SCHMELZER / SESSELMANN wie auch FRESE / NOETL konzentrieren sich auf den Prozess der Leistungserstellung (Fertigung, Lieferung und Installation) ab der Auftragserteilung und lassen Vertriebstätigkeiten außer Acht [Sch 2010a; Fre 1992]. GUTENBERG hingegen definiert die Auftragsabwicklung als Funktion des Vertriebs [Gut 1984]. GAUSEMEIER / PLASS / WENZELMANN bezeichnen den Auftragsabwicklungsprozess als „die Planung und Steuerung sämtlicher Prozesse von der Angebotserstellung über die Herstellung bis zur Distribution und Fakturierung eines Produktes“ [Gau 2009]. Der Auftragsabwicklungsprozess lässt sich weiter in einen kaufmännischen und einen technischen Teil unterscheiden (Abbildung 3-5).

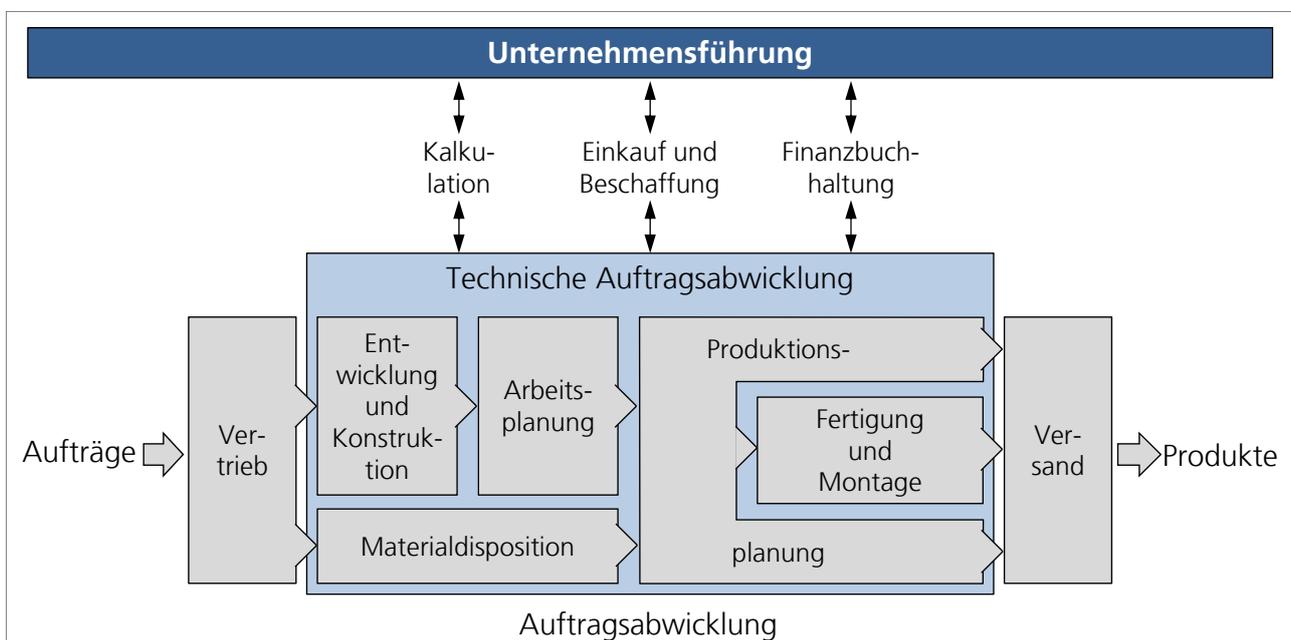


Abbildung 3-5: Kaufmännische und technische Auftragsabwicklung i. A. a. BERLAK [Ber 2003]

Im Auftragsabwicklungsprozess sind dabei alle Tätigkeiten zur Bearbeitung von Kundenaufträgen bis zur Fertigstellung verkaufsfähiger Produkte enthalten [Ber

2003]. In Entwicklung und Konstruktion werden die technischen Auftragsunterlagen erstellt. Man unterscheidet Neu-, Anpassungs- und Variantenkonstruktion [Wie 2010]. Klassischerweise sind die erstellten Unterlagen auftragsneutrale technische Zeichnungen. In diesem Zusammenhang hat die Konstruktion die Aufgabe, zu bestehenden Aufträgen Konstruktionsunterlagen zu erstellen. Im Maschinen- und Anlagenbau existiert zwar häufig ein „Produkt-Grundgerüst“, üblicherweise müssen die Maschinen und Anlagen allerdings noch auf die speziellen Anforderungen der Kunden angepasst werden.

Aufgabe des Prozesses der Arbeitsplanung oder -vorbereitung ist die methodischen Arbeitsplanung und -steuerung mit dem Ziel, das Optimum aus Aufwand und Arbeitsergebnis zu erzielen [Wie 2010].

Die Materialdisposition beinhaltet die Mengenplanung und -steuerung, umfasst also mit Bedarfs-, Bestands-, Beschaffungs- und Lagerplanung die materialbezogene Planung wie auch die Bedarfsermittlung und Durchführung der Beschaffung [Wie 2010].

Konstruktion und Arbeitsvorbereitung stellen die zur Produktion erforderlichen Unterlagen zur Verfügung. Aufgabe der Produktionsplanung ist die Planung und Steuerung der Durchführung der Produktionsschritte zur Herstellung der Produkte in der geforderten Qualität und Menge zum geforderten Termin unter Berücksichtigung der Fertigungskapazitäten [Wie 2010].

Fertigung und Montage erstellen abschließend die Produkte, bevor sie im Versand an den Kunden verschickt oder übergeben werden.

In der vorliegenden Arbeit wird ein Ansatz zur Vermeidung und Beherrschung von Kundenänderungen entwickelt. Kundenänderungen sind darin definiert als Änderungen, die durch den Kunden an einem bestehenden Auftrag (also nach

Auftragseingang) vorgenommen werden. Daher liegt der Fokus auf der technischen Auftragsabwicklung vom Auftragseingang bis zur Übergabe an den Kunden. Die vertrieblichen Prozesse des Marketings oder der Angebotsanbahnung werden nicht näher betrachtet, da vor der Auftragsbestätigung nicht von Änderungen gesprochen wird. In der Phase der Angebotserstellung und Auftragsklärung ist üblicherweise weder eine feste Terminierung noch der Beginn der Bearbeitung erfolgt. Start der Betrachtung ist daher der Zeitpunkt der Angebotsannahme und schriftlichen Beauftragung durch den Kunden. Die kaufmännische Auftragsabwicklung ist teilweise Betrachtungsgegenstand, wenn es um die Beschaffungsprozesse von Teilen geht. Prozesse der Kalkulation, Finanzbuchhaltung und Unternehmensführung sind nicht Betrachtungsgegenstand des Ansatzes (siehe auch Abbildung 3-5).

3.2.3 Anforderungen an die Auftragsabwicklung eines Auftragsfertigers

Struktur, Ablauf und vor allem die Gewichtung der einzelnen Arbeitsschritte sind stark abhängig von der Fabriktypologisierung (siehe Kapitel 3.1). Im Folgenden wird auf die Auftragsabwicklung eines Auftragsfertigers eingegangen.

3.2.3.1 Struktur der Auftragsabwicklung

Die Produktionsplanung und -steuerung ist eine der größten Herausforderungen über den gesamten Auftragsabwicklungsprozess eines Auftragsfertigers. Dies hängt zusammen mit der teilweise sehr hohen Produktkomplexität und beginnt schon zu Anfang des Auftragsabwicklungsprozesses. Eine Zusammenführung von Sekundärbedarfen aus unterschiedlichen Kundenbedarfen ist häufig nicht möglich, viele Materialien sind dementsprechend individuell auftragsorientiert zu

disponieren. Zudem müssen bestimmte Materialien aufgrund langer Wiederbeschaffungszeiten oder interner Fertigungszeiten bereits sehr früh beschafft oder bearbeitet werden [Sch 2006b].

Eine weitere Besonderheit ist die Konzentration auf die Kernkompetenzen in Entwicklung, Konstruktion und Montage. Auch dies ist der erheblichen Komplexität der Produkte geschuldet [Sch 2006b]. Dabei ist insbesondere die Planung von Kapazitäten und Bearbeitungszeiten der indirekten Bereiche häufig problematisch. Aufgrund der Komplexität der Produkte und der damit verbundenen Verschiedenartigkeit, gibt es teilweise keine Erfahrungswerte zu Aufwand und damit Kosten und Dauer von Prozessen in indirekten Bereichen.

Eine hohe Bedeutung bei einem Auftragsfertiger kommt daher dem Ablauf der Auftragsabwicklung in indirekten Prozessen, wie z.B. der Planung oder Konstruktion, aber auch der Materialdisposition oder Produktionssteuerung, zu. Ein Vorgehensmodell zur Implementierung eines Kundenänderungsmanagements kann sich folglich nicht auf Fertigung und Montage beschränken, sondern muss vielmehr den gesamten Auftragsabwicklungsprozess betrachten.

3.2.3.2 Durchlaufzeit

Die Geschwindigkeit der Auftragsabwicklung ist für WARNECKE schon 1992 einer der wichtigsten Erfolgsfaktoren produzierender Unternehmen [War 1992]. Speziell im Maschinen- und Anlagenbau ist dies heute eine der wesentlichen Herausforderungen aber auch Chance deutscher Unternehmen. Kurze Lieferzeiten werden von den Kunden erwartet und erfordern effiziente Prozesse entlang der gesamten Auftragsabwicklung. In einer Studie des VDMA wird dies, neben einer steigenden Flexibilität der Unternehmen, als wichtigste Herausforderung identifiziert und untersucht [Sch 2007]. Ziel des in dieser Arbeit zu entwickelnden

Vorgehensmodells muss es sein, durch die Vermeidung und Beherrschung von Kundenänderungen die Durchlaufzeiten zu verkürzen. Häufig wird durch eine Änderung nicht nur die Durchlaufzeit des zu ändernden Auftrags, sondern aufgrund der ungeplanten Kapazitätsbeanspruchung auch die Durchlaufzeit aller Aufträge verlängert.

3.2.3.3 *Wandlungsfähige Auftragsabwicklung*

Unternehmen verfügen heute häufig über Potenziale der Wandlungsfähigkeit bei Produktionstechnologien, z.B. durch Modularisierung von Werkzeugmaschinen oder durch wandlungsfähige Fabrikstrukturen [von 2008; Wör 2008]. Es bedarf aber darüber hinaus eines ganzheitlichen Ansatzes aller Schnittstellen der gesamten Wertschöpfungskette [Pac 2008].

In einem turbulenten Umfeld, ausgelöst durch Schwankungen im Auftragsmix, Lieferzeit und Durchlaufzeit, unsicheren Absatzzahlen und unerwarteten Ereignissen, ist das klassische Auftragsabwicklungsverfahren nicht mehr optimal. Es bedarf einer situationsgerechten Planung und Steuerung [Kle 2005].

Als unerwartetes Ereignis kann auch der Eingang eines Kundenänderungswunsches bezeichnet werden. Zwar kann auf einer makroskopischen Betrachtungsebene – also bei der Betrachtung mehrerer Aufträge – eine gewisse Regelmäßigkeit unterstellt werden, jedoch können Kundenänderungen an jeder Stelle des Auftragsabwicklungsprozesses mit unvorhersehbarem Aufwand auftreten. Es gilt also, Lösungen zu entwickeln, welche die Reaktionsfähigkeit der gesamten Auftragsabwicklung erhöhen.

Das zu entwickelnde Vorgehensmodell soll bei der Vermeidung und Beherrschung von Kundenänderungen unterstützen, die dadurch ausgelösten Turbu-

lenzen reduzieren und damit die Reaktionsfähigkeit des Auftragsabwicklungsprozesses erhöhen.

Insgesamt kann den Anforderungen an den Auftragsabwicklungsprozess mit einer prozessorientierten Organisation begegnet werden, um die Vorteile des direkten Kunden- und Auftragsbezugs zu nutzen. Ziel muss sein, Informationsflüsse schnittstellenarm zu gestalten und auf die vorhandenen Schnittstellen besonderes Augenmerk zu legen [Bul 2003].

3.2.4 Prozessaufnahme, Darstellung und gestalterische Maßnahmen

Fehlende Transparenz über Art, Anzahl und Gründe von Kundenänderungen wie auch die fehlende Prozesstransparenz sind wie erwähnt Problemstellungen, die aufgrund von Kundenänderungen in der Praxis häufig auftreten (siehe Kapitel 1.2). Zudem fehlt häufig eine durchgängige Prozessdokumentation. Daher wird im Folgenden auf die Aufnahme und Darstellung von Prozessen sowie auf organisatorische Maßnahmen eingegangen.

Um die zwischen den Geschäftsprozessen vorhandenen Verbindungen und Abhängigkeiten darzustellen, ist die Prozesslandkarte ein gutes Hilfsmittel [Sch 2010a]. Es können die Zusammenhänge gesamthaft oder nur aus ausgewählten Teilbereichen modelliert werden [Fis 2006]. Zum ersten Schritt dieser Darstellung, der Prozessidentifizierung, empfehlen SCHMELZER / SESSELMANN eine Top-down-Vorgehensweise. Gemeinsam mit Mitarbeitern und Management werden die Prozesse erarbeitet.⁶

⁶ Eine ausführliche Erläuterung der Erstellung einer Prozesslandkarte, also die Identifizierung der Prozesse sowie die Aufnahme der Prozessdaten würde den Rahmen dieser Arbeit überschreiten, daher sei hier auf die Literatur verwiesen. SCHMELZER / SESSELMANN beschreiben diesen Prozess ausführlich [Sch 2010a].

Zur Modellierung und Darstellung der Prozesse gibt es Unterstützung durch Business Process Management (BPM)-Tools. Innerhalb dieser Tools existieren unterschiedliche Notationen, also Regeln, mit welchen Symbolen und welcher Sprache die Prozesselemente beschrieben, dargestellt und kombiniert werden. Die am häufigsten verwendeten Notationen sind [Sch 2010a]:

- Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK)
- Unified Modeling Language (UML)
- Business Process Modeling Notation (BPMN)

Im Weiteren wird zur Abbildung der Prozesse die BPMN verwendet, da diese sich mehr und mehr als Standard durchsetzt und gegenüber EPK und UML zunehmend an Bedeutung gewinnt [Sch 2010a]. Die Darstellungsweise eignet sich – durch die übersichtliche Trennung nach Verantwortungsbereichen – optimal zur Ableitung von Prozessmodulen.

3.2.4.1 Abbildung von Prozessen nach der Business Process Modeling Notation

Zur Prozessdarstellung werden nach BPMN die folgenden Symbole verwendet (Abbildung 3-6).

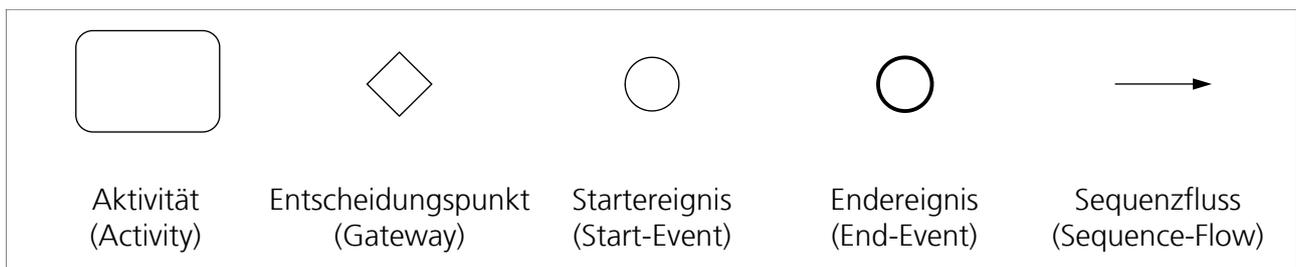


Abbildung 3-6: BPMN – Grundlegende grafische Symbole [All 2008]

Abbildung 3-7 zeigt beispielhaft eine Prozessdarstellung nach BPMN.

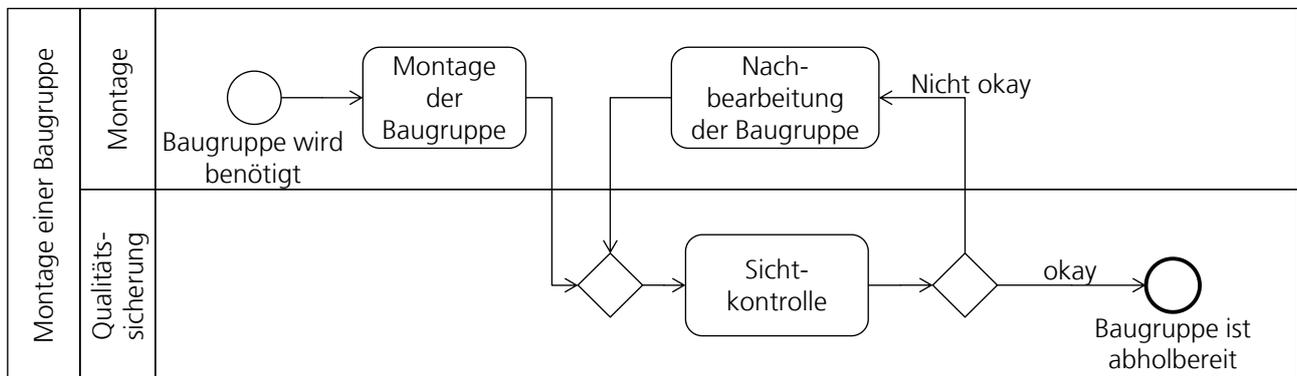


Abbildung 3-7: Beispielhafte Prozessdarstellung nach BPMN [All 2008]

Wesentliches Element dieser Notation ist die Darstellung in sogenannten Schwimmbahnen (im obigen Beispiel: „Montage“ und „Qualitätssicherung“ [Obj 2012] (Abbildung 3-7). Der Gesamtprozess befindet sich im sogenannten Pool (im obigen Beispiel: „Montage einer Baugruppe“, Abbildung 3-7). Im Folgenden entspricht der Pool dem Betrachtungsbereich des Auftragsabwicklungsprozesses eines Unternehmenssegments von der Auftragsfreigabe bis zur Auslieferung an den Kunden. Durch die Schwimmbahnen werden unterschiedliche Verantwortungsbereiche voneinander getrennt dargestellt. Es wird sofort ersichtlich, welcher Prozess welchem Verantwortungsbereich zugeordnet ist, dies ist wie bereits erwähnt für die Bildung von Prozessmodulen vorteilhaft (siehe Kapitel 2.4.4.1).

3.2.4.2 Ablauforganisatorische Maßnahmen

Ziel und Inhalt dieser Arbeit ist die Erarbeitung eines Vorgehensmodells zur Implementierung eines Kundenänderungsmanagements. Aufbauend auf der Konzeption dieses Managements dient der Ansatz der Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen bezüglich der Änderungsprozesse, um die Störungen im Auftragsabwicklungsprozess zu reduzieren und den Aufwand zur Änderungsbear-

beitung zu minimieren. Daher soll an dieser Stelle auf die ablauforganisatorischen Maßnahmen zur Steigerung der Prozesseffizienz eingegangen werden. Nach SCHMELZER / SESSELMANN gibt es fünf Maßnahmen zur Steigerung der Prozesseffizienz (Abbildung 3-8).

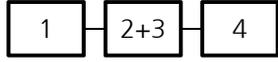
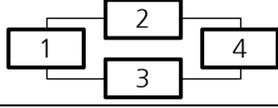
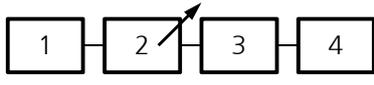
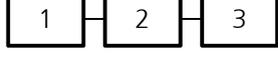
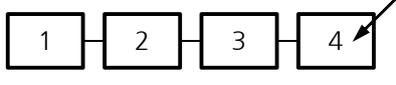
Gestaltungsmaßnahmen	vorher	nachher
1. Weglassen		
2. Zusammenlegen		
3. Parallelisieren		
4. Auslagern		
5. Ergänzen		

Abbildung 3-8: Ablauforganisatorische Maßnahmen zur Steigerung der Prozesseffizienz nach SCHMELZER / SESSELMANN [Sch 2010a]

Die Gestaltungsmaßnahmen sind gemäß der Auflistung priorisiert anzuwenden. D.h. zunächst sollte versucht werden, unnötige Prozessschritte zu eliminieren oder zusammenzulegen. Ist dies nicht möglich, werden Prozessschritte parallelisiert oder ausgelagert. Der letzte Optimierungsschritt ist das Ergänzen fehlender Prozessschritte.⁷

⁷ Für eine ausführliche Erörterung der Maßnahmen sei an dieser Stelle auf die Literatur verwiesen, z.B. [Sch 2010a; Bec 2005].

3.3 Arten und Ursachen von Kundenänderungen

Betrachtungsgegenstand der vorliegenden Arbeit ist die Fabrik als offenes System (siehe Kapitel 2.4.4.1). Auftragsänderungen, die von Kunden – also der Umwelt – ausgelöst werden, haben einen erheblichen Einfluss auf dieses System Fabrik.

Die grundsätzliche Problematik solcher Änderungen besteht im Unterschied zwischen Kunden- und Unternehmenswunsch. Kunden gehen mit dem Kauf von Maschinen und Anlagen häufig ein großes finanzielles Risiko ein. Maschinen und Anlagen haben zudem eine Nutzungsdauer von Jahren bis Jahrzehnten. Dementsprechend bedeutsam ist die Spezifikation der Maschine für den Kunden. Ein möglichst langer Flexibilitätszeitraum, also eine Konkretisierung der Maschinen-Spezifikation zum spät möglichsten Zeitpunkt, wird vom Kunden als ein Mehrwert erkannt. Dies konnte in der Diskussion mit Industrievertretern verschiedenster Unternehmen im Rahmen eines am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA (Fraunhofer IPA) veranstalteten Seminars bestätigt werden [Bau 2012]. Demgegenüber ist der Unternehmenswunsch eine möglichst frühzeitige Festlegung der Maschinenspezifikationen und die Konstanz dieser vereinbarten Leistungen. Die Planbarkeit von Beschaffungs- oder Fertigungsprozessen steigt.

Aufgrund der langen Durchlaufzeit von der Bestellung bis zur Auslieferung kommt es häufig zu Auftragsänderungen. Auf Art, Ursachen und Umgang mit diesen Auftragsänderungen soll im Folgenden näher eingegangen werden.

In Kapitel 2.2 sind die Identifikation und Analyse von Wandlungstreibern allgemein beschrieben. Das Kategorisierungsmodell zur Beschreibung der Triebkräfte, Wandlungstreiber und der Auswirkungen auf den Auftragsabwicklungsprozess

(Abbildung 2-6) dient im Folgenden als Grundlage zur näheren Beschreibung des Wandlungstreibers „Kundenänderungen“. In einem Steckbrief werden Triebkräfte und Auswirkungen dieses Wandlungstreibers zusammengefasst sowie die Zusammenhänge dargestellt [Pri 2012]. Dafür erfolgt zunächst eine Einordnung in die relevanten Managementansätze im Umgang mit Kundenänderungen.

3.3.1 Einordnung in bestehende Managementkonzepte

Die Managementkonzepte Konfigurations-, Änderungs- und Nachforderungsmanagement bilden den konzeptionellen Rahmen im Umgang mit Kundenänderungen und werden daher im Folgenden erläutert und voneinander abgegrenzt.

Eine Teildisziplin des Projektmanagements ist das Konfigurationsmanagement (Configuration Management). Inhalt ist die Zusammenstellung und Dokumentation der Konfiguration sowie die Koordination von Änderungen und Überprüfungen mit dem Ziel, die erforderlichen Informationen zu verwalten und bei Bedarf zur Verfügung zu stellen [Say 1999], also die Transparenz über Änderungsstände und Änderungsursachen in allen Phasen des Produktlebenszyklus zu gewährleisten [Wil 1999; DIN 2004]. Nach SAYNISCH beinhaltet das Konfigurationsmanagement damit die Teilbereiche Identifikation, Überwachung, Audit und Sicherung sowie Buchführung. Die Konfigurationsidentifizierung ist die Grundlage dieser Managementdisziplin und definiert das Produkt beispielsweise durch Festlegung von Konfigurationseinheiten, der erforderlichen Unterlagen oder deren Nummerierung [Say 1999]. Als Teil des Konfigurationsmanagements wird die Konfigurationsüberwachung (Änderungsmanagement) im folgenden Absatz erläutert. Unter der Konfigurationsbuchführung wird die Dokumentation ver-

standen, eine Zielsetzung ist beispielsweise die Rückverfolgung von Änderungen. Das Konfigurationsaudit und die Sicherung dienen abschließend der formalen Prüfung der bestehenden Dokumente auf Übereinstimmung mit einer Konfigurationseinheit [Say 1999].

Das Änderungsmanagement (Change Management) [DIN 2009a] ist ein Teilbereich des Konfigurationsmanagements. Es beinhaltet die „zielgerichtete Analyse, Planung, Realisierung, Evaluierung und laufende Weiterentwicklung von ganzheitlichen Veränderungsmaßnahmen in Unternehmen“ [Vah 2003]. Änderungsprozesse können von der Organisation selbst, von Kunden oder Zulieferern ausgelöst werden [DIN 2004] und lassen sich grundsätzlich in Organisations- und Technikänderungen unterteilen. Organisationsänderungen betreffen die Struktur von Unternehmen (aufbauorganisatorische Änderungen) und die Unternehmensprozesse (ablauforganisatorische Änderungen). Technikänderungen können unterteilt werden in Änderungen der Verfahren (technologische Änderungen) und Änderungen des Produkts (technische Änderungen). Zwischen diesen Änderungsprozessen bestehen teilweise starke Abhängigkeiten [Wil 1999]. So ist beispielsweise eine technische Änderung am Produkt eng verknüpft mit einer Änderung der Produktionsverfahren – also einer technologischen Änderung – wie auch mit veränderten Prozessen und zumindest teilweise veränderten aufbauorganisatorischen Strukturen.

Im Rahmen des Nachforderungsmanagements (Claim Management) wird das Management von Ansprüchen auf Abweichungen bzw. Änderungen durch einen Vertragspartner betrachtet [DIN 2009a]. Zweck ist die konsequente und systematische Steuerung von Abweichungen vom ursprünglich geplanten Umfang, die vor allem in Projekten häufig entstehen. Zunächst gilt es, die Mehr-, Minder-,

oder Andersleistungen festzustellen, hinsichtlich Qualität, Kosten und Termin zu bewerten, zu dokumentieren und abzurechnen. Auch die Steuerung der Maßnahmen ist Inhalt des Nachforderungsmanagements [DIN 2009b].

Das Nachforderungsmanagement ist lediglich teilweise Betrachtungsgegenstand: Die Erfassung und Steuerung von Nachforderungen sind Bestandteil des Modells, die Durchsetzung von Forderungen gegenüber dem Kunden sind hingegen nicht Betrachtungsgegenstand und inhaltlich dem hier vorgestellten Modell nachgelagert.

Das zu entwickelnde Modell zur Implementierung eines Kundenänderungsmanagements lässt sich thematisch dem Änderungsmanagement und hier speziell den technischen Änderungen zuordnen. Dieser Managementansatz definiert die Rahmenbedingungen zur Vermeidung und Beherrschung von Kundenänderungen. Allerdings werden im Rahmen des Änderungsmanagements hierfür keine Vorgaben oder Hilfestellungen gegeben, vielmehr beschränkt es sich auf die Abarbeitung von Änderungen und die lückenlose Dokumentation, Optimierungsansätze sind nur auf einem groben Level der Prävention enthalten.⁸

In der Literatur wird unter dem Management von technischen Änderungen zu meist ein Ansatz verstanden, *Produktänderungen* auftragsneutral optimal zu gestalten. In Abgrenzung dazu beschäftigt sich die vorliegende Arbeit mit *Kundenänderungen*, also Änderungen am Produkt, die nach erfolgter Auftragsbestätigung und unternehmensinterner Auftragsfreigabe erfolgen. Im Folgenden wird dieser Betrachtungsbereich detailliert beschrieben.

⁸ So definiert WILDEMANN beispielsweise die kundengerechte Entwicklung mittels Quality Function Deployment, die Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse oder die produktionsgerechte Entwicklung als Methoden zur Prävention [Wil 1999].

3.3.2 Begriffsabgrenzung Kundenänderungen

Änderungen mit Bezug zu einem konkreten Kundenauftrag sind vor allem bei komplexen Investitionsgütern im Maschinen- und Anlagenbau durch einen häufig über mehrere Wochen dauernden Prozess von Auftragseingang bis Fertigstellung an der Tagesordnung. Betrachtungsfokus sind Auftragsänderungen durch den Kunden. Auftragsänderungen sind dabei definiert als terminliche Änderungen, Mengenänderungen oder Änderungen an der Spezifikation des bestellten Produkts, die an einem bestätigten Auftrag vorgenommen werden. Der Zeitraum der Betrachtung erstreckt sich dementsprechend von der Auftragsbestätigung bis hin zur Übergabe und Abnahme des Produktes durch den Kunden. Es wird zunächst zwischen unternehmensintern und -extern verursachten Auftragsänderungen unterschieden. Es ist nur wenig sinnvoll, eine Methode zum *Umgang* mit Änderungen zu erarbeiten, ohne die Möglichkeit zur *Vermeidung* zu nutzen.

Unternehmensintern verursachte Auftragsänderungen sind häufig „hausgemacht“ als Folge von Fehlern, die durch die Prozessbeteiligten im Unternehmen bei der Auftragsbearbeitung gemacht werden. Für diese Art von Änderungen gibt es allerdings eine Reihe von Möglichkeiten zur Vermeidung, auf die im vorliegenden Modell nicht eingegangen werden soll. So kann beispielsweise der Einsatz eines Produktkonfigurators schon bei der Auftragserstellung eine Hilfestellung bei den häufig sehr komplexen Produkten des Maschinen- und Anlagenbaus sein und helfen, Konstruktionsfehler zu vermeiden, die sonst erst bei

der Montage des Produkts auffallen und somit eine Änderung nach sich ziehen würden.⁹

Bei unternehmensextern, also durch den Kunden, verursachten Auftragsänderungen existiert diese Möglichkeit nur bedingt. Es gibt selbstverständlich die Möglichkeit, Auftragsänderungen durch den Kunden nicht oder teilebezogen nur bis zu einem bestimmten Zeitpunkt zuzulassen, dies ist aber häufig nicht möglich oder nicht erwünscht. Viele Unternehmen geben den Kunden die Möglichkeit, auch lange nach Auftragsbestätigung noch Änderungen einzubringen. Das soll nicht bedeuten, dass dies ohne Mehrkosten für den Kunden durchgeführt wird. In der Praxis fehlt bei vielen Unternehmen allerdings die Transparenz, um bewerten zu können, welcher Aufwand und damit welche Kosten durch eine geforderte Änderung ausgelöst werden. Vertriebsmitarbeitern, die in Kontakt mit den Kunden stehen und daher häufig erster Ansprechpartner bei einer Änderung sind, fehlt häufig die Prozesskenntnis, die eine Bewertung ermöglichen würde. Bei der Erlangung dieser Transparenz unterstützt der entwickelte Ansatz. Im Folgenden steht also zusammenfassend – auch wenn von Kundenänderungen oder vereinfachend von Änderungen gesprochen wird – die Auftragsänderung, die durch den Kunden verursacht wird, im Fokus der Betrachtung.

3.3.3 Zusammenfassende Definition von Kundenänderungen

Die *Triebkräfte* von „Kundenänderungen“ finden sich überwiegend in den Kategorien „Strategie“ und „Absatzmarkt“. Die Möglichkeit zur kurzfristigen Än-

⁹ Die Trennung zwischen unternehmensintern und unternehmensextern verursachten Änderungen ist nicht immer trennscharf und einfach möglich. So kann eine Anpassung einer Maschinenspezifikation durch den Kunden auch dadurch hervorgerufen werden, dass dieser schlicht bei der Bestellung nicht über den Inhalt seiner Bestellung im Klaren war. Hier hätte der Vertriebsmitarbeiter des Unternehmens die Pflicht oder zumindest die Möglichkeit gehabt, diese nachträgliche Änderung zu vermeiden. Solche Fälle sind sehr unterschiedlich und müssen daher bei Bedarf fallspezifisch untersucht werden.

derung kann Teil einer kulanten Strategie des Unternehmens sein. „Unkonkrete Anforderungen seitens des Kunden“ und „Unklarheiten der Auftragsabklärung“ (z.B. nicht berücksichtigte Funktionalitäten und Leistungsanforderungen) sind der Kategorie „Absatzmarkt“ zugeordnet. Hier werden auch die Triebkräfte „Verkürzung von Produktlebenszyklen“ und der damit häufig verbundene „Variantenanstieg“ zugeordnet.

Kundenänderungen können wie bereits erläutert eine Auswirkung auf alle am Auftragsabwicklungsprozess beteiligten Bereiche haben, je nachdem, zu welchem Zeitpunkt eine Änderung eintritt und wie stark die dadurch verursachten Auswirkungen sind. Aufgrund einer sehr geringen Vorlaufzeit und schnell geforderten Reaktion und demgegenüber einer hohen Häufigkeit und Eintrittswahrscheinlichkeit werden die ausgelösten Turbulenzen von Unternehmen als sehr gravierend angesehen.¹⁰ Dies unterstreicht die Bedeutung der Entwicklung einer Methode zum Umgang mit Kundenänderungen.

Die *Auswirkungen* werden anschließend den Kategorien „Kunde“, „Ressourcen“ und „Prozesse“ zugeordnet. Kundenseitig droht bei Nichteinhaltung von Terminen – als Folge aufwändiger Änderungen – ein Imageverlust, die Forderung von Strafzahlungen bis hin zum Auftragsverlust. Durch späte Änderungen kann es zu Über- bzw. Unterkapazitäten kommen, da fest eingeplante Aufträge mit zusätzlichem Aufwand durchgeführt werden, oder auch eingeplante Aufträge nicht starten können. Dies führt zu höherem Rüstaufwand einzelner Ressourcen oder ganzer Fertigungslinien. Änderungen haben damit immer einen Einfluss auf die Prozesse eines Unternehmens, die fallweise neu gestaltet werden müssen.

¹⁰ Dies wird durch eine im Forschungsprojekt WPSlive durchgeführte Wandlungstreiberbewertung bestätigt. Zur Methodik der Bewertung siehe [Gil 2011].

Eine zusammenfassende Darstellung von Triebkräften und Auswirkungen von Kundenänderungen liefert Abbildung 3-9. Es wird deutlich, dass Kundenänderungen Einfluss auf alle Prozesse des Auftragsabwicklungsprozesses haben. Ein Management dieser Änderungen hat demnach Potenzial, die Auswirkungen im Unternehmen auf Ressourcen und Prozesse wie auch in der Außensicht des Kunden zu reduzieren.

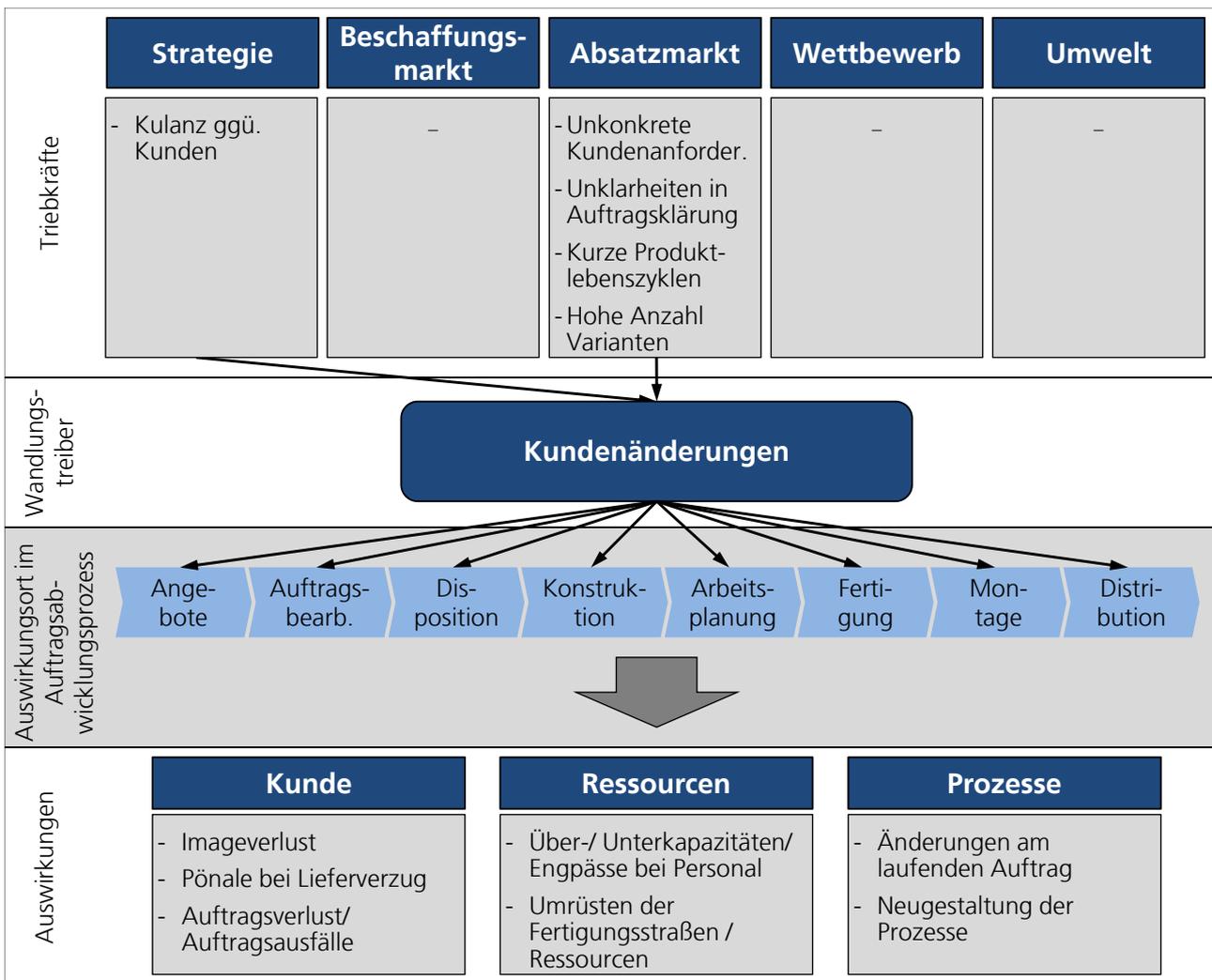


Abbildung 3-9: Kategorisierungsmodell einer Kundenänderung [Pri 2012]

3.3.4 Art der Änderungen

Grundsätzlich können Auftragsänderungen nach den folgenden Kriterien eingeteilt werden [Wie 2011]:

- Änderung der Auftragsmenge
- Änderung am Auftragstermin
- Änderung am Endprodukt

Änderungen der Auftragsmenge und des Auftragstermins werden im Folgenden nicht näher betrachtet. Bei Auftragsfertigern im Maschinen- und Anlagenbau sind Mengenänderungen zwar grundsätzlich möglich, werden allerdings im Auftragsdurchlauf als neue (Teil-)Aufträge eingesteuert und rufen somit keine Änderungsprozesse hervor. Änderungen am Auftragstermin sind grundsätzlich für Unternehmen problematisch, wenn sich die Zeit zur Fertigstellung des Auftrags verkürzt.¹¹ Diese Problemstellung ist allerdings Inhalt des Projektmanagements und wird ebenfalls im vorliegenden Ansatz nicht vertiefend betrachtet.

Änderungen am Endprodukt stellen die zentrale Klasse der hier betrachteten Änderungen dar. Es handelt sich um Änderungen, die Einfluss auf einzelne Teile oder Baugruppen des Produkts haben. Häufig ist, auch verursacht durch eine fehlende Dokumentation von Änderungen (siehe Kapitel 1.2), nicht bekannt, welche Auswirkungen eine solche Änderung mit sich bringt. Ebenso fehlen meist Aussagen zu Ursachen der Änderung, um eine gezielte Ableitung von Maßnahmen zu ermöglichen.

¹¹ Auch wenn im anderen Fall der Verlängerung der Auftragszeit Aufwände durch beispielsweise Lagerung schon begonnener Teile oder Endprodukte entstehen, sind diese in der Praxis häufig nicht der Auslöser von Optimierungsprozessen.

