

**Bewertung des Wandlungspotenzials
und Analyse des Wandlungsbedarfs
in Kommissioniersystemen**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Ingenieurwissenschaften

(Dr.-Ing.)

im Fachbereich Maschinenbau
der Universität Kassel

vorgelegt von

Dipl.-Logist. Frederik Heine

aus Wickede (Ruhr)

Kassel, August 2014

Die vorliegende Arbeit wurde vom Fachbereich Maschinenbau der Universität Kassel als Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.) angenommen.

Erste Gutachterin: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sigrid Wenzel, Universität Kassel

Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Noche, Universität Duisburg-Essen

Weitere Mitglieder der Prüfungskommission:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ludger Schmidt, Universität Kassel

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Konrad Spang, Universität Kassel

Tag der mündlichen Prüfung: 11.12.2014

Produktionsorganisation und Fabrikplanung

Band 5

Frederik Heine

**Bewertung des Wandlungspotenzials und Analyse
des Wandlungsbedarfs in Kommissioniersystemen**

D 34 (Diss. Univ. Kassel)

Shaker Verlag
Aachen 2015

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.: Kassel, Univ., Diss., 2014

Copyright Shaker Verlag 2015

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

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-3323-6

ISSN 2192-5569

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

Geleitwort der Herausgeberin

Globalisierung und Strukturwandel bedingen eine permanente Anpassung der unternehmenseigenen Produktions- und Dienstleistungsprozesse an die Bedarfe des Marktes. Damit Produktions- und Logistiksysteme wettbewerbsfähig, nachhaltig und wandlungsfähig werden, bedarf es einer vernetzten Betrachtung von Produkten, Prozessen und Ressourcen sowie einer durchgängigen Integration von Informations- und Kommunikationstechniken in Planung und Betrieb. Um diesen Anforderungen zu genügen, verlangen die heutigen Fabrikplanungsprozesse kollaborative Arbeitsweisen und den intensiven Einsatz modellgestützter Methoden und Werkzeuge.

Ziele der Forschungsarbeiten des Fachgebietes Produktionsorganisation und Fabrikplanung *pfp* im Institut für Produktionstechnik und Logistik an der Universität Kassel sind die Weiterentwicklung von Methoden und Werkzeugen der Digitalen Fabrik und ihre verbesserte Anwendung im Rahmen eines Virtual Simultaneous Engineering in interdisziplinären Planungsteams. Mit diesen Forschungen einher gehen eine permanente Verbesserung des Planungsprozesses, eine Erhöhung von Planungsqualität und -sicherheit, aber auch eine Weiterentwicklung der Produktions- und Logistiksysteme sowie -prozesse und damit verbunden der Material- und Informationsflüsse in der produzierenden Industrie, im Handel, in der Landwirtschaft, aber auch in Organisationen.

Im Rahmen dieser Buchreihe werden die Ergebnisse einschlägiger Forschungsarbeiten des Fachgebiets *pfp* publiziert. Diese beziehen sich einerseits auf die methodische Verbesserung und informationstechnische Ausgestaltung der Fabrikplanung, andererseits auf zukunftsorientierte Konzepte für Produktions- und Logistikprozesse. In diesem Zusammenhang werden auch die für eine intelligente, wandlungsfähige und vernetzte Systemgestaltung wichtigen Querschnittsaufgaben der Modellbildung, der Simulation und Visualisierung, des Daten-, Informations- und Wissensmanagements sowie der Kooperation und Kollaboration behandelt. Die einzelnen Bände der Buchreihe präsentieren ausgewählte Forschungsarbeiten, mit denen die Autoren dem Anwender in der Praxis einen Einblick in ihre aktuelle Forschungserkenntnisse und Anhaltspunkte für potenzielle Verbesserungen in Planung und Betrieb geben möchten.

Vorwort des Autors

Die vorliegende Arbeit entstand parallel zu meiner Tätigkeit als Logistikplaner in der Logistikabteilung eines Produktionswerkes der Hella KGaA Hueck & Co. mit Sitz in Lippstadt.

Frau Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sigrid Wenzel, Leiterin des Fachgebiets Produktionsorganisation und Fabrikplanung an der Universität Kassel, danke ich sehr herzlich für die Möglichkeit, diese Dissertation an ihrem Fachgebiet erstellen zu können. Zudem danke ich ihr dafür, dass sie mich durch ihre stets engagierte Betreuung bei der Erstellung dieser Arbeit während der gesamten Zeit als externer Doktorand unterstützte.

Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Noche, Leiter des Fachgebiets Transportsysteme und -logistik an der Universität Duisburg-Essen, danke ich für die aufmerksame Durchsicht meiner Arbeit und für die Übernahme des Koreferats. Ebenfalls möchte ich mich bei Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ludger Schmidt und Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Konrad Spang für den Beisitz in der Prüfungskommission bedanken.

Des Weiteren danke ich allen, die an den Primärerhebungen im Rahmen der Delphi-Studien und Expertenbefragungen teilgenommen haben. Die gewonnenen Ergebnisse haben sehr zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Nicht zuletzt möchte ich mich ganz besonders bei meiner Familie bedanken; Insbesondere bei meiner Frau Michaela, die mir ausreichend Freiraum einräumte und so den nötigen Rückhalt zur Verwirklichung dieser Arbeit gab, sowie bei meinem Sohn Niklas, der mich stets an die Einhaltung der erforderlichen Pausen erinnerte.

Wickede (Ruhr), im Januar 2015

Frederik Heine

Zusammenfassung

Höhere Produktfunktionalitäten, kürzere Produktlebenszyklen und differenzierte Marktanforderungen führen industrieweit zu einer steigenden Komplexität von Fertigungserzeugnissen. Im Mittelpunkt steht dabei zunehmend die Erfüllung individueller Kundenwünsche. Die Folgen sind eine höhere Varianten- und Produkttypenvielfalt, steigende Arbeitsaufwände sowie zusätzliche Störpotenziale und Fehlerquellen entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Durch diese Dynamik der Märkte werden Unternehmer kontinuierlich dazu aufgefordert, ihre Produktionssysteme den ständigen Veränderungen des Umfelds anzupassen. Dabei wird das Vermögen eines Systems, durch geringen Aufwand auch bei veränderten Marktanforderungen die geforderten Leistungen erbringen zu können, als „Wandlungsfähigkeit“ bezeichnet. Zeitliche und monetäre Aufwendungen für die Systemanpassung entstehen dabei erst für die tatsächliche Durchführung. Dies differenziert die Wandlungsfähigkeit von der Flexibilität, welche kurzfristige Anpassungen nur innerhalb von fest definierten Grenzen ermöglicht.

Aufgrund der Anforderung, die komplexer werdenden Güter- und Informationsflüsse im Unternehmen zu bewältigen, gewinnt die Logistik als Querschnittsfunktion weiter an Bedeutung. Eine der kostenintensivsten Aufgaben stellt dabei die Kommissionierung dar. Sie ist zudem aufgrund der Vielzahl an Verfahren zum Aufbau eines Kommissioniersystems eine der schwierigsten Tätigkeiten der innerbetrieblichen Logistik. Zur Erfüllung der oben genannten, wechselnden Marktanforderungen müssen Kommissioniersysteme ebenfalls wandlungsfäh gestaltet sein, um das eigene Logistiksystem und damit das gesamte Unternehmen dauerhaft wettbewerbsfähig am Markt etablieren zu können. Darüber hinaus ist es erforderlich, den Wandlungsbedarf möglichst frühzeitig zu erkennen, um rechtzeitig geeignete Maßnahmen ergreifen zu können.

In der Literatur existieren bereits Instrumente zur Bewertung der Wandlungsfähigkeit und zur Analyse des Wandlungsbedarfs, allerdings ohne Bezug zur Kommissionierung. Das Ziel dieser Arbeit besteht deshalb darin, auf Basis geeigneter Instrumente eine Methodik zur Auswahl wandlungsfähiger Kommissioniersysteme und ein Instrument zur Analyse ihres Wandlungsbedarfs zu entwickeln, um die genannte Forschungslücke zu schließen. Zur Erreichung dieser Ziele untersucht die Arbeit folgende Forschungsfragen:

- Wie können Kommissioniersysteme zur Analyse ihrer Wandlungsfähigkeit systematisiert werden?
- Wie kann das Wandlungspotenzial eines Kommissioniersystems bewertet werden?

- Wie kann der Wandlungsbedarf aufgrund veränderter Faktoren des Systemumfelds frühzeitig identifiziert werden?

Die in dieser Arbeit konzipierten Methoden und Instrumente dienen als Hilfsmittel bei der Planung von Kommissioniersystemen bzw. deren spätere Anpassung aufgrund veränderter Anforderungen an das System. Sie sollen eine Ergänzung zu weiteren, insbesondere monetären Aspekten für die Entscheidungsfindung liefern.

