

**Strategische Prozessmodelle für die späte Individualisierung
von Serienfahrzeugen in der Automobilindustrie**

**Von der Fakultät für Maschinenbau
der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor-Ingenieur**

genehmigte Dissertation

von

**Dipl.-Ing. Oliver Stelling
geboren am 21. November 1966 in Hannover**

2011

1. Referent: Prof. Dr.-Ing. L. Schulze

2. Referent: Prof. Dr.-Ing. G. Redeker

3. Referent: Prof. Dr.-Ing. B. Wiedemann

Tag der Promotion: 13.07.2011

Materialfluss- und Logistiksysteme

Band 9

Oliver Stelling

**Strategische Prozessmodelle für die späte
Individualisierung von Serienfahrzeugen
in der Automobilindustrie**

Shaker Verlag
Aachen 2011

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.

Zugl.: Hannover, Leibniz Univ., Diss., 2011

Copyright Shaker Verlag 2011

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-0460-1

ISSN 1438-4922

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Vorwort des Herausgebers

In der Automobilindustrie wird angestrebt, dem Kunden ein individuell gestaltetes Fahrzeug innerhalb einer kurzen Lieferzeit zu offerieren und trotzdem in der Produktionslinie große Losgrößen fahren zu können. Ein Lösungsansatz für diese Zielvorgabe ist die Späte Fahrzeugindividualisierung, bei der die Individualisierungsarbeiten nach Zählpunkt 8 angesetzt werden. Das führt insbesondere bei den von der späten Individualisierung betroffenen Teilen zu einer Modifizierung der Versorgungslogistik und zu neuen Geschäftsprozessen.

Auf dieser Grundlage wird die Supply Chain im Automobilbau mit ihren Anforderungen und Restriktionen analysiert. Detailliert wird auf die Variantenvielfalt und deren Bedeutung für die Rüst- und Bereitstellungszeiten von Material, Werkzeugen und Betriebsmitteln eingegangen. Die Auftragsfertiger werden typisiert, und es wird die Abhängigkeit zur Modell-, Varianten- und Teilevielfalt aufgezeigt. Es wird die logistische Netzwerksteuerung zwischen dem OEM, den Auftragsfertigern und deren Zulieferern dargestellt. Die Bedeutung der Informationssysteme und die durchgängige systemische Vernetzung der Partner in der Supply Chain werden herausgearbeitet.

Entwicklungsschwerpunkte sind die Sollprozesse für die Auftragsfertigung, die Modellierung der Beziehungen zwischen Auftragsfertigern und ihren Lieferanten bzw. dem OEM sowie die Konzeptentwicklung zur Gestaltung, Lenkung und Optimierung der Logistikprozesse. Es werden Key Performance Indicators definiert, die geeignet sind, den Zielerfüllungsgrad zu messen. Anhand einer Fallstudie wird die Wirksamkeit des entwickelten Prozessmodells validiert.

Als externer Doktorand am Fachgebiet Planung und Steuerung von Lager- und Transportsystemen (PSLT) der Leibniz Universität Hannover hat der Verfasser erfolgreich ein für die Automobillogistik relevantes Forschungsthema bearbeitet. Untermauert durch seine Praxiserfahrungen konnte er neue wissenschaftliche Erkenntnisse gewinnen, die auch für die Praxis von Bedeutung sind. Die vorliegende Dissertation dokumentiert die Ergebnisse seiner wissenschaftlichen Arbeiten.

Hannover, im September 2011

Lothar Schulze

Vorwort

Die vorliegende Arbeit wurde berufsbegleitend am Fachgebiet Planung und Steuerung von Lager- und Transportsystemen der Leibniz Universität Hannover erstellt. Die Inhalte dieser Arbeit basieren auf meinen mehrjährigen praktischen Erfahrungen beim Aufbau und der Leitung der Business Unit Spezialfahrzeuge in der Sparte Nutzfahrzeuge der Volkswagen AG und dem wissenschaftlichen Stand der Forschung.

In erster Linie bedanke ich mich bei meinem Doktorvater, Professor Dr.-Ing. Lothar Schulze, für die Möglichkeit, als externer Doktorand an seinem Fachbereich zu promovieren und die viele Zeit, die er sich für die intensive Betreuung genommen hat. Nur durch seine ständige Motivation wurde diese Arbeit möglich. Weiterhin danke ich Herrn Professor Dr.-Ing. Georg Redeker für die Übernahme des Zweitreferates. Dies hat mich besonders gefreut, da er bereits meine Diplomarbeit betreut hat. Herrn Professor Dr.-Ing. Bernd Wiedemann, Technische Universität Berlin, Fachgebiet Verbrennungskraftmaschinen, danke ich für die Bereitschaft zur Teilnahme an der Prüfungskommission, da er aufgrund seiner jahrzehntelangen Erfahrung in der Automobilindustrie die Prüfungskommission hervorragend ergänzt hat. Mein aufrichtiger Dank gilt ebenso dem Vorsitzenden der Prüfungskommission, Herrn Professor Dr.-Ing. Roland Lachmayer.