3.3.5 Ursache der Änderung

Die Ursachen von Kundenänderungen können sowohl internen als auch externen Ursprungs sein. Daher wird im Folgenden eine Einteilung der Änderungsursachen vorgenommen (Abbildung 3-10):

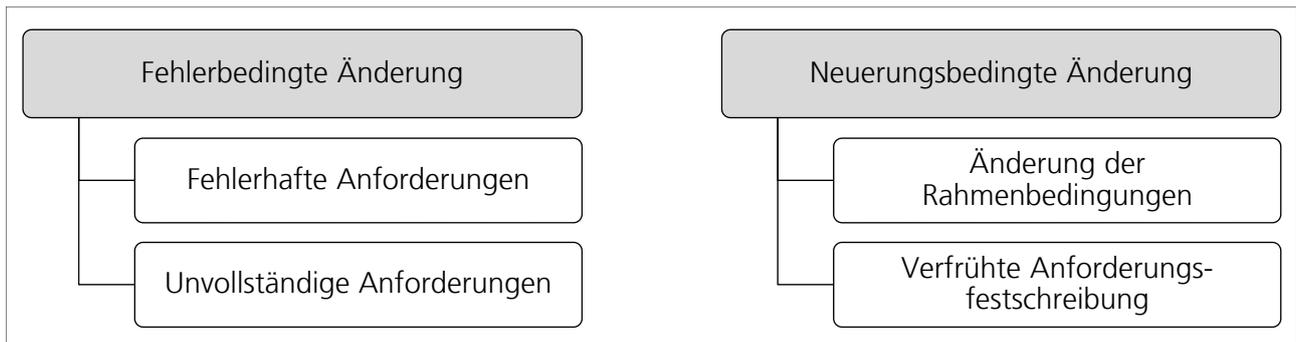


Abbildung 3-10: Einteilung der Änderungsursachen i. A. a. [Bel 2008]

Änderungen lassen sich zunächst in fehler- und neuerungsbedingte Änderungen gruppieren. Bei fehlerbedingten Änderungen entspricht das Ist-Ergebnis nicht den Soll-Anforderungen. Diese lassen sich dementsprechend weiter untergliedern in fehlerhafte und unvollständige Anforderungen. Beinhaltet sind folglich Änderungen, die aufgrund von falsch definierten Anforderungen entstehen, wie beispielsweise Konfigurationsfehler aufgrund fehlenden Beziehungswissens oder auch die falsche Umsetzung der Kundenanforderungen oder Änderungen aufgrund fehlender Klärung funktionaler Anforderungen.

Bei neuerungsbedingten Änderungen entspricht zwar das Ist-Ergebnis den definierten Soll-Anforderungen, diese haben sich aber mittlerweile geändert [Bel 2008]. Neben der Änderung von Rahmenbedingungen ist hier eine verfrühte Anforderungsfestschreibung beinhaltet. Insbesondere die Zuordnung zu einem Änderungsauslöser ist bei der Ursachenbeschreibung der Änderung problematisch. Es besteht zumeist keine Transparenz, ob die Gründe intern oder extern zu

suchen sind. Ist eine Änderung an der Maschinenspezifikation durch den Kunden verschuldet, wenn der Vertriebsmitarbeiter den Kunden auf den Mangel hätte hinweisen müssen oder zumindest hätte darauf hinweisen können?

Folge sind in jedem Fall Änderungen am laufenden Auftrag, die in Abhängigkeit von Eingang und Art der Änderung einen Einfluss an jeder Stelle des Auftragsabwicklungsprozesses haben können. Auch hier herrscht heute zumeist Intransparenz über Auswirkungen der Änderungen (Zeit, Kosten, Qualität) und der Wirkzusammenhänge, verursacht durch die schlechte Genauigkeit der Vorhersage und der damit schlechten Planbarkeit der eigentlichen Änderung und somit der ausgelösten Auswirkungen.

In der Praxis existiert häufig kein geregelter Prozess zum Management von Änderungen an bereits gestarteten Aufträgen. Die in der Literatur definierten Modelle und Vorgehen zielen auf eine Vermeidung der Kundenänderungen ab. Dies ist die richtige, allerdings in den meisten Fällen unrealistische Zielsetzung, da bei vielen Unternehmen ein gewisser Anteil an Änderungen nach Auftragsfreigabe nicht zu vermeiden oder auch Teil der Unternehmensstrategie ist. Änderungen werden zumindest teilweise zugelassen. Insbesondere vor dem Hintergrund stetig wechselnder Parameter (Wettbewerb, Produktionsmenge, etc.) und der damit erforderlichen Wandlungsfähigkeit sehen Kunden in der Möglichkeit einer späten Änderung einen Mehrwert.

3.4 *Ansätze zum Umgang mit Kundenänderungen in der Praxis*

Bei auftragsunabhängigen technischen Änderungen gelten die Grundsätze der Vermeidung, frühen Erkennung und Erleichterung der Durchführung [Wil 1999;

Röß 2007]. Diese Vorgehensweise ist bei technischen Änderungen sinnvoll, bei Auftragsänderungen durch den Kunden ist aber beispielsweise eine frühe Erkennung durch das Unternehmen nur selten möglich. Auch die Methoden zur Erleichterung der Durchführung müssen angepasst werden.

Grundsätzlich bestehen drei Möglichkeiten zum Umgang mit Kundenänderungen:

- Kundenänderungen werden nicht zugelassen
- Kundenänderungen werden generell zugelassen (in dieser Betrachtung zunächst unabhängig davon, ob dem Kunden im Rahmen des Nachforderungsmanagements die zusätzlichen Kosten in Rechnung gestellt werden)
- Differenzierungsmöglichkeiten im Umgang mit Kundenänderungen
 - Zeitlich: Bis zu einem bestimmten Punkt im Auftragsabwicklungsprozess
(beispielsweise eine definierte Zeit *vor* dem Liefertermin, *nach* dem Bestelltermin oder *zu* einem festgelegten Zeitpunkt)
 - Inhaltlich: Bestimmte Komponenten können geändert werden
 - Zeitlich / Inhaltlich kombiniert: Änderung bestimmter Komponenten bis zu einem bestimmten Zeitpunkt im Prozess

Im Rahmen des am Fraunhofer IPA veranstalteten Seminars wurde diese Thematik mit Vertretern verschiedenster Industrieunternehmen diskutiert [Bau 2012]. Es hat sich dort gezeigt, dass ein vollständiges Vermeiden von Auftragsänderungen nach Auftragsfreigabe in der Realität nicht vorkommt und somit lediglich den theoretischen Fall abdeckt. Der Umgang mit Kundenänderungen lässt sich nach Diskussion mit den beteiligten Industrieunternehmen auf die folgenden zwei Grundfälle reduzieren [Bau 2012].

Vor allem bei Unternehmen der Serienproduktion kann im ersten Grundfall ein differenzierter Umgang mit Änderungen festgestellt werden. Diese Unternehmen lassen Kundenänderungen bis zu einem gewissen Zeitpunkt im Auftragsabwicklungsprozess zu. Dieser Zeitpunkt unterscheidet sich von Unternehmen zu Unternehmen, mögliche Verläufe sind in Abbildung 3-11 skizziert.

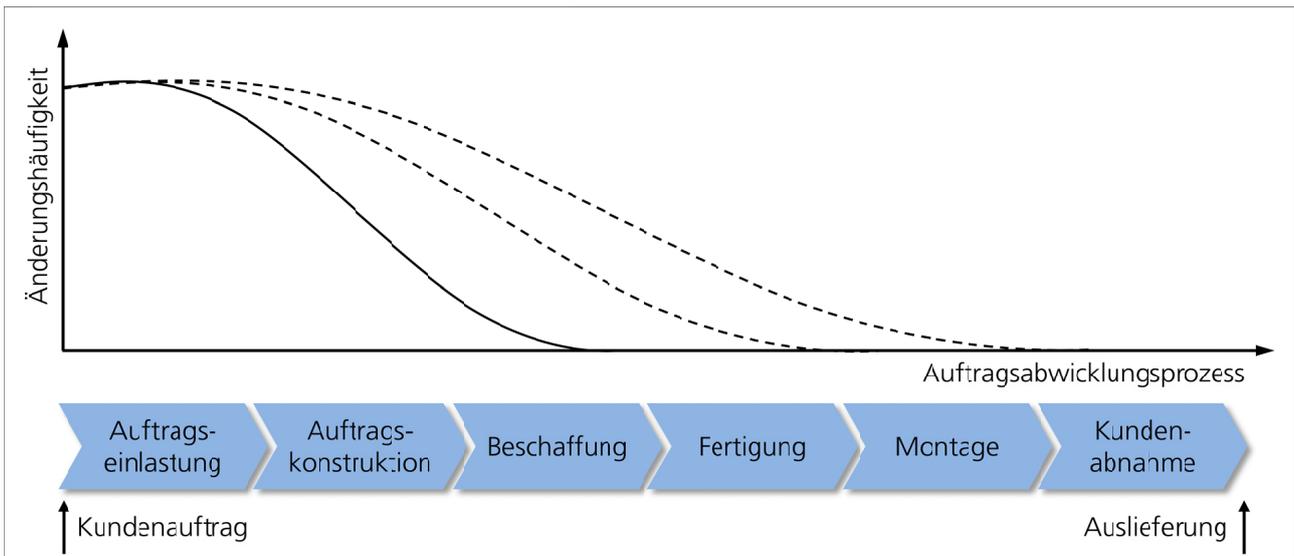


Abbildung 3-11: Änderungshäufigkeit im Prozessverlauf bei einer zeitlichen Differenzierung

Der zweite Grundfall ist in Abbildung 3-12 dargestellt. Bei diesen Unternehmen zeigt sich, dass nach einer anfänglichen Häufung von Änderungen zunächst ein Rückgang zu verzeichnen ist, bevor die Änderungshäufigkeit gegen Ende des Auftragsabwicklungsprozesses und damit der Auslieferung an den Kunden wieder zunimmt. Dies kann damit erklärt werden, dass im Rahmen der inhaltlichen Definition und Konstruktion eine intensive Diskussion über Anforderungen mit dem Kunden geführt wird, dieser dann vor allem in der Zeit der Beschaffung und Produktion weniger in den Prozess eingebunden ist. Gegen Ende des Prozesses findet die Einbindung wieder verstärkt statt: Fehler als auch Änderungs-

wünsche seitens des Kunden werden im Rahmen von (Vor-) Abnahmen erkannt und gehen als Auftragsänderung in den Prozess ein.

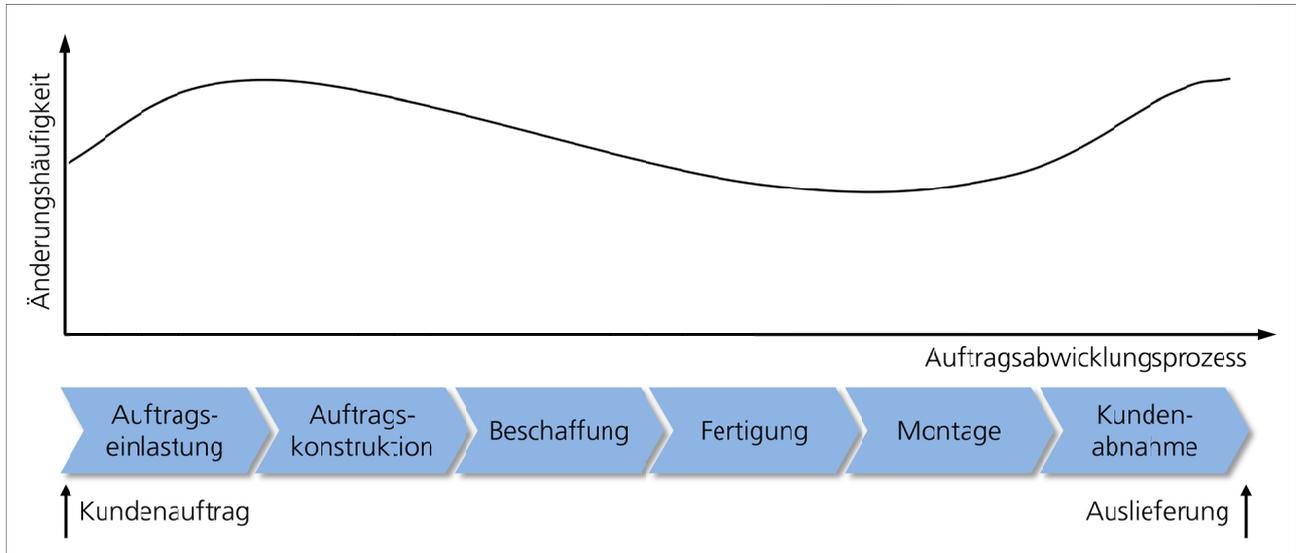


Abbildung 3-12: Änderungshäufigkeit von Kundenänderungen über den Auftragsabwicklungsprozess

Der vorliegende Ansatz geht davon aus, dass Änderungen über Teile oder den gesamten Auftragsabwicklungsprozess von der Auftragsfreigabe bis zur Auslieferung an den Kunden auftreten können, diese also – beabsichtigt oder nicht – durch das Unternehmen generell zugelassen sind. Im Vorgehensmodell muss daher ein unternehmensspezifischer Betrachtungsraum definiert werden können, der sich also bedarfsgerecht an die oben genannten Grundfälle anpassen lässt.

Ein einheitlicher Umgang mit Kundenänderungen ist nicht zu erkennen. Auch wenn Ursachen und Auswirkungen von Kundenänderungen in vielen Unternehmen ähnlich sind, sind die Prozesse zum Umgang mit diesen Änderungen kaum standardisiert und werden häufig innerhalb eines Unternehmens – selbst bei ähnlicher Problematik – unterschiedlich gelöst. Unterschiedliche Unterneh-

mensprozesse sind für die Bearbeitung verantwortlich, damit unterscheiden sich folglich Arbeits- und Zeitaufwand auch ähnlicher Änderungen. Dies ist zumeist abhängig von den beteiligten Personen. Es fehlt eine standardisierte und übertragbare Vorgehensweise, um Kundenänderungen mit möglichst geringem Aufwand managen zu können, dies leistet das vorgestellte Modell.

3.5 *Bestehende Ansätze in der Forschung*

Nach der Erläuterung der Managementkonzepte zu Wandlungsfähigkeit und Komplexitätsmanagement sowie der Grundprinzipien im Umgang mit Auftragsänderungen, werden im Folgenden bestehende Ansätze und aktuelle Forschungsvorhaben in diesem Themenbereich untersucht.

3.5.1 *Ansätze zur Erhöhung der Wandlungsfähigkeit*

Die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Verbundprojekte der Forschungsoffensive „Standortsicherung durch Wandlungsfähige Produktionssysteme“ [Bun 2011] werden 2013 abgeschlossen. Es werden in dieser Forschungsoffensive Projekte aus den Themenfeldern Produktionstechnik, Prozessmanagement und Wertschöpfungskette gefördert. Im Themenfeld „Prozessmanagement“ sind dies vier Verbundprojekte. Neben dem Forschungsprojekt „Ein wandlungsfähiges sozio-technisches Produktionssystem“ (WPSlive), in dessen Rahmen die vorliegende Arbeit entstand, werden drei weitere Projekte gefördert. Die Inhalte dieser und weiterer relevanter Forschungsprojekte sind im Folgenden erläutert und auf Zusammenhänge mit der hier entwickelten Methode untersucht.

Ziel des Verbundprojekts „Wandlungsförderliche Prozessarchitekturen (WaPro-Tek)“ ist, Unternehmen durch abgestimmte wandlungsförderliche Prozessarchitekturen ihrer technischen, logistischen sowie organisatorischen und personellen Ressourcen zur Wandlung zu befähigen. Neben der Konzentration auf die Untersuchung des Menschen als Wandlungsbefähiger, beschäftigen sich die Lösungsbausteine mit fehlerresistenten, rekonfigurierbaren Produktionssystemen und Prozessmodulen für variantenreiche mechatronische Mikroprodukte. Betrachtet werden Fertigungs- und Logistikkomponenten [Reh 2010].

Im Verbundprojekt „Wandlungsfähigkeit durch modulare Produktionssysteme (WaMoPro)“ wird ein Methodenbaukasten entwickelt, der bei der Modularisierung bestehender Produktionssysteme innerhalb der Dimensionen Technik, Organisation und Personal als auch deren Konfiguration unterstützt. Durch die Umsetzung in der Software-Lösung „Electronic Comprehensive Production System (eGPS)“ steht die Konfiguration von Bausteinen ganzheitlicher Produktionssysteme und deren Vernetzung durch permanente Informationsbereitstellung im Vordergrund [Her 2010a; Kre 2011; Mei 2012].

Das Verbundprojekt „Wandlungsfähige Produktionssysteme durch integrierte IT-Strukturen und dezentrale Produktionsplanung und -regelung (Win-D)“ fokussiert die Erhöhung von Datenverfügbarkeit und -qualität sowie die Entwicklung einer dezentralen Planungs- und Steuerungslogik. Hier geht es in erster Linie um die Entwicklung von Planungsmethoden in einem überbetrieblichen Informationsaustausch [Kom 2010].

Des Weiteren ist an dieser Stelle das bereits abgeschlossene Verbundprojekt „Modularisierung logistischer Systeme für kleine und mittlere Unternehmen (ModuLoSys)“ aufzuführen. Forschungsziel war, für kleine und mittlere Unter-

nehmen (kmU) ein Vorgehensmodell zu entwickeln, das kmU bei der Abgrenzung der logistischen Module und der Schnittstellengestaltung unterstützt. Hierfür wurde ein Leitfaden entwickelt sowie ein Betreibermodell definiert mit dem Hauptziel, eine wettbewerbsfähige Logistik für kmU mit Hilfe modularer Strukturen zu erreichen [Str 2009].

Im ebenfalls bereits abgeschlossenen Verbundprojekt „Wandlungsfähigkeit durch modulare Fabrikstrukturen (WdmF)“ war die Zielsetzung, Fabriken durch modulare Strukturen wandlungsfähig zu gestalten. Die Wandlungsfähigkeit wurde systematisiert und geeignete Planungsabläufe für wandlungsfähige, modulare Fabriken zur Verfügung gestellt. In Form eines Planungsleitfadens wurden Methoden und Checklisten erarbeitet, die als Werkzeuge im Planungsvorhaben angewendet werden und sich zur Qualifizierung von Fabrikplanern nutzen lassen, um sich mit den Aspekten der Wandlungsfähigkeit vertraut zu machen [Nof 2006; Nof 2005]. Fokus war die Modularisierung von Fabriken.

Im bereits erwähnten SFB 467 „Wandlungsfähige Unternehmensstrukturen für die Serienproduktion“ (siehe Kapitel 2.1) wurden „Methoden, Modelle und Verfahren zur Erhöhung der Wandlungsfähigkeit von Unternehmen erforscht“ [Ins 2005]. Mit dem Stuttgarter Unternehmensmodell wurde ein Produktionssystem zur schnellstmöglichen Anpassung der Fabrik an einen Wandel entwickelt. Segmentierung und Gruppenbildung sind dabei die Kernelemente zur Erhöhung der Wandlungsfähigkeit [Ins 2005; Uni 2005].

Eine vergleichende Betrachtung dieser Ansätze und der Ansätze zum Management von Änderungen folgt in Kapitel 3.5.3.

3.5.2 Ansätze zum Management von Änderungen

Es lassen sich Ansätze zur Klassifizierung und zum Management von Änderungen unterscheiden.

3.5.2.1 Ansätze zur Klassifizierung von Kundenänderungen

EVERSHEIM / WARNKE / SCHRÖDER erarbeiten einen Ansatz zum Änderungsmanagement in Entwicklungskooperationen bei Automobilherstellern. Es werden in einem unternehmensübergreifenden Änderungsmanagement Lösungen zur Vermeidung von Änderungen in späten Produktphasen entwickelt sowie der Ausführungsaufwand unternehmensübergreifend minimiert. Bei der Klassifizierung von Änderungen hilft eine Änderungstypologie (Abbildung 3-13) [Eve 1997].

Merkmal	Ausprägung				
Ursache	Produktmangel	Stückzahlproblem	Kundenanforderung	Verbesserung	
Gegenstand	Spezifikation	Dokumentation	Material	Betriebsmittel	Prozesse
Schnittstelle	Komponente/ Teilsystem 1	Komponente/ Teilsystem 2	...		Komponente/ Teilsystem n
Mitwirkende	Kunde	Kooperations- partner 1	Kooperations- partner 2	...	Lieferant
Auslöser	Anfrage		Auftrag		
Zeitpunkt	Konzeptphase	Entwicklungsphase	Serienvorbereitung	Serie	
Durchführung	Planmäßig		Außerplanmäßig		Notmaßnahme

Abbildung 3-13: Klassifizierung von Änderungen nach EVERSHEIM / WARNKE / SCHRÖDER [Eve 1997]

Diese Typologie ist ausgelegt auf den unternehmensübergreifenden Ansatz in Entwicklungskooperationen. Kundenwünsche und -forderungen sind dabei *eine* Merkmalsausprägung und damit lediglich ein kleiner Teil des Ansatzes. Bezogen auf Kundenänderungen ist diese Klassifizierung daher zu wenig detailliert.

ASSMANN entwickelt eine Klassifizierung zur Problemerkennung und -analyse anhand von Checklisten (Abbildung 3-14). Mit Hilfe definierter Kriterien werden die Änderungen drei Typen zugeordnet, die eine Problemlösung und -bewertung im Team oder durch Spezialisten ermöglicht [Ass 2000].

Checkliste zur Klassifikation von Änderungen		Ersteller G. Assmann	Datum 13.11.1999
Änderungsnummer AE-37	Betroffenes Bauteil/-gruppe Dichtung		Projekt EA 47 - 11
Termin 17.3.2000	Betroffene Lieferanten Fa. Dichtungen Pulm		Projektende 31.7.2001

Änderungstyp	A	B	C
Beispiel	Neue Anforderungen Funktionsausfall	Kostenreduzierung Funktionsstörung	Zeichnungskorrektur
Problemteil	Ja	Nein	Unbedeutend
Dauer	Größer 4 Monate	1 bis 4 Monate	Kleiner 1 Monat
Kapazität	Größer 1 Personenmonat	Bis 1 Personenmonat	Kleiner 1 Personenwoche
Kosten	Veränderung des Teilepreises > 2,50	Veränderung des Teilepreises < 2,50	Keine Veränderung des Teilepreises
Komplexität	Mehr als 5 Bauteile	2 bis 5 Bauteile	1 oder 2 Bauteile
Neuigkeit	Ziel und Lösungsweg unbekannt	Ziel oder Lösungsweg unbekannt	Ziel und Lösungsweg bekannt
Technisches Risiko	Know-how nicht vor- handen, Versuche nötig	Kompetenz vorhanden, Versuche nötig	Kompetenz vorhanden, keine Versuche nötig
Wirtschaftliches Risiko	Hoch, z.B. kurze Projektlaufzeit	Mittel, z.B. lange Projektlaufzeit	Gering, z.B. geringe Kosten
Nutzen	Hoch	Mittel	Gering
Auswahl	A	B	C
Bemerkung / Begründung	Die Änderung kann trotz hoher Dauer und hohen Kapazitätsbedarfs dem Typ B zugeordnet werden, da die Komplexität gering und kein Problemteil betroffen ist.		

Abbildung 3-14: Checkliste zur Klassifikation von Änderungen nach ASSMANN [Ass 2000]

Auch ASSMANN geht dabei von kundenneutralen Änderungen aus, dies zeigt sich beispielsweise bei der Bewertung des Nutzens der Änderung. ASSMANN bezieht

diesen Nutzen auf eine Änderung der kompletten Baureihe und nicht, wie im vorgestellten Ansatz notwendig, auf den konkreten Kundenauftrag.

3.5.2.2 *Management von Änderungen*

Die im Folgenden untersuchten Ansätze zum Änderungsmanagement lassen sich unterteilen in

- Ansätze zum Änderungsmanagement – Fokus auf Prozess der Änderung
- Ansätze zu technischen Änderungen – Fokus auf kundenneutralen Änderungen
- Ansätze zu Auftragsänderungen – Fokus auf kundenspezifischen Änderungen.

Änderungsmanagement

JANIA beschreibt in seiner Dissertation „Änderungsmanagement auf Basis eines integrierten Prozess- und Produktdatenmodells mit dem Ziel einer durchgängigen Komplexitätsbewertung“ eine Vorgehensweise zur kostenmäßigen Bewertung von Änderungsprozessen [Jan 2006]. Hierfür entwickelt er ein integriertes Prozess- und Produktdatenmodell mit dem Fokus auf der Produktstrukturmodellierung im Automobilbau. Basis sind Produkte mit geringer auftragsspezifischer Varianz. Das von JANIA betrachtete Änderungsmanagement beschäftigt sich folglich mit dem Änderungsmanagement in einer kundenneutralen Konstruktion und Entwicklung.

Technische Änderungen

Stellvertretend für eine Vielzahl an Arbeiten zum Management von technischen Änderungen sollen hier die A von BELENER und RÖBING betrachtet werden.

BELENER erarbeitet in seiner Dissertation einen Ansatz für ein „Technisches Änderungsmanagement modularer Produkte und Prozesse“. Eine Methodik zur Gestaltung von änderungsfreundlichen Modulstrukturen in der Frühphase der Produkterstellung und eine Klassifizierung von technischen Änderungen inklusive der Definition von Aufbau- und Ablauforganisation ermöglichen ein strategisches Änderungsmanagement, das auf modulare Systemstrukturen angepasst ist [Bel 2008].

RÖBING entwickelt eine „Vorgehensweise zur systematischen Initialisierung, Durchführung und Nachbereitung“ von „technischen Änderungen in der Produktion“. Im Rahmen eines Referenzprozessmodells mit den Teilprozessen Initialisierung, Durchführung und Nachbereitung technischer Änderungen wird ein Vorgehen vorgestellt, das durch schnelles Einbeziehen der betroffenen Abteilungen sowie systematisches Zusammenfassen paralleler Aktivitäten die Effizienz der Abwicklung von technischen Änderungen erhöht [RöB 2007].

In beiden Arbeiten werden kundenneutrale Änderungen an Produkten betrachtet. Diese entstehen in einer Frühphase der Produkterstellung, also vor einer Auftragsbestätigung durch den Kunden. Damit weisen beide Arbeiten einen grundsätzlich unterschiedlichen Ansatz zur vorliegenden Arbeit auf, in der kundenspezifische Änderungen von der Auftragsbestätigung bis zur Auslieferung an den Kunden betrachtet werden. Im Fall der kundenspezifischen Änderung steht der konkrete Auftrag im Vordergrund, während bei kundenneutralen Änderungen das Produkt als solches Gegenstand der Änderung ist, die Ansätze müssen sich folglich unterscheiden.

Auftragsänderungen

In seiner Dissertation erarbeitet STUFLER ein Konzept zur „Modellierung und Konzeption eines Modification Management-Systems zur Vermeidung bzw. Beherrschung von Nachträgen und Änderungen“ [Stu 2008]. Basis des Konzepts bilden das Supply-Chain-Operations-Reference-Modell (SCOR-Modell) zur Prozessbeschreibung sowie das Konzept der wertorientierten Unternehmensführung. Darauf aufbauend definiert STUFLER ein kybernetisch-systemisches Modell zur Regelung und Steuerung auf jeder Hierarchiestufe des Unternehmens. Die Zielwerte bildet er dabei mit Hilfe der Balanced Scorecard. Ansatzpunkte zur Vermeidung sieht STUFLER bei der Verkürzung des Materialflusses sowie der Optimierung des Informations- und Geldflusses. Ebenso definiert er die Optimierungsgrundsätze Flussoptimierung, Zeiteffizienz, Zielorientierung und ganzheitliches Denken.

In einem empirischen Teil untersucht STUFLER Art, Ursache und Konsequenzen von Kundenänderungen (er nennt sie Modifications). Die empirische Analyse ist dabei allerdings eine Betrachtung von Modifications bei einem spezifischen Unternehmen. Viele Analysen sind speziell für dieses Unternehmen entwickelt, dessen Besonderheiten z.B. in den Vertriebs-Strukturen nicht unmittelbar auf andere Unternehmen übertragbar sind. Die Untersuchung der Konsequenzen wie auch die Einteilung von Modifications erfolgt anhand unternehmensspezifischer Kriterien. Im anschließenden Managementansatz konzentriert sich STUFLER auf die Definition von Prinzipien zum Umgang mit Modifications, eine konkrete Vorgehensweise ist nicht Gegenstand seiner Arbeit.

3.5.3 Zusammenfassende Betrachtung der Ansätze

In der folgenden Abbildung 3-15 sind die betrachteten Ansätze in der Forschung in Bezug auf die vorliegende Arbeit zusammengefasst.

			Betrachtungs-gegenstand		Management von Änderungen			
	Wandlungsfähigkeit	Prozess-modularisierung	Auftragsneutrale Änderungen	Auftragspezifische Änderungen	Analyse / Klassifizierung	Vermeidung	Beherrschung	Vorgehensmodell zur Einführung
WaProTek	●	◐	○	○	○	○	○	○
WaMoPro	●	●	○	○	○	○	○	○
Win-D	●	◐	○	○	○	○	○	○
ModuloSys	●	◐	○	○	○	○	○	○
WdmF	●	●	○	○	○	○	○	○
SFB 467	●	●	○	○	○	○	○	○
Eversheim/Warne/Schröder	○	○	●	◐	●	●	◐	◐
Assmann	○	○	●	○	●	●	○	◐
Jania	○	○	●	○	◐	●	○	○
Belener	○	●	●	○	●	◐	●	●
RöBing	○	○	●	○	◐	◐	●	●
Stufler	○	○	○	●	●	●	◐	○

○ nicht betrachtet ◐ teilweise betrachtet ● betrachtet

Abbildung 3-15: Zusammenfassende Betrachtung der Ansätze in der Forschung

Die untersuchten Forschungsvorhaben zur Erhöhung der Wandlungsfähigkeit enthalten Ansätze zur Modularisierung, jedoch werden diese nicht zur Entwicklung einer Meilensteinlogik mit dem Fokus auf Kundenänderungen im Auftragsabwicklungsprozess eingesetzt. Im Rahmen der Erhöhung der Wandlungsfähigkeit von Unternehmen legt keines der Forschungsvorhaben den Fokus auf die Beherrschung von Kundenänderungen mit Hilfe modularer Prozesse.

Weiter existieren die oben beschriebenen Ansätze zur Klassifizierung von *kundenneutralen* Änderungen. Eine Klassifizierung von *kundenspezifischen* Änderungen nach Auftragsbestätigung ist noch nicht entwickelt.

Wie gezeigt, kann darüber hinaus kein Ansatz aus dem Änderungsmanagement eine Unterstützung zum Management von Kundenänderungen über den gesamten Auftragsabwicklungsprozess liefern. Änderungsmanagement und technische Änderungen befassen sich mit dem Prozess einer generellen Änderung bzw. mit *kundenneutralen* Änderungen. Diese Änderungen unterscheiden sich in Art und Umfang grundsätzlich von *kundenspezifischen* Änderungen eines bestimmten Auftrags, daher lassen sich auch Konzepte auf die Problemstellung der Kundenänderungen nicht übertragen. STUFLEER betrachtet Kundenänderungen, er liefert allerdings einen betriebswirtschaftlich orientierten Ansatz. Die Entwicklung eines Vorgehens zur allgemein gültigen Implementierung eines Kundenänderungsmanagements ist nicht Bestandteil seiner Arbeit.

Die Ausführungen zeigen, dass insbesondere die Verknüpfung von Wandlungsfähigkeit und Modularisierung mit dem Änderungsmanagement bisher nicht stattgefunden hat. Ansätze zur Erhöhung der Wandlungsfähigkeit nutzen überwiegend den Befähiger Modularisierung zur Gestaltung wandlungsfähiger Strukturen, das Änderungsmanagement wird hier nicht berücksichtigt. Die Konzepte zum Änderungsmanagement hingegen befassen sich überwiegend mit *auftragsneutralen* Änderungen, Ansätze der Modularisierung werden nicht berücksichtigt.

3.6 Zwischenfazit und Ableitung des Handlungsbedarfs

Wie eingangs erläutert, nimmt die Forderung nach kundenindividuellen Produkten, wie auch die Anforderung an die Variantenflexibilität, stark zu. Die Beherrschung der hiermit einhergehenden Komplexität kann in Verbindung mit einer Erhöhung der Wandlungsfähigkeit ein wesentlicher Erfolgsfaktor für Unternehmen sein (siehe Kapitel 1).

Kapitel 2 beschreibt den theoretischen Hintergrund wandlungsfähiger Produktionssysteme, die Einordnung von Wandlungstreibern und -befähigern sowie den Zusammenhang zu dem Problemfeld der Komplexität. Es zeigt sich, dass beide Themengebiete eng miteinander verknüpft sind. Analog zu den Wandlungstreibern wird im Themenfeld der Komplexität von Komplexitätstreibern gesprochen. Die Wandlungsbefähiger – insbesondere die im Folgenden angewendete Modularisierung – sind ebenso Ansatzpunkte, die Komplexität in Unternehmen zu reduzieren. Dieses Kapitel stellt also den theoretischen Bezugsrahmen der Managementkonzepte zum Umgang mit Kundenänderungen dar.

Die Abgrenzung des Produktionstyps definiert den Einsatzbereich des vorliegenden Modells auf einen Auftragsfertiger. Im Gegensatz zu einem Serienfertiger kann bei einem Auftragsfertiger zumeist nicht davon ausgegangen werden, dass Kundenänderungen vermeidbar sind (siehe Kapitel 3.1). Als Betrachtungsbereich wird der Auftragsabwicklungsprozess von der Auftragsbestätigung bis zur Auslieferung an den Kunden definiert, da insbesondere die Auswirkungen auf die laufende Abwicklung beherrschbar gemacht werden sollen.

Kapitel 3.3 erläutert Art, Ursache und Umgang mit Kundenänderungen. Dieses sind Änderungen an einem konkreten Kundenauftrag und vor allem im definierten Betrachtungsbereich an der Tagesordnung. In einem Steckbrief wird der

Wandlungstreiber „Kundenänderungen“ in Bezug auf Triebkräfte und Auswirkungen beschrieben.

In der Praxis existieren Möglichkeiten, Änderungen nach Art und Ursache zu unterteilen. Jedoch kann keine durchgängige Methodik und hinreichend genaue Lösung zur Beherrschung von Kundenänderungen identifiziert werden. Unternehmen wissen zwar, dass es Kundenänderungen gibt, können diese aber heute noch nicht strukturiert klassifizieren – das soll in der vorliegenden Arbeit geschehen. Diese Unklarheit hängt auch damit zusammen, dass Änderungen nicht immer extern, also durch den Kunden verursacht, sondern teilweise „hausgemacht“ sind. Hier fehlt es an einer geeigneten Methodik, die sich nicht ausschließlich auf die Vermeidung von Änderungen konzentriert, sondern einen differenzierten Umgang mit Kundenänderungen zulässt. In der Praxis vieler Unternehmen hat sich gezeigt, dass weder die strikte Vermeidung möglich noch das bedingungslose Zulassen von Kundenänderungen zu jedem Zeitpunkt sinnvoll ist.¹² Ziel muss es demnach sein, ein Vorgehensmodell zu entwickeln, das sich an die Bedürfnisse des Unternehmens anpassen lässt und Ansätze liefert, Kundenänderungen sowohl zu verringern, bestenfalls zu vermeiden sowie bestmöglich zu beherrschen.

Ansätze zur Erhöhung der Wandlungsfähigkeit sind aktuell Inhalt vieler Forschungsprojekte. Die Modularisierung ist auch in diesen Projekten häufig der maßgebliche Wandlungsbefähiger. Der Fokus liegt dort aber auf der Modularisierung von Fabriken, also dem technischen System und nicht auf dem Prozess wie in der vorliegenden Arbeit.

¹² Siehe hierzu auch die im Rahmen eines Seminars mit verschiedensten Industrieunternehmen geführte Diskussion zum Umgang mit Kundenänderungen, Kapitel 3.4.

Unterschiedliche Ansätze zum Management von Änderungen werden in Kapitel 3.5.2 untersucht. Vorhandene Klassifizierungen von Änderungen – wie vorhandene Ansätze zum Management von Änderungen – beziehen sich jedoch auf technische Änderungen, also Änderungen an Produkten, unabhängig von einem konkreten Kundenauftrag. Technische Änderungen sind aufgrund des fehlenden Auftragsbezugs von grundsätzlich anderer Art als Kundenänderungen, die stets in Zusammenhang mit dem jeweiligen Auftrag gesehen werden müssen. Daher sind vorhandene Konzepte zur Klassifizierung und zum Management von technischen Änderungen nicht auf auftragspezifische Kundenänderungen übertragbar.

Ein ganzheitliches Vorgehen zur Implementierung eines Kundenänderungsmanagements – also zur Analyse, Vermeidung und Beherrschung von Kundenänderungen – fehlt bisher. Es wird daher ein allgemein gültiges Vorgehensmodell zur Implementierung des Managements auftragspezifischer Kundenänderungen entwickelt.

4 Anforderungen an das Vorgehensmodell

Aus dem aufgeführten Handlungsbedarf werden an dieser Stelle die Anforderungen an das Vorgehensmodell abgeleitet. Ein Vorgehensmodell strukturiert dabei ein Projekt „in Aktivitäten und Ergebnisse und legt Regeln für die Abarbeitung der Aktivitäten und der sich daraus ergebenden Ergebnisse fest“ [Bun 2008]. Die Implementierung eines Kundenänderungsmanagements ist aufgrund der Einmaligkeit der Aufgabe, der Beschränkung von Zeit und Budget sowie dem definierten Endprodukt – ein funktionierendes Kundenänderungsmanagement – als ein Projekt zu definieren [DIN 2009a].

In diesem Kapitel werden die Anforderungen an das Vorgehensmodell abgeleitet. Dies umfasst zum einen die formalen Anforderungen aus wissenschaftlicher Sicht (Kapitel 4.1) wie auch die Anforderungen an die Methode aus Sicht der praxisorientierten Zielsetzung (Kapitel 4.2).

4.1 Formale Anforderungen an die Eigenschaften eines Vorgehensmodells

Ergänzend zu den Anforderungen, die sich aus der Zielsetzung ergeben, muss ein Vorgehensmodell grundlegenden Kriterien genügen [Bae 1974; Oer 1977; Pat 1982; Wie 2011; Pop 2005]. Diese werden im Folgenden erläutert.

- Direkter Realitätsbezug: Das abzubildende Realsystem ist durch das Modell möglichst realitätsnah im interessierten Sachverhalt abzubilden.
- Große Allgemeingültigkeit: Eine große Allgemeingültigkeit stellt sicher, dass sich das Modell direkt bzw. ohne größeren Anpassungsaufwand auf

unterschiedlichste Realsysteme anpassen lässt. Hier besteht zudem die Forderung nach einer Vergleichbarkeit der Ergebnisse des Modells zu unterschiedlichen Zeitpunkten.

- Gute Verständlichkeit: Grundsätzlich soll der dargestellte Sachverhalt einfach und prägnant dargestellt sein. Grafiken erleichtern dabei die Verständlichkeit ebenso wie eine innere Ordnung und äußere Gliederung.
- Beschränkung auf das Wesentliche: Dies ist die praktische Anforderung an das Modell, sich in der Abbildung von Realsystem und den eigenen Aussagen auf das Wesentliche zu beschränken.
- Ökonomie: Abschließend muss ein Modell, das den Anspruch der Anwendung in der Praxis hat, auch der grundlegenden Forderung nach der Wirtschaftlichkeit genügen. Das Aufwand-Nutzen-Verhältnis zwischen der Modellerstellung und -anwendung muss möglichst günstig sein.

4.2 Anforderungen an das Vorgehensmodell zur Implementierung eines Kundenänderungsmanagements

Im Folgenden werden die Anforderungen an die Eigenschaften des vorliegenden Modells erläutert. Diese sind in Abbildung 4-1 klassifiziert.

Anforderungen an die Datenqualität	Kapitel 4.2.1	Möglichkeit zur vergangenheitsbezogenen und automatisierten Datenabfrage und -auswertung
Anforderungen aus der Zielsetzung	Kapitel 4.2.2	Übertragung der allgemeinen, formellen Anforderungen auf das Vorgehensmodell

Abbildung 4-1: Anforderungen an das Vorgehensmodell zur Implementierung des Kundenänderungsmanagements

4.2.1 Anforderungen an die Datenqualität

Grundlage für das entwickelte Modell sind die Daten von Kundenänderungen, die über den gesamten Auftragsabwicklungsprozess erhoben werden. In Bezug auf die Datenqualität und die Datenverfügbarkeit sind die folgenden Merkmale von zentraler Bedeutung:

- Eindeutigkeit des Begriffsverständnisses
- Möglichkeit langfristiger Datenauswertung
- Möglichkeit der Ableitung von Maßnahmen aus vergangenheitsbezogenen Auswertungen
- Möglichkeit der automatisierten Datenabfrage

4.2.1.1 Eindeutigkeit des Begriffsverständnisses

Basis für die Auswertung von Auftragsänderungen durch den Kunden ist die vorherige einheitliche Definition des Begriffsverständnisses. Der häufig in der Praxis gemachte Fehler, jede Art von Auftragsänderung der wechselhaften Meinung des Kunden zuzuordnen, muss vermieden werden. Auftragsänderungen können, wie erläutert, sowohl intern als auch extern ausgelöst werden (siehe Kapitel 3.3.5). Der vorliegende Ansatz beschäftigt sich mit dem Management von kundenverursachten Auftragsänderungen, die nicht oder nur bedingt durch interne Verbesserungsmaßnahmen verhindert werden können. Intern verursachte Auftragsänderungen durch beispielsweise Fehlkonstruktionen oder mangelhafte Kommunikation mit dem Kunden sind zu vermeiden und bedürfen einer anderen Herangehensweise.