Abstract

Higher product features, shorter product life cycles and differentiated market requirements lead to a complexity of manufacturing products across the industrial sector. The focus is increasingly fulfilling individual customer needs. The consequences are a higher diversity of variants and product types, rising labor expenses and additional disturbing potentials and errors along the entire supply chain. Through these dynamic markets entrepreneurs are continuously prompted to adapt their production systems to the constant changes in the environment. Thereby, the ability of a system, to provide the requested services in the process of changing market requirements with low efforts, is defined as "changeability". Time and monetary efforts to adapt the system only arise when the implementation is in fact realized. This differentiates changeability from flexibility that allows short-term adjustments only within strictly defined limits.

Due to the requirement to handle the complexity of material and information flows within the company, logistics as a cross-function is getting more important. One of the most cost-intensive jobs of logistics is order-picking. It is also one of the most difficult tasks of internal logistics because of the variety of methods for constructing an order-picking system. To fulfill the above-mentioned changing market requirements order-picking systems also have to be created changeable, in order to establish their own logistics system and thus the entire company permanently competitive in the market. In addition, it is necessary to recognize the need for change as early as possible to take timely appropriate action.

In academic literature there already exist tools to estimate the changeability and to analyze the changing requirement, but without reference to order-picking. To close this gap in research, the objective of this study is, based on suitable instruments of literature, firstly to develop a method for selecting a changeable order-picking system and secondly to develop a tool for analyzing their changing requirement. To achieve these objectives, the study examines the following research questions:

- How can order-picking systems be systemized with regard to analyze their changeability?
- How can changeability of an order-picking system be estimated?
- How can the changing requirement due to changing environmental conditions be identified at an early stage?

The designed methods and tools in this study serve as an aid in the planning of order-picking systems and in the subsequent adaption due to changing demands on the system. They should provide supplement to other, especially monetary aspects for decision-making.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Dissertation selbstständig, ohne unerlaubte Hilfe Dritter angefertigt und andere als die in der Dissertation angegebenen Hilfsmittel nicht benutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder unveröffentlichten Schriften entnommen sind, habe ich als solche kenntlich gemacht. Dritte waren an der inhaltlich-materiellen Erstellung der Dissertation nicht beteiligt; insbesondere habe ich hierfür nicht die Hilfe eines Promotionsberaters in Anspruch genommen. Kein Teil dieser Arbeit ist in einem anderen Promotions- oder Habilitationsverfahren verwendet worden.

Wickede (Ruhr), im August 2014

Frederik Heine

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	v
Tabellenverzeichnis.....	vii
Formelverzeichnis	ix
Abkürzungsverzeichnis	x
Symbolverzeichnis.....	xii
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung und Zielsetzung	1
1.2 Ansätze aus der Literatur und Abgrenzung der Arbeit.....	5
1.3 Vorgehensweise	8
2 Grundlagen von Kommissioniersystemen	11
2.1 Begriffsbestimmung und Definitionen	11
2.2 Systematisierung von Kommissioniersystemen	13
2.2.1 Systematisierung in der VDI-Richtlinie 3590	14
2.2.1.1 Materialflusssystem.....	16
2.2.1.2 Informationssystem	20
2.2.1.3 Organisation	23
2.2.2 Systematisierung nach Pieper.....	25
2.2.2.1 Aufbauorganisation	25
2.2.2.2 Ablauforganisation	28
2.3 Zusammenfassung	29
3 Planung von Kommissioniersystemen im Kontext von Wandlungsfähigkeit und Logistik-Controlling	31
3.1 Wandlungsfähigkeit.....	31
3.1.1 Begriffsbildung.....	31
3.1.2 Wandlungstreiber und Rezeptoren	34
3.1.3 Wandlungsbefähiger und Wandlungsobjekte.....	38
3.1.4 Ansätze in der Literatur zur Bewertung des Wandlungspotenzials....	41
3.2 Grundlagen des Logistik-Controllings	43
3.2.1 Definition und Aufgaben des Controllings.....	43