Für die professionelle Unterstützung und große Hilfsbereitschaft danke ich den Assistenten Herren Dr. rer. pol. Sebastian Mansky, Dipl.-Ök. Carsten Schulte sowie Dipl.-Ing. oec. Daniel Knopp. Ebenso sei an dieser Stelle den studentischen Mitarbeitern und Diplomanden gedankt.

Meiner über alles geliebten Frau Eva von Traitteur danke ich für ihr großes Verständnis und die liebevolle Unterstützung.

Shanghai, im September 2011

Oliver Stelling

Abstract

Die vorliegende Arbeit liefert einen Beitrag über strategische Prozessmodelle für die späte Individualisierung von Serienfahrzeugen in der Automobilindustrie. Hierbei wird zunächst der Begriff der Individualisierung von Serienfahrzeugen definiert und in der Abgrenzung zur Differenzierung von Serienfahrzeugen dargestellt. Aus der Charakterisierung der spezifischen Prozessparameter einer Auftragsfertigung in ihrer Abhängigkeit vom Original Equipment Manufacturer, kurz OEM, wird die Problemstellung der auftragsbezogenen Steuerung von Individualisierungsumfängen unter Berücksichtigung der vorherrschenden Komplexität und Variantenvielfalt erläutert. Hierbei wird detailliert auf die Prozesse der Produktion, Beschaffung und Logistik eingegangen. Im Sinne einer klassischen Geschäftsprozessbetrachtung wird die Produktentwicklung bewusst ausgeklammert. In der Untersuchung des Einflusses der Produktentwicklung auf den Prozess der Individualisierung besteht weiterer Forschungsbedarf. Hierin liegt weiteres Potential zur Reduzierung von Durchlaufzeit und Kosten.

Auf Basis einer Prozessanalyse unter Berücksichtigung der Wertschöpfungstiefe des Auftragsfertigers sowie seiner Schnittstellen zum OEM und seinen Lieferanten wird ein theoretischer Soll-Prozess für das Supply Chain Management beschrieben. Hierbei wird auf die Notwendigkeit der systemischen Unterstützung insbesondere in der Verknüpfung mit den Systemen des OEM vertieft eingegangen. Es werden strategieorientierte Kennzahlen, Key Performance Indicators, vorgestellt, die in eine Balanced Scorecard für die Steuerung einer Auftragsfertigung einfließen.

Unter Nutzung dieser spezifischen Kennzahlen sowie deren Einbindung in ein geeignetes ERP-System wird mit dem Build-by-Pick-Modell ein Prozess zur optimierten Steuerung von Auftragsfertigungen beschrieben. Auf Basis von Fallbeispielen aus der Praxis werden die spezifischen Probleme bei der Umsetzung einer termingerechten auftragsbezogenen Teilverfügbarkeit beschrieben und Maßnahmen zu deren Optimierung aufgezeigt und bewertet.

Schlagworte:

- o Späte Fahrzeugindividualisierung
- o Build to Order
- o Balanced Scorecard

Abstract

The present study provides a review of strategic process models for the individualization of vehicles in the automotive industry. First of all the concept of individualization of vehicles is defined and illustrated in the opposite to differentiate standard vehicles. Starting with a characterization of the specific process parameters of a contract manufacturer in its dependencies on the OEM the problems of steering the BTO process are explained. The processes of production, purchasing and logistics are analyzed in details. In terms of a common business process the product development is consciously excluded. In the investigation of the influence of product development on the process of individualisation, further research is needed. Herein, there is considerable furthermore potential to reduce either way lead time or costs.

Based on a process analysis, taking into account the value chain of the contract manufacturer as well as its interfaces to the OEM and its suppliers, a theoretical target process for supply chain management is described. The necessity of an efficient IT support is discussed in details, in particular regarding the systems of the OEM. There are key performance indicators presented, which are included in a Balanced Scorecard for the control of a manufacturing job.

Based on these specific indicators and their integration into a suitable ERP system a process for optimized control of contract manufacturing is described by the Build-by-Pick model. Based on case studies from practice, the specific problems in implementation timely job-related parts availability will be shown. Furthermore the different measures to improve the order related availability of parts for a build to order process will be shown and evaluated.