4.2.1.2 Möglichkeit langfristiger Datenauswertung

Die betrachteten Änderungen können verschiedene Auswirkungen zur Folge haben. Um hier Transparenz zu schaffen, müssen die Änderungen im Folgenden zeitlich und inhaltlich klassifiziert werden. Für die vorausgehende Datenanalyse ist es aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Kundenänderungen notwendig, einen ausreichend großen Zeitraum zur Datenauswertung zur Verfügung zu haben. Erfahrungswerte des Autors zeigen, dass hier eine minimal halbjährliche, besser ein- oder zweijährige Auswertung belastbare Ergebnisse liefert.

4.2.1.3 Maßnahmenableitung aus vergangenheitsbezogenen Auswertungen

Darüber hinaus muss gewährleistet sein, dass diese vergangenheitsbezogenen Datenauswertungen Grundlage für eine zukunftsbezogene Maßnahmenableitung sein können. Aufgrund des Charakters von Kundenänderungen – diese sind in den meisten Fällen weder zeitlich noch inhaltlich vorhersehbar – existiert lediglich die Möglichkeit auf Vergangenheitsdaten zurückzugreifen. Hier muss sichergestellt werden, dass sich die Rahmenbedingungen bezüglich des Betrachtungsgegenstands „Kundenänderungen“ innerhalb des Auswertzeitraums nicht grundlegend verändert haben. Dies könnte beispielsweise eine Änderung der Unternehmensstrategie sein, ab einem bestimmten Zeitpunkt im Auswertzeitraum keine Auftragsänderungen durch den Kunden mehr zuzulassen.

4.2.1.4 Automatisierte Datenabfrage

Da für diese Auswertungen umfangreiche Datenvolumina über einen großen Zeitraum benötigt werden, ist die automatisierte Erfassung und Auswertmöglichkeit der Daten notwendig. In der Regel sind diese durch die Unternehmens-

software gesammelte Daten über einen längeren Zeitpunkt verfügbar. Für die Analyse wird der Zugriff auf diese Daten vorausgesetzt.

4.2.2 Anforderungen aus der Zielsetzung

Zielsetzung ist die Erarbeitung eines Vorgehensmodells zur Implementierung eines Kundenänderungsmanagements. Bisherige Herangehensweisen und Lösungsansätze liefern, wie die Ausführungen in Kapitel 3.5 zeigen, keinen ganzheitlichen Managementansatz. Das zu entwickelnde Modell muss daher eine Vorgehensweise liefern, die dieser ganzheitlichen Sichtweise gerecht wird und Lösungsbausteine beinhaltet, welche von der Klärung der Ausgangssituation durch eine geeignete Analyse über eine detaillierte Modellerstellung bis zur Ableitung der geeigneten Maßnahmen reichen.

Das Modell muss also die notwendige Transparenz in der Betrachtung der Auftragsänderungen gewährleisten. Die inhaltlichen und zeitlichen Zusammenhänge und Auswirkungen von Kundenänderungen sind sichtbar zu machen. In der Auslegung des Modells sind hier nochmals die schon erwähnten formalen Grundsätze des direkten Realitätsbezugs und der Wirtschaftlichkeit hervorzuheben (siehe Kapitel 4.1). Ein Modell zum Management von Kundenänderungen muss sich in bestehenden realen Unternehmensstrukturen umsetzen lassen. Die Einführung wie auch die Anwendung des Modells muss mit vertretbarem Aufwand möglich sein und den angestrebten Nutzen erzielen.

Das Modell muss daher die notwendige Wandlungsfähigkeit aufweisen, sich auch zukünftigen Anforderungen anpassen zu können, wenn sich beispielsweise Art, Anzahl und Zeitpunkt der Kundenänderungen ändern.

Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus fertigen überwiegend auftragsbezogen typisierte Erzeugnisse mit kundenspezifischen Varianten (siehe Kapitel 3.1). Produkte und Fertigungsschritte können jedoch sehr unterschiedlich sein. Anforderung an das Vorgehensmodell ist, trotz unterschiedlichster Produkte und Auftragsabwicklungsprozesse, die Sicherstellung der breiten Anwendbarkeit.

Die in diesem Kapitel definierten formellen und praxisorientierten Anforderungen an das Vorgehensmodell fließen in die Entwicklung des Vorgehensmodells zur Implementierung des Kundenänderungsmanagements ein und dienen anschließend zur Bewertung der Modellqualität.

5 Zielsetzung und Konzeptdarstellung

Unternehmen, die Kundenänderungen nach der Auftragsbestätigung zulassen, haben grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten zum Umgang mit diesen Änderungen. Dies ist zunächst unabhängig von einer zeitlichen, inhaltlichen oder kombinierten Differenzierung (siehe Kapitel 3.4).

- Kein Management von Kundenänderungen
- Vollumfängliches, systemisch gestütztes Management von Kundenänderungen
- Prozessorientiertes Management von Kundenänderungen mit Meilensteinlogik

Die Strategie, Kundenänderungen zuzulassen, aber nicht systematisch zu managen, kann bei einer geringen Anzahl an Änderungen sinnvoll sein. Jede Änderung erfordert hier eine erneute individuelle Festlegung der Bearbeitung, häufig über weite Teile des Auftragsabwicklungsprozesses. Der Aufwand zur Durchführung ist damit enorm hoch, allerdings steht dem kein Aufwand zur Erarbeitung und Einführung des Kundenänderungsmanagements gegenüber. Wie in Kapitel 3.6 zur Ableitung des Handlungsbedarfs aus Praxis und Theorie erläutert, ist dies für die meisten Unternehmen der Auftragsfertigung keine realistische Option.

Der Strategie folgend, ein vollumfängliches und aufgrund der Komplexität zwingend systemisch gestütztes Management von Kundenänderungen zu implementieren, verspricht dagegen einen minimalen Durchführungsaufwand von Änderungen. Vollumfänglich bedeutet, dass sämtliche Abhängigkeiten sowohl zwischen den Produkten als auch zwischen Produkten und Prozessen eindeutig er-

fasst und bei Anpassungen – z.B. der Einführung einer neuen Maschinenfunktion oder der rein optischen Änderung einer Verkleidung – mit hohem Aufwand angepasst werden müssen. Die Umsetzungshürde liegt bei dem hohen Einführungsaufwand und vor allem in der kontinuierlichen Pflege des Systems. Der Ansatz verspricht einen hohen Nutzen, ist jedoch für die meisten Unternehmen aufgrund des Aufwands kein wirtschaftliches Konzept.

Daher soll mit dem hier vorgestellten Ansatz ein praxisnahes Konzept zum prozessorientierten Management von Kundenänderungen erstellt werden, bei dem mit individuell anpassbarem Aufwand ein hoher Nutzen erzielt werden kann. Abbildung 5-1 liefert eine Übersicht der hier vorgestellten methodischen Vorgehensweise.



Abbildung 5-1: Übersicht zur methodischen Vorgehensweise

Ein ganzheitliches Management von Kundenänderungen besteht aus folgenden Einheiten:

- Erarbeitung eines Konzepts zum Management von Kundenänderungen
- Anwendung des Konzepts und kontinuierliche Adaption des Managementkonzepts

Eine Unterstützung bei der Auftragskonfiguration hilft bei komplexen und variantenreichen Produkten, Auftragsänderungen schon bei der Angebotserstellung zu vermeiden. Durch die Abbildung von Abhängigkeiten einzelner Produktmo-

dule können durch eine strukturierte Produktkonfiguration Änderungen vermieden werden, die bei manueller Aufnahme der Kundenwünsche und manueller Produktkonfiguration erst später im Prozess auffallen würden. Hierunter fallen beispielsweise Konstruktionsfehler durch fehlendes Beziehungswissen des Konstrukteurs, Fehler durch mangelhafte und fehlende Kommunikation – z.B. die Abstimmung von Maschinenfunktionen mit dem Kunden – oder schlicht das Vergessen von relevanten Bauteilen. Es existieren dafür unterschiedlichste Lösungen, im Rahmen des Kundenänderungsmanagements ist die Nutzung eines Produktkonfigurators, aufbauend auf einem modularisierten Produktportfolio, sinnvoll.

Im Forschungsprojekt WPSlive wird gemeinsam mit einem Software-Hersteller ein Produktkonfigurator für das Anwendungsunternehmen entwickelt und implementiert. Vorrangiges Ziel ist die Unterstützung der Vertriebsmitarbeiter durch diese Software zur Vermeidung von Kundenänderungen. Mittels einer Kopplung von funktionaler und technischer Stückliste sowie der Darstellung im Konfigurator wird insbesondere die Phase der Produktklärung vor der Auftragsbestätigung unterstützt. Kundenänderungen können so zumindest teilweise und frühestmöglich vermieden werden. Eine detailliertere Beschreibung dieser Konfigurationslösung übersteigt den Rahmen dieser Arbeit.¹³

Es hat sich gezeigt, dass bei Unternehmen durch den Einsatz einer solchen Konfigurationslösung die Anzahl an Änderungen abnimmt. Eine Vermeidung ist jedoch in den seltensten Fällen möglich, daher bedarf es des in den folgenden Kapiteln beschriebenen Vorgehensmodells zur Erarbeitung und Implementierung eines Kundenänderungsmanagements. Basierend auf der Definition der Voraus-

¹³ Siehe hierzu den Abschlussbericht des Forschungsprojekts [Sau 2013].

setzungen zur Anwendung des Modells (Kapitel 6) wird das Vorgehen in zwei logische Teilbereiche untergliedert: Die Konzeption eines Meilensteinkonzepts aufbauend auf modularen Prozessen (Kapitel 7) zur Schaffung eines stabilen Rahmens und das Management von Kundenänderungen (Kapitel 8).

Grundlegend für ein ganzheitliches Konzept ist die Problemkenntnis bezüglich Kundenänderungen. Diese können in unterschiedlichen Unternehmen andersartige Ursachen und Ausprägungen haben. Daher werden zunächst ein allgemein gültiges Analyse-Vorgehen und die notwendigen Rahmenbedingungen entwickelt. Anschließend wird auf Basis einer umfassenden Prozesserfassung ein Vorgehen zur Festlegung von Prozessmodulen erarbeitet, die daraufhin in ein stabiles Meilensteinkonzept überführt werden. Diese Meilensteine werden im Folgenden unter dem Begriff „Change-Gates“ behandelt. Wie eingangs erwähnt, kann es nicht das Ziel von Unternehmen sein, eine maximale Wandlungsfähigkeit zu erreichen (siehe Kapitel 2.1). Vielmehr muss das Optimum zwischen Wandlungsfähigkeit und Stabilität gefunden werden. Die Change-Gates bilden als Meilensteinkonzept den stabilen Rahmen zum Umgang und Management von Kundenänderungen. Aufbauend auf einer Änderungsklassifizierung werden Regeln definiert, die bei der fallspezifischen Ableitung von Maßnahmen unterstützen und so eine aufwandsarme und schnelle Bearbeitung von Änderungen ermöglichen. Die gewonnenen Erkenntnisse werden in einem Erfassungsbogen zusammengeführt.

Unter der Anwendung des Konzepts wird nicht nur dessen Nutzung, sondern vielmehr auch die permanente Überprüfung und Adaption der Prozesse verstanden. Im Zuge eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses im Unternehmen muss es das Ziel sein, mit dem strukturierten Management von kundengetriebe-

nen Auftragsänderungen Faktoren zu identifizieren, welche die Vermeidung von Änderungen unterstützen. Diese haben zwangsläufig Auswirkungen auf das Management von Kundenänderungen

Das detaillierte Vorgehen und der Aufbau der folgenden Kapitel ist in Abbildung 5-2 dargestellt und wird im Folgenden erläutert.

Schritt 1: Erstellung der Voraussetzungen zur Anwendung des Modells		Voraussetzungen Kapitel 6
<u>Analyse Kundenänderungen</u> Untersuchung von Art, Anzahl, Zeit-punkt und Schwere von Änderungen	<u>Schaffung Rahmenbedingungen</u> Organisatorische Rahmenbedingungen und Planungsvoraussetzungen	
Schritt 2: Prozesserfassung und Prozessabbildung		Prozessmodularisierung und Konzeption von Change-Gates Kapitel 7
Schritt 3: Festlegung von Prozessmodulen		
<u>Schritt 3a:</u> Definition des Gestaltungsbereichs		
<u>Schritt 3b:</u> Definition von Prozessmodulen über den Gestaltungsbereich (Hauptprozesse)	<u>Schritt 3c:</u> Detailbetrachtung und Definition von Prozessmodulen in ausgewählten Funktionsbereichen (Teilprozesse)	
Schritt 4: Definition der Inhalte und Wirkungsweise der Change Gates		Management von Kundenänderungen Kapitel 8
Schritte 5 und 6: Änderungsklassenspezifische Handlungsempfehlungen		
<u>Schritt 5:</u> - Definition von Kriterien und deren Ausprägung zur Kategorisierung von Kundenänderungen - Zusammenführung der Kriterien in der Klassifizierungsmatrix		
<u>Schritt 6:</u> Ableitung von änderungsklassenspezifischen Handlungsempfehlungen		
Schritt 7: Durchgängige Erfassung und Verfolgung von Kundenänderungen		
Prozessverbesserung und kontinuierliche Adaption des Kundenänderungsmanagements		
Ableitung von Prozessverbesserungen aus der Änderungserfassung und -verfolgung	Kontinuierlichen Adaption des Kundenänderungsmanagements	

Abbildung 5-2: Gesamtübersicht über das Vorgehensmodell zur Implementierung eines Kundenänderungsmanagements

Kapitel 6: Erstellung der Voraussetzungen zur Anwendung des Vorgehensmodells

In Schritt 1 wird ein allgemeingültiges Vorgehen dargestellt, welches die Möglichkeit bietet, die Änderungen schnell zu analysieren und damit Unklarheiten über Art, Anzahl und Zeitpunkt von Kundenänderungen zu beseitigen. Dieser erste Schritt dient auch dazu, sich dieser Problemstellung anzunähern. Grundlegerend ist weiterhin die Festlegung von organisatorischen Rahmenbedingungen und Planungsvoraussetzungen.

Kapitel 7: Konzeption von Prozessmodulen und Change-Gates

Zunächst werden in Schritt 2 die betrachteten Unternehmensprozesse von der Auftragsbestätigung bis zum Vertrieb erfasst und abgebildet. Schritt 3 dient der Bildung von Prozessmodulen. Hierfür muss zunächst der Gestaltungsbereich definiert und Prozessmodule in unterschiedlicher Detaillierung über den Gestaltungsbereich gebildet werden. Aufbauend auf dieser Prozessmodularisierung folgt in Schritt 4 die Konzeption der Change-Gates. Dies beinhaltet sowohl die Inhalte als auch Wirkungsweise der Change-Gates.

Kapitel 8: Management von Kundenänderungen

Die Ableitung von klassenspezifischen Maßnahmen zum Umgang mit Kundenänderungen erfolgt in den Schritten 5 und 6. Hierfür müssen zunächst die Kriterien inklusive deren Ausprägungen definiert werden, die zur Kategorisierung dienen. Des Weiteren erfolgt die Einordnung der Änderungen in eine Klassifizierungsmatrix (Schritt 5), bevor die spezifischen Maßnahmen zum Umgang mit Kundenänderungen abgeleitet werden (Schritt 6). In Schritt 7 wird die Konzeption einer konsequenten Erfassung und Verfolgung von Kundenänderungen im Betrachtungsbereich erarbeitet.

Abschließend wird die Anwendung des Kundenänderungsmanagements beschrieben. Aufbauend auf dem eingeführten Konzept zum Management von Kundenänderungen werden die Erkenntnisse aus der Änderungserfassung und Änderungsverfolgung verwendet, um zielgerichtete Maßnahmen zur Reduzierung des Aufwands bei Änderungsaufträgen abzuleiten. Mittelfristig unterstützt das Modell die Vermeidung von Kundenänderungen durch Prozessverbesserungen sowie die permanente Adaption an sich ändernde Rahmenbedingungen.

6 Erstellung der Voraussetzungen zur Anwendung des Vorgehensmodells

Dieses Kapitel beinhaltet die Voraussetzungen zur Anwendung des Modells und bildet damit die Basis zur methodischen Konzeption.

Bei vielen Unternehmen herrscht Unklarheit über Art, Anzahl und Auftrittszeitpunkt von Kundenänderungen (siehe Kapitel 3.3.5):

- Was wird geändert und warum wird geändert?
- Wie viele Änderungen treten insgesamt auf? Wie groß ist das Problem?
- Wo treten die Änderungen im Auftragsabwicklungsprozess (verstärkt) auf?

Da sich diese Faktoren auch bei Unternehmen der gleichen Branche stark unterscheiden können (siehe Kapitel 3.4), wird zunächst ein Analyseverfahren entwickelt, das unternehmensindividuell Aufschluss über die oben genannten Fragestellungen gibt (Kapitel 6.1). Anschließend folgt die Beschreibung der vorausgesetzten Organisation (Kapitel 6.2) sowie der Planungsvoraussetzungen (Kapitel 6.2.2).

6.1 *Schritt 1: Analyse von Kundenänderungen*

Aufgrund der Vielfältigkeit von Änderungshäufigkeit und -grund muss die Kenntnis des unternehmensspezifischen Kundenänderungsverhaltens der erste Schritt des Vorgehens sein. Ergebnis ist die Quantifizierung der Änderungskomplexität in der Auftragsabwicklung, also die Beantwortung der oben genannten Fragestellungen.

Zielsetzung der Datenanalysen ist die sowohl die Problemerkennung als auch Problemdefinition:

- Analyse der Art der auftretenden Kundenänderungen (Kapitel 6.1.1)
- Analyse der Anzahl der Auftragsänderungen (Kapitel 6.1.2)
- Analyse des Zeitpunkts im Auftragsabwicklungsprozess (Kapitel 6.1.3)
- Analyse der Schwere einer Kundenänderung (Kapitel 6.1.4)

Aus diesen Einzelbetrachtungen wird eine zusammenfassende Darstellung erarbeitet, welche die Änderungskomplexität im Produktionsverlauf visualisiert, also die oben genannten Kriterien in einer Darstellung verbindet (Kapitel 6.1.5). Diese Auswertung stellt die Grundlage für die Aufstellung der Änderungsgründe dar und ist Eingangsgröße für die fallspezifische Ableitung von Maßnahmen.

Ziel bei der Anwendung des Vorgehensmodells ist in diesem ersten Schritt die Erfassung und Auswertung der im Folgenden beschriebenen Daten. Diese sind die Grundlage für das Modell und werden sowohl zur Transparenz der Kundenänderungen im Anwenderunternehmen allgemein wie auch in den weiteren Schritten des Vorgehensmodells benötigt. Die folgenden Ausführungen sollen dabei die Struktur der Auswertung verdeutlichen, um die geforderte Transparenz bzgl. Art, Anzahl, Zeitpunkt und Schwere der Kundenänderungen zu erlangen.

In der Anwendung des Vorgehensmodells sind die zu Grunde gelegten Daten unternehmensspezifisch zu erheben und zu analysieren, die Auswertungen sind jeweils beispielhaft dargestellt, zur Visualisierung eignet sich der Einsatz einer Software zur Tabellenkalkulation (z.B. MS Excel).

6.1.1 Arten von Kundenänderungen

Kundenänderungen lassen sich nach den folgenden Merkmalen einteilen:

- Änderung der Auftragsmenge
- Änderung am Auftragstermin
- Änderung am Endprodukt

Wie in Kapitel 3.3.4 erläutert, stellen Änderungen am Endprodukt die zentrale Klasse der hier zu betrachtenden Änderungen dar.

Eine Änderung am Endprodukt, also an der Produkt-Spezifikation, ist grundsätzlich jede Änderung an einer zuvor abgestimmten und definierten Spezifikation des Produkts. Der Fokus liegt auf diesen Änderungen, d.h. durch das Unternehmen nicht vorhersehbare, vom Kunden initiierte Änderungen am bereits bestätigten Auftrag. Problematisch ist häufig die Unterteilung in kundenverursachte und eigenverursachte Änderungen. In der Praxis sind viele der Änderungen zwar vom Kunden gefordert, aber ursprünglich durch das Unternehmen selbst verursacht, wie z.B. Konfigurationsfehler am Produkt, die durch eine mangelnde Abstimmung mit dem Kunden oder ein fehlendes Wissen der eigenen Mitarbeiter hervorgerufen wurden. Die folgenden Auswertungen sollen daher zunächst unterstützen, Transparenz in Ursachen und Auswirkungen der kundenverursachten Änderungen zu bringen.

6.1.2 Anzahl der Kundenänderungen

Die Anzahl der Änderungen lässt sich grundsätzlich auf Produkte oder auf einzelne Auftragspositionen (d.h. Baugruppen oder Einzelpositionen) eines Produkts beziehen. Im Folgenden wird eine Lösung zur Unterstützung des Anwenders dieses Modells im Änderungsfall erarbeitet. Eine Betrachtung der Kennzahl

„geänderte Produkte insgesamt“ ist vor dem Hintergrund der vorliegenden Aufgabenstellung wenig zielführend, da eine mehrfache Änderung eines einzelnen Auftrags nicht berücksichtigt werden würde. Auch zur Ableitung der Schwere einer Änderung muss vielmehr jede Änderung und die Anzahl der geänderten Positionen erfasst werden. Dafür ist es vor allem bei einer breiten Produktpalette sinnvoll, das gesamte Produktspektrum zunächst in Produktklassen zu unterteilen, um einen Überblick über die Änderungen zu gewinnen. Hierfür stehen die üblichen Methoden zur Bildung von Produktklassen zur Verfügung, die z.B. im Rahmen einer Unternehmenssegmentierung angewandt werden. Sinnvoll kann hier z.B. die Segmentierung des Produktspektrums nach Serienprodukten, Varianten und Exoten sein.

Zunächst gilt es, die Anzahl der Kundenänderungen zu erfassen und darzustellen. In Abbildung 6-1 ist eine beispielhafte Auswertung fiktiver Daten dargestellt. Dafür ist die Anzahl der Änderungen getrennt nach den Produktklassen über den Auswertzeitraum aufzutragen.

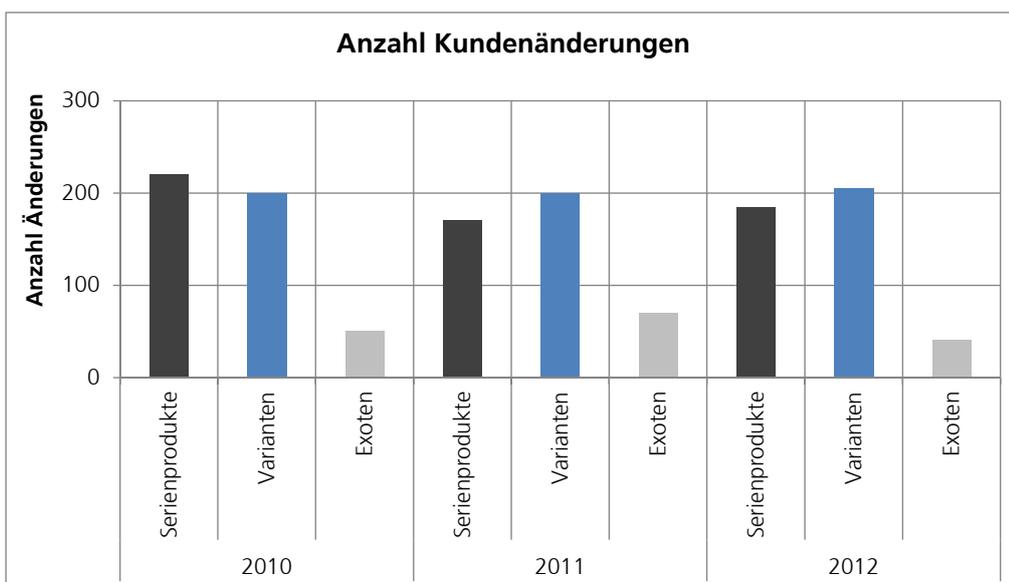


Abbildung 6-1: Beispielhafte Darstellung der Anzahl an Kundenänderungen

Als sinnvoll hat sich die Darstellung nach Kalenderjahren erwiesen, jedoch sind auch abweichende Darstellungen beispielsweise nach Monaten denkbar. Typisch ist dabei eine relativ hohe Anzahl an Kundenänderungen bei Serienprodukten. Dies liegt darin begründet, dass hier aufgrund einer meist größeren Anzahl an gefertigten Produkten auch absolut mehr Änderungen auftreten. Bei Exoten ist hingegen häufig die Anzahl an Änderungen je Maschine höher.

Die Erhebung bringt erste Transparenz über das Auftreten von Kundenänderungen. Die Ausführungen zeigen jedoch, dass allein mit Kenntnis der Anzahl der Kundenänderungen keine ausreichende Transparenz zu erreichen ist, auch da durch diese Erfassung lediglich der Ort erfasst wird, der diese Kundenänderung meldet. Eine Aussage über die Auswirkungen ist also nicht möglich, dazu müssen Zeitpunkt und Schwere von Änderungen mit in die Betrachtung einfließen.

6.1.3 *Zeitpunkt der Kundenänderungen im Prozess*

Da Auftragsänderungen durch Kunden nach Auftragseingang betrachtet werden (siehe Kapitel 3.3.2), sind alle Änderungen in die Auswertung einzubeziehen, die in dem Zeitraum zwischen Beauftragungsdatum und Fertigstellungstermin auftreten.

Aus Gründen der höheren Transparenz sollte der Gesamtzeitraum unternehmensspezifisch in mehrere Auswerteziträume unterteilt werden. Die Ecktermine können sich beispielsweise an einem im Unternehmen bereits vorhandenen Terminraster orientieren. Es muss also abhängig vom jeweiligen Auftragsabwicklungsprozess ein Kompromiss gefunden werden zwischen größtmöglicher Detaillierung, also der Definition und Auswertung einer großen Anzahl an Zwischenterminen, und dem geringstmöglichen Erfassungsaufwand. Dies ist häufig

abhängig von der in Unternehmen eingesetzten Softwareunterstützung und den darin enthaltenen Daten. In der erläuternden grafischen Darstellung sind Kundenänderungen beispielhaft in vier Auswertezwischenräumen und nach Produktgruppen gegliedert (Abbildung 6-2).

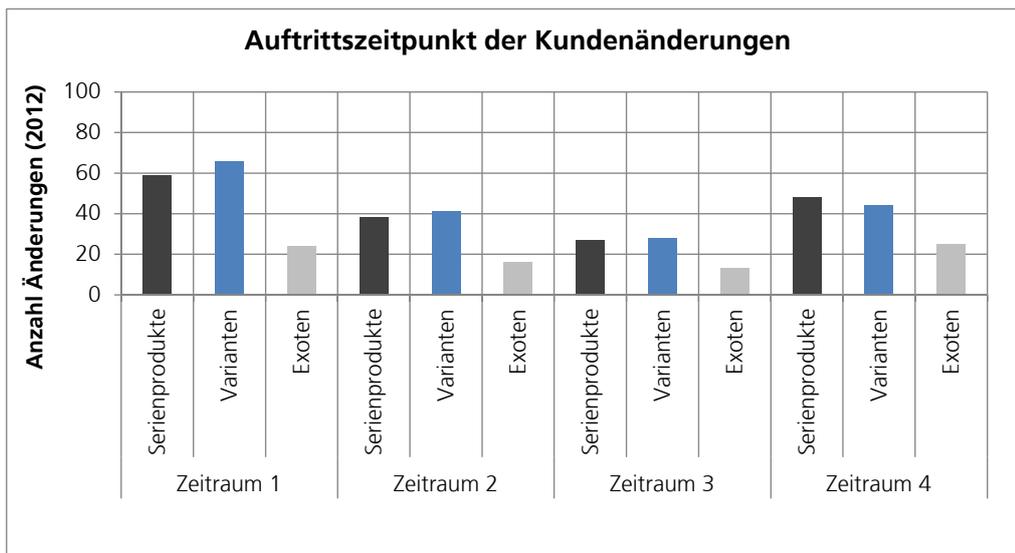


Abbildung 6-2: Beispielhafte Darstellung des Zeitpunkts von Kundenänderungen in Auswertezwischenräumen

Abgebildet ist ein typischer Verlauf des Auftretens von Kundenänderungen im Auftragsabwicklungsprozess. Naturgemäß ist zu Beginn aufgrund der intensiven Kommunikation mit dem Kunden und der Klärung von Auftragsdetails eine höhere Anzahl an Änderungen zu verzeichnen. Im Laufe der nächsten Auswertezwischenräume fällt die Anzahl und steigt vor dem Abnahmetermin wieder an. Diese Auswertung hilft zu erkennen, welche Bereiche des Auftragsabwicklungsprozesses von Kundenänderungen vermehrt betroffen sind und in den weiteren Schritten des Vorgehensmodells in das Kundenänderungsmanagement einzubeziehen sind.

6.1.4 Schwere der Änderung

Die Schwere der Änderung wird definiert als die Anzahl der von der Änderung betroffenen Stücklistenpositionen. Diese Betrachtung vernachlässigt die Bedeutung einzelner Baugruppen oder Bauteile. So kann beispielsweise eine Änderung am Motor ebenso nur eine Stücklistenposition sein wie ein Abdeckungsblech. Da eine Gewichtung aller Positionen allerdings in der Praxis zu komplex und umfangreich ist, wird hier die Bewertung der Schwere einer Änderung mit Hilfe der Anzahl der betroffenen Stücklistenpositionen empfohlen. Diese Näherung ist für die Analyse des Änderungsverhaltens der Kunden ausreichend, da im Normalfall davon ausgegangen werden kann, dass eine Änderung einer „wichtigen“ Stücklistenposition die Änderung weiterer Positionen veranlasst. Abbildung 6-3 zeigt eine beispielhafte Auswertung der Schwere von Kundenänderungen

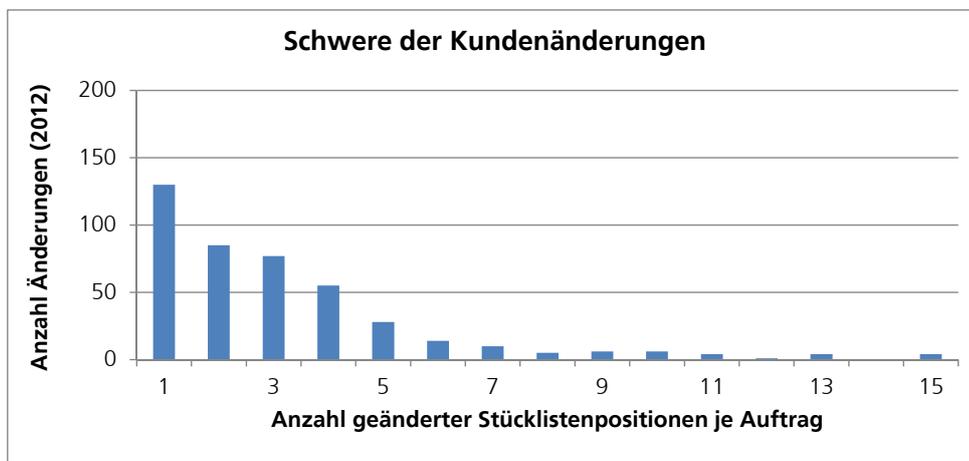


Abbildung 6-3: Beispielhafte Darstellung der Schwere von Kundenänderungen

Typisch ist eine hohe Anzahl an Änderungen, die nur an einer einzigen oder wenigen Auftragspositionen geändert werden. Bei diesen kleinen Änderungen werden Turbulenzen im Unternehmen durch die Summe der Änderungen ausgelöst. Bei schweren Änderungen mit vielen betroffenen Auftragspositionen löst schon die einzelne Änderung Probleme, beispielsweise durch Kapazitätsengpäs-

se, aus. Sind an dieser Stelle eine hohe Anzahl kleiner Änderungen mit nur wenigen betroffenen Positionen zu erkennen, so muss im Rahmen des Kundenänderungsmanagements und der Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen über eine punktuelle Unterstützung einzelner, besonders betroffener Arbeitsschritte nachgedacht werden. Sind viele große Änderungen mit einer großen Anzahl an Positionen betroffen, müssen die Verbesserungsmaßnahmen die Vermeidung spezifischer Änderungsgründe zum Ziel haben.

6.1.5 Zusammenfassung der Analysen

Diese Einzelauswertungen von Anzahl, Zeitpunkt und Schwere der Änderungen sind Voraussetzungen für eine ganzheitliche Betrachtung und werden in einer kombinierten Auswertung zusammengefasst (Abbildung 6-4). So können alle relevanten Faktoren zum Management von Kundenänderungen übersichtlich visualisiert werden.

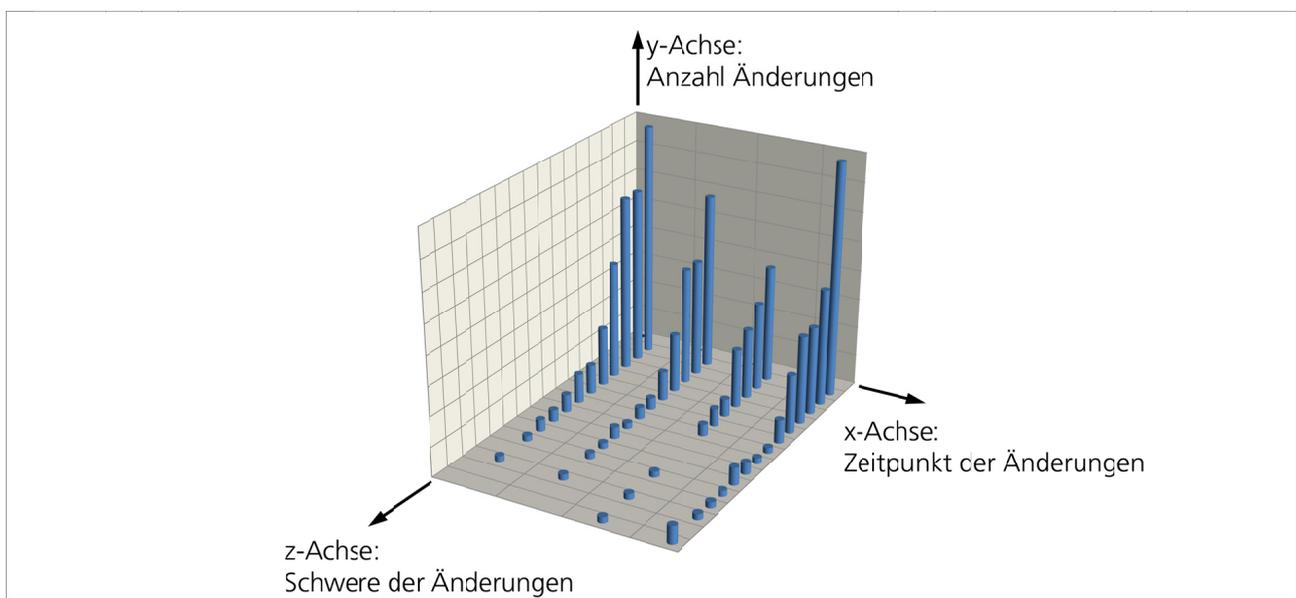


Abbildung 6-4: Kombinierte Darstellung von Schwere, Zeitpunkt und Anzahl von Auftragsänderungen

Dafür sind die bisherigen Auswertungen in einer Auswertung zu kombinieren.

- Zeitpunkt der Änderung – dargestellt durch die Auswerteziträume, x-Achse
- Anzahl der Änderungen – dargestellt auf der y-Achse
- Schwere der Änderung – dargestellt durch die Anzahl der Stücklistenpositionen, z-Achse

Die Struktur in Abbildung 6-4 liefert den Gesamtüberblick zum Problemverständnis. Mit Hilfe dieser grafischen Darstellung kann eine zielführende Analyse der Problemstellung „Kundenänderungen“ erfolgen und ist somit der erste Schritt des Vorgehensmodells zur Erlangung der geforderten Transparenz. Diese Darstellung und die beinhalteten Daten sind Voraussetzung für das Verständnis der unternehmensspezifischen Änderungskomplexität und das Vorgehensmodell.

6.2 Schaffung der Rahmenbedingungen

Neben der Durchführung der beschriebenen Analysen sind zudem geeignete Rahmenbedingungen zum Management von Kundenänderungen zu schaffen, diese werden im Folgenden beschrieben.

6.2.1 Organisatorische Rahmenbedingungen

Im Maschinen- und Anlagenbau werden häufig viele verschiedene Produkte mit einer unterschiedlichen Anzahl an Varianten gefertigt. Dies reicht von hoch standardisierten Produkten fast ohne kundenindividuelle Bauteile bis zu Projekten, bei denen die Maschinen oder Anlagen fast ausschließlich aus kundenindividuellen, also einzigartigen, Teilen besteht. Maschinen und Anlagen beispiels-

weise mit kaum kundenindividuellen Teilen besitzen Seriencharakter. Die Problematik von nachträglichen Auftragsänderungen durch den Kunden ist hier nicht ausgeprägt, da der Kunde eine Maschine „aus dem Katalog“ bestellt und wenig Möglichkeit hat, diese anzupassen. Auf der anderen Seite stehen hoch kundenindividuelle Projekte. Diese Maschinen und Anlagen werden mit „Projektcharakter“ in enger Abstimmung mit dem Kunden über den gesamten Zeitraum durchgeführt. Betrachtungsgegenstand des vorliegenden Ansatzes sind also typischerweise Produkte, die sowohl kundenneutrale als auch kundenindividuelle Teile beinhalten. Neben der Gestaltung von modularen Produkten und Prozessen ist hierfür die zugehörige Aufbauorganisation zu gestalten.

Eine dezentrale Organisation führt zur Steigerung der Reaktionsfähigkeit, Senkung von Koordinations- und Steuerungsaufwand sowie zur Senkung der Herstellungskosten. Dennoch muss sichergestellt sein, dass die einzelnen Einheiten koordiniert handeln (siehe Kapitel 2.4.4.1).

Durch den Kunden ausgelöste Auftragsänderungen können Auswirkungen an mehreren Stellen des gesamten Auftragsabwicklungsprozesses haben. Die typischen Probleme dezentraler Einheiten entstehen durch fehlende Informationen oder nicht eindeutig geregelte Verantwortlichkeiten.

Als Voraussetzung für das Management von Auftragsänderungen ist daher eine zentrale koordinierende Stelle eines Änderungsleitstands zu schaffen. Dieser Leitstand ist zuständig für die zentrale Koordination von Kundenänderungen. Insbesondere wenn von einer Änderung mehrere über die Auftragsabwicklung verteilte Prozesse betroffen sind, bedarf es dieser zentralen Koordination. Bei einer Änderung mit nur geringem Arbeitsaufwand sichert dies eine schnelle Bearbeitung. Bei mehreren parallel zu bearbeitenden Änderungen mit großem Ar-

beitsaufwand hilft die zentrale Koordination, Kapazitätsengpässe in einzelnen Prozessen zu vermeiden.

Der Änderungsleitstand darf dabei nicht nur die organisatorische Kompetenz zur *Verwaltung* von Kundenänderungen besitzen. Durch den Einsatz geschulter Mitarbeiter muss zudem die Kompetenz zur *Bewertung* von Kundenänderungen vorhanden sein, also die Kompetenz zur Einordnung der Änderung in die im Folgenden beschriebenen inhaltlichen und zeitlichen Kategorien.

6.2.2 Planungsvoraussetzungen

Kundenänderungen verursachen durch die fehlende Planbarkeit und die kurzfristige Bearbeitung oftmals Kapazitätsengpässe und dadurch Turbulenzen auch bei nicht geänderten Aufträgen. Ein typisches Analyseergebnis der Kundenänderungen kann aufzeigen, dass die meisten dieser Änderungen kleine bis mittlere Auswirkungen, allerdings aufgrund der Vielzahl einen erheblichen Einfluss auf die verfügbaren Mitarbeiterkapazitäten haben (siehe Kapitel 6.1.4). Diese Änderungen können zwar nicht separat geplant werden, durch die häufig große Anzahl werden sie jedoch als Gesamtes näherungsweise vorhersehbar und planbar. Für diese Änderungen ist es sinnvoll, je Prozessschritt eine Kapazitätsreserve einzuplanen. Die Quantifizierung des benötigten Kapazitätspuffers muss auf Basis von Vergangenheitsdaten erfolgen und kann je Prozessschritt unterschiedliche Werte annehmen (Abbildung 6-5).