3.2.2	Logistik-Controlling	45
3.3	Betriebliche Früherkennung als Teil des Controllings	49
3.3.1	Begriffsbestimmung	49
3.3.2	Generationen der Früherkennung	51
3.3.3	Methodik des vernetzten Denkens	56
3.4	Grundlagen des Performance Measurements	60
3.4.1	Kennzahlensysteme als Basis des Performance Measurements	61
3.4.2	Schwächen traditioneller Kennzahlensysteme	65
3.4.3	Performance Measurement als neuer Steuerungsansatz	67
3.4.4	Ausgewählte Performance Measurement-Konzepte	71
3.4.4.1	Balanced Scorecard	71
3.4.4.2	Performance Pyramid	73
3.4.4.3	EFQM-Modell	75
3.4.4.4	Tableau de Bord	77
3.4.4.5	Skandia Navigator	78
3.4.4.6	Konzept der selektiven Kennzahlen	79
3.4.5	Performance Measurement in der Logistik	81
3.5	Zusammenfassung	85
4	Konzeptbeschreibung	87
4.1	Übertragung der Erkenntnisse auf die Konzepterstellung	88
4.1.1	Beschreibung der Vorgehensweise zur Auswahl einer Systematisierung	88
4.1.2	Beschreibung des Konzepts zur Bewertung des Wandlungspotenzials	89
4.1.3	Beschreibung des Konzepts zur Bewertung des Wandlungsbedarfs	92
4.2	Angewandte Methoden und Werkzeuge	94
4.2.1	Nutzwertanalyse	94
4.2.2	Expertenbefragung	96
4.2.3	Delphi-Studie	98
4.2.4	Balanced Scorecard	99
4.3	Zusammenfassung	101
5	Bewertung des Wandlungspotenzials in Kommissioniersystemen	102
5.1	Bewertung und Auswahl der Varianten zur Systematisierung von Kommissioniersystemen	102
5.1.1	Vergleich der Kommissionierobjekte	102
5.1.2	Vergleich der Ausführungsalternativen	106

5.1.3	Auswahl einer Systematisierung	107
5.2	Konzepterstellung zur Bewertung des Wandlungspotenzials	109
5.2.1	Ablauf der Studien	109
5.2.1.1	Schritt 1: Auswahl der Kommissionierobjekte	109
5.2.1.2	Schritt 2: Auswahl der Wandlungsbefähiger	112
5.2.1.3	Schritt 3: Berechnung des Wandlungspotenzials	112
5.2.2	Ergebnisse der Studien	114
5.2.2.1	Schritt 1: Auswahl der Kommissionierobjekte	114
5.2.2.2	Schritt 2: Auswahl der Wandlungsbefähiger	119
5.2.2.3	Schritt 3: Berechnung des Wandlungspotenzials	122
5.3	Interpretation des relativen Wandlungspotenzials	133
5.4	Zusammenfassung	134
6	Bewertung des Wandlungsbedarfs in Kommissioniersystemen	135
6.1	Aufbau Kommissionier-Scorecard	135
6.1.1	Grundlagen	135
6.1.2	Architektur der Balanced Scorecard	137
6.1.3	Strategische Ziele und Kennzahlen	140
6.1.3.1	Perspektive: Finanzen	142
6.1.3.2	Perspektive: Kunden	143
6.1.3.3	Perspektive: Kommissionierprozesse	144
6.1.3.4	Perspektive: Lernen und Entwicklung	146
6.1.3.5	Zusammenfassung der Ergebnisse	147
6.1.4	Erarbeitung der Strategy Map	148
6.2	Wandlungsbedarfsanalyse	150
6.3	Aufwand zum Erarbeiten der Wandlungsbedarfsanalyse	156
6.4	Zusammenfassung	157
7	Konzeptvalidierung	158
7.1	Anwendung des Konzepts bei einem Automobilzulieferer	158
7.1.1	Ausgangssituation	159
7.1.2	Wandlungspotenzial des Kommissioniersystems	161
7.1.3	Wandlungsbedarfsanalyse	163
7.2	Anwendung des Konzepts in der Elektronikfertigung	167
7.2.1	Ausgangssituation	167
7.2.2	Wandlungspotenzial des Kommissioniersystems	170

7.2.3	Wandlungsbedarfsanalyse	173
7.3	Anwendung des Konzepts in einem Distributionszentrum	177
7.3.1	Ausgangssituation.....	177
7.3.2	Wandlungspotenzial des Kommissioniersystems.....	180
7.3.3	Wandlungsbedarfsanalyse	182
7.4	Zusammenfassung	189
8	Zusammenfassung und Ausblick	190
9	Literaturverzeichnis	193

Anhang

Anhang A: Fragebögen der Studien

Anhang B: Ergebnisse der Studien