Keywords:

- o Late Automotive Individualization
- o Build to Order
- o Balanced Scorecard

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abkürzungsverzeichnis	III
Bildverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	VI
1 Einleitung	1
2 Ausgangssituation.....	9
2.1 Abgrenzung des Betrachtungsbereiches	9
2.2 Zielsetzung der Arbeit.....	10
3 Charakterisierung der Prozesse	12
3.1 Definition des Betrachtungsbereiches.....	12
3.2 Produktion	17
3.3 Beschaffung und Logistik.....	25
4 Logistikprozesse beim Auftragsfertiger	28
4.1 Ausprägungen der Wertschöpfungstiefe.....	28
4.2 Einflussgrößen auf die Logistikprozesse.....	31
4.2.1 Einflussgrößen zwischen Auftragsfertiger und OEM.....	32
4.2.2 Einflussgrößen zum Auftragsfertiger der zweiten Ebene	35
4.2.3 Einflussgrößen zwischen Auftragsfertiger und seinen Lieferanten	36
4.3 Systemische Unterstützung der Supply Chain.....	37
4.4 Optimierung der Logistikprozesse in der Supply Chain.....	39
5 Soll-Prozess für die Auftragsfertigung.....	44
5.1 Ist-Prozess versus Ideal-Prozess	44
5.2 Soll-Prozess zwischen Auftragsfertiger und seinen Lieferanten	49
5.3 Soll-Prozess zwischen OEM und Auftragsfertiger	51
6 Strategieorientierte Steuerung mit Kennzahlen	54
6.1 Logistikkennzahlen und KPI	54
6.2 Konzept der Balanced Scorecard.....	57

6.3	Balanced Scorecard für die Auftragsfertigung	60
6.4	Ermittlung der relevanten Kennzahlen	63
6.4.1	Kennzahlen der Prozessperspektive	65
6.4.2	Kennzahlen der Kundenperspektive	66
6.4.3	Kennzahlen der Finanzperspektive.....	68
6.4.4	Kennzahlen der Kooperationsperspektive	68
6.4.5	Kennzahlen der Potenzialperspektive.....	69
6.5	Einbettung der BSC-Kennzahlen in die Supply Chain.....	70
7	Modell zur Steuerung der Auftragsfertigung	74
7.1	Prozessablauf zur Individualisierung.....	74
7.2	Das Build-by-Pick-Modell.....	78
7.3	Die vier Phasen des Build-by-Pick-Prozesses	81
7.4	Fallbeispiel des Build-by-Pick-Modells	83
7.5	Optimierung der Teilverfügbarkeit in der Auftragsfertigung.....	91
7.5.1	Belieferung nach dem Warenkorbprinzip durch den OEM.....	93
7.5.2	Direktbezug beim Lieferanten des OEM.....	94
7.5.3	Direktbezug der Teile im After Sales des OEM.....	95
7.5.4	Vergleich der Alternativen zur Prozessoptimierung	96
8	Fazit.....	102
	Schrifttum	105

Abkürzungsverzeichnis

AaK	Auslieferung an Kunden
AE	Auftragseingang
AF	Auftragsfertiger
AHP	Analytic Hierarchy Process
BDE	Betriebsdatenerfassung
BSC	Balanced Scorecard
BTO	Build to Order
BTS	Build to Stock
CAD	Computer Aided Design
CKD	Completely Knocked Down
E	Einheiten
EDL	Entwicklungsdienstleister
ERP	Enterprise Resource Planning
Fzg	Fahrzeuge
F-Zeit	Fertigungszeit
JIS	Just In Sequence
JIT	Just In Time
KPI	Key Performance Indicator
LL	Leistungslöhner
MA	Mitarbeiter
OEM	Original Equipment Manufacturer
PPS	Produktionsplanungs- und Steuerungssystem
RSE	Rear Seat Entertainment
SCM	Supply Chain Management
t	Zeit
UBB	Unbedenklichkeitsbescheinigung
VMI	Vendor Managed Inventory
ZE	Zeiteinheit