Für Änderungen besonderer Schwere kann eine solche Kapazitätseinplanung nicht vorgenommen werden, da diese in größeren Abständen auftreten, jedoch mit höheren Auswirkungen.

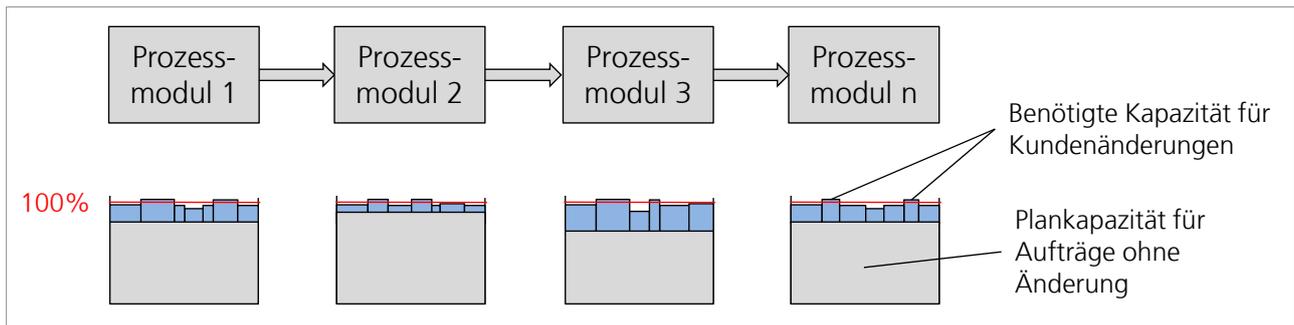


Abbildung 6-5: Kapazitätsplanung von Aufträgen und Kundenänderungen

Ziel des Managements von Kundenänderungen muss es daher sein, für kleine bis mittlere Änderungen eine Planungsreserve vorzuhalten und damit die ungeplanten Auswirkungen auf die Prozessschritte zu verringern und die Verzögerung aller Aufträge zu vermindern. Umfangreiche Änderungen sind auch in der Gesamtheit nur eingeschränkt planbar, daher werden diese Aufträge im Einzelfall betrachtet, um die Machbarkeit zu prüfen oder Terminverschiebungen frühzeitig zu erkennen. Diese Änderungen müssen im Anschluss Auslöser eines Verbesserungsprozesses sein, um diese schweren Änderungen künftig zu vermeiden.

7 Prozessmodularisierung und Konzeption von Change-Gates

In diesem Kapitel wird das Vorgehen zur Gestaltung eines modularen Auftragsabwicklungsprozesses und zur Implementierung von Change-Gates als Meilensteinkonzept dargestellt (Abbildung 7-1). Gemeinsam mit Schritt 1 sind die im Folgenden beschriebenen Schritte die Grundlage für das Management von Kundenänderungen in Kapitel 8.

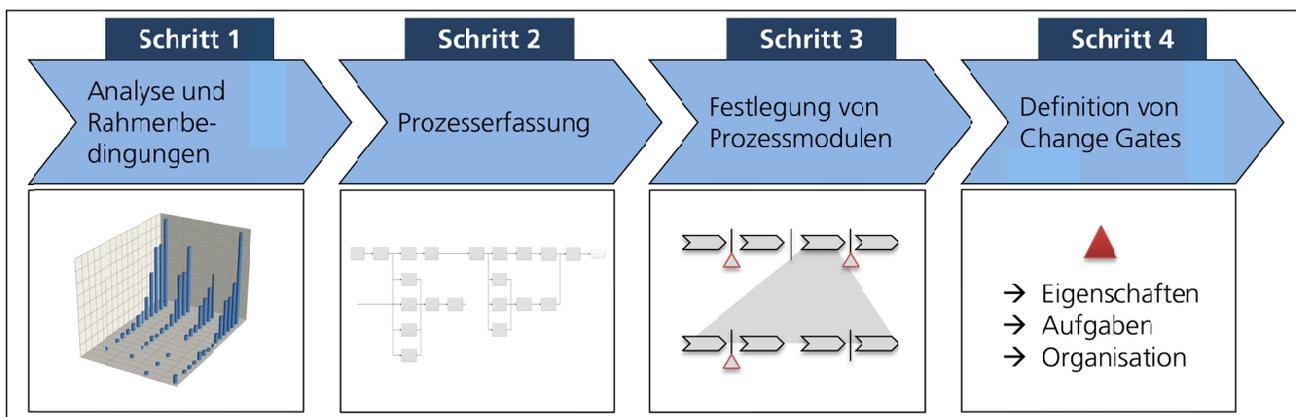


Abbildung 7-1: Definition von Prozessmodulen und Change-Gates (schematischer Überblick)

Aufbauend auf der bereits erläuterten Analyse der Kundenänderungen und der Schaffung der Rahmenbedingungen sind in Schritt 2 die Unternehmensprozesse über den Auftragsabwicklungsprozess im Betrachtungsbereich von der Auftragsfreigabe bis zum Versand aufzunehmen und abzubilden (Kapitel 7.1).

Schritt 3 dient der Definition von Prozessmodulen. Dafür ist zunächst der Gestaltungsbereich festzulegen (Schritt 3a), bevor Prozessmodule auf der Ebene von Hauptprozessen (Schritt 3b) und auf der Ebene von Teilprozessen (Schritt 3c) festzulegen sind (Kapitel 7.2).

Schritt 4 beinhaltet den Abschluss dieses ersten Teilbereichs mit der Definition von Inhalten und Wirkungsweise der Change-Gates (Kapitel 7.3).

7.1 Schritt 2: Prozesserfassung und Prozessabbildung

Ziel der Prozesserfassung und -abbildung ist die standardisierte Aufnahme und Abbildung des Auftragsabwicklungsprozesses, also die Aufnahme aller unternehmensinternen Abläufe in Form von Prozessschritten und deren Verknüpfungen. Da die gesamte Auftragsabwicklung von Kundenänderungen betroffen sein kann, umfasst der Betrachtungsbereich alle Phasen von der Auftragsbestätigung bis zur Auslieferung des Produkts an den Kunden. Änderungen zu einem früheren Zeitpunkt werden nicht als Auftragsänderungen betrachtet (siehe Kapitel 3.2.2). Entscheidend bei der Prozessaufnahme ist die Wahl des richtigen Detaillierungsgrads. Eine Darstellung von Geschäfts-, Haupt- und Teilprozessen ist üblicherweise ausreichend, die Darstellung aller Tätigkeiten ist aufwändig und nur in den seltensten Fällen notwendig (siehe Kapitel 3.2.1). Es empfiehlt sich eine pragmatische Herangehensweise und erst bei Bedarf die Tätigkeiten in Teilbereichen zu erfassen.

In den meisten Unternehmen sind Prozessdokumentationen vorhanden. Diese sind mit Verantwortlichen aus den jeweiligen Bereichen auf Richtigkeit und Aktualität zu prüfen und bei Bedarf zu ergänzen. Nur in den seltensten Fällen ist eine Neuaufnahmen von Grund auf durchzuführen.¹⁴ Zweckmäßig für das weitere Vorgehen vor allem im Hinblick auf die Modularisierung ist die Darstellung nach dem BPMN-Schema (siehe Kapitel 3.2.4).

¹⁴ In diesem Fall sei auf die Literatur verwiesen. Unterstützung bieten beispielsweise Methoden wie die Wertstromanalyse (z.B. [Erl 2007]) oder Leitfäden (z.B. [Bec 2005]) und Prozessmodelle. Eines der bekanntesten ist das Supply-Chain Operations Reference (SCOR) Model des Supply Chain Councils [Sco 2011], [Sup 2012].

Ergebnis ist die lückenlose Darstellung der zeitlichen und inhaltlichen Prozessabfolge. Mindestanforderungen sind die Definition von Prozessname, Beschreibung und Zuständigkeit.

7.2 Schritt 3: Festlegung von Prozessmodulen

Schritt 3 im Vorgehensmodell beinhaltet die Definition von Prozessmodulen. Hierfür ist zunächst der Gestaltungsbereich festzulegen: Es muss definiert werden, welche Teile des Auftragsabwicklungsprozesses von Auftragsänderungen betroffen sind und im weiteren Vorgehen in die Gestaltung einzubeziehen sind (Schritt 3a). Daraufhin werden für diesen Gestaltungsbereich Prozessmodule gebildet (Schritt 3b), die bei Bedarf in ausgewählten Abschnitten detailliert (Schritt 3c). Im Gegensatz zum oben erwähnten Betrachtungsbereich – dieser definiert, welche Prozesse Gegenstand der Analyse sind – legt der Gestaltungsbereich diejenigen Prozesse fest, die in das Kundenänderungsmanagement einbezogen werden.

Bei der Modularisierung von Prozessen gelten die allgemein gültigen *Zielsetzungen* der Modularisierung (siehe Kapitel 2.4.4.1). Im Vordergrund stehen dabei die Reduzierung von Komplexität durch Standardisierung der Prozesse sowie die Bildung von stabilen Strukturen und somit die Befähigung zur flexiblen, autonomen Bearbeitung. Die Flexibilisierung durch Austauschbarkeit und Erweiterbarkeit von Prozessen wird zwar durch das beschriebene Modell erleichtert, steht aber ebenso wie die frühzeitige Fehlerentdeckung durch Prüfung an den Modulgrenzen nicht im Fokus der Betrachtung.

Weiter orientiert sich der Ansatz an den *Grundprinzipien* der Modularisierung (siehe Kapitel 2.4.4.1). Das Unabhängigkeitsprinzip ist sowohl bei der Modulari-

sierung des gesamten Auftragsabwicklungsprozesses sowie einzelner ausgewählter Teilbereiche unbedingt zu beachten. Da Änderungen grundsätzlich nicht vorhersehbar sind und daher jeder Bereich des Auftragsabwicklungsprozesses betroffen sein kann, müssen alle Prozess berücksichtigt werden und sich in einem modularisierten Auftragsabwicklungsprozess wiederfinden, das Integritätsprinzip gilt dementsprechend uneingeschränkt. Besonderes Augenmerk soll auf das Dekompositionsprinzip gelegt werden. Für einen umsetzungsorientierten Ansatzes muss die Modularisierung der Prozesse nur so fein wie nötig durchgeführt werden. Durch selektive Komposition können einzelne Bereiche detailliert betrachtet werden, die häufig oder in großem Ausmaß von Auftragsänderungen betroffen sind.

Einen Überblick über die Bildung von Prozessmodulen gibt Abbildung 7-2, eine detaillierte Beschreibung liefern die folgenden Kapitel.

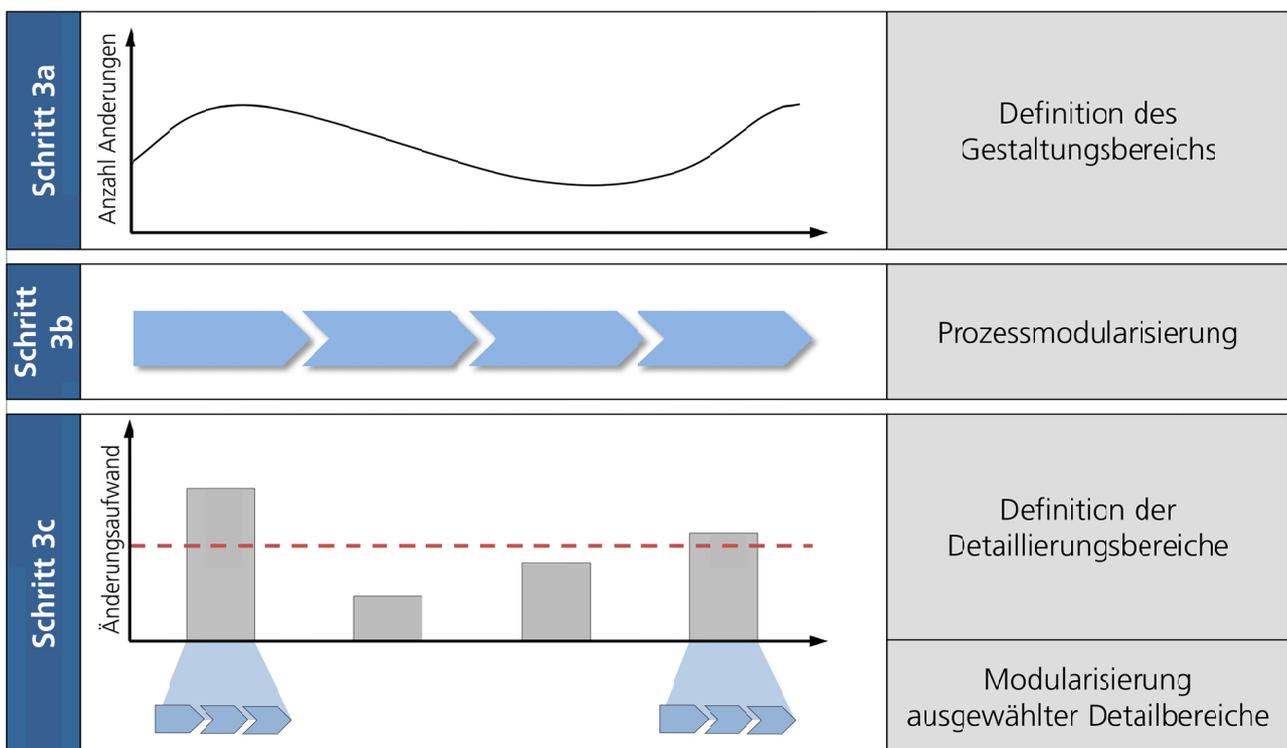


Abbildung 7-2: Vorgehen zur Festlegung der Prozessmodule

7.2.1 Schritt 3a: Definition des Gestaltungsbereichs

Kundenänderungen können grundsätzlich über den gesamten Auftragsabwicklungsprozess auftreten. Da jedes Unternehmen hier jedoch nach unterschiedlicher strategischer Ausrichtung in Bezug auf Auftragsänderungen agiert (siehe Kapitel 3.4), muss zunächst der *Gestaltungsbereich* definiert werden. Dieser enthält die unternehmensspezifischen Prozesse, die Teil des Kundenänderungsmanagements sind. Hierfür sind die Anzahl an Änderungen über den *Betrachtungsbereich* aufzutragen (siehe Abbildung 7-3)

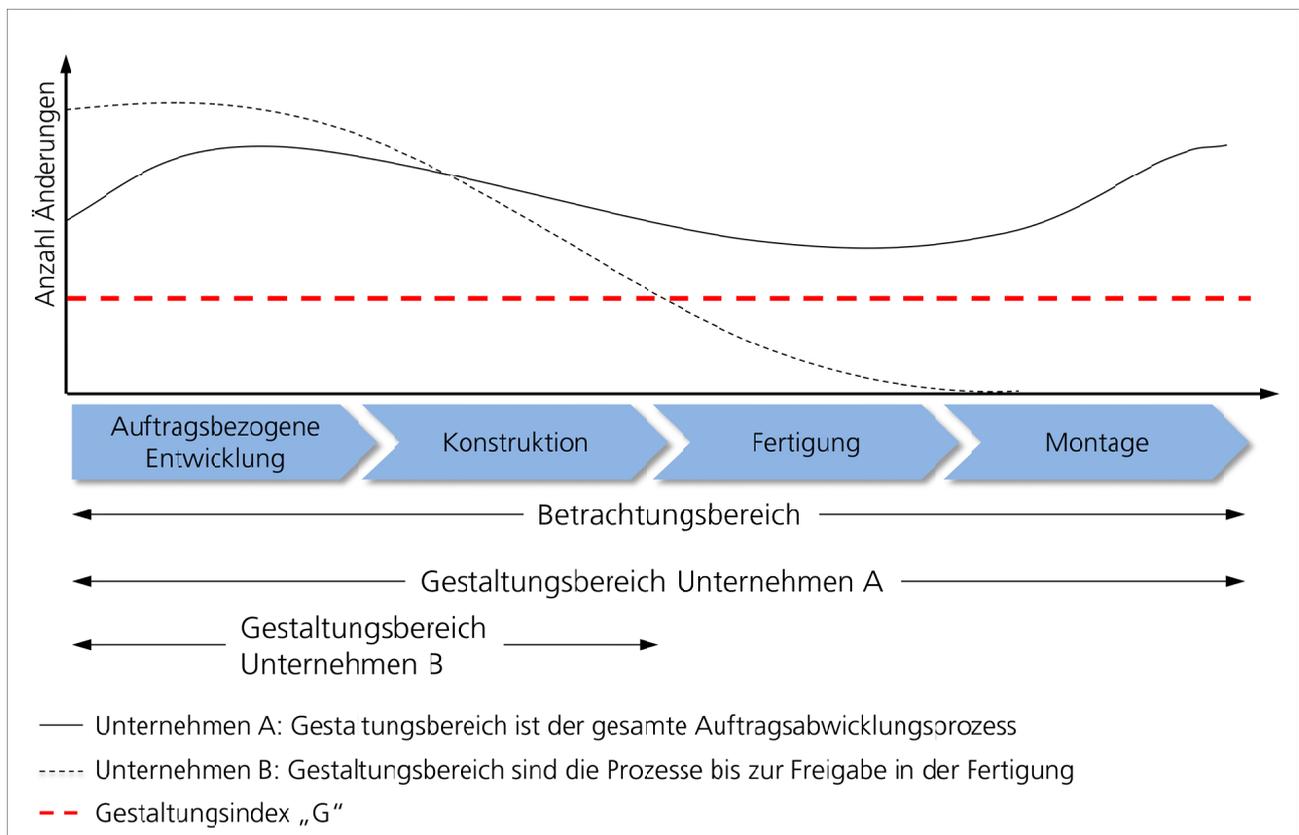


Abbildung 7-3: Definition des Gestaltungsbereichs

Prinzipiell können sich unterschiedliche Verläufe ergeben. Es hat sich gezeigt, dass sich im Umgang mit Kundenänderungen die meisten Unternehmen einem der beiden in Abbildung 7-3 skizzierten Verläufe zuordnen lassen (siehe Kapitel

3.4). Bei Beispielunternehmen A treten Kundenänderungen mit unterschiedlicher Häufigkeit über den gesamten Auftragsabwicklungsprozess auf. Bei Beispielunternehmen B treten Kundenänderungen am Anfang häufig und dann mit stark abnehmender Tendenz auf. Ziel dieses Schrittes ist die Beantwortung der Frage, welche Prozesse des Betrachtungsbereichs in die weitere Vorgehensweise zur Gestaltung einbezogen werden. Dafür wird der Gestaltungsindex G definiert:

$$G = \left(\max_M \sum_{i=0}^n \text{Kundenänderung}_i \right) * g$$

Kundenänderung $i = 1, \dots, n$

Modul $M = 1, \dots, m$

$g = \text{Unternehmensspezifischer Parameter [\%]}$

Durch den Index wird festgelegt, welcher Anteil an Kundenänderungen und damit welche Prozesse in die Gestaltung einfließen. Die Definition von G muss unternehmensindividuell vorgenommen werden. Es empfiehlt sich, den Parameter g gering zu wählen und damit einen großen Anteil der Änderungen und der betroffenen Prozesse mit in die Gestaltung einzubeziehen, also beispielsweise einen Wert von 5 % bis 15 % für g zu wählen. In der grafischen Darstellung erhält man das Ergebnis: Die Prozesse, bei denen die Anzahl Änderungen oberhalb des Gestaltungsindex liegen, sind im Gestaltungsbereich des Kundenänderungsmanagements (Abbildung 7-3).

Bei Unternehmen A treten Kundenänderungen in erheblicher Anzahl über den gesamten Prozess auf, die Kurve verläuft oberhalb des Gestaltungsindex. Alle Prozesse sind damit im Gestaltungsbereich. Bei Unternehmen B treten Kunde-

nänderungen in erheblicher Anzahl lediglich in der auftragsbezogenen Entwicklung und Konstruktion auf. Die Anzahl der Änderungen in diesen Prozessen sind größer als der Gestaltungsindex und daher im Gestaltungsbereich des Unternehmens B.

7.2.2 Schritt 3b: Prozessmodule auf Ebene der Hauptprozesse

Der im vorigen Kapitel definierte Gestaltungsbereich ist Grundlage für die Bildung von möglichst unabhängigen Prozessmodulen auf Ebene der Geschäfts- und Hauptprozesse (siehe Kapitel 3.2.1) in diesem Bereich des Auftragsabwicklungsprozesses.

Es empfiehlt sich, die unternehmensspezifische Definition von Prozessmodulen mit Experten aus dem Unternehmen durchzuführen. Unterstützend können die folgenden Kriterien berücksichtigt werden (siehe Kapitel 2.4.4.1).

Informationsfluss: Ziel ist die Festlegung von Prozessmodulen, die möglichst unabhängig hinsichtlich des übergreifenden Informationsflusses sind. Ein- und ausgehende Informationen können beispielsweise Dokumente in elektronischer und Papier-Form oder Verarbeitungsabläufe sein.

Räumliche Anordnung: Modulare Strukturen sind dadurch gekennzeichnet, dass deren Elemente sowohl funktional als auch physisch überwiegend unabhängige Einheiten bilden. Eine hohe Anzahl an Elementen, die zwingend in unmittelbarer Nähe zueinander stattfinden müssen, erschwert also die Bildung von Modulen.

Ressourcen: Personelle Ressourcen sind Mitarbeiter oder Abteilungen eines Unternehmens. Technische Ressourcen umfassen Anlagen, Betriebsmittel, sowie Informations- und Kommunikationssysteme (IKS). Sowohl personelle als auch technische Ressourcen – und dabei insbesondere die Untrennbarkeit solcher

Ressourcen – sind Kriterien zur Prozessmodularisierung. Hier ist auf die in der Prozessabbildung aufgenommenen Zuständigkeiten zurückzugreifen (siehe Kapitel 7.1).

Veränderlichkeit: Weiter ist das Kriterium der Veränderlichkeit von Prozessen zu berücksichtigen. Unternehmensprozesse sind im Rahmen von Kontinuierlichen Verbesserungsprozessen (KVP) stetigen Veränderungen ausgesetzt. Dabei müssen einzelne Prozessschritte angepasst und verändert werden. Im Rahmen der Modularisierung ist darauf zu achten, dass dauerhaft stabile Prozesse von hoch veränderlichen Prozessen getrennt werden. In der Montage werden beispielsweise Vormontageeinheiten häufig von der Montagelinie getrennt. So können bei einer Anpassung der Prozesse in diesen Vormontageeinheiten die Auswirkungen auf die Montagelinie so gering wie möglich gehalten werden. In indirekten Bereichen lässt sich dieses Konzept beispielsweise in der Trennung von auftragsbezogener und auftragsneutraler Konstruktion wiederfinden.

Das Vorgehen zur Modularisierung soll zum einen die bereits entwickelten und etablierten Methoden zur Prozessmodularisierung in der wissenschaftlichen Fachliteratur nutzen (siehe Kapitel 2.4.4.1), entstand darüber hinaus in enger Zusammenarbeit mit einem Industriepartner im Forschungsprojekt WPSlive. Es berücksichtigt daher auch die praxisorientierten Anforderungen von Industrieunternehmen. Dort und in der Diskussion mit Industrieunternehmen [Bau 2012] hat sich gezeigt, dass auf dieser ersten Ebene die aufwandsarme Beschreibung von zumeist vorhandenen Prozessmodulen als Voraussetzung für die Einführung des Kundenänderungsmanagements genutzt werden kann. Diese wird bei Bedarf durch eine meist aufwändigere Modulbildung auf unteren Ebenen unterstützt. Häufig existiert auf der Ebene von Geschäfts- und Hauptprozessen bereits

eine Modularisierung, die in diesem Schritt mit den Kriterien abgeglichen und überarbeitet werden muss.

7.2.3 Schritt 3c: Prozessmodule auf Ebene der Teilprozesse

Typischerweise sind nicht alle Prozesse im Gestaltungsbereich in gleichem Umfang von Änderungen betroffen. Daher ist bei ausgewählten, besonders betroffenen Prozessmodulen eine detailliertere Modularisierung sinnvoll. Dies hilft die Auswirkungen und damit den Aufwand einzelner Kundenänderungen bei der Änderungsbearbeitung auf kleinere Prozessmodule zu begrenzen. Zudem wird die Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen unterstützt. Durch die detailliertere Erfassung können Maßnahmen gezielt in solchen Bereichen abgeleitet werden, die besonders von Kundenänderungen betroffen sind.

Dafür sind diese Prozessmodule zunächst zu identifizieren. War bei der Prozessmodularisierung eine Betrachtung der *Änderungsanzahl* ausreichend, empfiehlt sich in diesem Schritt die Betrachtung des tatsächlichen *Änderungsaufwands*, um die besonders von Kundenänderungen betroffenen Bereiche eindeutig zu identifizieren. In Abbildung 7-4 ist dies anhand von Prozessmodulen zweier beispielhafter Unternehmen dargestellt.

Die Erfassung der tatsächlichen Kosten wird nur in den wenigsten Fällen vorhanden sein, diese sind an dieser Stelle zu bestimmen. Dabei können beispielsweise Koordinationskosten, Anpassungskosten, interne Abklärungskosten, Stornierungskosten oder Beschaffungskosten berücksichtigt werden (siehe Kapitel 2.4.4.3). Falls eine Erfassung der Änderungskosten nicht möglich oder zu aufwändig ist, hat sich die Darstellung in Arbeitsaufwand (Stunden) als praktikabel

erwiesen. Die Erfassung dieses Aufwands kann beispielsweise auch durch manuelle Aufschriebe erfolgen.

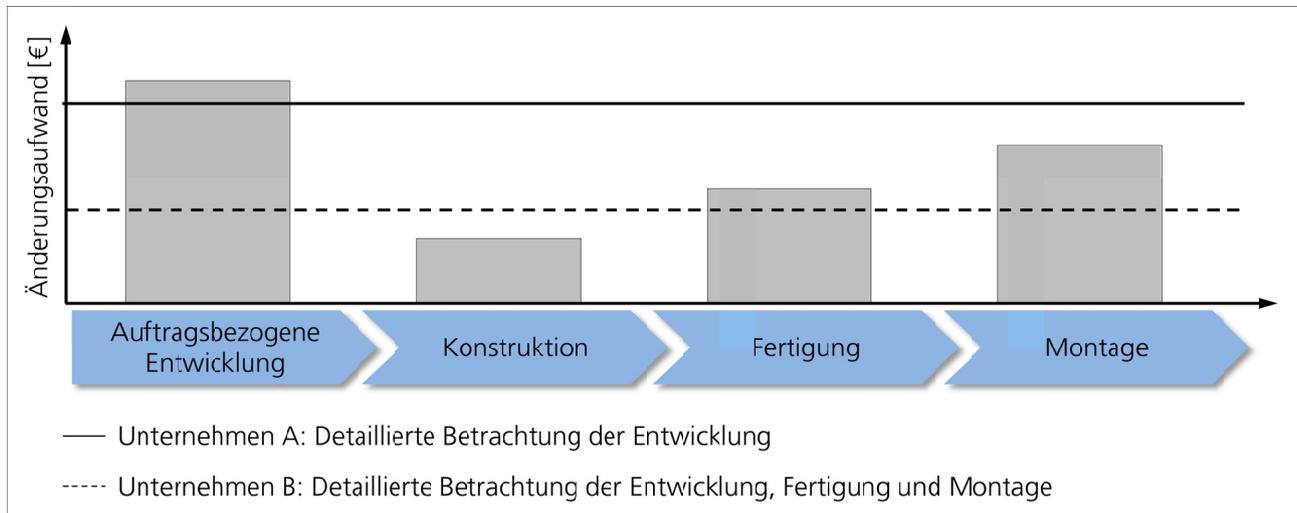


Abbildung 7-4: Definition der Detaillierungsbereiche

Als Ergebnis kann unternehmensindividuell festgelegt werden, bei welchen Prozessmodulen eine detaillierte Betrachtung sinnvoll und notwendig ist. Im Beispiel in Abbildung 7-4 könnte sich Unternehmen A zu einer Detaillierung der Entwicklung entschließen, in welcher der höchste Änderungsaufwand entsteht. Bei Unternehmen B kann durch die detaillierte Betrachtung von drei Modulen ein höherer Aufwand im Änderungsmanagement entstehen. Allerdings sind durch die detailliertere Betrachtung eine höhere Genauigkeit und ein höherer Nutzen zu erwarten, insbesondere durch die Beschränkung von Änderungsauswirkungen auf kleinere Prozessmodule. Im Gegensatz zur Wahl des Gestaltungsbereichs – hier steht die generelle Betrachtung aller von Kundenänderungen betroffenen Bereiche im Vordergrund – kann hier die Detaillierung im Nachhinein erhöht werden. Abhängig ist dies auch von der Verteilung der Kosten auf die Module. Bei einer starken Tendenz der Verteilung auf ein oder zwei Module ist die Entscheidung eindeutiger als bei einer Gleichverteilung auf alle Module.

Nach dieser Identifizierung dieser Prozesse erfolgt dort die detaillierte Modularisierung.

Da die Anzahl der Elemente in der detaillierten Betrachtung auf Ebene der Teilprozesse meist um ein vielfaches höher und die Abhängigkeiten zwischen den Modulen weit weniger klar ist als auf der Ebene der Geschäfts- und Hauptprozesse, wird hier bei Bedarf auf die Methode der Prozessabhängigkeitsmatrix zurückgegriffen. Diese stellt die Abhängigkeiten nach festgelegten Kriterien übersichtlich dar (Abbildung 7-5).

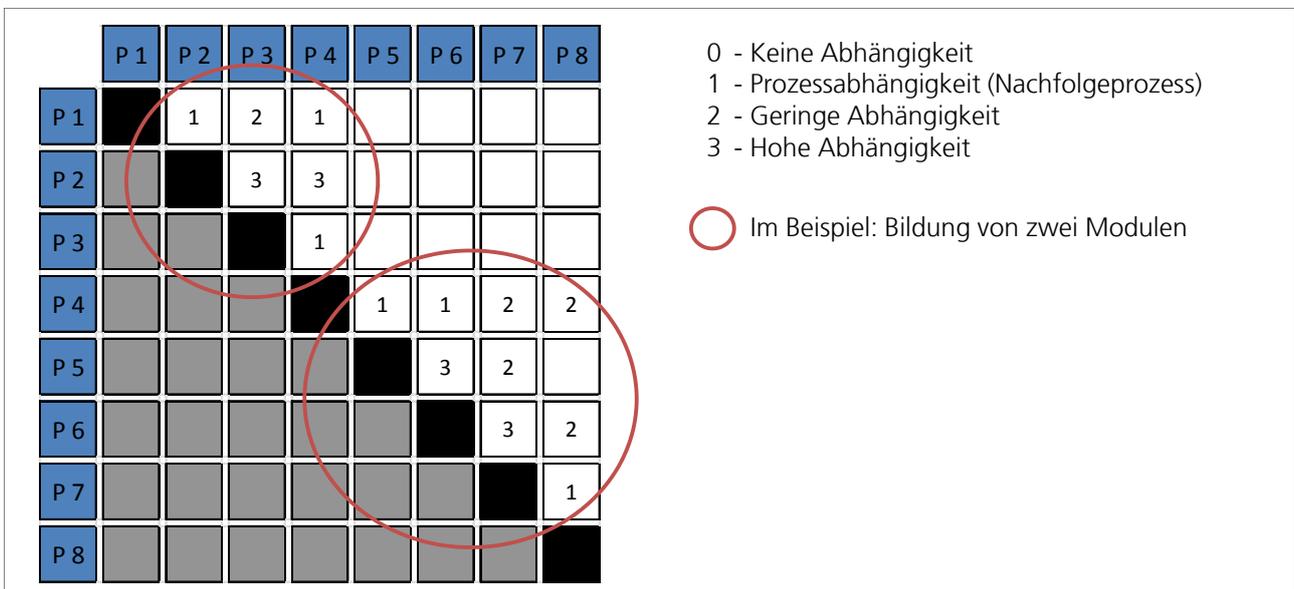


Abbildung 7-5: Beispielhafte Darstellung einer Prozessabhängigkeitsmatrix

Es werden die Abhängigkeiten anhand einer Kennziffer (im obigen Beispiel von 0 bis 3) bewertet.¹⁵ Bei Bedarf können allerdings Kriterien definiert und zur Bildung von Prozessmodulen herangezogen werden (siehe Kapitel 2.4.4.1), das sind beispielsweise:

- Anzahl der Schnittstellen

¹⁵ Eine Beziehungsrichtung wird meist in der Prozessabhängigkeitsmatrix nicht betrachtet, daher muss lediglich die obere rechte Hälfte der Matrix gefüllt werden.

- Verflechtungsgrad
- Veränderungshäufigkeit und -intensität
- Standardisierungsgrad

Ergebnis sind die definierten Prozessmodule für die ausgewählten, zu detaillierenden Bereiche.

Mit Abschluss dieses Schrittes sind damit zum einen die Voraussetzungen gegeben, um Inhalte und Wirkungsweise der Change-Gates festzulegen. Weiter sind modulare Prozesse die Grundlage für einen wandlungsfähigen Auftragsabwicklungsprozess (siehe Kapitel 2.3 und 2.4.4.1). Definierte Prozessmodule auf Ebene der Haupt- wie auch der Teilprozesse ermöglichen eine gezielte Betrachtung von besonders betroffenen Prozessen mit Hilfe der Change-Gates. Zudem lassen sich die Auswirkungen einer Kundenänderung auf einzelne Module und damit abgrenzbare Prozessbereiche begrenzen.

7.3 *Schritt 4: Definition der Inhalte und Wirkungsweise von Change-Gates*

Change-Gates sollen in Verbindung mit der Prozessmodularisierung in erster Linie die Transparenz bei Kundenänderungen im Auftragsabwicklungsprozess erhöhen. Sie übernehmen dabei eine Gliederungsfunktion und werden zur Bewertung des Bearbeitungsfortschritts einer konkreten Kundenänderung herangezogen. Im Folgenden werden zunächst Eigenschaften, Wirkungsweise sowie die organisatorischen Rahmenbedingungen erläutert. Abschließend erfolgt die Einordnung der Change-Gates in den modularen Auftragsabwicklungsprozess.

Eigenschaften: Change-Gates werden zwischen Prozessmodulen definiert, sind aber zeitlich flexibel hinsichtlich der Auftragsdurchlaufzeit. Ein Gate wird also

beispielsweise zwischen den Prozessmodulen „mechanische Konstruktion“ und „elektrische Konstruktion“ definiert und nicht beispielsweise „fünf Tage nach Auftragsstart“. Diese Meilensteine dienen wie erwähnt der schnellen Einordnung von Auftragsänderungen im konkreten Änderungsfall. Sie besitzen also keine Freigabefunktion im Standardablauf wie z.B. Quality Gates. Die Zielsetzung von Change-Gates hinsichtlich der Kriterien Transparenz, Kosten, Qualität und Zeit ist in der folgenden Abbildung 7-6 zusammengefasst.

Zielgröße	Zielsetzung
Transparenz	Transparenz über den Auftragsabwicklungsprozess mit Fokus auf Kundenänderungen
	Einheitliche Bewertungssystematik zur Einordnung des Fortschritts von Kundenänderungsaufträgen
Kosten	Kostenreduzierung durch Aufwandsreduzierung bei Kundenänderungsprozessen
	Unterstützung eines konsequenten Claim-Management
Qualität	Konsequente Erfassung und Verfolgung von Auftragsänderungen
	Anstoß zur Prozessverbesserung (bzgl. Kundenänderungen)
	Schnelles Erkennen von Auswirkungen einer Kundenänderung
Zeit	Verkürzung der Durchlaufzeit von Kundenänderungen

Abbildung 7-6: Zielsetzung von Change-Gates

Vor allem bei der Erhöhung der Transparenz bei Kundenänderungen über den Auftragsabwicklungsprozess bringt eine Einführung von Change-Gates einen direkten Nutzen. Darüber hinaus unterstützen sie bei der Erreichung von Kosten-

und Zeitzielen. Das kann allerdings nur in Verbindung eines konsequenten Kundenänderungsmanagements gelingen, also bei Anwendung aller in diesem Modell beschriebenen Schritte.

Aufgaben: Aufgabe von Change-Gates ist die Hilfestellung bei der Lokalisierung und schnelle Bewertung der Auswirkungen einer Kundenänderung durch eine umgehende Feststellung des Auftragsfortschritts. Neben Kriterien zur inhaltlichen Klassifizierung werden Change-Gates in einem späteren Schritt zur zeitlichen Klassifizierung von Änderungen verwendet.

Organisatorische Rahmenbedingungen: Es ist sicherzustellen, dass eine durchgängige und zeitnahe Rückmeldung von Arbeitsgängen existiert. In fertigungsnahen Bereichen erfolgen diese Rückmeldungen häufig durchgängig über die betroffenen Prozesse. Mit Hilfe von Software-Lösungen sind allerdings auch in den indirekten Bereichen – wie beispielsweise der Konstruktion – diese Rückmeldungen zeitnah und aufwandsarm zu realisieren. Vor allem Manufacturing Execution Systems (MES) und Enterprise Resource Planning (ERP)-Systeme bieten eine durchgängige Funktionalität zur Rückmeldung von Arbeitsgängen.

Wie bereits erläutert ist zudem die Implementierung eines Änderungsleitstands zur Definition, Pflege und Ableitung der Handlungsempfehlungen notwendig (siehe Kapitel 6.2.1), da Änderungen grundsätzlich nicht auf einzelne Prozessmodule beschränkt sind, sondern mehrere Module über den Auftragsabwicklungsprozess betreffen können. Hier ist eine modulübergreifende Kommunikation und Lösungsfindung notwendig, die zentral koordiniert werden sollte.

Inhalt und Wirkungsweise von Change-Gates: Die unternehmensindividuelle Definition der Lage der Change-Gates im Auftragsabwicklungsprozess im Rahmen des Vorgehensmodells erfolgt auf Basis der Prozessmodula-

risierung. Das bedeutet, dass die Change-Gates zwischen zwei Prozessmodulen zu setzen sind. Die Festlegung, zwischen welchen Prozessmodulen ein Change-Gate definiert werden sollte, erfolgt anhand der folgenden Kriterien:

- Übergang von Verantwortlichkeiten
- Kostensprung
- Eingrenzung der Änderungsauswirkungen
- Planungspunkt

Ein markanter Übergang von Verantwortlichkeiten war bereits im vorigen Schritt ein Kriterium zur Bildung der Prozessmodule. Dieser Verantwortlichkeitsübergang hängt häufig mit einem Kostensprung zusammen. Aufbauend auf der Analyse der Schwere, des Zeitpunkts und der Anzahl der Auftragsänderungen in Kapitel 6.1 und der detaillierten Betrachtung von Prozessmodulen in Kapitel 7.2.3 können die Change-Gates insbesondere zu Beginn und Ende der detailliert betrachteten Prozessmodule gesetzt werden. Dadurch werden diese in besonderem Umfang betroffenen Prozesse abgegrenzt und die Auswirkungen von Kundenänderungen lassen sich zeitlich genauer bestimmen. Zudem kann die Existenz eines unternehmensspezifischen Planungspunktes – wie beispielsweise der Fertigungsfreigabe – Grund für die Definition eines Change-Gates sein.

Zusammenfassend wird ein Change-Gate definiert als ein inhaltlich eindeutig zwischen zwei Prozessschritten definierter Meilenstein zum Zweck der schnellen zeitlichen Bewertung der Auswirkungen einer Kundenänderung.

Anzahl an Change-Gates: Die Anzahl der Change-Gates über den Gesamtprozess soll nicht eindeutig definiert werden, jedoch empfiehlt sich eine Mindestanzahl von ca. drei Change-Gates, um aufschlussreiche Kategorisierungen vor-

nehmen zu können. Bei Unternehmen mit eindeutig in einem bestimmten Prozessbereich auftretenden Änderungen, kann eine geringe Anzahl an Change-Gates insbesondere an diesen betroffenen Prozessmodulen sinnvoll sein. Bei Unternehmen mit gleichmäßig über den gesamten Auftragsabwicklungsprozess auftretenden Änderungen sollte eine höhere Anzahl an Change-Gates festgelegt werden, um die Zuordnung der Auswirkungen und damit auch der entsprechenden Maßnahmen in den jeweiligen Prozessmodulen zu erleichtern. Sowohl die Lage als auch Anzahl der Change-Gates sollte nicht einmalig definiert, sondern kontinuierlich überprüft und angepasst werden. So kann die geforderte Wandlungsfähigkeit des Modells erreicht werden. Diese beispielsweise jährliche Überprüfung und bei Bedarf Neudefinition der Change-Gates sollte Aufgabe des Änderungsleitstands sein.

Die Change-Gates stellen ebenso wie die definierten Prozessmodule eine Standardisierung dar. Diese ist, wie bereits eingangs erwähnt, Grundlage für eine Umsetzung in die Praxis (siehe Kapitel 1.1). Nur mit Hilfe der standardisierten Prozessmodule wird es möglich, flexibel auf Kundenänderungen zu reagieren und somit die Wandlungsfähigkeit in der gesamten Prozesskette zu erhöhen.

Mit Definition der Change-Gates ist der erste logische Teilbereich des Vorgehensmodells abgeschlossen. Aufbauend auf der Analyse der Kundenänderungen ist damit ein durchgängiges Konzept von der Prozessaufnahme im Gestaltungsbereich (Schritt 2), über die Bildung von Prozessmodulen bei Haupt- und Teilprozessen (Schritt 3) bis zur inhaltlichen und organisatorischen Definition der Change-Gates (Schritt 4) aufgestellt. Damit sind die Voraussetzungen für das Management von Kundenänderungen im folgenden Kapitel 8 geschaffen.

8 Management von Kundenänderungen

Inhalt dieses Kapitels ist die Darstellung des Vorgehens zur Implementierung des Kundenänderungsmanagements auf Basis der Prozessmodularisierung und der Einführung von Change-Gates (Abbildung 8-1).

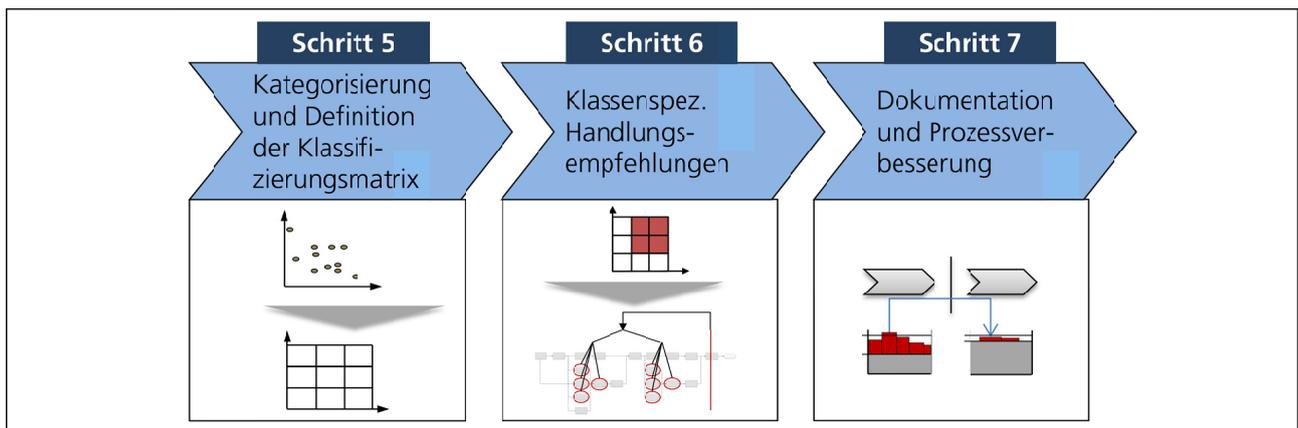


Abbildung 8-1: Implementierung des Kundenänderungsmanagements (schematischer Überblick)

In den Schritten 5 und 6 werden klassenspezifische Maßnahmen für Kundenänderungen abgeleitet, diese Schritte sind zentrale Elemente im Management von Kundenänderungen. Es werden zunächst Kriterien und deren Ausprägung zur inhaltlichen und zeitlichen Kategorisierung von Kundenänderungen abgeleitet. Diese Kriterien bilden die Basis für den Aufbau einer Matrix zur Klassifizierung der Änderungen (Schritt 5). Hier unterstützen die im vorigen Kapitel definierten Change-Gates. Auf Basis dieser Matrix werden Änderungsklassen gebildet und klassenspezifische Handlungsempfehlungen für den Fall einer Änderung abgeleitet (Schritt 6).

Schritt 7 dient der durchgängigen Erfassung und Verfolgung einer Auftragsänderung sowie der konsequenten Dokumentation von Änderungen.

Inhalt des Kundenänderungsmanagements ist neben dieser Erfassung, Verfolgung und Steuerung von spezifischen Änderungen die Planung und Optimierung der Kundenänderungen als Ganzes. Darüber hinaus muss sich das Konzept selbst an sich ändernde Randbedingungen flexibel anpassen lassen.

8.1 *Änderungsklassenspezifische Handlungsempfehlungen*

Die zeitliche und inhaltliche Bewertung von Kundenänderungen ist die Grundlage zur Ableitung von Maßnahmen. Mit Hilfe dieser Kriterien kann eine Klassifizierung der Änderungen erfolgen, welche die Komplexität der Analyseergebnisse reduziert und die Transparenz über die Gesamtheit der Kundenänderungen steigert. Anschließend können klassenspezifische Maßnahmen abgeleitet werden, so dass nicht für jede einzelne Änderung eine spezifische Maßnahme erarbeitet werden muss. Vielmehr erfolgt die Definition klassenspezifischer Regeln, wodurch der Aufwand bei der Änderungsbearbeitung insgesamt erheblich reduziert und dennoch schnell und angemessen auf einzelne Änderungen reagiert werden kann (Abbildung 8-2).

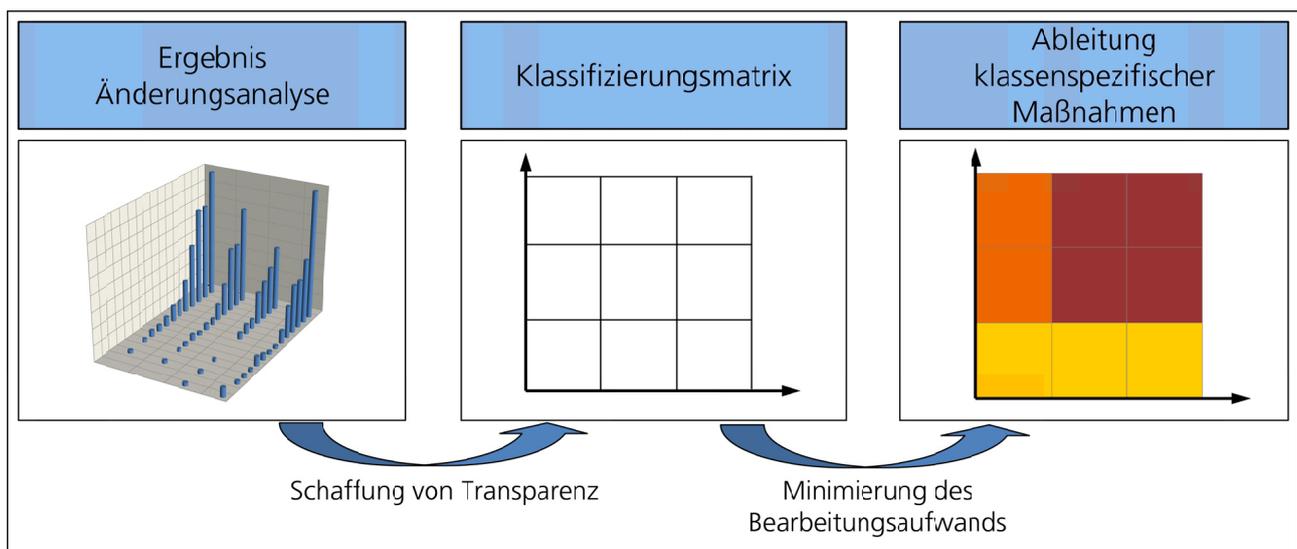


Abbildung 8-2: Zielsetzung einer änderungsklassenspezifischen Definition von Maßnahmen

8.1.1 Schritt 5: Kategorisierung von Kundenänderungen und Definition der Klassifizierungsmatrix

Die Definition der Kriterien basiert auf der in Kapitel 6.1 durchgeführten Analyse der Kundenänderungen. Die beiden Dimensionen

- Schwere (inhaltliche Einordnung) und
- Bearbeitungsfortschritt (zeitliche Einordnung) einer Änderung

fließen in die weitere Betrachtung ein. Die dritte analysierte Dimension, die „Anzahl der Änderungen“, wird zur Definition des Gestaltungsbereichs (siehe Kapitel 7.2.1) und des Detaillierungsgrads (siehe Kapitel 7.2.3) benötigt, ist aber bei der Bearbeitung von einer *einzelnen* Kundenänderung nicht von Interesse, da es bei der Ableitung von Maßnahmen für diese konkrete Änderung unerheblich ist, wie viele Änderungen an anderen Produkten im Laufe eines Jahres auftreten (Abbildung 8-3). Relevant wird der Faktor „Anzahl der Änderungen“ jedoch wieder für die Ableitung von klassenunspezifischen Maßnahmen, wie z.B. der Konzeption von Pufferzeiten eines Prozessschritts zur Bearbeitung von Änderungen zu einem späteren Zeitpunkt.

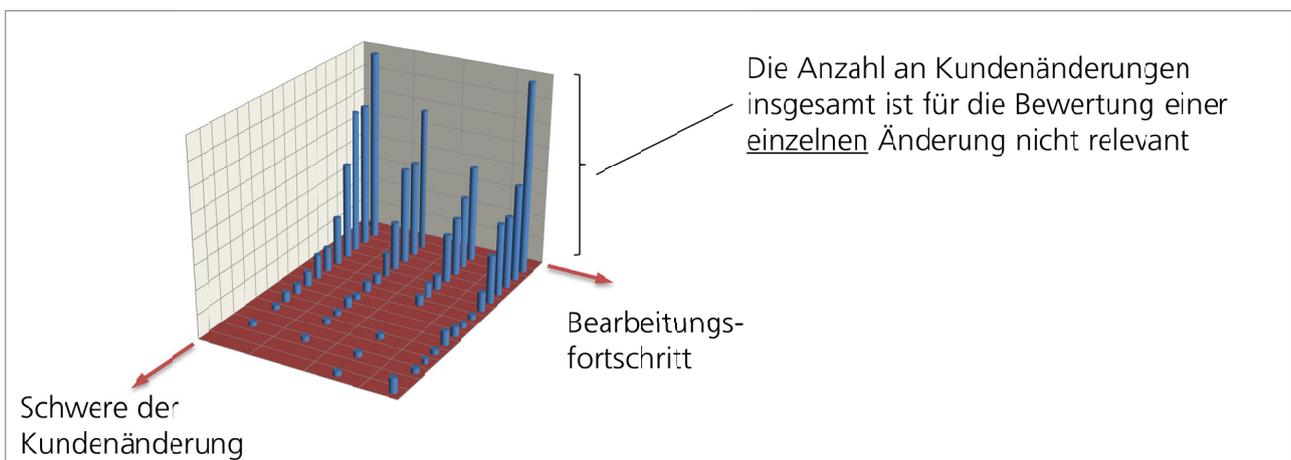


Abbildung 8-3: Grundlage der Kategorisierung von Auftragsänderungen sind „Schwere der Kundenänderungen“ und „Bearbeitungsfortschritt“

Im Folgenden wird daher die zeitliche (Kapitel 8.1.1.1) und inhaltliche Klassifizierung der Änderungen (Kapitel 8.1.1.2) erläutert. Anschließend erfolgt die Zusammenführung dieser Kriterien in einer Klassifizierungsmatrix (Kapitel 8.1.1.3).

8.1.1.1 Zeitliche Klassifizierung einer Änderung mit Hilfe von Change-Gates

Zur Kategorisierung des Bearbeitungsfortschritts wird auf die in Kapitel 7.3 definierten Change-Gates zurückgegriffen.

Die *Erfassung* des Bearbeitungsfortschritts eines Auftrags ist zwar relativ aufwandsarm durchzuführen, lässt allerdings keine *Bewertung* zu. Dies soll anhand eines Beispiels erläutert werden (Abbildung 8-4).

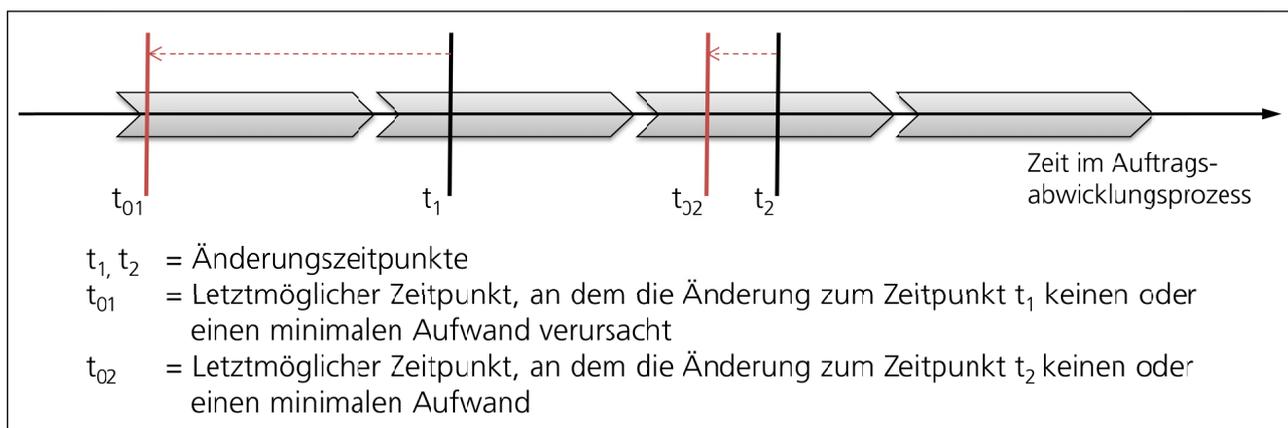


Abbildung 8-4: Erfassung des Bearbeitungsfortschritts nach Auftragszeitfortschritt

Eine Änderung zum Zeitpunkt t_2 hat in diesem Beispiel relativ geringe Auswirkungen, da sie sich lediglich auf direkt benachbarte Prozesse auswirkt (t_{02}). So kann beispielsweise der Kunde die Farbe oder Form einer Abdeckung noch zu einem späten Zeitpunkt ändern, da dies z.B. keinen konstruktiven Aufwand auslöst und sich nur auf Lackierung und Montage einer Maschine zu einem späten Zeitpunkt im Auftragsabwicklungsprozess auswirkt. Eine Auftragsänderung zum Zeitpunkt t_1 hingegen kann trotz der kürzeren Bearbeitungsdauer schwerwie-

gendere Auswirkungen haben, wenn beispielsweise ein Teil mit einer langen Wiederbeschaffungszeit betroffen ist, das direkt nach Auftragsbestätigung bestellt wird (t_{01}): Die zeitliche Differenz zum letztmöglichen änderungsminimalen Zeitpunkt, also dem ersten von der Änderung betroffenen Prozessschritt, ist in diesem Beispiel größer (Abbildung 8-4).

Eine ausschließliche Betrachtung der *Änderungszeitpunkte* (t_1 und t_2) ist also unzureichend, es ist daher eine relative Bewertung des Bearbeitungsfortschritts notwendig. Der Änderungszeitpunkt muss zu dem Zeitpunkt in Bezug gesetzt werden, an dem letztmals eine Änderung mit keinem oder nur sehr geringem Aufwand möglich ist (Abbildung 8-5).

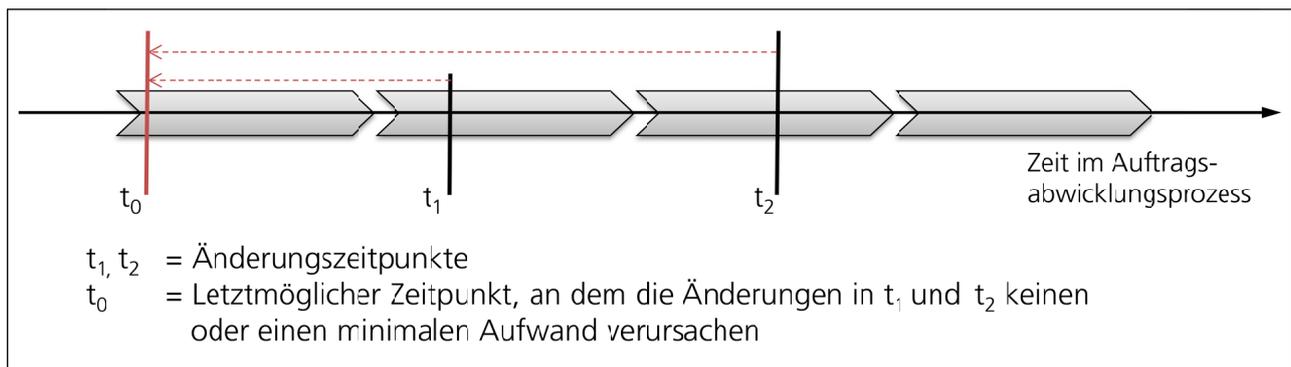


Abbildung 8-5: Relative Bewertung des Bearbeitungsfortschritts

In diesem Beispiel sind t_1 und t_2 Zeitpunkte, zu denen Änderungen auftreten, die sich auf denselben Zeitpunkt zur letztmöglichen Änderung mit minimalem Aufwand ($t_0=t_{01}=t_{02}$) beziehen. Beispielsweise können dies Änderungen am Auftrag sein, die zumindest teilweise eine Neukonstruktion eines bestimmten Aggregats einer Maschine hervorrufen. In der Darstellung wird ersichtlich, dass die Änderung zum Zeitpunkt t_2 als schwerwiegender einzuschätzen ist, als die Änderung zum Zeitpunkt t_1 : Es besteht ein größerer zeitlicher Abstand zum Zeitpunkt t_0 .

Dieser Logik folgend werden im Zusammenhang mit der Prozessmodularisierung die Change-Gates definiert (siehe Kapitel 7), um eine schnelle und aufwandsarme Abschätzung zum Bearbeitungsfortschritt eines geänderten Auftrags zu ermöglichen (Abbildung 8-6).

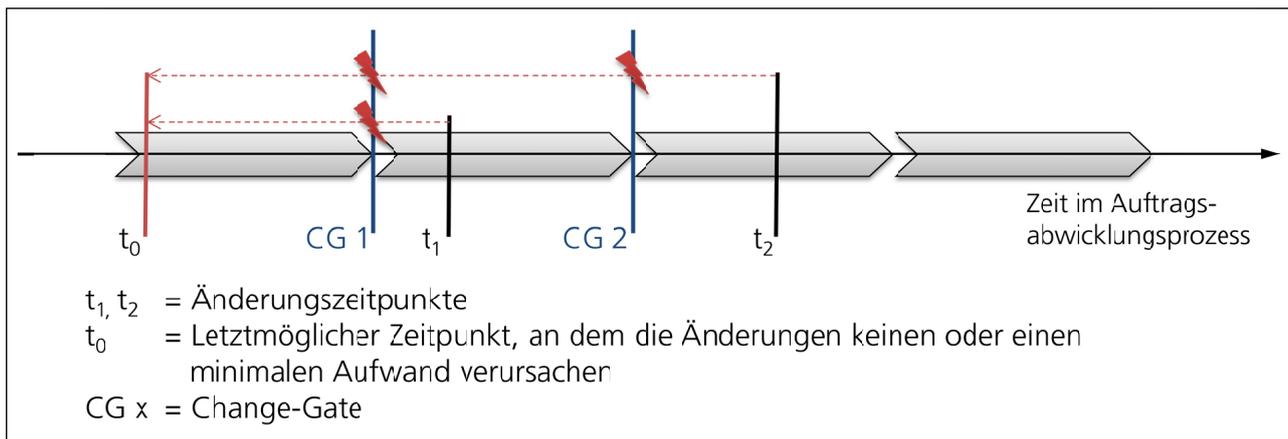


Abbildung 8-6: Relative Bewertung des Bearbeitungsfortschritts mittels Change-Gates

Die Bewertung erfolgt wie im vorigen Beispiel (vgl. Abbildung 8-5) anhand der Differenz zum letztmöglichen Zeitpunkt mit minimalem Änderungsaufwand.

Allerdings wird die Zeitspanne nicht in Stunden oder Tagen gemessen, sondern in der Anzahl der durchschrittenen Change-Gates. Im Beispiel in Abbildung 8-6 ist eine Änderung zum Zeitpunkt t_1 als weniger schwerwiegend zu bewerten – hier ist ein Change-Gate durchschritten – als eine Änderung in t_2 – hier sind bereits zwei Change-Gates durchschritten. Die Festlegung des Zeitpunkts, an dem eine Auftragsänderung mit minimalem Aufwand möglich ist, erfolgt durch den Änderungsleitstand.

Für eine zeitliche Klassifizierung der Änderungen erfolgt also eine Umwandlung der kontinuierlichen Skala – mit theoretisch unendlich vielen Zeitwerten in eine diskrete Skala mit der Anzahl durchschrittener Change-Gates. Diese Einteilung in eine diskrete Skala ist unerlässlich für die eindeutige Einordnung von Kundenän-

derungen. Die Änderungen werden also klassifiziert, indem der Bearbeitungsfortschritt relativ zu den bereits durchschrittenen Change-Gates bewertet wird:

- Änderungen die noch kein Change-Gate durchschritten haben, werden der zeitlichen Klassifizierung „unkritisch bewerteter Bearbeitungsfortschritt“ zugeordnet.
- Änderungen, die bereits ein Change-Gate durchschritten haben, werden der zeitlichen Klassifizierung „eventuell kritisch bewerteter Bearbeitungsfortschritt“ zugeordnet.
- Änderungen, die bereits zwei oder mehr Change-Gates durchschritten haben, werden der zeitlichen Klassifizierung „kritisch bewerteter Bearbeitungsfortschritt“ zugeordnet.

An dieser Stelle wird ersichtlich, dass mindestens zwei Change-Gates definiert sein müssen, um die relative Bewertung des Bearbeitungsfortschritts vornehmen zu können. Wird eine größere Anzahl an Change-Gates definiert (siehe Kapitel 7.3), sind die Klassifizierungsgrenzen entsprechend anzupassen.

8.1.1.2 Inhaltliche Klassifizierung einer Änderung

Zur Bewertung der „Schwere einer Änderung“ werden in der Analyse die Anzahl der betroffenen Stücklistenpositionen verwendet. Diese Sichtweise ist für die Betrachtung *aller* Änderungen insgesamt ausreichend und zielführend, muss bei der Bewertung und Klassifizierung einer *einzelnen* Änderung jedoch erweitert werden: Wie bereits erwähnt, kann die Anzahl der betroffenen Stücklistenpositionen im Einzelfall allein keine eindeutige Bewertung der Schwere zulassen (siehe Kapitel 6.1.4). Bei Betrachtung einer einzelnen Änderung könnte diese vereinfachte Sichtweise zu Fehlentscheidungen führen und wird daher an dieser

Stelle um weitere Kriterien ergänzt. Die definierten Dimensionen und Kriterien sind allgemein gültig festgelegt, die beispielhaft genannten Ausprägungen beschreiben jedoch die teilweise sehr produktspezifischen Einflüsse von Änderungen und können daher unternehmensindividuell angepasst werden.

Es werden die Dimensionen Problemstellung, Lösungsweg und Einfluss einer Änderung berücksichtigt (Abbildung 8-7).

Problemstellung	Wenig komplex	Teilweise komplex	Sehr komplex
	Kriterien: Funktionseinheit, Objekt, Individualisierungsgrad		
Lösungsweg	Bestimmt	Teilweise bestimmt	Offen
	Kriterien: Anteil Sonderentwicklung		
Einfluss	Geringer Einfluss	Mittlerer Einfluss	Hoher Einfluss
	Kriterien: Anzahl Positionen		

Abbildung 8-7: Kriterien zur Kategorisierung nach der Schwere einer Änderung

Die *Problemstellung* einer Kundenänderung kann „wenig komplex“, „teilweise komplex“ bis hin zu „sehr komplex“ sein. Zur Bestimmung dieser Komplexität werden die folgenden Kriterien definiert:

- Funktionseinheit
- Objekt
- Individualisierungsgrad

Unter der zu ändernden Funktionseinheit wird die Einordnung einer Änderung bezüglich der Maschinenfunktion verstanden. Zu diesem Kriterium werden unternehmensspezifische Ausprägungen festgelegt. Dies können beispielweise die Änderung der Maschinenleistung, eine Änderung des Werkstücks, des Fertigungsprozesses oder Änderungen der baulichen Rahmenbedingungen sein.

Änderungen am Objekt sind Änderungen an dem zu ändernden Bauteil. Hierunter fallen beispielsweise die Ausprägungen Aggregat, Baugruppe oder auch Software. Mit Hilfe dieses Kriteriums und der Ausprägungen sind insbesondere Rückschlüsse auf die Auswirkungen im Auftragsabwicklungsprozess möglich, ob beispielsweise die mechanische oder elektrische Konstruktion betroffen ist.

Der Kundenindividualisierungsgrad gibt Aufschluss, ob es sich bei dem geänderten Objekt um ein kommissionsneutrales – also kundenneutrales Objekt – handelt oder um eine kundenindividuelle Anfertigung.

Der *Lösungsweg* zur Bearbeitung einer Auftragsänderung kann „bestimmt“, nur „teilweise bestimmt“ oder „offen“ sein. Als Kriterium wird der Anteil an Sonderentwicklungen definiert. Produkte in der Auftragsfertigung beispielsweise im Maschinen- und Anlagenbau bestehen häufig aus Bauteilen (Aggregate, Baugruppen, etc.), die sowohl als Sonderanfertigungen für einen Kunden als auch kundenneutral konstruiert und gefertigt werden. So ist eine Auftragsänderung, bei der ein Standardbauteil durch ein anderes Standardbauteil ersetzt werden muss, meist mit deutlich weniger Aufwand verbunden als eine Auftragsänderung, bei dem ein Sonderbauteil betroffen ist.

Unter dem *Einfluss* der Änderung wird das bereits beschriebene Kriterium der Anzahl der betroffenen Stücklistenpositionen verstanden (siehe Kapitel 6.1.4).

Die Ausprägungen der Kriterien Funktionseinheit, Objekt und Individualisierungsgrad sind wie oben erläutert unternehmensspezifisch festzulegen. Eine algorithmierbare Synthese und damit quantitative Bewertung der Kriterien und deren Ausprägungen ist zwar theoretisch möglich,¹⁶ hat sich allerdings bei der

¹⁶ Mit Hilfe einer Nutzwertanalyse lassen sich z.B. die Kriterien gewichten und mit Nutzwertfaktoren versehen.

Erarbeitung des Modells als wenig praxisnah und nicht zu standardisieren erwiesen. Daher ist es Aufgabe des Änderungsleitstands, die zusammenfassende Bewertung der Kriterien und damit die Klassifizierung einer Auftragsänderung in die folgenden Kategorien vorzunehmen:

- Unerhebliche Schwere der Auftragsänderung
- Mittlere Schwere der Auftragsänderung
- Gravierende Schwere der Auftragsänderung

8.1.1.3 Zusammenführung der Kriterien in der Klassifizierungsmatrix

Die definierten zeitlichen und inhaltlichen Klassifizierungskategorien sind in einer Matrix zusammenzuführen (Abbildung 8-8).

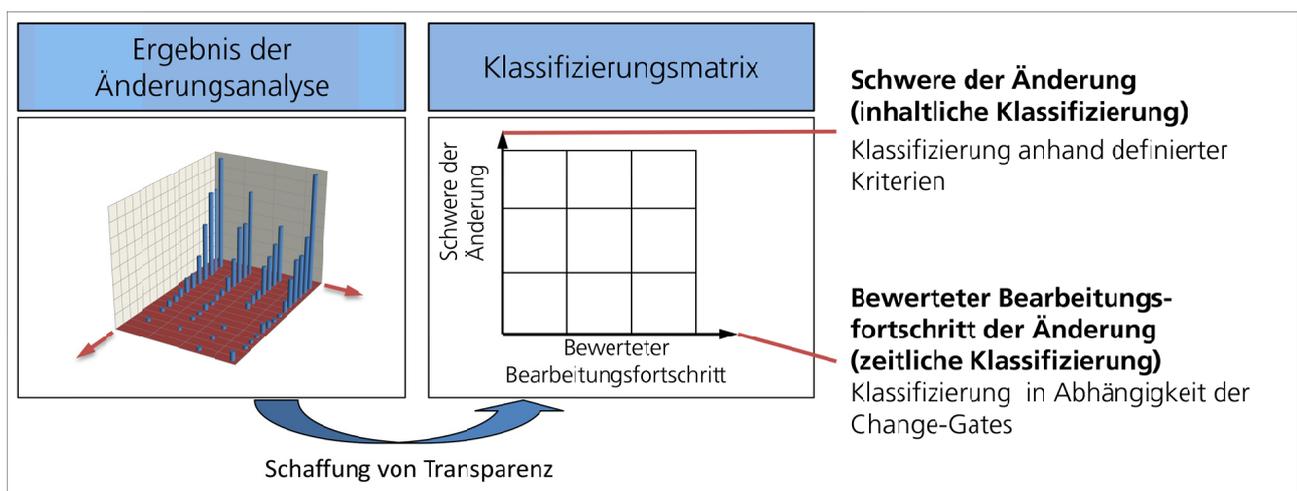


Abbildung 8-8: Zusammenführung von Schwere und Bearbeitungsfortschritt in einer Klassifizierungsmatrix

Durch die Klassifizierung anhand von Schwere und bewertetem Bearbeitungsfortschritt sind die wesentlichen Faktoren zur Einordnung einer Auftragsänderung in einer Neun-Felder-Matrix erfasst.

Folglich enthält beispielsweise das untere linke Feld der Matrix eine Änderung eines kundenneutralen Standardteils, das erst kurz zuvor in einer Maschine montiert wurde. Im oberen rechten Feld der Matrix wird eine Änderung eingeordnet, bei der sich die betroffene Maschine bereits in der Montage befindet und bei der aufgrund vieler betroffener Stücklistenpositionen eine umfangreiche konstruktive Anpassung notwendig ist. Durch diese Matrix kann die Transparenz im Umgang mit Kundenänderungen deutlich erhöht werden.

Diese Darstellung ist Grundlage für die in den folgenden Kapiteln beschriebene Ableitung von Handlungsempfehlungen zu den einzelnen Feldern, also Änderungsklassen, dieser Matrix.

8.1.2 Schritt 6: Ableitung von änderungsklassenspezifischen Handlungsempfehlungen

Im Folgenden wird vorab zunächst ein Überblick über die Vorab wird ein Überblick über die Handlungsempfehlungen (8.1.2.1) und Änderungsklassen gegeben (Kapitel 8.1.2.2). Eine ausführliche Beschreibung der Änderungsklassen sowie der abgeleiteten Maßnahmen auf Grundlage der oben genannten Faktoren erfolgt anschließend je Änderungsklasse (Kapitel 8.1.2.3 bis 8.1.2.5). Zum besseren Verständnis werden zu jeder Änderungsklasse beispielhafte Kundenänderungen beschrieben.

8.1.2.1 Die Handlungsempfehlungen im Überblick

Zielsetzung des folgenden Schritts ist die Ableitung von Handlungsempfehlungen für die gebildeten Klassen. Dabei werden die insgesamt neun Felder der Matrix in sogenannten Änderungsklassen zusammengefasst. Die Definition von neun Änderungsklassen mit teilweise sehr ähnlichen Handlungsempfehlungen

widersprüche dem gesetzten Ziel dieser Arbeit, eine praxisorientierte Lösung zu entwickeln. Daher wird bei der Bildung der Änderungsklassen die Zielsetzung verfolgt, die Komplexität und den Aufwand durch das Zusammenfassen von Feldern zu reduzieren, ohne die erforderlichen spezifischen Maßnahmen zu sehr zu verallgemeinern. Es werden an dieser Stelle zunächst die Handlungsempfehlungen allgemein beschrieben. Die Erläuterung der konkreten Empfehlungen folgt in den Kapiteln 8.1.2.3 bis 8.1.2.5.

Zeitliche und kapazitive Umplanung: In Abhängigkeit des bewerteten Bearbeitungsfortschritts einer Kundenänderung, also der zeitlichen Risikoeinschätzung, muss im Einzelfall zeitnah geprüft werden, ob eine Verletzung von internen Terminen oder im schlimmsten Fall eine Verletzung des Liefertermins an den Kunden zu befürchten ist. Das Unternehmen hat zu entscheiden, ob als Maßnahme eine Umplanung einzelner Arbeitspakete notwendig ist. Dies kann eine kapazitive Umplanung bedeuten, um drohende Verspätungen durch zusätzliche Kapazitätseinplanung zu vermeiden. Ist das nicht möglich, müssen die Termine und Meilensteine des betroffenen Auftrags neu geplant und kommuniziert werden.

Information und Kommunikation mit den betroffenen Prozessen: Weiter ist festzulegen, ob und wie die an der Auftragsabwicklung beteiligten Prozesse (also Funktionen und Organisationseinheiten) bei der Auftragsänderung informiert oder in die Bearbeitung der Änderung aktiv mit einbezogen werden müssen. Die wesentliche Entscheidung ist hier, ob lediglich einzelne Stellen im Auftragsabwicklungsprozess oder bei einer umfangreichen Änderung ganze Abteilungen und Prozessketten informiert werden müssen.

Koordination: Abwicklung der Auftragsänderung: Zu klären ist weiterhin, wie die Koordination der Abwicklung einer Auftragsänderung erfolgt. Dies ist insbesondere bei schwerwiegenden Änderungen und damit bei der Auswirkung auf mehrere Prozessmodule von Bedeutung.

Auswirkungen der Kundenänderung: Abschließend sind die Auswirkungen der Kundenänderung zu bewerten. Hierzu werden die Möglichkeit von Lieferterminverzögerungen und (Prozess-)Kostensteigerungen betrachtet.

8.1.2.2 Die Änderungsklassen im Überblick

Wie bereits erwähnt steht bei der Festlegung der Änderungsklassen die Ausgewogenheit von Aufwand und Nutzen im Vordergrund. Konkret bedeutet das, dass einzelne Felder der Matrix zu Änderungsklassen zusammengefasst werden und dafür spezifischen Handlungsempfehlungen definiert werden. Ziel ist demnach die Reduzierung der maximal neun möglichen Klassen, um eine effiziente Ableitung von änderungsspezifischen Maßnahmen zu ermöglichen.

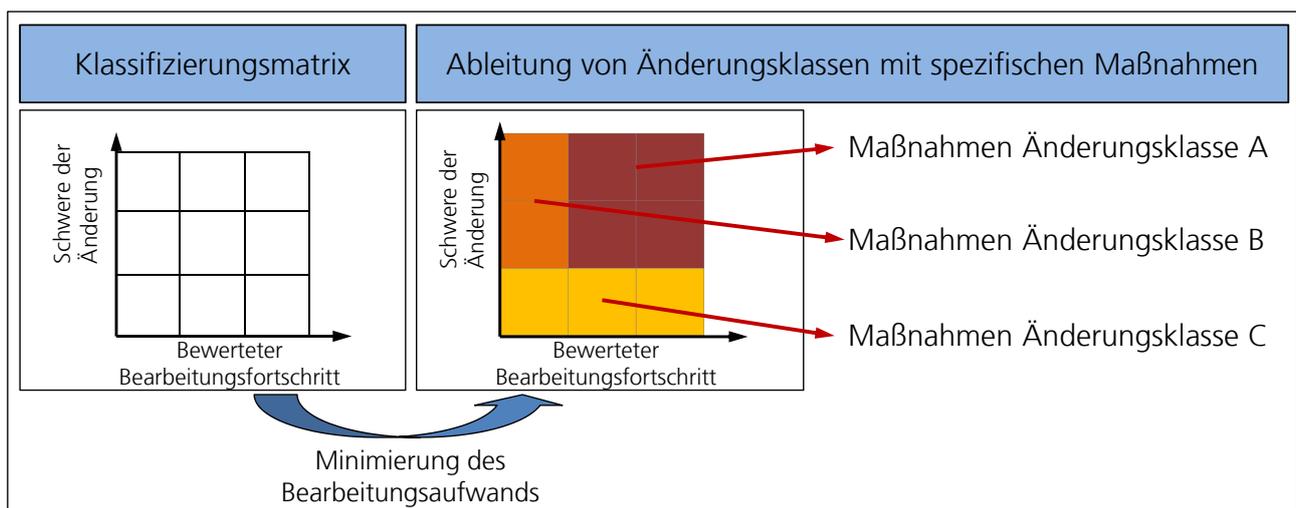


Abbildung 8-9: Ableitung klassenspezifischer Maßnahmen

Änderungsklasse „C – Kleine Änderungen“: Zunächst können „kleine“ Änderungen unabhängig von ihrem bewerteten Bearbeitungsfortschritt zusammengefasst werden. Diese Änderungen haben also zeitlich einen geringen bis weitreichenden Einfluss, allerdings aufgrund der unerheblichen Schwere der Änderung nur auf einzelne Prozesse. Bei Änderungen dieser Klasse ist insbesondere die Koordination verteilter Prozesse notwendig.

Änderungsklasse „B – Zeitlich eingrenzbare Änderungen“: Weiter werden „mittlere“ und „gravierende“ Änderungen zusammengefasst, deren Bearbeitungsfortschritt als „unkritisch“ bewertet ist. Bei mittlerer bis gravierender Schwere haben diese Änderungen lediglich einen zeitlich begrenzten Einfluss auf die unmittelbar vorausgegangenen Prozesse. Hier ist insbesondere bei einer großen Anzahl betroffener Prozesse die schnelle Informationsweitergabe entscheidend.

Änderungsklasse „A – Umfangreiche Änderungen“: Abschließend werden „mittlere“ und „gravierende“ Änderungen mit als „eventuell kritisch“ oder „kritisch“ bewertetem Bearbeitungsfortschritt zusammengefasst. Diese Änderungen haben die größten Auswirkungen und betreffen mehrere Prozesse über weite Teile des Auftragsabwicklungsprozesses. In dieser Klasse sind typischerweise weit weniger Änderungen enthalten als in den Klassen C und B, diese sind jedoch aufgrund der großen Auswirkungen mit einem weit höheren Bearbeitungsaufwand verbunden und bedürfen einer bereichsübergreifenden Abstimmung.

8.1.2.3 Handlungsempfehlungen der Änderungsklasse „C – Kleine Änderungen“

In der Änderungsklasse C werden Auftragsänderungen zusammengefasst, bei denen die Schwere als „unbedeutend“ und der Bearbeitungsfortschritt als „unkritisch“, „eventuell kritisch“ oder „kritisch“ eingestuft wird. Diese Änderungen können wie erläutert zeitlich einen weitreichenden Einfluss haben. Dieser beschränkt sich allerdings aufgrund der unerheblichen Schwere auf einzelne Prozesse (Abbildung 8-10).

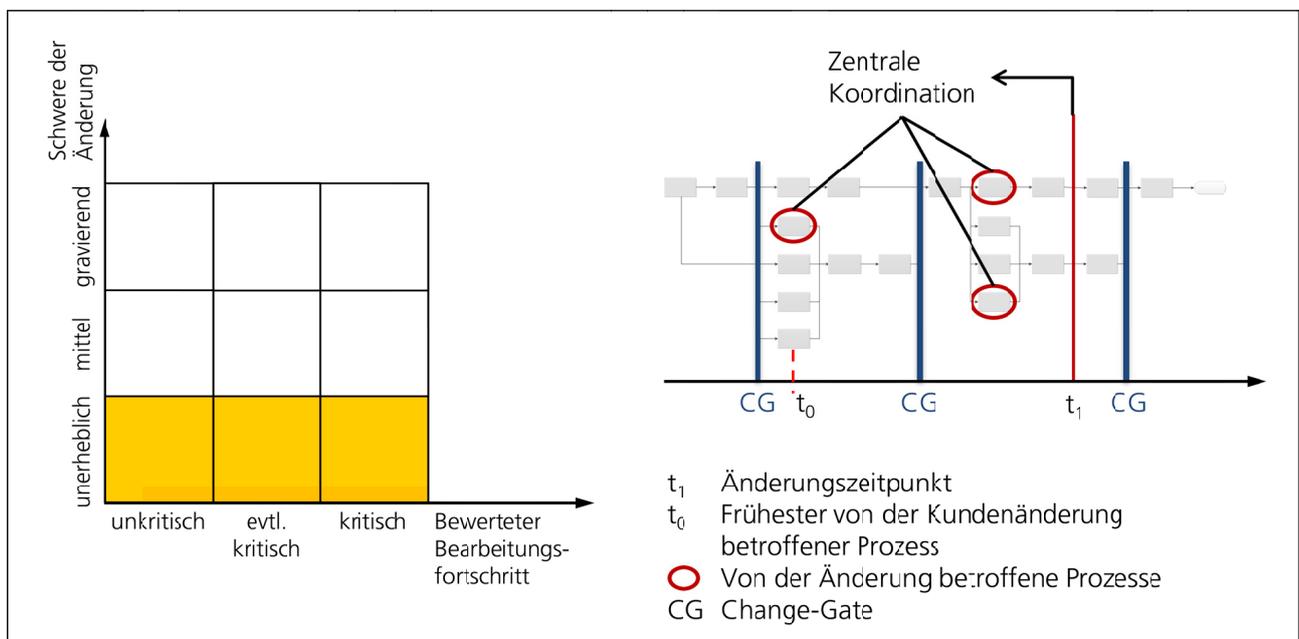


Abbildung 8-10: Definition und Eigenschaften der Änderungsklasse „C – Kleine Änderungen“

In dieser Klasse ist typischerweise die größte Anzahl an Kundenänderungen zu finden (siehe Kapitel 6.1). Die Handlungsempfehlungen werden im Folgenden anhand der oben festgelegten Faktoren beschrieben.