Bildverzeichnis

Bild 1.1:	Entwicklung der Marktsegmente in der Automobilindustrie	2
Bild 1.2:	Veränderung der Wertschöpfungskette	3
Bild 1.3:	Wertschöpfung der weltweiten Automobilindustrie 2008	4
Bild 1.4:	Auftragsfertigung namhafter OEM in Eigenfertigung bzw. Kooperation	5
Bild 1.5:	Beispiele für Auftragsfertiger im Segment der leichten Nutzfahrzeuge	6
Bild 2.1:	Abgrenzung des Betrachtungsbereiches.....	9
Bild 3.1:	Fixkostenverlauf pro Einheit in Abhängigkeit von der Stückzahl	12
Bild 3.2:	Geschäftsfelder der Differenzierung und Individualisierung.....	14
Bild 3.3:	Änderungswünsche des Kunden nach der Kaufentscheidung	15
Bild 3.4:	Abgrenzung der Differenzierung und Individualisierung	16
Bild 3.5:	Vergleich der Parameter zur Produktionsplanung und -steuerung.....	18
Bild 3.6:	Neuzulassungen von Reisemobilen im Markt Deutschland 2007.....	19
Bild 3.7:	Beispielhafter Verlauf der Soll-/Ist-Anlieferung eines Auftragsfertigers	20
Bild 3.8:	Komplexität von Polizeifahrzeugen am Beispiel Polizei Bayern	21
Bild 3.9:	Variantenvielfalt am Beispiel einer Dachbalkenanlage	22
Bild 3.10:	Bereich der optimalen Individualisierung	23
Bild 3.11:	Abhängigkeiten in der Fabrikplanung	24
Bild 4.1:	Basistypen der Wertschöpfungskette	29
Bild 4.2:	Einflussgrößen auf die Logistikprozesse eines Auftragsfertiger Typ 4	32
Bild 4.3:	Prognose- und Planungsprozess.....	33
Bild 4.4:	Das Information Hub Modell.....	38
Bild 4.5:	Zielsystem zur Optimierung der Logistikprozesse.....	40
Bild 4.6:	Methode zur Auswahl eines geeigneten SCM-Konzeptes	42
Bild 5.1:	Ist-Prozess mit Push-Prinzip	44
Bild 5.2:	Teilearten in der Auftragsfertigung.....	45
Bild 5.3:	Varianz in der Durchlaufzeit der Auftragsfertigung.....	46
Bild 5.4:	Idealisierter Prozess mit Pull-Prinzip und fester Fertigungsreihenfolge ...	47
Bild 5.5:	Geschäftsvorgänge in der Auftragsfertigung	48
Bild 5.6:	Vergleich Ist-Zustand zu Soll-Zustand mit Vendor Managed Inventory ...	50
Bild 5.7:	Soll-Prozess mit Steuerung über verfügbare Kapazitäten	51
Bild 5.8:	Idealtypische Belegung der Fertigungskapazitäten nach Auftragsarten ..	52

Bild 6.1: Kategorien logistischer Kennzahlen.....	54
Bild 6.2: Anforderungen an logistische Kennzahlen	56
Bild 6.3: Modell der Balanced Scorecard	58
Bild 6.4: Beispielhafte Visualisierung der Quartalsergebnisse	60
Bild 6.5: Strategien in der Auftragsfertigung	61
Bild 6.6: Balanced Scorecard für die Logistikprozesse einer Auftragsfertigung	62
Bild 6.7: Logistischer Prozessablauf in der Auftragsfertigung	64
Bild 6.8: Einflussgrößen der Kundenzufriedenheit.....	67
Bild 6.9: Kennzahlen der Kooperationsperspektive	69
Bild 6.10: Differenzierungsmerkmale der Kennzahlenermittlung	70
Bild 6.11: Kennzahlen der BSC im logistischen Prozessablauf	72
Bild 6.12: Beispielhafte Ermittlung der auftragsbezogenen Teileverfügbarkeit	73
Bild 7.1: Idealer Prozessablauf zur Individualisierung von Serienfahrzeugen	76
Bild 7.2: Das Build-by-Pick Modell	79
Bild 7.3: Vier Prozessphasen des Build-by-Pick-Modells	81
Bild 7.4: Kennzahlenermittlung mittels ERP-System	82
Bild 7.5: Definition der Zeitanteile der Individualisierung.....	84
Bild 7.6: Ermittlung der Fertigungszeit	86
Bild 7.7: Ermittlung der Lager- und Kommissionierdaten	87
Bild 7.8: Resultierende Durchlaufzeiten aus dem Fallbeispiel	89
Bild 7.9: Kennlinie der resultierenden Werklagerzeit für Beispiel-Fahrzeug 1	90
Bild 7.10: Ist-Prozess der Demontage und Remontage von A-Teilen.....	91
Bild 7.11: Prozessbeteiligte der Supply Chain	92
Bild 7.12: Belieferung des Auftragsfertigers nach dem Warenkorbprinzip.....	93
Bild 7.13: Direktbezug beim Lieferanten des OEM.....	94
Bild 7.14: Direktbelieferung an den 2nd-Tier Lieferanten des Auftragsfertigers	100

Tabellenverzeichnis

Tabelle 6.1:	Beispiel einer BSC eines Logistikdienstleisters	59
Tabelle 6.2:	Ermittelte Kennzahlen der Prozessperspektive	65
Tabelle 7.1:	Ermittlung der Durchlaufzeit	88
Tabelle 7.2:	Nutzwertanalyse der Varianten zur Prozessoptimierung	96