Zeitliche und kapazitive Umplanung: Es kann davon ausgegangen werden, dass bedingt durch die Klassifizierung einer unerheblichen Schwere, weder außerordentlich viele Auftragspositionen noch Teile mit langen Wiederbeschaf-

fungszeiten betroffen sind. Allerdings besteht aufgrund der ggf. großen zeitlichen Auswirkung die Gefahr, dass Termine nicht eingehalten werden können. Daher muss bei Änderungen dieser Klasse geprüft werden, ob interne Termine oder im schlimmsten Fall der Liefertermin zu halten sind und eine zeitliche Umplanung der ausstehenden Prozessschritte erforderlich ist. Diese Prüfung und Anpassung ist durch den Änderungsleitstand in Abstimmung mit der terminverantwortlichen Stelle aller Aufträge durchzuführen (z.B. Produktionsplanung und Steuerung (PPS)).

Da wie bereits erwähnt in dieser Klasse der Großteil der auftretenden Kundenänderungen enthalten ist, kann die kapazitive Planung nicht für jede einzelne Änderung angepasst werden. Insbesondere da es sich im Einzelfall nur um minimale Anpassungen handeln würde. Daher ist für diese Klasse eine Kapazitätsplanung *aller* Änderungen notwendig, eine kapazitive Umplanung im Einzelfall ist nicht erforderlich.

Information und Kommunikation: Die Information der Auftragsänderung muss in diesem Fall vom Änderungsleitstand punktuell an die betroffenen Prozesse weitergegeben werden. Da die Prozesse nicht in der üblichen Reihenfolge bearbeitet werden, muss nach erfolgter Änderungsbearbeitung eine außerplanmäßige Rückmeldung an den Änderungsleitstand erfolgen.

Koordination: Aufgrund des zwar punktuellen Einflusses aber großen Verteilung der betroffenen Prozesse auf weite Teile in der Auftragsabwicklung – die Prozesse stehen meist nicht in direkter Abhängigkeit – muss im Fall einer Änderung der Klasse C die Koordination dieser Einzeltätigkeiten über den zentralen Änderungsleitstand erfolgen (Abbildung 8-10). Dieser überwacht den Fortschritt der Bearbeitung und hat die Möglichkeit, eine Umplanung von Terminen zu ver-

anlassen – beispielsweise im Fall einer drohenden Verzögerung des Liefertermins.

Beispiele: Eine Änderung dieser Klasse ist beispielsweise die Anpassung einer Maschinenverkleidung, ohne die Abänderung der Maschinenfunktionalität. Eine Neukonstruktion und erneute Fertigung oder Beschaffung dieser Teile ist notwendig, allerdings sind nur wenige Prozessschritte betroffen.

Die Änderung einer kundenneutralen Baugruppe ist – da ein Standardteil durch ein weiteres Standardteil ersetzt wird – ebenso eine Änderung dieser Klasse. Auch hier muss die Prüfung durch die Konstruktion erfolgen und das Aggregat beschafft werden.

Bei Änderungen der Klasse C liegt die wesentliche Herausforderung in der Koordination der einzelnen Prozesse. Die regulierende Funktion des Änderungsleitstands ermöglicht jedoch eine erhebliche Verkürzung der Durchlaufzeit einer Auftragsänderung.¹⁷ Durch die schnelle Kenntnis des Bearbeitungsstands des Auftrags – mit Hilfe der eingeführten Change-Gates – in Verbindung mit der gezielten Steuerung ausschließlich der betroffenen Prozesse lässt sich insbesondere an den Prozessschnittstellen Zeit einsparen. Ohne diese regulierende Funktion würde der Auftragsabwicklungsprozess vom ersten betroffenen Prozess „neu gestartet“ werden, selbst wenn nur wenige Prozesse tatsächlich betroffen sind.

(Prozess-) Kostensteigerungen sind aufgrund der geringen Anzahl betroffener Prozesse eher unerheblich, auch wenn der Koordinationsaufwand im Änderungsleitstand leicht ansteigt. Bei Änderungen der Klasse C werden Kosten

¹⁷ An dieser Stelle ist nochmals darauf hinzuweisen, dass die Bearbeitung einer Auftragsänderung in den vorgelegten Prozessen kapazitiv auch kurzfristig möglich sein muss. Dies muss durch eine an die Auftragsänderungen angepasste Planung der Prozesse erfolgen (siehe Kapitel 6.2.2).

meist nicht an die Kunden weitergegeben sondern auf dem Kulanzweg vom Hersteller getragen.

8.1.2.4 Handlungsempfehlungen der Änderungsklasse „B – Zeitlich eingrenzbare Änderungen“

In der Änderungsklasse B werden Änderungen mit „mittlerer“ und „gravierender“ Schwere und einem als „unkritisch“ bewerteten Bearbeitungsfortschritt zusammengefasst, d.h. bei Eintreffen der Änderung ist noch kein Change-Gate verletzt worden (Abbildung 8-11).

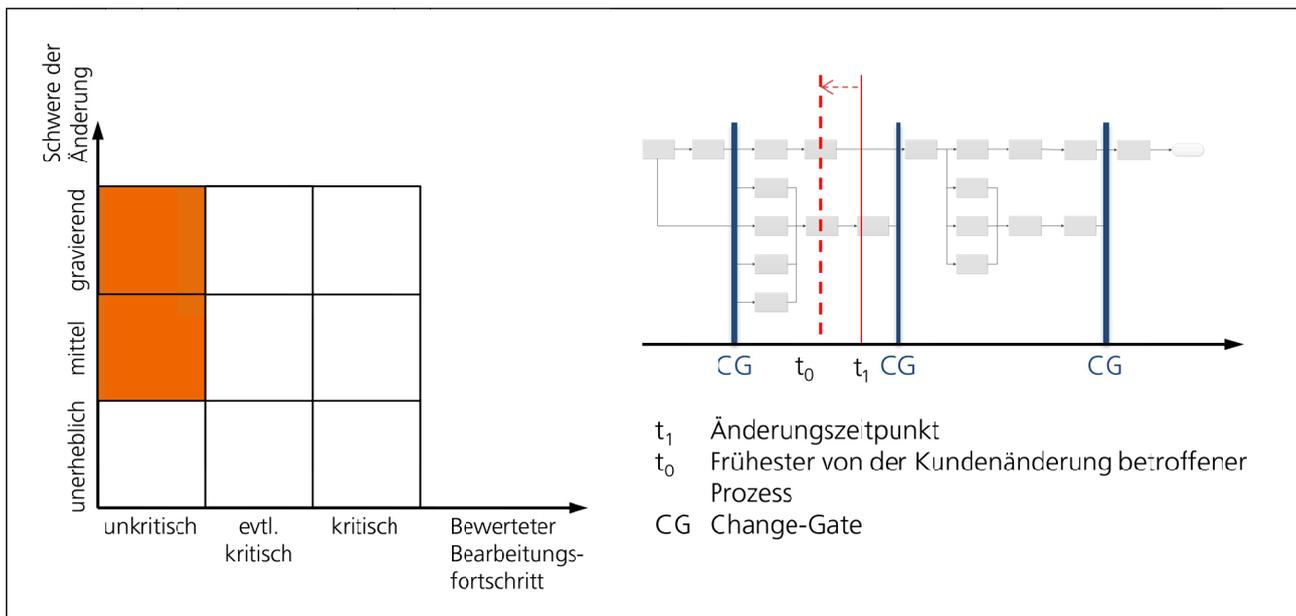


Abbildung 8-11: Definition und Eigenschaften der Änderungsklasse „B – Zeitlich eingrenzbare Änderungen“

Wie bereits erwähnt ist bei Änderungen dieser Klasse die schnelle Informationsweitergabe an die betroffenen Prozesse entscheidend. Vorrangiges Ziel muss es sein, eine Umwandlung in einen als „eventuell kritisch“ bewerteten Bearbeitungsfortschritt zu vermeiden.

Zeitliche und kapazitive Umplanung: Bei einer Kundenänderung der Klasse B ist aufgrund der unkritischen Einordnung des Bearbeitungsfortschritts weder der Liefertermin des Auftrags noch die internen Termine und Meilensteine in Gefahr. Daher ist bei Änderungen in dieser Klasse keine zeitliche Umplanung notwendig.

Je nach Schwere der Änderung kann der Bearbeitungsaufwand einer einzelnen Änderung so hoch sein, dass er in einzelnen Prozessen zu einer weiteren Verzögerung des Änderungsauftrags oder weiterer Aufträge führt. Hier kann mittels einer kurzfristigen und vorübergehenden Kapazitätsanpassung eine zeitliche Verzögerung vermieden werden. Daher ist durch den Änderungsleitstand in diesem Fall mit der kapazitätsverantwortlichen Stelle (häufig identisch mit der terminverantwortlichen Stelle, z.B. PPS) die Umplanung einzelner Kapazitäten zu erwägen.

Information und Kommunikation: Die Information der Änderung muss von der Änderungsleitstelle an die betroffenen Prozesse weitergeleitet werden. Bei Änderungen dieser Klasse ist es besonders wichtig, diese Informationen umgehend weiterzuleiten, um die Weiterbearbeitung nach veralteten Informationen zu verhindern. Betroffene Prozesse lassen diese Informationen in die Bearbeitung einfließen und geben Rückmeldung über den Abschluss des Teilprozesses an den Änderungsleitstand. Da hier nur unmittelbare Vorgängerprozesse betroffen sind, wird der Auftrag planmäßig fortgeführt.

Koordination: Eine permanente Koordination einer Änderung der Klasse B ist nicht notwendig, da aufgrund des geringen zeitlichen Einflusses eine zeitnahe Einarbeitung der Änderung möglich ist.

Beispiele: Ein Beispiel für eine Änderung dieser Klasse ist die umfangreiche konstruktive Änderung einer Maschine. Die Änderung tritt jedoch zu einem Zeitpunkt ein, in dem sich der Auftrag im Prozess der Konstruktion befindet. Große Änderungen zu einem späten Zeitpunkt im Auftragsabwicklungsprozess – beispielsweise eine Sonderentwicklung mit einer hohen Anzahl betroffener Auftragspositionen – sind also auch in dieser Änderungsklasse enthalten, wenn der Änderungsleitstand sie als zeitlich unkritisch eingestuft hat. Dieser Fall ist allerdings sehr unwahrscheinlich und kaum praxisrelevant.

Durch die schnelle Kenntnis des Bearbeitungsfortschritts im Zuge des Kundenänderungsmanagements ist es möglich, die relevanten Informationen gezielt und vor allem umgehend an die betroffenen Prozesse weiterzuleiten. Die Prozessmodularisierung hilft, den Aufwand auf die tatsächlich betroffenen Teilbereiche des Auftragsabwicklungsprozesses zu begrenzen. In der Folge kann auch eine umfassende Änderung zeitnah in den Prozess einfließen. Das Risiko einer weiteren zeitlichen Verzögerung und somit der Terminverschiebung kann so erheblich reduziert werden.

In dieser Klasse sind häufig Änderungen vertreten, deren Aufwand insbesondere in den indirekten Bereichen bislang nicht konsequent erfasst wird. Die Möglichkeit zur Weitergabe dieser Kosten an den Kunden als Verursacher der Änderungen ist in den meisten Fällen daher schlicht nicht möglich. Mit der Einführung des Kundenänderungsmanagements können beispielsweise Anpassungs- oder Koordinationskosten erfasst werden (siehe Kapitel 2.4.4.2). Wichtig in diesem Zusammenhang ist die Transparenz über diese Kosten, die strategische Bewertung der Weitergabe im Rahmen des Claim Managements ist nicht Inhalt der vorliegenden Arbeit (siehe Kapitel 3.3.1).

8.1.2.5 Handlungsempfehlungen der Änderungsklasse „A – Umfangreiche Änderungen“

In Änderungsklasse A werden Änderungen mit „mittlerer“ bis „gravierender“ Schwere zusammengefasst, deren Bearbeitungsfortschritt als „eventuell kritisch“ oder „kritisch“ eingestuft wird (Abbildung 8-12).

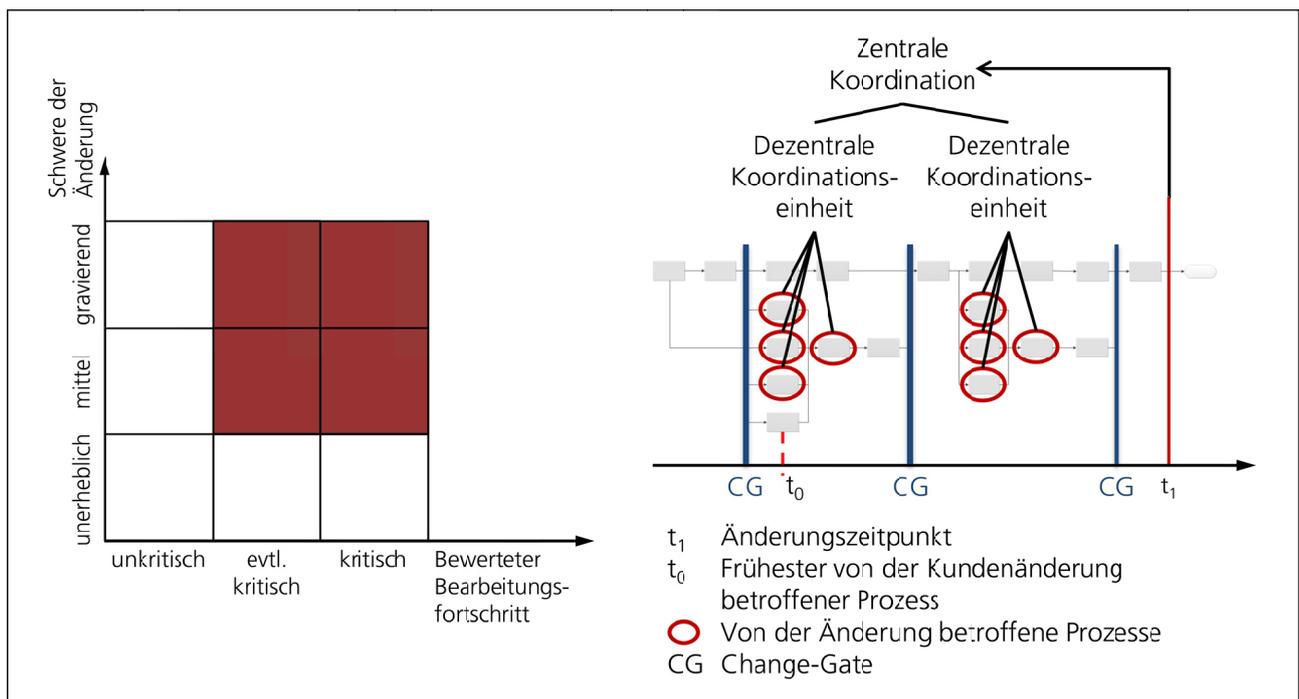


Abbildung 8-12: Definition und Eigenschaften der Änderungsklasse „A – Umfangreiche Änderungen“

Bei der Bearbeitung dieser Änderungen ist die übergreifende Abstimmung von höchster Wichtigkeit. Aufgrund der Schwere der Änderung ist eine Vielzahl an Prozessen betroffen. In Verbindung mit einem kritischen Bearbeitungsfortschritt und mehreren parallel auftretenden Änderungen ist eine bereichsübergreifende Abstimmung erforderlich.

Zeitliche und kapazitive Umplanung: Im Fall einer Änderung der Klasse A ist eine zeitliche und kapazitive Umplanung in den meisten Fällen unvermeidbar

und muss daher bei jeder Änderung in dieser Klasse kritisch geprüft werden. Das kann unter Umständen auch bedeuten, dass ein begonnener Auftrag vorübergehend nicht weiter bearbeitet wird, bis die Klärung des vollständigen Umfangs und vor allem die Kostenübernahme der gesamten Änderungskosten mit dem Kunden geklärt sind. Im Fall einer „schweren“ Änderung mit „kritischem“ Bearbeitungsfortschritt ist die Umplanung eher notwendig als bei einer „mittleren“ Schwere mit „eventuell kritischem“ Bearbeitungsfortschritt.

Information und Kommunikation: Die Informationen können in diesem Fall aufgrund der hohen Anzahl betroffener Prozesse nicht an alle beteiligten Prozesse direkt weitergegeben werden. Hier muss in bereichsübergreifender Abstimmung – beispielsweise in einer sogenannten Meisterrunde – die Abstimmung zur weiteren Änderungsbearbeitung erfolgen. Zudem muss entschieden werden, ob die Einhaltung des ursprünglich geplanten Liefertermins möglich ist. In jedem Fall ist die zugehörige Vertriebseinheit zu informieren.

Koordination: Eine zentrale Koordination unter Einbezug des Änderungsleitstands ist in diesem Fall unumgänglich und muss permanent während der Änderungsabwicklung erfolgen. Aufgabe des Leitstands ist die übergreifende Koordination aller Änderungen. Das umfasst sowohl die Überwachung des Fortschritts aller Änderungen aber insbesondere der Änderungen dieser Klasse

Beispiel: Beispielhaft kann hier kann eine umfangreiche Änderung der Maschinenfunktionalität zu einem späten Zeitpunkt im Auftragsabwicklungsprozess genannt werden. Wenn sich die betroffene Maschine schon in der Montage befindet, erfordert diese Änderung eine konstruktive Überarbeitung sowie Fertigung und Neubeschaffung von Teilen, also die umfangreiche Bearbeitung in vielen Prozessschritten.

Es finden sich in dieser Klasse üblicherweise die wenigsten Änderungen. Jedoch erfordert die Kombination aus dem hohen zeitlichen Risiko einer Terminverschiebung und der gravierenden Schwere der Änderung eine intensive Bearbeitung und Verfolgung dieser Änderungen, insbesondere bei Änderungen des rechten oberen Feldes der Matrix. Da es sich bei Änderungen der Klasse A meist um eine geringe Anzahl parallel zu bearbeitender Änderungen handelt, ist diese individuelle Behandlung sinnvoll und in der Praxis umsetzbar.

Durch die frühzeitige Kenntnis des Fortschritts und vor allem der Auswirkungen der Änderung kann die koordinierte, bereichsübergreifende Abstimmung – auch aufgrund der eingeführten Prozessmodularisierung – den Aufwand zur Änderungsbearbeitung erheblich reduzieren. Durch die Reduzierung der ungeplanten Kapazitätsbeanspruchung durch Änderungsaufträge kann der Einfluss auf die Prozesse der Standardbearbeitung deutlich gesenkt werden.

Ist im Fall einer Änderung der Klasse C eine Bearbeitung ohne Weitergabe der Kosten an den Kunden im Rahmen des Claim Managements noch eher möglich, muss dies im Fall einer Änderung der Klasse A angestrebt werden. Die Klassifizierung bietet dabei eine wesentliche Unterstützung, die Kosten zu erfassen und eindeutig zuzuordnen (siehe Kapitel 3.3.1).

8.1.2.6 Zusammenfassende Betrachtung der Änderungsklassen

Die definierten Klassen mit den jeweiligen Handlungsempfehlungen ermöglichen eine bedarfsgerechte Reaktion auf einzelne Änderungen. Daneben erfordert ein konsequentes Änderungsmanagement die Ableitung von klassenunspezifischen Maßnahmen. So kann beispielsweise bei Klasse C gezeigt werden, dass aufgrund der großen Anzahl an Änderungen keine individuelle Kapazitätsanpassung sinnvoll ist. Hier muss eine übergreifende Planung der Kapazitäten erfol-

gen. Bei Änderungen der Klasse A hingegen kann und sollte jede Änderung individuell geplant werden. Hier liegt der Fokus auf der zukünftigen Vermeidung der Änderungsgründe.

Change-Gates zur schnellen Einordnung und Bewertung des Auftragsfortschritts sowie die definierten Kriterien zur inhaltlichen Bewertung einer Änderung ermöglichen die schnelle bedarfsgerechte Reaktion. Mit der Einführung der Prozessmodularisierung lässt sich der Aufwand auf die jeweils betroffenen Bereiche begrenzen. Diese Voraussetzungen nutzend, kann durch die Einteilung der Änderungen in der Klassifizierungsmatrix das Ziel zur Erhöhung der Transparenz im Kundenänderungsmanagement erreicht werden. Die Ableitung der klassenspezifischen Maßnahmen ermöglicht eine erhebliche Reduzierung des Bearbeitungsaufwands aller Kundenänderungen und ebenso die eindeutige, fallspezifische Ableitung von Handlungsanweisungen zum Management dieser Änderungen.

Die Handlungsempfehlungen sind allgemein gültig formuliert und daher durch den Anwender des Vorgehensmodells nicht unternehmensspezifisch anzupassen. Im Zuge der Einführung des Kundenänderungsmanagements sind in diesem Schritt die Mitarbeiter des Änderungsleitstands zu schulen. Dies umfasst die Kenntnis der Klassifizierungsmatrix und die Einordnung von Kundenänderungen. Die Ableitung der klassenspezifischen Maßnahmen ist als permanente Aufgabe des Änderungsleitstands bei Auftreten einer Kundenänderung zu verstehen.

8.2 *Schritt 7: Durchgängige Erfassung und Verfolgung von Kundenänderungen*

Schritt 7 des Vorgehensmodells beinhaltet die durchgängige Erfassung und Verfolgung von Kundenänderungen. Nach der Definition von spezifischen Hand-

lungsempfehlungen dient dieser Schritt insbesondere der Vorbereitung zur Ableitung änderungsunspezifischer Maßnahmen und der kontinuierlichen Verbesserung des Kundenänderungsmanagements. Auch dieser Schritt ist Aufgabe des Leitstands. Hierfür sind Daten festzulegen, die im Änderungsfall erfasst werden.

Kopfdaten enthalten die Identifikation des Produkts (z.B. Maschinenummer), Änderungsnummer, den Erfasser der Änderung, das Datum sowie grundlegende Auftragsinformationen wie beispielsweise Kunde und Liefertermin.

Zudem werden die in den Kapitel 8.1.1 definierten Kriterien zur inhaltlichen und zeitlichen Einordnung erfasst. Mit diesen Informationen erfolgen die Identifizierung der betroffenen Prozessmodule sowie die Einordnung in die Änderungsklasse. Eine Erfassungsmaske einer beispielhaften Änderung zeigt Abbildung 8-13.

Datum 28.1.2013	Erfasser M. Sauer			
Maschinenummer: 4711 Liefertermin: 01.03.2013 Änderungsnummer: 312		- Change-Gates		
Bewertung Bearbeitungsfortschritt Auftragsänderung in Modul: 3 Letztmöglichster aufwands-minimaler Änderungszeitpunkt: 1 Anzahl verletzter Change-Gates: 2		Bewertung Bearbeitungsfortschritt: kritisch		
Bewertung Schwere der Änderung				
Kriterium	Ausprägungen			
Änderungsobjekt	Maschinenleistung	Werkstück	Fertigungsprozess	Bauliche Rahmenbed. X
Anteil Sonderentwicklung	Standard X → Standard	Standard → Sonder	Sonder → Standard	Sonder → Soncer
Individualisierungsgrad	Kommission X / neutrales Teil		Kundenspezifisches Teil	
Umfang – Anz. Positionen)	5 X	5 bis 15	> 15	
Bewertung Schwere: unerheblich		Änderungsklasse: A B C		
Auftrittszeitpunkt der Änderung		Bewertung der beispielhaften Änderung		

Abbildung 8-13: Erfassungsmaske Kundenänderungen

Eine in Modul 3 auftretende Kundenänderung ist beispielhaft bezüglich Bearbeitungsfortschritt und Schwere der Änderung bewertet und der Änderungsklasse C zugeordnet.

Die Informationen können manuell erfasst werden, die softwaretechnische Umsetzung bietet allerdings wesentliche Vorteile. Einige Daten lassen sich bei einer Anbindung an die Unternehmenssoftware automatisiert erheben, der Erfassungsaufwand kann dadurch reduziert werden. Vor allem sind das Kopfdaten, aber auch der Bearbeitungsfortschritt kann systemunterstützt erfasst werden. Die Einordnung in die Matrix ist demgegenüber nicht algorithmierbar und damit schwer automatisch auswertbar. Es muss also auch bei softwaretechnischer Umsetzung eine manuelle Zuordnung erfolgen. Ein System kann bei der Bearbeitung der Auftragsänderung unterstützen. Das kann die automatische Information entsprechender Stellen oder die Überprüfung der Eingaben sein. Hier sind Regeln vorstellbar, die z.B. bei Eingabe einer hohen Anzahl betroffener Positionen eine „unerhebliche“ Kategorisierung verhindern. Die Auswertung dieser Daten ist Voraussetzung für die Identifikation von Prozessverbesserungen, unabhängig von der Erfassungsart.¹⁸

8.3 *Prozessverbesserung und kontinuierliche Adaption des Kundenänderungsmanagements*

Mit dem Schritt 7 zur durchgängigen Erfassung und Verfolgung von Kundenänderungen im vorigen Kapitel ist das Vorgehensmodell zur Einführung des Kundenänderungsmanagements abgeschlossen. Während die bisherige Darstellung

¹⁸ Eine umfassende Umsetzung in einer Softwarelösung ist sinnvoll zur Reduzierung des Erfassungsaufwands und zur Vermeidung von Fehlern, würde allerdings den Rahmen dieser Arbeit überschreiten.

den Fokus auf die Vorgehensweise zur Erarbeitung und Einführung des Kundenänderungsmanagements und im Fall einer Auftragsänderung gelegt hat, soll in Kapitel 8.3.1 auf die kurzfristige Ableitung von Maßnahmen eingegangen werden. Die mittelfristige Anwendung in der Praxis wird in Kapitel 8.3.2 dargestellt. Dieses Kapitel zeigt, dass das Management von Kundenänderungen kein einmaliges Einführungsprojekt ist. Durch das Vorgehensmodell werden vielmehr die Grundlagen für ein kontinuierliches Kundenänderungsmanagement gelegt.

8.3.1 *Ableitung von Prozessverbesserungen aus der Änderungserfassung und Änderungsverfolgung*

Die mit einer durchgängigen Erfassung und Verfolgung von Kundenänderungen gewonnenen Erkenntnisse lassen sich schon kurzfristig in Maßnahmen zur Prozessverbesserung umsetzen. Es soll an dieser Stelle verdeutlicht werden, dass in den vorigen Kapiteln nicht lediglich ein Konzept zur *Erfassung* von Kundenänderungen, sondern insbesondere die Voraussetzung für das *Management* von Kundenänderungen geschaffen werden. Ein ganzheitliches Management bedeutet neben der Erfassung und zielorientierten Reaktion auf spezifische Kundenänderungen auch die Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen zur Vermeidung und zum optimierten Umgang mit Kundenänderungen. Dafür werden zunächst die abgeleiteten Kenngrößen erläutert, im Anschluss wird auf konkrete Maßnahmen eingegangen.

8.3.1.1 Abgeleitete Kenngrößen aus der Änderungserfassung

Im Rahmen der Änderungserfassung werden drei wichtige Kenngrößen einer Kundenänderung erfasst (Abbildung 8-14):

- Ort der Änderung im Auftragsabwicklungsprozess

- Zeitaufwand der Änderung in den jeweiligen Prozessschritten
- Kosten der Änderung

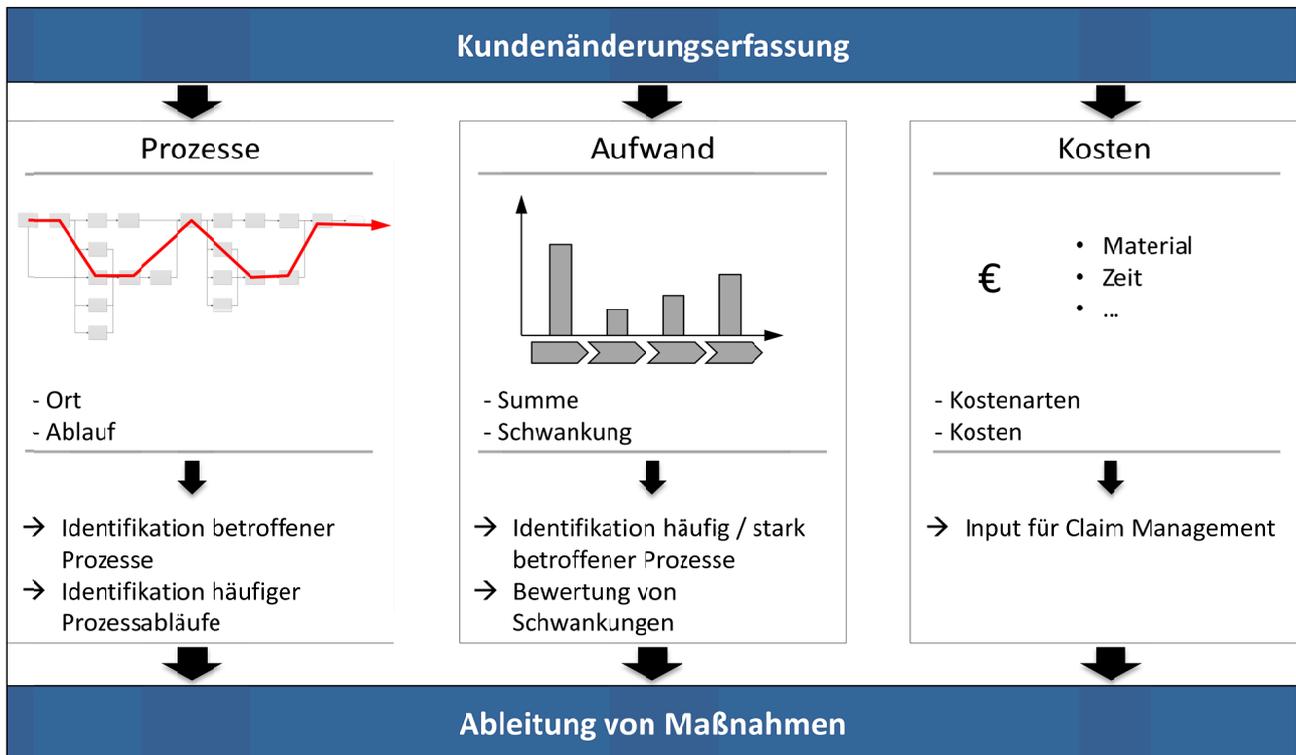


Abbildung 8-14: Kenngrößen aus der Änderungserfassung

Diese Daten führen vor allem bei einer kontinuierlichen Erfassung von Änderungen schon nach kurzer Zeit zu einer aussagefähigen Datenbasis, die Grundlage für Auswertungen und die Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen ist.

Ort der Änderung: Es lassen sich zum einen die Prozesse identifizieren, die von Kundenänderungen betroffen sind. Des Weiteren können aber auch die Abläufe einzelner Änderungen über den Gesamtprozess sichtbar gemacht werden.

Zeitaufwand der Änderung: Neben der reinen Identifikation von betroffenen Prozessen, lässt sich eine kumulierte Belastung der einzelnen Prozesse in einem definierten Zeitraum darstellen. Somit besteht die Möglichkeit, in besonderem

Umfang betroffene Prozesse zu identifizieren als auch die Belastungsschwankungen über die Zeit sichtbar zu machen.

Kosten der Änderung: Zusätzlich zum verursachten Aufwand der Änderung (also insbesondere Personalkosten) werden weitere Kosten wie beispielsweise Materialkosten erfasst und können eindeutig der jeweiligen Kundenänderung zugeordnet werden, diese Informationen werden im Rahmen des Claim Managements genutzt.

8.3.1.2 *Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen*

Diese Kenngrößen können bei der Ableitung von spezifischen Maßnahmen zur Reduzierung des Aufwands von Kundenänderungen genutzt werden. Durch die Auswertung von betroffenen Prozessschritten und deren Belastung lässt sich eine Vielzahl von Maßnahmen unternehmensspezifisch ableiten. Es sind grundsätzlich verschiedenste Möglichkeiten zur Prozessverbesserung denkbar (siehe Kapitel 3.2.4.2). Im Folgenden werden beispielhaft einige typische Maßnahmen skizziert. Dies sind zum einen Maßnahmen, die sich aus der Analyse und Auswertung *aller* Änderungen ergeben – insbesondere bei den häufig auftretenden kleinen Änderungen der Klasse C. Zum anderen können sich auch Maßnahmen aus *einzelnen* Änderungen ergeben, die aufgrund der Schwere zukünftig vermieden werden sollen – insbesondere bei schweren Änderungen der Klasse A.

Maßnahmen aus der Analyse der betroffenen Prozessabläufe: Bei regelmäßig wiederkehrenden identischen Abläufen ermöglicht eine Einführung von Standardprozessen eine erhebliche Aufwands- und Durchlaufzeitreduzierung. Werden Änderungen schon heute in immer wiederkehrenden ähnlichen Abläufen – also unter Beteiligung der gleichen Prozessschritte – abgearbeitet, kann es

sinnvoll sein, für Änderungen im Allgemeinen oder auch bestimmte Arten von Änderungen einen Standardprozess zu definieren und dadurch die Transparenz erheblich zu erhöhen. Andererseits kann bei einer extremen Streuung der beteiligten Prozesse über eine Vereinheitlichung der Prozesse nachgedacht werden. In beiden Fällen kann die Durchlaufzeit von Änderungsaufträgen sowie aller anderen Aufträge reduziert werden. Im einen Fall überwiegend durch die höhere Transparenz und damit klare Verantwortlichkeiten, im anderen Fall durch eine klare Zuordnung von Aufgaben und damit höherer Spezialisierung.

Maßnahmen aus der Analyse des Aufwands: Die Identifikation der Prozessschritte, welche besonders durch Änderungen beansprucht werden, muss zu einer Anpassung der in Kapitel 6.2.2 erläuterten Kapazitätsplanung führen. Besonders stark und regelmäßig in die Bearbeitung involvierte Prozesse können dann beispielsweise nur zu einem bestimmten Prozentsatz für Tätigkeiten des Standardprozesses eingeplant werden. Die restliche Zeit wird explizit in der Kapazitätsplanung für die Bearbeitung von Kundenänderungen reserviert. Diese Zeit lässt sich unmittelbar aus den erhobenen Daten ableiten. Stellen, die nur sporadisch und in geringem Umfang in die Änderungsbearbeitung involviert sind, benötigen hingegen keine gesonderte Reservierung von Kapazitäten. Es ist davon auszugehen, dass eine gelegentliche Änderungsbearbeitung parallel zu täglichen Aufgaben möglich ist.

Weiter können Maßnahmen speziell zur Unterstützung dieser besonders betroffenen Prozesse abgeleitet werden, um damit insgesamt die Belastung über alle Prozesse zu glätten. Diese Maßnahmen müssen abgestimmt auf die jeweiligen Prozesse erarbeitet werden, können aber sowohl arbeitsunterstützende Maßnahmen als auch die Verschiebung dieser Prozesse auf einen spät möglichen

ten Zeitpunkt im Auftragsabwicklungsprozess sein. Dies wird insbesondere durch die eingeführte Modularisierung der Prozesse erleichtert.

Bei mechatronischen Produkten ist beispielsweise eine Aufgabe der elektrischen Konstruktion die Programmierung der Software. Eine Änderung an der Mechanik der Maschine (mechanische Neukonstruktion) führt ebenso häufig zur Neukonstruktion der elektronischen Komponenten. Nicht ungewöhnlich sind bei komplexen Produkten auch mehrmalige Änderungen. Wird nach jeder Änderung eine komplette elektronische Neukonstruktion angestoßen, führt dies zu einem erheblichen Aufwand, der zumindest teilweise vermieden werden kann, wenn dieser Prozessschritte zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt wird.

Maßnahmen aus der Analyse einer einzelnen Änderung: Insbesondere bei großen Änderungen der Klasse A müssen aus einzelnen Änderungsfällen entsprechende Maßnahmen erarbeitet werden. So ist beispielsweise zu prüfen, ob sich durch die Einführung einer verpflichtenden Klärung von spezifischen Maschinenparametern bereits in der Angebotsphase Änderungen vermeiden lassen. Bei besonders kritischen Teilen kann beispielsweise eine nochmalige Abklärung der Spezifikation zu einem bestimmten Prozessschritt eingeführt werden. Es wird gemeinsam mit dem Kunden die Spezifikation überprüft und festgeschrieben, um zukünftige Änderungen zu vermeiden. Sollte es trotzdem zu einer Änderung dieses Bauteils kommen, erleichtert dieser Schritt aus Unternehmenssicht die spätere Einforderung einer Kostenübernahme im Rahmen des Claim Managements.

Diese Beispiele sind Ansatzpunkte zur Ableitung von Maßnahmen. Es kann verdeutlicht werden, dass das entwickelte Modell nicht auf das reine „Verwalten“ von Änderungen abzielt. Vielmehr ist es Grundlage zur Ableitung von unter-

nehmensspezifischen Maßnahmen und damit zur Reduzierung des Aufwands. Demnach ermöglicht das Modell ein ganzheitliches Management von Kundenänderungen.

8.3.2 *Kontinuierliche Adaption des Änderungsmanagements*

Neben der Ableitung von prozessverbessernden Maßnahmen soll im Folgenden gezeigt werden, wie das Kundenänderungsmanagement nach abgeschlossener Einführung mittelfristig zur Vermeidung von Kundenänderungen beiträgt und auch selbst in der Anwendung bei sich ändernden Randbedingungen flexibel bleibt. Diese kontinuierliche Adaption des Modells muss dabei Auswirkungen auf die Prozessmodularisierung sowie auf das Meilensteinkonzept ebenso berücksichtigen wie Auswirkungen auf die Produktkonfiguration in der Angebotsphase (Abbildung 8-15).

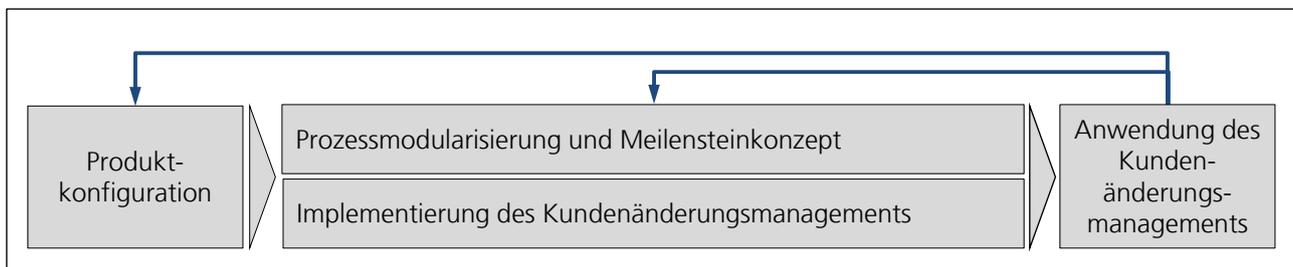


Abbildung 8-15: Kontinuierliche Adaption und Verbesserung des Kundenänderungsmanagements

Auswirkungen auf Prozessmodularisierung und Meilensteinkonzept:

Wichtig ist, dass die gebildeten Prozessmodule bei einer Änderung der Prozesse – beispielsweise durch Produktänderungen – überprüft und bei Bedarf angepasst werden. Im Vordergrund der Betrachtung stehen in diesem Zusammenhang die regelmäßige Überprüfung der Lage und Notwendigkeit einzelner Change-Gates, insbesondere bezüglich der detaillierten Betrachtung auf der

Ebene der Teilprozesse. Eine Zielsetzung des vorliegenden Ansatzes ist die Minimierung des Aufwands, daher wird in Kapitel 7.2.3 die detaillierte Betrachtung einzelner Prozessmodule eingeführt. Es werden also Teilbereiche in die Betrachtung einbezogen, die zum Zeitpunkt der Implementierung als besonders kritisch im Sinne eines hohen Änderungsaufwands eingestuft werden. Es muss Zielsetzung sein, die Änderungen in diesen Bereichen nicht lediglich zu verwalten, sondern den Aufwand zu reduzieren. Durch die ganzheitliche Erfassung und Dokumentation liegen die Voraussetzungen vor, hier einen gezielten Verbesserungsprozess zu implementieren (siehe Kapitel 8.3.1).

Konnten durch Verbesserungsprojekte der Aufwand bei der Änderungsbearbeitung reduziert werden, muss geprüft werden, ob Change-Gates in diesem Bereich anzupassen sind. Damit wird die Möglichkeit geschaffen, in die Detaillierung eines anderen Bereichs einzusteigen und hier ein neues Gate zu definieren. Diese Ableitung und Initiierung sollte Aufgabe des Änderungsleitstands sein und in regelmäßigen Abständen – beispielsweise einer jährlichen Auswertung – Gegenstand der Untersuchung sein.

Auswirkungen auf die Produktkonfiguration: Bei den Auswertungen der Änderungsdokumentation ist zu prüfen, ob sich durch Anpassungen in der Produktkonfiguration Änderungen bereits in der Angebotsphase vermeiden lassen. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass Änderungen vollständig vermieden werden können. Bei vielen Auftragsänderungen ist allerdings unklar, ob wirklich die Änderung des Kundenwunsches hinter der Auftragsänderung steckt, oder ob sich die Auftragsänderung beispielsweise durch eine optimierte Kommunikation mit dem Kunden vermeiden lässt. Diese Kommunikation kann

dann standardmäßig in die Logik eines Produktkonfigurators implementiert werden.

Abschließend bleibt anzumerken, dass die Entscheidungen über die Durchführung einer Änderung oder die Weitergabe der Kosten an den Kunden gemeinsam mit Vertrieb und weiteren Entscheidern zu treffen bleibt. Das vorgestellte Konzept bietet mit der Unterstützung zur schnellen zeitlichen und inhaltlichen Einordnung einer Auftragsänderung optimale Unterstützung zum Management von Kundenänderungen.

9 Validierung: Implementierung des Kundenänderungsmanagements

Ziel dieses Kapitels ist die Validierung von Vorgehensweise und Nutzen des Modells zur Implementierung des Kundenänderungsmanagements anhand eines Praxisbeispiels. Die Maschinen eines Unternehmens aus dem Maschinen- und Anlagenbau stellen den Anwendungsfall des vorgestellten Vorgehensmodells dar. Das Unternehmen und das Forschungsprojekt WPSlive, in dessen Rahmen die vorliegende Arbeit entstand, werden daher in Kapitel 9.1 beschrieben. Anschließend folgt in Kapitel 9.2 die Anwendung des vorliegenden Ansatzes. Firmenspezifische Daten – z.B. bei der Änderungsanalyse und der Darstellung der Unternehmensprozesse – werden aus Gründen der Vertraulichkeit anonymisiert. Dies hat jedoch keine Auswirkungen auf die Aussagekraft der Ergebnisse und Verständlichkeit der Vorgehensweise.

9.1 *Das Anwendungsunternehmen*

Der Validierungspartner produziert kundenspezifische Maschinen und Anlagen für die Holzbearbeitung. Dabei wird ein Mix aus begrenzt konfigurierbaren Maschinen mit wenigen standardisierten Optionen bis hin zu komplett frei konfigurierbaren Maschinen, mit zum Teil nur vorgedachten technischen Lösungen entwickelt und vertrieben. Das Angebot erstreckt sich von der Einzelmaschine bis hin zur kompletten Fabrikausrüstung, um die unterschiedlichsten internationalen Märkte vom Handwerk bis zum Möbelmassenfertiger bedienen zu können. In der folgenden Abbildung 9-1 ist das Unternehmen nach den Charakteri-

sierungskriterien eines Auftragsfertigers detailliert beschrieben (siehe Kapitel 3.1).

	Merkmal	Merkmalausprägungen des Anwendungsunternehmens				
Initial-merkmal	Auftragsauslösungsart	Produktion auf Bestellung mit Einzelaufträgen	Produktion auf Bestellung mit Rahmenaufträgen	Kundenanonyme Vor-/ kundenauftragsbezogene Endproduktion	Produktion auf Lager	
	Erzeugnismerkmale	Erzeugnisspektrum	Erzeugnisse nach Kundenspezifikation	Typisierte Erzeugnisse mit kundenspezifischen Varianten	Standarderzeugnisse mit Varianten	Standarderzeugnisse ohne Varianten
Erzeugnisstruktur		Mehrteilige Erzeugnisse mit komplexer Struktur		Mehrteilige Erzeugnisse mit einfacher Struktur	Geringteilige Erzeugnisse	
Dispositionsmerkmale	Ermittlung d. Erzeugnis-/Komponentenbedarfs	Bedarfsorientiert auf Erzeugnisebene	Erwartungs- u. bedarfsorientiert auf Komponentenebene	Erwartungsorientiert auf Komponentenebene	Erwartungsorientiert auf Erzeugnisebene	Verbrauchsorientiert auf Erzeugnisebene
	Auslösung des Sekundärbed.	Auftragsorientiert		Teilw. Auftragsorientiert/ teilw. Periodenorientiert		Periodenorientiert
	Beschaffungsart	Weitgehender Fremdbezug		Fremdbezug im größerem Umfang		Fremdbezug unbedeutend
	Bevorratung	Keine Bevorratung von Bedarfspositionen	Bevorratung von Bedarfspositionen auf unteren Strukturebenen		Bevorratung von Bedarfspositionen auf oberen Strukturebenen	Bevorratung von Erzeugnissen
Fertigungsmerkmale	Fertigungsart	Einmalfertigung	Einzel- und Kleinserienfertigung	Serienfertigung	Massenfertigung	
	Ablaufart in Teilefertigung	Werkstattfertigung	Inselfertigung	Reihenfertigung	Fließfertigung	
	Ablaufart in Montage	Baustellenmontage	Gruppenmontage	Reihenmontage	Fließmontage	
	Fertigungsstruktur	Fertigung mit hohem Strukturierungsgrad (Anz. < 10)	Fertigung mit mittlerem Strukturierungsgrad (10 < Anz. < 20)		Fertigung mit geringem Strukturierungsgrad (Anz. > 20)	
	Kundenänderungseinflüsse	Änderungseinflüsse in größerem Umfang	Änderungseinflüsse gelegentlich		Änderungseinflüsse unbedeutend	

Abbildung 9-1: Betriebsmorphologie des Anwendungsunternehmens i. A. a. [Sch 2006b]

Bei der Firma handelt es sich demnach um einen im Maschinen- und Anlagenbau typischen Auftragsfertiger. Lediglich bei der Fertigungsstruktur sind Abweichungen zu den Kriterien von SCHUH / SCHMIDT erkennbar: Diese definieren einen Auftragsfertiger mit hohem bis mittlerem Strukturierungsgrad, das Unternehmen weist einen geringen Strukturierungsgrad auf. Dies schränkt jedoch die grundsätzliche Übertragbarkeit der Anwendung auf eine Vielzahl ähnlicher Unternehmen nicht ein, da der Strukturierungsgrad im Vorgehensmodell nicht als

Voraussetzung betrachtet wird, sondern im Rahmen der Modularisierung in die Gestaltung einfließt.

Das durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreute Forschungsprojekt „WPSlive – Ein wandlungsfähiges sozio-technisches Produktionssystem“ startete 2010 unter der Koordination des Fraunhofer IPA. Gemeinsam mit den Partnern aus Forschung und Industrie [Bau 2013] wird in der dreijährigen Laufzeit ein Referenzmodell für eine wandlungsfähige Produktion aufgestellt [Fra 2009].

Es werden Methoden und Prozesse entwickelt und softwaretechnisch in Prototypen implementiert, um Unternehmen bei einer anforderungsgerechten wandlungsfähigen Abwicklung der Kundenaufträge über den gesamten Auftragsabwicklungsprozess zu unterstützen.

9.2 Vorgehen zur Implementierung des Kundenänderungsmanagements

Im Folgenden wird das Modell zur Implementierung des Kundenänderungsmanagements erläutert. Dies umfasst die Analyse der Kundenänderungen sowie im Anschluss die Bildung von Prozessmodulen, die Einführung der Change-Gates und die Anwendung der klassenspezifischen Maßnahmen.

9.2.1 Ausgangssituation

Wie viele andere Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus steht der Validierungspartner vor den bereits in Kapitel 1.2 beschriebenen Herausforderungen: Kundenänderungen sind ein wesentlicher Wandlungstreiber. Über den gesamten Auftragsabwicklungsprozess treten Änderungen mit mehr oder weniger

gravierenden Auswirkungen auf. Klare Aussagen zu Änderungsursachen, Art und vor allem Anzahl und Zeitpunkt der Änderungen können jedoch nicht getroffen werden, da diese nicht systematisch erfasst, sondern vielmehr individuell bearbeitet werden. Es existieren bislang keine eindeutig definierten Prozesse zum Umgang mit Kundenänderungen, die Bearbeitung ist zumeist von den beteiligten Mitarbeitern abhängig. Kundenänderungen in Verbindung mit der Forderung nach immer kürzeren Lieferzeiten sind die Herausforderungen, die das Unternehmen dazu bewegen, ein systematisches Kundenänderungsmanagement zu implementieren. Das hier entwickelte Vorgehensmodell soll unterstützen, Kundenänderungen künftig beherrschbar und im Idealfall vermeidbar zu machen. Die schnellere und effektivere Bearbeitung dieser Änderungen soll unterstützen, Störungsauswirkungen im Auftragsabwicklungsprozess nicht geänderter Produkte, also im Standardprozess, deutlich zu verringern.

9.2.2 Analyse und Rahmenbedingungen

Schritt 1: Analyse Kundenänderungen und Schaffung der Rahmenbedingungen

Erster Schritt zur Erlangung dieser Transparenz ist im Vorgehensmodell die detaillierte Analyse von Anzahl, Schwere und Zeitpunkt der Kundenänderungen im Auftragsabwicklungsprozess. Es wurde die in Kapitel 6.1 beschriebene Systematik zur Analyse von Kundenänderungen angewendet. Datenauswertungen über einen Untersuchungszeitraum von zwei Jahren lieferten eine übersichtliche und aussagekräftige Darstellung über Anzahl, Schwere und Zeitpunkt der Kundenänderungen (Abbildung 9-2).

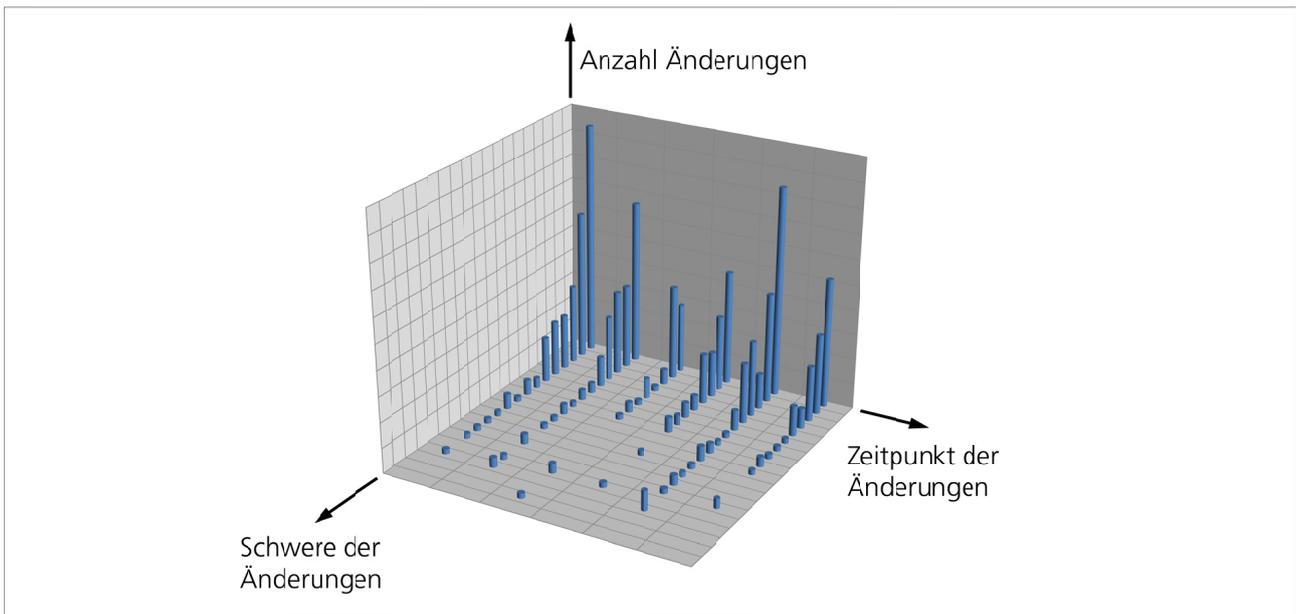


Abbildung 9-2: Ergebnisse der Analyse der Kundenänderungen

Folgende Kernaussagen der Analyse sind ersichtlich:

- Zeitpunkt: Kundenänderungen treten im gesamten Betrachtungsbereich auf.
- Schwere: Bei den meisten Änderungen sind nur wenige Auftragspositionen betroffen. Auch Änderungen mit mittlerer und hoher Änderungskomplexität sind über den gesamten Betrachtungsbereich vorhanden.
- Anzahl: Häufungen liegen unmittelbar zu Beginn der Auftragsbearbeitung und vor der Abnahme des Produkts durch den Kunden vor.

Die notwendigen Daten für die Auswertungen waren überwiegend vorhanden, wurden allerdings bis dahin nicht zur systematischen Analyse von Kundenänderungen verwendet. Erste Transparenz in Anzahl, Schwere und Zeitpunkt der Änderungen brachte die umfassende Auswertung und Darstellung. Dies unterstrich somit die hohe Komplexität im Umgang mit Kundenänderungen, die bis dahin

lediglich vermutet werden konnte: Abbildung 9-2 zeigt, dass über den gesamten Auftragsabwicklungsprozess eine Vielzahl an Kundenänderungen auftritt.

Mit der Einrichtung eines Änderungsleitstands können die organisatorischen Voraussetzungen geschaffen werden. Die Aufgaben dieser zentralen Stelle zur Koordination von Kundenänderungen sollen dabei in die bestehenden Strukturen integriert werden. Im sogenannten Auftragsleitstand kann also sowohl die zeitliche und kapazitive Planung und Steuerung aller Aufträge als auch die Erfassung, Bewertung und Steuerung der Kundenänderungen erfolgen.

9.2.3 *Modularisierung und Einführung der Change-Gates*

Schritt 2: Prozesserfassung und –abbildung

Die Modularisierung auf Ebene der Haupt- und Teilprozesse baut auf der vorhandenen Prozessdokumentation des Unternehmens auf. Erforderlich war die Überprüfung der Dokumentation auf Vollständigkeit und Aktualität sowie die Ergänzung und Detaillierung einzelner Prozessmodule. Die Darstellung der Prozesse erfolgte nach dem BPMN-Schema (Abbildung 9-3).

Schritt 3: Definition von Prozessmodulen

Die Festlegung des Gestaltungsbereichs war eindeutig: In Abbildung 9-2 sind zwar Häufungen zu Beginn und gegen Ende der Bearbeitung erkennbar, jedoch treten Kundenänderungen über den gesamten Auftragsabwicklungsprozess auf. Der Gestaltungsindex G (siehe Kapitel 7.2.1) wurde mit $g = 10 \%$ berechnet. Doch selbst bei dem am geringsten von Änderungen betroffenen Modul lag die Anzahl der Änderungen um ca. ein vierfaches über diesem Gestaltungsindex. Der Gestaltungsbereich umfasst demnach alle Module und reicht von der Auftragsbestätigung bis zur Abnahme durch den Kunden.

Wesentliche Kriterien zur Bildung der Prozessmodule waren der Informationsfluss und die an den Prozessen beteiligten Ressourcen. Wie in Abbildung 9-3 zu erkennen ist, erleichtert die Darstellung nach der BPMN die Modularisierung erheblich. Es ist unmittelbar ersichtlich, zwischen welchen Prozessgruppen wenige Abhängigkeiten im Informationsfluss bestehen, verbunden meist mit dem Übergang von Verantwortlichkeiten.

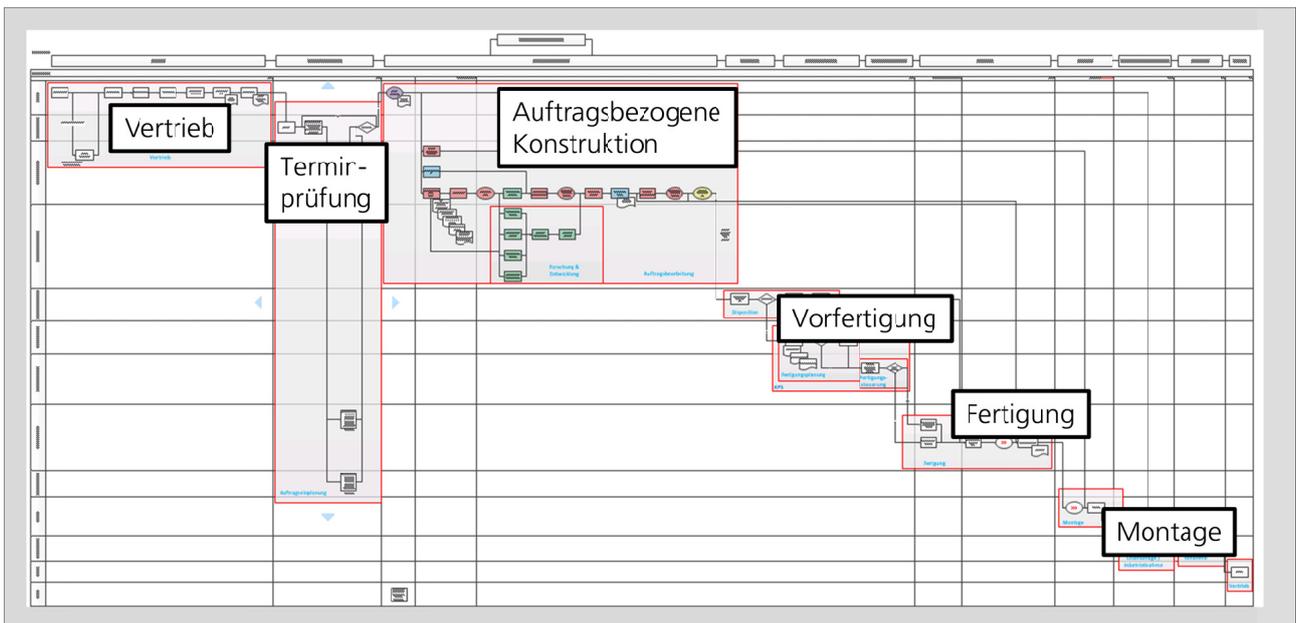


Abbildung 9-3: Prozessmodularisierung beim Anwendungsunternehmen (schematische Darstellung)

Im nächsten Schritt ist die detaillierte Modularisierung einzelner Teilbereiche vorzunehmen. Es waren im Vorfeld kaum Daten über die tatsächlichen Auswirkungen der Kundenänderungen vorhanden. Daher wurden im Rahmen eines einmonatigen Auswertzeitraums die Kosten je Bereich manuell erfasst. Dies geschah durch Auswertungsbögen in allen Bereichen: Kosten der Koordination, Anpassung, internen Abklärung, Stornierung und Beschaffung wurden damit erfasst (siehe hierzu auch Kapitel 7.2.3). Als Ergebnis war der Bereich der auftragsbezogenen Konstruktion einer detaillierten Betrachtung zu unterziehen:

Hier entsteht ein wesentlicher Teil der Änderungskosten, da nahezu jeder Änderungsauftrag in diesem Prozessmodul bearbeitet wird.

Anschließend wurden die Module auf Ebene der Teilprozesse definiert: Im Hauptprozessmodul der auftragsbezogenen Konstruktion wurden unter Berücksichtigung der folgenden Kriterien die mechanische Konstruktion und die elektrische Konstruktion als eigenständige Module identifiziert. Die hierfür angefertigte Prozessabhängigkeitsmatrix in Abbildung 9-4 zeigt, dass zwischen den Bereichen der mechanischen Konstruktion (Prozessschritte 1 bis 10) und elektrischen Konstruktion (Prozessschritte 11 bis 15) wenige Abhängigkeiten bestehen.

		Prozessschritte															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Prozessschritte	1		x			x											
	2			x	x		x	x	x	x							
	3				x		x	x	x	x							
	4					x											
	5											x					
	6										x						
	7										x						
	8										x						
	9											x					
	10												x				
	11													x	x	x	
	12														x	x	
	13															x	x
	14																x
	15																

Abbildung 9-4: Prozessabhängigkeitsmatrix im Modul "Auftragsbezogene Konstruktion"

Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen sind diese Tätigkeitsbereiche nahezu überschneidungsfrei organisiert – der Verflechtungsgrad ist bei wenigen vorhandenen Schnittstellen gering – und werden somit als eigenständige Module auf Ebene der Teilprozesse definiert.

Schritt 4: Definition der Change-Gates

Der in Kapitel 7.3 beschriebenen Zielsetzung – Transparenz, Kosten, Qualität und Zeit – und Wirkungsweise von Change-Gates folgend, wurden in diesem Unternehmen vier Change-Gates definiert. Grundlage für die Definition der Change-Gates waren die im Vorgehensmodell definierten Kriterien: Übergänge von Verantwortlichkeiten, Kostensprünge und Planungspunkte wurden berücksichtigt, der gewichtigste Faktor war jedoch die zielgerichtete Eingrenzung der Änderungsauswirkungen auf spezielle Module (Abbildung 9-5). Insbesondere sollte die Zuordnung der Auswirkungen von Kundenänderungen in der auftragsbezogenen Konstruktion durch die Definition der Change-Gates in diesem Abschnitt des Auftragsabwicklungsprozesses unterstützt werden.

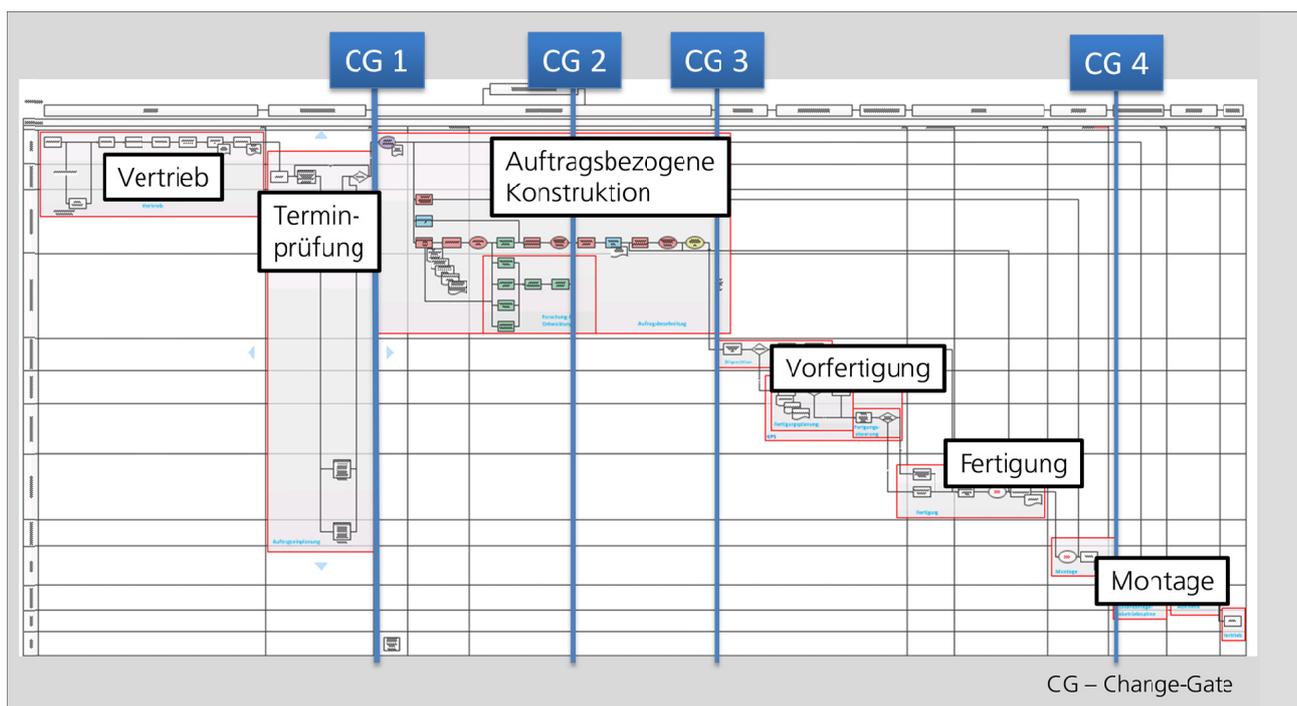


Abbildung 9-5: Definition der Change-Gates beim Anwendungspartner

Change-Gate 1: Freigabe Kundenauftrag. Bei der Definition dieses Change-Gates war der Übergang von der Verantwortlichkeit der Terminprüfung zur Auf-

tragsbearbeitung ausschlaggebendes Kriterium. An dieser Stelle wird der Auftrag – verbunden mit einem konkreten Termin – von der Planung in die Konstruktion weitergegeben. Eine Änderung, die vor diesem Change-Gate auftritt, hat insbesondere aufgrund der nicht fest definierten Termine und der noch nicht begonnenen konstruktiven Arbeit geringe Auswirkungen. Kundenänderungen, die nach Überschreiten dieses Punktes auftreten, sind daher mit großen Auswirkungen verbunden.

Change-Gate 2: Freigabe auftragsbezogene elektrische Konstruktion. Das zweite Change-Gate wurde am Übergang von der mechanischen zur elektrischen Konstruktion definiert. Wie bereits beschrieben, fehlte die Transparenz über die Kundenänderungen im Betrachtungsbereich. Mit Hilfe der durchgeführten Kostenanalyse wurde deutlich, dass ein wesentlicher Teil der Änderungskosten im Bereich der auftragsbezogenen Konstruktion zu finden war. Die Definition dieses Change-Gates hilft im Bereich der Konstruktion, eine höhere Transparenz zu erlangen und Maßnahmen zur Prozessverbesserung abzuleiten. Mit Hilfe dieses Change-Gates können Auswirkungen von Änderungen zielgerichtet der mechanischen und elektrischen Konstruktion zugeordnet werden.

Change-Gate 3: Produktionsfreigabe. Mit der Freigabe an die Produktion ist die auftragsbezogene Prüfung abgeschlossen. An diesem Punkt wurde ein Change-Gate definiert, um im Änderungsfall umgehend die Zuordnung zu den zwei räumlich und organisatorisch stark getrennten Bereichen der Konstruktion und Fertigung treffen zu können. Zudem hilft auch dieses Change-Gate den im Fokus der Betrachtung stehenden Bereich der Konstruktion abzugrenzen.

Change-Gate 4: Start Montage. An dieser Stelle im Auftragsabwicklungsprozess wurde das vierte Change-Gate definiert, da der Montagestart einen zentralen

Planungspunkt darstellt: Termine in den vorgelagerten Bereichen werden direkt von diesem Termin abgeleitet. Die Montage wurde in den letzten Jahren erfolgreich in einer Linienfertigung organisiert. Wird eine Maschine an diesem Punkt in die Montage übergeben, sind Änderungen wesentlich schwerwiegender. Eine Verzögerung aufgrund einer Änderung hat Folgen für alle Maschinen in dieser Linie, da diese in einem fest definierten Takt bearbeitet werden.

Die Change-Gates 1 bis 3 sind demnach so definiert, um im ersten Schritt besonderes Augenmerk auf das aktuell am stärksten von Kundenänderungen betroffene Modul der auftragsbezogenen Konstruktion zu legen. Sind die Änderungsaufwände durch eine erfolgreiche Umsetzung prozessverbessernder Maßnahmen reduziert, sollte überprüft werden, ob beispielsweise Change-Gate 2 wieder entfernt werden kann. Dafür könnte mit einem zusätzlichen Change-Gate in der Fertigung das Augenmerk bei der Reduzierung von Änderungsauswirkungen auf diesen Bereich gelegt werden. Dies verdeutlicht, dass mit Hilfe des Vorgehensmodells kein starres Änderungsmanagement eingeführt, sondern vielmehr die Möglichkeit geschaffen wurde, Change-Gates – und damit das Management von Kundenänderungen – flexibel an sich ändernde Rahmenbedingungen anpassen zu können.

9.2.4 Implementierung des Kundenänderungsmanagements

Schritte 5 und 6: Ableitung klassenspezifischer Handlungsempfehlungen

Zunächst wurden die Kriterien zur Bewertung von Schwere und Bearbeitungsfortschritt von Kundenänderungen festgelegt.

Die in Kapitel 8.1.1.1 definierte Klassifizierung des Fortschritts wurde umgesetzt:

- Kein Change-Gate verletzt → „Unkritisch bewerteter Bearbeitungsfortschritt“
- Ein Change-Gate verletzt → „Evtl. kritisch bewerteter Bearbeitungsfortschritt“
- Zwei oder mehr Change-Gates verletzt → „Kritisch bewerteter Bearbeitungsfortschritt“

Zur inhaltlichen Bewertung der Änderungsschwere wurden aufbauend auf den in Kapitel 8.1.1.2 beschriebenen Kriterien die in der folgenden Abbildung 9-6 zusammengefassten Ausprägungen definiert.

Kriterium	Ausprägungen			
Produktfamilie	A		B	C
Änderungsklasse	Maschinenleistung	Werkstück	Fertigungsprozess	Bauliche Rahmenbedingungen
Sonderentwicklung des geänderten Bauteils	Standard → Standard	Standard → Sonder	Sonder → Standard	Sonder → Sonder
Kundenindividualisierungsgrad	Kommissionsneutrales Teil		Kundenspezifisches Teil	
Zu änderndes Bauteil	Langläufer	Vormontierte Baugruppe	Software	
Änderungsumfang (Anzahl Positionen)	5	5 bis 15	> 15	

Abbildung 9-6: Kriterien und Ausprägungen zur Bewertung der Schwere einer Kundenänderung

Es hat sich gezeigt, dass die im Vorgehensmodell zur Implementierung des Kundenänderungsmanagements definierten Kriterien eingesetzt und dementsprechend die Klassifizierungsmatrix sowie die änderungsklassenspezifischen Handlungsempfehlungen uneingeschränkt angewendet werden können. Hierdurch werden die idealen Voraussetzungen zur Verfolgung von Kundenänderungen und der daraus resultierenden Ableitung von Maßnahmen geschaffen, dies soll mit den folgenden Beispielen verdeutlicht werden.

Beispiel 1: Eine Änderung, die während der elektrischen Konstruktion auftritt und Prozesse in der mechanischen Konstruktion betrifft, wird als „zeitlich eventuell kritisch“ eingestuft, da bereits ein Change-Gate verletzt wurde. Darüber hinaus ist diese Änderung inhaltlich anhand der oben genannten Kriterien als „unerheblich“ eingestuft und daher der „Änderungsklasse C“ zugeordnet worden. In diesem Fall ist für den Änderungsleitstand schnell ersichtlich, dass zwar nur wenige Einzelprozesse betroffen sind. Um den Termin jedoch nicht zu gefährden, muss diese Änderung möglichst schnell in der mechanischen Konstruktion bearbeitet und zudem die entsprechende Stelle in der elektrischen Konstruktion informiert werden. Mehraufwände durch eine Weiterbearbeitung in der elektrischen Konstruktion sind dadurch vermeidbar, die Gefahr einer Terminverschiebung sinkt durch die koordinierende Tätigkeit des Änderungsleitstands.

Beispiel 2: Im zweiten Beispiel soll eine während der Montage auftretende Änderung betrachtet werden. Die Änderung einer hohen Anzahl betroffener Positionen erfordert eine umfangreiche mechanische und elektrische Neukonstruktion: Es sind also bereits drei Change-Gates durchschritten. Verbunden mit der „gravierenden Schwere“ führt der als „kritisch“ bewertete Bearbeitungsfortschritt zur Einordnung in die „Änderungsklasse A“. Eine zeitliche und kapazitive Umplanung ist in diesem Fall kaum vermeidbar. Die Verschiebung des Liefertermins muss umgehend mit dem Kunden abgestimmt werden. Darüber hinaus müssen die beteiligten Prozessmodule informiert werden, mit Verantwortlichen der Montage ist zudem die Möglichkeit eines „Ausschleusens“ aus der Montagelinie und die Weiterbearbeitung dieser Maschine zu prüfen. In der Bearbeitung dieser Änderung ist weiter eine permanente Abstimmung der einzelnen

beteiligten Prozesse unter der Koordination des Änderungsleitstands erforderlich.

Schritt 7: Durchgängige Erfassung und Verfolgung von Kundenänderungen

Wie in Kapitel 8.2 beschrieben, wurde beim Anwendungspartner ein Formblatt zur Änderungserfassung definiert, das die dort definierten Daten enthält.

Die Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen aus der Erhebung von Ort, Zeitaufwand und Kosten der Änderung kann umfassend erst nach einer Einsatzdauer von einigen Monaten erfolgen, da zunächst die dafür notwendige Datenbasis aufgebaut werden muss. Es zeigte sich jedoch, dass schon nach kurzer Einsatzdauer des Kundenänderungsmanagements Möglichkeiten zur Prozessverbesserung identifiziert werden konnten. So ist zum Beispiel ein Prozess im Modul der elektrischen Konstruktion – die Konfiguration der Mensch-Maschine-Schnittstelle – von vielen Änderungen betroffen, da diese bei jeder Änderung erneut erfolgen muss. Eine Durchführung zu einem späteren Zeitpunkt im Auftragsabwicklungsprozess ist jedoch möglich, da diese Schnittstelle erst in der Endmontage benötigt wird. Dadurch lässt sich der Aufwand für die Bearbeitung von Änderungen in diesem Prozess erheblich reduzieren.

9.2.5 Schlussfolgerung

Das Vorgehensmodell zur Implementierung eines meilensteingestützten Kundenänderungsmanagements konnte erfolgreich validiert werden.

Es zeigte sich, dass die umfangreiche Analyse von Anzahl, Zeitpunkt und Schwere der Kundenänderungen zwingende Voraussetzung für das weitere Vorgehen ist. Die Analyseergebnisse und deren übersichtliche Darstellung tragen zu einer

höheren Transparenz und einem besseren Verständnis der Änderungskomplexität bei.

Prozessmodularisierung und die Einführung der Change-Gates konnten nach der definierten Vorgehensweise erfolgreich erprobt werden. Schon die Auseinandersetzung mit Gestaltungsbereich und Prozessmodularisierung half, das Verständnis weiter zu vertiefen. Der Zweck der Prozessmodularisierung konnte durch das aufgezeigte Beispiel zur Prozessverbesserung verdeutlicht werden und überzeugte die Anwender: Auswirkungen von Kundenänderungen lassen sich so auf einzelne Module beschränken. Die Möglichkeit zur Prozessanpassung und damit die Wandlungsfähigkeit der Auftragsabwicklung kann durch die Modularisierung deutlich gesteigert werden.

Change-Gates und die Kriterien zur Bewertung einer Kundenänderung konnten als sinnvolles Hilfsmittel insbesondere bei der Erlangung der schnellen Transparenz der Auswirkungen einer einzelnen Kundenänderung identifiziert werden. Darauf aufbauend wurden Handlungsempfehlungen in enger Abstimmung erarbeitet, so wurde schon in der Konzeption die Anwendbarkeit mit Fachexperten des Unternehmens diskutiert und bestätigt.

Erste Erfolge zeigten sich schnell, die Ableitung von Maßnahmen zur Prozessverbesserung bedarf jedoch einer längeren Anwendungsdauer und konnte nicht abschließend validiert werden. Mit fortschreitender Einsatzdauer werden diese Erkenntnisse spezifischer.

Mit der Validierung konnte die Anwendbarkeit und Praxistauglichkeit des Vorgehensmodells zur Implementierung des Kundenänderungsmanagements mit den folgenden wesentlichen Vorteilen verdeutlicht werden:

- Transparenz über die Auswirkungen von Kundenänderungen

- Schnelle Bewertung von Kundenänderungen
- Klassifizierungsmatrix zur Ableitung änderungsspezifischer Maßnahmen
- Möglichkeit zur permanenten Adaption an sich ändernde Rahmenbedingungen

Die Anwendung und vor allem die Ableitung von Maßnahmen muss jedoch permanente Aufgabe des Änderungsleitstands sein.

10 Zusammenfassung und Ausblick

10.1 Zusammenfassung

Zunehmender weltweiter Wettbewerb sowie die schnelle Veränderung der Rahmenbedingungen führen zu immer stärkeren Turbulenzen weltweit wie auch im Auftragsabwicklungsprozess der Unternehmen. Diese sehen sich gezwungen, auf heterogenen Märkten umgehend anpassbar zu sein, sich demnach wandlungsfähig aufzustellen. Der optimale Umgang mit einer zunehmenden Variantenvielfalt und der daraus resultierenden häufigen Kundenänderungen ist entscheidendes Kriterium, sich zukünftig Wettbewerbsvorteile zu sichern.

Bei Produkten, die auftragsorientiert und überwiegend kundenindividuell gefertigt werden, sind Änderungen am bestätigten Auftrag bei vielen Unternehmen an der Tagesordnung. Durch eine Vielzahl an parallel auftretenden Änderungen und deren Diversität in Schwere und Auftrittszeitpunkt im Auftragsabwicklungsprozess ergibt sich der Bedarf zur Erhöhung der Transparenz bzgl. der Auswirkungen und der zielgerichteten Abwicklung dieser Änderungen. Hier leistet das Vorgehensmodell zur Implementierung eines meilensteingestützten Kundenänderungsmanagements mit den folgenden drei Kernbausteinen einen entscheidenden Beitrag.

- Analyse von Kundenänderungen
- Prozessmodularisierung und Meilensteinkonzept
- Management von Kundenänderungen

Erster Schritt zur Quantifizierung des Kundenänderungsverhaltens ist die Analyse von Kundenänderungen. Die vorgestellte Systematik zur Auswertung der unternehmensspezifischen Daten nach einem allgemein gültigen Vorgehen liefert eine übersichtliche Darstellung von Anzahl, Schwere und Zeitpunkt der Kundenänderungen. Durch diese kombinierte Sicht der gestaltungsrelevanten Parameter sind die Voraussetzungen für ein ganzheitliches Kundenänderungsmanagement geschaffen.

Prozessmodularisierung und Meilensteinkonzept sind der stabile Rahmen, innerhalb dessen die flexible Bearbeitung von Kundenänderungen ermöglicht wird. Aufbauend auf der Prozessaufnahme und der Modularisierung der Prozesse auf Haupt- und Teilprozessebene wurden Change-Gates zur schnellen Bewertung des zeitlichen Fortschritts einer Änderung implementiert. Modulare Prozesse helfen, die Auswirkungen der Kundenänderungen auf Teilbereiche des gesamten Auftragsabwicklungsprozesses zu reduzieren sowie die betroffenen Prozesse schnell zu identifizieren und in die Änderungsbearbeitung einzubeziehen. Die Change-Gates unterstützen bei der umgehenden Bewertung des Auftragsfortschritts im Änderungsfall. Prozessmodularisierung und Meilensteinkonzept sind somit die Voraussetzungen für das Management von Kundenänderungen.

Im Anschluss an Analyse, Prozessmodularisierung und Meilensteinkonzept wurde das Management von Kundenänderungen eingeführt. Mit Hilfe der Change-Gates sowie Kriterien zur Bewertung der Schwere können auftretende Kundenänderungen zeitlich und inhaltlich in einer Matrix klassifiziert werden. Die Ableitung von klassenspezifischen Handlungsempfehlungen hilft, umgehend und anforderungsgerecht auf Änderungen zu reagieren, ohne jede einzelne Änderung erneut bewerten zu müssen. Abschließend dient die durchgängige Erfas-

sung von Kundenänderungen der Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen und der kontinuierlichen Adaption des Kundenänderungsmanagements selbst.

Das Modell leistet damit einen wichtigen Beitrag sowohl zur Vermeidung als auch Beherrschung von Kundenänderungen. Die Analyse bringt die notwendige Transparenz, Prozessmodularisierung und Change-Gates sind Voraussetzung für das ganzheitliche Management von Kundenänderungen. Darüber hinaus werden Handlungsempfehlungen für einzelne Änderungen sowie zur Optimierung der Änderungsprozesse insgesamt gegeben. Zudem ist das Vorgehen darauf ausgelegt, nicht einmalig implementiert zu werden, sondern sich permanent an sich ändernde Rahmenbedingungen anpassen zu können.

10.2 Kritische Würdigung

Die Anforderungen formaler Art und solche aus der Zielsetzung an das Vorgehensmodell konnten uneingeschränkt erfüllt werden. Die Schaffung von Transparenz in der Betrachtung von Kundenänderungen war Inhalt des ersten Schritts des Vorgehensmodells, der Änderungsanalyse. Hier wurden alle relevanten Faktoren – Anzahl, Schwere und Zeitpunkt der Kundenänderungen im Auftragsabwicklungsprozess – betrachtet und übersichtlich dargestellt.

Insbesondere der direkte Realitätsbezug und die allgemeine Gültigkeit des Vorgehensmodells konnten im Laufe der Erläuterungen wie auch durch die Anwendung in einem Industrieunternehmen gezeigt werden. Die erfolgreiche Anwendung des Modells in einem Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus zeigt die Übertragbarkeit des Modells auf zahlreiche Firmen.

Zudem konnte verdeutlicht werden, dass der Aufwand zur Implementierung des Kundenänderungsmanagements und der kontinuierlichen Nutzung und Ablei-

tung von Verbesserungsmaßnahmen vertretbar ist: Vor allem durch die Anwendung der klassenspezifischen Maßnahmen und die Ableitung von Prozessverbesserungen ist ein hoher Nutzen bei der Einführung eines Kundenänderungsmanagements zu erwarten.

Eine weitere zentrale Anforderung war, nicht lediglich ein Modell zur einmaligen Einführung des Kundenänderungsmanagements, sondern vielmehr ein wandlungsfähiges Konzept zur langfristigen Nutzung zu entwickeln. Die Rahmenbedingungen der Prozessmodularisierung und Meilensteine wurden wie gezeigt im Hinblick auf diese Forderung erarbeitet und bieten die Möglichkeit, sich an ändernde Rahmenbedingungen anpassen zu können.

Kritisch anzumerken bleibt, dass das Vorgehensmodell keine Hilfestellung zum strategischen Umgang mit Kundenänderungen liefern will. Die Frage, ob und in welchem Umfang Kundenänderungen zugelassen werden, ist bei der Auslegung des Gestaltungsbereichs in die Betrachtung eingeflossen. Eine Empfehlung zur Kostenweitergabe im Rahmen des Claim Managements ist nicht Zielsetzung des Vorgehensmodells.

10.3 *Ausblick und weiterer Forschungsbedarf*

Potenziale für weiterführende Arbeiten auf Basis der hier gewonnenen Erkenntnisse aus der Entwicklung des Vorgehensmodells und der Anwendung im Unternehmen werden in den folgenden Themenfeldern gesehen:

Die softwaretechnische Umsetzung einer durchgängigen Erfassung und Verfolgung von Kundenänderungen verspricht weitere Nutzenpotenziale. Gerade im Tagesgeschäft erleichtert die automatisierte Datenerfassung das Management von Kundenänderungen, da der Erfassungs- und Verfolgungsaufwand erheblich

reduziert werden kann. Viele der benötigten Daten sind in den vorhandenen Unternehmenssystemen vorhanden. Hier bedarf es einer Untersuchung der notwendigen und in dieser Arbeit definierten Daten auf die Möglichkeit zur Erfassung und das Potenzial zur automatisierten Maßnahmenableitung. Insbesondere die Verknüpfung der vorhandenen Systeme und die aufwandsarme Erfassung und Weitergabe der Daten sollte im Vordergrund der Betrachtung stehen. Beispielsweise könnten die in dieser Arbeit definierten Kennzahlen zur Bewertung von Kundenänderung in einem Produktkonfigurator genutzt werden, um frühzeitig häufig auftretende Kundenänderungen zu vermeiden.

Weiter wurde die Nutzung der Erkenntnisse als Input für ein konsequentes Claim Management nicht betrachtet. Es müssten Strategien entwickelt werden, die aufbauend auf einer der Analyse der Änderungen ein ganzheitliches Claim Management ermöglichen und Rückschlüsse auf das Management von Kundenänderungen zulassen. Dafür müssten die in dieser Arbeit grob definierten Kosten – z.B. zur Messung des Änderungsaufwands – weiter detailliert werden, z.B. beginnend bei einer Logik zur Bewertung der Wichtigkeit einzelner Baugruppen.

Mit dieser Ergänzung des entwickelten Vorgehensmodells zur Implementierung des Kundenänderungsmanagements ließen sich weitere Nutzenpotenziale erschließen, das Management von Kundenänderungen optimieren und damit die Wandlungsfähigkeit von Unternehmen steigern, um auch langfristig auf turbulenten Märkten wettbewerbsfähig zu bleiben. Beispielsweise sind Konzepte vorstellbar, die auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse eine Aussage über die „optimale Variantenanzahl“ eines Unternehmens ermöglichen. Hierfür muss das Management von Kundenänderungen nicht wie bisher reaktiv, sondern vielmehr aktiv weiterentwickelt werden.

11 Summary and future prospects

11.1 Summary

Increasingly fierce global competition and the rapid changes in the overall conditions are resulting in greater and greater turbulence all over the world – as well as in companies' order fulfilment process. Companies feel that they are forced to adapt to heterogeneous markets as quickly as possible and, accordingly, that they have to present themselves as being versatile. The ideal way to handle and increasing proliferation of options and the frequent customer changes which this entails is a decisive criterion in ensuring that one will have a competitive edge in the future.

Changes to confirmed orders for products which are based on orders and predominantly tailor made for each customer are the order of the day for many companies. A great number of changes occurring simultaneously and their many different degrees of severity and points of time in the order fulfilment process results in the need to increase the transparency of the effects and target-oriented handling of these changes. This is where the procedure model for implementing a customer change management system based on milestones with the following three core building blocks makes a contribution of decisive importance.

- Analysis of customer changes
- Process modularisation and milestone concept
- Customer change management

The first step towards quantifying customer change behaviour is analysing customer changes. The system presented here for evaluating customer-specific data according to a universally applicable course of action provides a concise overview of the number, severity and point in time of the customer changes. This combined view of the major design parameters creates the prerequisites for an all-round customer change management system.

Process modularisation and the milestone concept constitute the sturdy framework which enables flexible customer change processing. Change-Gates for the rapid evaluation of a change's progress in time were implemented based on process mapping and modularisation on the main process and sub-process level. Modular processes aid in reducing the customer changes' effects on portions of the overall order fulfilment process and in quickly identifying the affected processes and incorporating them into the change handling process. The Change-Gates aid in immediately evaluating the progress with the order in the event of change. This makes process modularisation and the milestone concept prerequisites for customer change management.

Customer change management was introduced subsequently to the analysis, process modularisation and milestone concept. The Change-Gates and criteria for evaluating the severity of a customer change can be used to classify any customer changes which occur in a matrix based on time and content. Deriving class-specific recommended actions aids in reacting to changes without delay in a manner which meets the requirements, without having to evaluate each individual change. In conclusion, the continuous recording of customer changes serves to derive process improvement measures and also aids in the continuous adaptation of the customer change management system.

This model thus provides a major contribution in both preventing and managing customer changes. This analysis provides the necessary transparency and process modularisation, and Change-Gates are a prerequisite for the comprehensive management of customer changes. It also provides overall recommended courses of action for individual changes and for optimising change processes. Moreover, this approach is not conceived to be implemented on a one-time basis; instead, it is designed to be constantly adaptable to changing overall conditions.

11.2 Critical appraisal

The formal requirements and the requirements for the procedure model resulting from the set objective can be met without limitation. The establishment of transparency in the examination of customer changes was the content of the first step in the procedure model - change analysis. This took all of the relevant factors (number, severity and point in time of the customer changes in the order fulfilment process) into account and presented a good overview of them.

In particular, the procedure model's direct relationship to reality and overall applicability have been demonstrated throughout the explanations as well as by applying them in an industrial company. The successful application of all three of the model's core building blocks indicates that the model can be transferred to a great number of companies.

This also made it clear that the effort in implementing the customer change management and the continuous use and derivation of improvement measures is justifiable: The application of class-specific measures and derivation of process improvements is expected to yield great benefits in introducing a customer change management system.

Another chief requirement was to develop a versatile concept for long-term use instead of a mere model for introducing a customer change management system on a one-time basis. As shown, the general conditions for process modularisation and milestones were developed with this requirement in mind and make it possible to adapt to changing general conditions.

One point to be noted with criticism is that the procedure model does not assist in the strategic handling of customer changes. The question as to whether and to what extent customer changes are permitted was taken into account in interpreting the areas of influence. Recommending cost transfer in the scope of claim management is not the objective of this procedure model.

11.3 *Future prospects and the need for further research*

Potentials for further-reaching work based on the findings obtained here from developing the procedure model and applying it at a company can be seen in the following subject fields:

The technological implementation of a software for the continuous identification and tracking of customer changes promises additional potential benefits. In daily business especially, automated data recording simplifies customer change management, since it considerably reduces recording and tracking effort. Much of the data required are already present in the company's existing systems. This requires an examination of the necessary data defined in this work for the possibility of recording and the potential to derive measures in an automated fashion. Networking existing systems and low-effort data recording and transfer in particular should take the forefront in the analysis. For instance, the parameters defined in this work for evaluating customer changes in a product configurator

could be used to prevent customer changes from occurring frequently at an early stage.

The use of the findings as input for consistent claim management was not taken into further account. Strategies have to be developed which build on an analysis of the changes to enable comprehensive claim management and allow conclusions on customer change management to be drawn. Doing so will require the expenses which are roughly defined in this work (such as those for measuring the cost and effort of the changes) to be rendered in greater detail, beginning with logic on evaluating the importance of individual structural components (for instance).

This supplementation of the procedure model developed for implementing the customer change management system makes it possible to open up additional potential benefits, to optimise customer change management and thus increase companies' versatility in order to remain able to compete in turbulent markets on the long term. For instances, concepts are conceivable which enable statements to be made on a company's 'optimal number of variants' based on the findings gained. To accomplish this, customer change management will have to be actively developed, instead of being reactive, as has been the case to date.

Literaturverzeichnis

- [Ada 1998a] Adam, Dietrich: Editorial. In: Adam, Dietrich (Hrsg.): Komplexitätsmanagement. Wiesbaden: Gabler, 1998, S. 1–4
- [Ada 1998b] Adam, Dietrich; Johannwille, Ulrich: Die Komplexitätsfalle. In: Adam, Dietrich (Hrsg.): Komplexitätsmanagement. Wiesbaden: Gabler, 1998, S. 5–28
- [All 2008] Allweyer, Thomas: BPMN - Business Process Modeling Notation - Einführung in den Standard für die Geschäftsprozessmodellierung. Norderstedt: Books on Demand, 2008
- [Ass 2000] Assmann, Gert: Gestaltung von Änderungsprozessen in der Produktentwicklung. München, Technische Universität München, Diss., 2000
- [Bae 1974] Baetge, Jörg: Betriebswirtschaftliche Systemtheorie - Regelungstheoretische Planungs-Überwachungsmodelle für Produktion, Lagerung und Absatz. Opladen: Westdeutscher Verlag, 1974
- [Bau 2003] Bauer, Siegfried: Perspektiven in der Organisationsgestaltung. In: Bullinger, Hans-Jörg; Warnecke, Hans Jürgen; Westkämper, Engelbert (Hrsg.): Neue Organisationsformen im Unternehmen - Ein Handbuch für das moderne Management. 2. Aufl. Berlin: Springer, 2003, S. 93–128
- [Bau 2012] Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA: Wandlungsfähigkeit im Auftragsabwicklungsprozess gestalten und umsetzen - Praxisrelevante Ergebnisse und Methoden. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2012
- [Bau 2013] Bauernhansl, Thomas (Hg.) (2013): Nah am Markt. Wie Wandlungsfähigkeit gelingt. Erscheint voraussichtlich November 2013. Stuttgart: LOG_X Verlag GmbH.
- [Bec 2005] Becker, Jörg (Hrsg.); Kugeler, Martin (Hrsg.); Rosemann, Michael (Hrsg.): Prozessmanagement - Ein Leitfaden zur prozessorientierten Organisationsgestaltung. 5. überarb. u. erw. Auflage. Berlin: Springer, 2005

- [Bel 2008] Belener, Peter Martin: Technisches Änderungsmanagement modularer Produkte und Prozesse. Bochum, Ruhr Universität Bochum, Diss., 2008
- [Ber 1998] Berens, Wolfgang; Schmitting, Walter: Controllinginstrumente für das Komplexitätsmanagement: Potentiale des internen Rechnungswesens. In: Adam, Dietrich (Hrsg.): Komplexitätsmanagement. Wiesbaden: Gabler, 1998, S. 97–110
- [Ber 2003] Berlak, Joachim: Methodik zur strukturierten Auswahl von Auftragsabwicklungssystemen. München, Technische Universität München, Diss., 2003
- [Ber 2008] Berkholz, Daniel: Einleitung: Wandlungsfähige Produktionssysteme - der Zukunft einen Schritt voraus. In: Nyhuis, Peter; Reinhart, Gunther; Abele, Eberhart (Hrsg.): Wandlungsfähige Produktionssysteme - Heute die Industrie von morgen gestalten. Garbsen: PZH, Produktionstechnisches Zentrum Hannover, 2008, S. 13–18
- [Bin 2005] Binner, Hartmut F.: Handbuch der prozessorientierten Arbeitsorganisation - Methoden und Werkzeuge zur Umsetzung. 2. Aufl. München: Hanser, 2005
- [Bra 2003] Braun, Jochen: Grundlagen der Organisationsgestaltung. In: Bullinger, Hans-Jörg; Warnecke, Hans Jürgen; Westkämper, Engelbert (Hrsg.): Neue Organisationsformen im Unternehmen - Ein Handbuch für das moderne Management. 2. Aufl. Berlin: Springer, 2003, S. 1–67
- [Bul 2003] Bullinger, Hans-Jörg (Hrsg.); Warnecke, Hans Jürgen (Hrsg.); Westkämper, Engelbert (Hrsg.): Neue Organisationsformen im Unternehmen - Ein Handbuch für das moderne Management. 2. Aufl. Berlin: Springer, 2003
- [Bun 2008] Bunse, Christian; Knethen, Antje von: Vorgehensmodelle kompakt. 2. Aufl. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 2008
- [Bun 2011] Bundesministerium für Bildung und Forschung: Wandlungsfähige Produktionssysteme, (2011).
http://www.produktionsforschung.de/themenfelder/UCM01_000769?TF_ID=115, 06.08.2012

- [Dae 2002] Daenzer, Walter F. (Hrsg.); Huber, Fritz (Hrsg.): Systems Engineering - Methodik und Praxis. 11. Aufl. Zürich: Verlag Industrielle Organisation, 2002
- [DIN 2004] DIN ISO 10007, 2004-12: Qualitätsmanagement - Leitfaden für Konfigurationsmanagement
- [DIN 2009a] DIN 69901-5, 2009-01: Projektmanagement - Projektmanagementsysteme - Teil 5: Begriffe
- [DIN 2009b] DIN 69901-2, 2009-01: Projektmanagement - Projektmanagementsysteme - Teil 2: Prozesse, Prozessmodell
- [Ehr 2007] Ehrlenspiel, Klaus: Integrierte Produktentwicklung - Denkabläufe, Methodeneinsatz, Zusammenarbeit. 3. Aufl. München [u.a.]: Hanser, 2007
- [Eri 1998] Erixon, Gunnar: Modular function deployment - *A method for product modularisation*. Stockholm, The Royal Inst. of Technology, Diss., 1998
- [Erl 2007] Erlach, Klaus: Wertstromdesign - Der Weg zur schlanken Fabrik. Berlin u.a.: Springer, 2007
- [Eve 1997] Eversheim, Walter; Warnke, Luca; Schröder, Stefan: Änderungsmanagement in Entwicklungskooperationen. In: VDI-Z 139 (1997), S. 60–63
- [Eve 1998] Eversheim, Walter; Schenke, Franz-Bernd; Warnke, Luca: Komplexität in Unternehmen verringern und beherrschen - *Optimale Gestaltung von Produkten und Produktionssystemen*. In: Adam, Dietrich (Hrsg.): Komplexitätsmanagement. Wiesbaden: Gabler, 1998, S. 29–46
- [Fis 2006] Fischermanns, Guido: Praxishandbuch Prozessmanagement. 6. Aufl. Gießen: Schmidt, 2006
- [Fra 2009] Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA: WPSlive, (2009). <http://www.wpslive.de/index.php>, 18.02.2013
- [Fre 1992] Frese, Erich; Noetel, Wolfgang: Kundenorientierung in der Auftragsabwicklung - Strategie, Organisation und Informationstechnologie. Stuttgart, Düsseldorf: VDI-Verlag, 1992

- [Gau 2009] Gausemeier, Jürgen; Plass, Christoph; Wenzelmann, Christoph: Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung - Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen. München, Wien: Hanser, 2009
- [Gie 2010] Giehler, Florian: Erhöhung der Planungsproduktivität am Beispiel der Auftragsabwicklung im Werkzeugbau. Aachen, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Diss., 2010
- [Gil 2011] Gille, Christian; Zwißler, Frank: Bewertung von Wandlungstreibern - Voraussetzung einer wandlungsfähigen Unternehmensausrichtung. In: ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 106 (2011), Nr. 5, S. 310–313
- [Göp 2009] Göpfert, Jan: Modulare Produktentwicklung - Zur gemeinsamen Gestaltung von Technik und Organisation ; Theorie, Methodik, Gestaltung. 2. Aufl. Norderstedt: Books on Demand, 2009
- [Gün 2006] Günthner, Willibald; Wilke, Michael; Heinecker, Markus: Abschlussbericht - Modulare Materialflusssysteme für wandelbare Fabrikstrukturen, (2006).
http://www.fml.mw.tum.de/fml/images/Publikationen/Abschlussbericht_14021_Modulare_Materialflusssysteme.pdf, 13.06.2006
- [Gut 1984] Gutenberg, Erich: Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre - Band 2: Der Absatz. 17. Aufl. Berlin/Heidelberg: Springer, 1984
- [Han 2004] Hanenkamp, Nico: Entwicklung des Geschäftsprozesses Komplexitätsmanagement in der kundenindividuellen Serienfertigung - *Ein Beitrag zum Informationsmanagement in mehrdimensional modellierten Produktionssystemen*. Bochum, Ruhr Universität Bochum, Diss., 2004
- [Hei 2008] Heinen, Tobias; Rimpau, Christoph; Wörn, Arno: Wandlungsfähigkeit als Ziel der Produktionssystemgestaltung. In: Nyhuis, Peter; Reinhart, Gunther; Abele, Eberhart (Hrsg.): Wandlungsfähige Produktionssysteme - Heute die Industrie von morgen gestalten. Garbsen: PZH, Produktionstechnisches Zentrum Hannover, 2008, S. 19–32

- [Hei 2009] Heisel, Uwe; Stehle, Thomas: Konfiguration und Rekonfiguration von Produktionssystemen. In: Bullinger, Hans-Jörg; Spath, Dieter; Warnecke, Hans-Jürgen; Westkämper, Engelbert (Hrsg.): Handbuch Unternehmensorganisation - Strategien, Planung, Umsetzung. 3. Aufl. Berlin Heidelberg: Springer, 2009, S. 448–473
- [Her 2003] Hernández Morales, Roberto: Systematik der Wandlungsfähigkeit in der Fabrikplanung. Hannover, Universität Hannover, Diss., 2003
- [Her 2010a] Herrmann, Klaus: Verbundprojekt WaMoPro - Wandlungsfähigkeit durch modulare Produktionssysteme, (2010). <http://www.wamopro.de/>
- [Her 2010b] Hertlein, Markus Michael: Auftragsabwicklungsprozesse - Optimierung durch effizienten und effektiven Methodeneinsatz - *Eine theoretische und empirische Untersuchung*. München, Technische Universität München, Diss., 2010
- [Hül 2012] Hüllenkremer, Michael: Mehr Umsatz und weniger Kosten durch den Einsatz von Produktkonfiguratoren - E-Interview, (2012). <http://www.competence-site.de/automatisierung/EInterview-Mehr-Umsatz-weniger-Kosten-durch-den-Einsatz-Produktkonfiguratoren-Michael-Huellenkremer-Teil-1, 18.02.2013>
- [Ins 2005] Institut für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen der Universität Stuttgart: Wandlungsfähige Unternehmensstrukturen für die Serienproduktion (SFB 467), (2005). <http://www.isw.uni-stuttgart.de/forschung/oeffentlicheprojekte-abgeschlossen/wandlungsfahige-unternehmensstrukturen-fuer-die-serienproduktion-sfb-467/>, 12.02.2013
- [Jan 2006] Jania, Thilo: Vorausschauendes Änderungsmanagement als Teil der Elektrik-, Elektronik- und Software-Integration (EESI). In: Industrie Management 6 (2006), Nr. 22, S. 51–54
- [Ker 2004] Kersten, Wolfgang; Koppenhagen, Frank; Meyer, Christian Martin: Strategisches Komplexitätsmanagement durch Modularisierung in der Produktentwicklung. In: Spath, Dieter (Hrsg.): Forschungs- und Technologiemanagement - Potenziale nutzen - Zukunft gestalten. München, Wien: Hanser, 2004, S. 211–217

- [Kin 2012] Kinkel, Steffen; Kleine, Oliver; Maloca, Spomenka: Wandlungsfähigkeit der deutschen Hightech-Industrie - Potenziale, Befähiger und Benchmarking, (2012). http://www.isi.fraunhofer.de/isi-de/i/publikationen/mitteilung_pi.php, 31.07.2012
- [Kir 2003] Kirchner, Sören; Winkler, Ralph; Westkämper, Engelbert: Unternehmensstudie zur Wandlungsfähigkeit von Unternehmen - Ergebnisse einer Unternehmensbefragung unter 200 deutschen produzierenden Unternehmen. In: wt Werkstattstechnik online 93 (2003), Nr. 4, S. 254–260
- [Kle 2005] Klemm, Peter; Pritschow, Günter; Westkämper, Engelbert: Wandlungsfähigkeit in Planungs- und Steuerungsprozessen innerhalb der Auftragsabwicklung. In: Universität Stuttgart (Hrsg.): Wandlungsfähige Unternehmensstrukturen für die variantenreiche Serienproduktion - Sonderforschungsbereich 467, Abschlusskolloquium, 1. Dezember, Stuttgart, 2005, S. 61–69
- [Kom 2010] Kompa, Stefan; Brandenburg, Ulrich: Verbundprojekt Win-D - Wandlungsfähige Produktionssysteme durch integrierte IT-Strukturen und dezentrale Produktionsplanung und -regelung, (2010). <http://data.fir.de/projektseiten/win-d/>, 26.09.2012
- [Kre 2011] Kreimeier, Dieter; Velkova, Julia; Schröder, Stefan: Modularisierung von Produktionssystemen. In: Productivity Management 3 (2011), Nr. 16, S. 60–62
- [Man 2012] Mandel, Jörg: Keynote: Wandlungsfähigkeit in Unternehmen. In: Verl, Alexander; Bauernhansl, Thomas (Hrsg.): Wandlungsfähigkeit im Auftragsabwicklungsprozess gestalten und umsetzen - Praxisrelevante Ergebnisse und Methoden, 31.3.2012, Stuttgart, 2012
- [Mei 2012] Meier, Horst; Schröder, Stefan; Velkova, Julia; Schneider, Annika: Modularisierung als Gestaltungswerkzeug für wandlungsfähige Produktionssysteme. In: wt Werkstattstechnik online 102 (2012), Nr. 4, S. 181–185
- [Mey 2007] Meyer, Sebastian: Wandlungsfähigkeit durch Wissensmanagement - *Konzept zum Management wissensbasierter Wandlungsfähigkeit in Unternehmen*. Stuttgart, Universität Stuttgart, Diss., 2007

- [Nof 2005] Nofen, Dirk; Klußmann, Jan Hinrich; Löllmann, Frederik: Bedeutung der Wandlungsfähigkeit für die Zukunftsrobustheit von Fabriken. In: Wiendahl, Hans-Peter; Breitenbach, Frank; Nofen, Dirk; Klußmann, Jan Hinrich (Hrsg.): Planung modularer Fabriken - Vorgehen und Beispiele aus der Praxis. München, Wien: Hanser, 2005, S. 8–15
- [Nof 2006] Nofen, Dirk: Regelkreisbasierte Wandlungsprozesse der modularen Fabrik. Hannover, Universität Hannover, Diss., 2006
- [Nyh 2008] Nyhuis, Peter (Hrsg.); Reinhart, Gunther (Hrsg.); Abele, Eberhart (Hrsg.): Wandlungsfähige Produktionssysteme - Heute die Industrie von morgen gestalten. Garbsen: PZH, Produktionstechnisches Zentrum Hannover, 2008
- [Obj 2012] Object Management Group: Business Process Model and Notation, (2012). <http://www.bpmn.org/>, 18.02.2013
- [Oer 1977] Oertli-Cajacob, Peter: Praktische Wirtschaftskybernetik. München [u.a.]: Hanser, 1977
- [Pac 2008] Pachow-Frauenhofer, Julia; Heins, Michael; von Bredow, Max; Krebs, Pascal; Wörn, Arno: Management der Wandlungsfähigkeit - Forschungsbedarf für die Produktion von morgen. In: Nyhuis, Peter; Reinhart, Gunther; Abele, Eberhart (Hrsg.): Wandlungsfähige Produktionssysteme - Heute die Industrie von morgen gestalten. Garbsen: PZH, Produktionstechnisches Zentrum Hannover, 2008, S. 93–101
- [Pat 1982] Patzak, Gerold: Systemtechnik, Planung komplexer innovativer Systeme - Grundlagen, Methoden, Techniken. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1982
- [Pic 1998] Picot, Arnold; Freudenberg, Heino: Neue Organisatorische Ansätze zum Umgang mit Komplexität. In: Adam, Dietrich (Hrsg.): Komplexitätsmanagement. Wiesbaden: Gabler, 1998, S. 69–86
- [Pic 2003] Picot, Arnold; Reichwald, Ralf; Wigand, Rolf T.: Die grenzenlose Unternehmung - Information, Organisation und Management ; Lehrbuch zur Unternehmensführung im Informationszeitalter. 5. Aufl. Wiesbaden: Gabler, 2003

- [Pop 2005] Popper, Karl R.: Logik der Forschung. 11. Aufl. Tübingen: Mohr, 2005
- [Pri 2012] Prinz, Andrea; Mandel, Jörg; Bauernhansl, Thomas: Wandlungsrelevante Faktoren in produzierenden Unternehmen - Eine Methode zur Identifikation und Analyse als erster Schritt auf dem Weg zur Wandlungsfähigkeit. In: wt Werkstattstechnik online 102 (2012), Nr. 3, S. 156–161
- [Reh 2010] Rehwald, Jürgen, Projektkoordinator: WaProTek - Wandlungsförderliche Prozessarchitekturen, (2010). <http://www.waprotek.de/>, 26.09.2012
- [Rei 1998] Reichwald, Ralf; Hesch, Gerhard: Mitarbeiter und Manager in neuen Organisationsformen. In: Adam, Dietrich (Hrsg.): Komplexitätsmanagement. Wiesbaden: Gabler, 1998, S. 87–96
- [Rei 2008] Reinhart, Gunther; Krebs, Pascal; Schellmann, Hendrik: Flexibilität und Wandlungsfähigkeit - das richtige Maß finden. In: Zäh, Michael; Hoffmann, Hartmut; Reinhart, Gunther (Hrsg.): Münchener Kolloquium - Innovation für die Produktion - Produktionskongress 9. Oktober 2008. München: Utz, 2008, S. 45–55
- [Rif 2008] Riffelmacher, Philipp; Kluge, Stefan; Hummel, Vera; Westkämper, Engelbert: Fabriken müssen schnell auf Einflüsse reagieren - Integration von realem Unternehmen und virtueller Planungsumgebung. In: Intelligenter Produzieren (2008), Nr. 2, S. 12–14
- [Roe 1991] Roever, Michael: Tödliche Gefahr. In: Manager Magazin 10 (1991), S. 218–233
- [RöB 2007] RöBing, Martin: Technische Änderungen in der Produktion - *Vorgehensweise zur systematischen Initialisierung, Durchführung und Nachbereitung*. Kaiserslautern, Technische Universität Kaiserslautern, Diss., 2007
- [Sau 2013] Sauer, Marcus; Doll, Ulrich; Hüllenkremer, Michael: Denn erstens kommt es anders... Kundenänderungen managen. In: Bauernhansl, Thomas (Hrsg.): Nah am Markt - Wie Wandlungsfähigkeit gelingt. Erscheint voraussichtlich November 2013. Stuttgart: LOG_X Verlag GmbH, 2013

- [Say 1999] Saynisch, Manfred: Intensivseminar - Was ist Konfigurationsmanagement? - *Teil I: Konzept - Grundlagen - Teildisziplinen - Methoden*. In: Saynisch, Manfred; Lange, Dietmar (Hrsg.): Änderungsmanagement mit System - Schlüsselfaktor Konfigurationsmanagement, 22.-23. Juni, Stuttgart, 1999, S. 18–35
- [Sch 2001] Schuh, Günther; Schwenk, Urs: Produktkomplexität managen - Strategien - Methoden - Tools. München, Wien: Hanser, 2001
- [Sch 2006a] Schuh, Günther (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung - Grundlagen, Gestaltung und Konzepte. 3. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2006
- [Sch 2006b] Schuh, Günther; Schmidt, Carsten: Prozesse. In: Schuh, Günther (Hrsg.): Produktionsplanung und -steuerung - Grundlagen, Gestaltung und Konzepte. 3. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2006, S. 108–194
- [Sch 2007] Schuh, Günther; Gottschalk, Sebastian; Schöning, Sebastian; Gulden, Alexander; Rauhut, Marcus; Zancul, Eduardo; Schmidt, Axel; Ring, Thomas; Augustin, Ralf: Effizient, schnell und erfolgreich - Strategien im Maschinen- und Anlagenbau. Frankfurt am Main: VDMA-Verlag, 2007
- [Sch 2010a] Schmelzer, Hermann J.; Sesselmann, Wolfgang: Geschäftsprozessmanagement in der Praxis - Kunden zufrieden stellen - Produktivität steigern - Wert erhöhen. 7. Aufl. München: Hanser, 2010
- [Sch 2010b] Schulte-Zurhausen, Manfred: Organisation. 5. Aufl. München: Vahlen, 2010
- [Sco 2011] Scott, Colin; Lundgren, Henriette; Thompson, Paul: Guide to supply chain management. Berlin, Heidelberg: Springer, 2011
- [Spa 2008] Spath, Dieter: Organisatorische Wandlungsfähigkeit produzierender Unternehmen - Unternehmenserfahrungen, Forschungs- und Transferbedarfe. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2008
- [Spa 2009] Spath, Dieter: Grundlagen der Organisationsgestaltung. In: Bullinger, Hans-Jörg; Spath, Dieter; Warnecke, Hans-Jürgen; Westkämper, Engelbert (Hrsg.): Handbuch Unternehmensorganisation - Strategien, Planung, Umsetzung. 3. Aufl. Berlin Heidelberg: Springer, 2009, S. 3–24

- [Str 2009] Straube, Frank; Ouyeder, Ouelid: ModuLoSys - Modularisierung logistischer Systeme für KMU, (2009).
http://www.bvl.de/files/441/481/522/578/Abschlussbericht_ModuLoSys_AiF-Vorhaben_15768_N.pdf, 10.07.2012
- [Stu 2008] Stufler, Josef: Modification-Management - *Modellierung und Konzeption eines Modification-Management-Systems zur Vermeidung bzw. Beherrschung von Nachträgen und Änderungen*. Chemnitz, Technische Universität Chemnitz, Diss., 2008
- [Sup 2012] Supply Chain Council: Managing Supply Chains Best, (2012).
<http://supply-chain.org/>, 17.09.2012
- [Tay 1983] Taylor, Frederick Winslow: Gesellschaft für sozialwissenschaftl. u. ökologische Forschung: Die Grundsätze wissenschaftlicher Betriebsführung - Nachdruck der Original-Ausgabe von 1919. München: Raben-Verlag, 1983
- [Uni 2005] Universität Stuttgart: Wandlungsfähige Unternehmensstrukturen für die variantenreiche Serienproduktion - Sonderforschungsbe- reich 467, Abschlusskolloquium, 2005
- [Vah 2003] Vahs, Dietmar: Organisation - Einführung in die Organisationsthe- orie und -praxis. 4. Aufl. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 2003
- [Ver 2011] Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.: Varianten- management - Leitfaden. Frankfurt am Main: VDMA-Verlag, 2011
- [Ver 2013] Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.: Der VDMA, (2013). <http://www.vdma.org/>, 15.01.2013
- [Ves 2002] Vester, Frederic: Unsere Welt - ein vernetztes System. 11. Aufl. München: Deutscher Taschenbuch-Verlag, 2002
- [von 2008] von Bredow, Max: Stand der Technik - *Wandlungsfähigkeit in der grundlagenorientierten Fachliteratur*. In: Nyhuis, Peter; Reinhart, Gunther; Abele, Eberhart (Hrsg.): Wandlungsfähige Produktions- systeme - Heute die Industrie von morgen gestalten. Garbsen: PZH, Produktionstechnisches Zentrum Hannover, 2008, S. 34–41
- [War 1992] Warnecke, Hans-Jürgen: Die Fraktale Fabrik - Revolution der Un- ternehmenskultur. Berlin: Springer, 1992

- [War 1995] Warnecke, Hans-Jürgen: Aufbruch zum fraktalen Unternehmen - Praxisbeispiele für neues Denken und Handeln. Berlin: Springer, 1995
- [Wes 1999] Westkämper, Engelbert: Die Wandlungsfähigkeit von Unternehmen. In: wt Werkstattstechnik online 89 (1999), Nr. 4, S. 131–139
- [Wes 2006] Westkämper, Engelbert: Thesen zur Forschung für die Produktion - New Taylor. In: Geißinger, Jürgen (Hrsg.): Forschung stärken, Produktion sichern - Festschrift zum 60. Geburtstag von Professor Engelbert Westkämper. Berlin: Springer, 2006, S. 169–190
- [Wes 2007] Westkämper, Engelbert: Produktion im turbulenten Umfeld. In: Vieweg Technology Forum (Hrsg.): Dokumentation Zukunft Automobilmontage, 18.-19. Oktober, Neckarsulm, 2007, S. 67–77
- [Wes 2008] Westkämper, Engelbert: Fabriken sind komplexe langlebige Systeme. In: Nyhuis, Peter (Hrsg.): Beiträge zu einer Theorie der Logistik. Berlin, Heidelberg: Springer, 2008, S. 85–107
- [Wes 2009a] Westkämper, Engelbert; Hummel, Vera; Rönnecke, Thomas: Ganzheitliche Produktionssysteme. In: Westkämper, Engelbert; Zahn, Erich (Hrsg.): Wandlungsfähige Produktionsunternehmen - Das Stuttgarter Unternehmensmodell. Berlin, Heidelberg: Springer, 2009, S. 25–46
- [Wes 2009b] Westkämper, Engelbert; Wiendahl, Hans-Hermann; Klemm, Peter; Bantel, Thomas; Brinzer, Boris; Kapp, Ralf; Löffler, Benno; Pries, Jörg; Pritschow, Günter: Planung und Steuerung. In: Westkämper, Engelbert; Zahn, Erich (Hrsg.): Wandlungsfähige Produktionsunternehmen - Das Stuttgarter Unternehmensmodell. Berlin, Heidelberg: Springer, 2009, S. 84–113
- [Wes 2009c] Westkämper, Engelbert; Hummel, Vera: Grundlagen des Stuttgarter Unternehmensmodells. In: Westkämper, Engelbert; Zahn, Erich (Hrsg.): Wandlungsfähige Produktionsunternehmen - Das Stuttgarter Unternehmensmodell. Berlin, Heidelberg: Springer, 2009, S. 47–66
- [Wes 2009d] Westkämper, Engelbert (Hrsg.); Zahn, Erich (Hrsg.): Wandlungsfähige Produktionsunternehmen - Das Stuttgarter Unternehmensmodell. Berlin, Heidelberg: Springer, 2009

- [Wes 2009e] Westkämper, Engelbert: Turbulentes Umfeld von Unternehmen. In: Westkämper, Engelbert; Zahn, Erich (Hrsg.): Wandlungsfähige Produktionsunternehmen - Das Stuttgarter Unternehmensmodell. Berlin, Heidelberg: Springer, 2009, S. 7–23
- [Wie 2005] Wiendahl, Hans-Peter (Hrsg.); Breitenbach, Frank (Hrsg.); Nofen, Dirk (Hrsg.); Klußmann, Jan Hinrich (Hrsg.): Planung modularer Fabriken - Vorgehen und Beispiele aus der Praxis. München, Wien: Hanser, 2005
- [Wie 2009] Wiendahl, Hans-Peter; Reichardt, Jürgen; Nyhuis, Peter: Handbuch Fabrikplanung - Konzept, Gestaltung und Umsetzung wandlungsfähiger Produktionsstätten. München: Hanser, 2009
- [Wie 2010] Wiendahl, Hans-Peter: Betriebsorganisation für Ingenieure. 7. Aufl. München: Hanser, 2010
- [Wie 2011] Wiendahl, Hans-Hermann: Auftragsmanagement der industriellen Produktion - Grundlagen, Konfiguration, Einführung. 1. Aufl. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer, 2011
- [Wil 1994] Wildemann, Horst: Die modulare Fabrik - Kundennahe Produktion durch Fertigungssegmentierung. 4. Aufl. München: TCW Transfer-Centrum GmbH, 1994
- [Wil 1998] Wildemann, Horst: Komplexitätsmanagement durch Prozeß- und Produktgestaltung. In: Adam, Dietrich (Hrsg.): Komplexitätsmanagement. Wiesbaden: Gabler, 1998, S. 47–68
- [Wil 1999] Wildemann, Horst: Änderungsmanagement - Leitfaden zur Einführung eines effizienten Managements technischer Änderungen. 7. Aufl. München: TCW Transfer-Centrum GmbH, 1999
- [Wil 2000] Wildemann, Horst: Komplexitätsmanagement - Vertrieb, Produkte, Beschaffung, F & E, Produktion und Administration. München: TCW Transfer-Centrum GmbH, 2000
- [Wil 2009a] Wildemann, Horst: Dezentralisierung von Kompetenz und Verantwortung. In: Bullinger, Hans-Jörg; Spath, Dieter; Warnecke, Hans-Jürgen; Westkämper, Engelbert (Hrsg.): Handbuch Unternehmensorganisation - Strategien, Planung, Umsetzung. 3. Aufl. Berlin Heidelberg: Springer, 2009, S. 182–196

- [Wil 2009b] Wildemann, Horst: Visualisierung als Controlling-Instrument. In: Bullinger, Hans-Jörg; Spath, Dieter; Warnecke, Hans-Jürgen; Westkämper, Engelbert (Hrsg.): Handbuch Unternehmensorganisation - Strategien, Planung, Umsetzung. 3. Aufl. Berlin Heidelberg: Springer, 2009, S. 956–964
- [Wöh 2010] Wöhe, Günter; Döring, Ulrich (2010): Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre. 24. Aufl. München: Vahlen.
- [Wör 2008] Wörn, Arno: Wandlungsfähigkeit in der unternehmensnahen Fachliteratur. In: Nyhuis, Peter; Reinhart, Gunther; Abele, Eberhart (Hrsg.): Wandlungsfähige Produktionssysteme - Heute die Industrie von morgen gestalten. Garbsen: PZH, Produktionstechnisches Zentrum Hannover, 2008, S. 41–47
- [Zäh 2003] Kolloquium Grenzen Überwinden - Wachstum der Neuen Art: Münchener Kolloquium Grenzen Überwinden - Wachstum der Neuen Art - München, 27./28. Februar 2003. München: Utz, 2003
- [Zäh 2005] Zäh, Michael; Möller, Niklas; Vogl, Wolfgang: Symbiosis of Changeable and Virtual Production - *The Emperor's New Clothes or Key Factor for Future Success*. In: Zäh, Michael (Hrsg.): 1st International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production - Technische Universität München, Garching, 22. - 23. September 2005. München: Utz, 2005

Änderungen an einem konkreten Kundenauftrag sind bei vielen Unternehmen an der Tagesordnung, häufig fehlt es jedoch an Transparenz über die Auswirkungen und Strategien zu deren Beherrschung. In dieser Arbeit wird ein Vorgehensmodell entwickelt, das hierbei durch die Implementierung eines Kundenänderungsmanagements unterstützt.

Kern des Vorgehensmodells sind die Analyse und ein Meilensteinkonzept sowie Maßnahmen für das Kundenänderungsmanagement. Aufbauend auf der spezifischen Änderungsanalyse wird durch ein Meilensteinkonzept eine hohe Flexibilität vor allem in der Lokalisierung und Bearbeitung von Kundenänderungen erreicht. Darauf aufbauend sind klassenspezifische Maßnahmen die Grundlage für ein aufwandsarmes und flexibles Management von Kundenänderungen.

