

Beurteilung der Selbststeuerung logistischer Prozesse in der Werkstattfertigung

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

vorgelegt von

Michael Andreas Gierth

aus

Leipzig

Berichter:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Günther Schuh

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christian Brecher

Tag der mündlichen Prüfung: 26.06.2009

Schriftenreihe Rationalisierung und Humanisierung

Band 95

Andreas Gierth

**Beurteilung der Selbststeuerung
logistischer Prozesse in der Werkstattfertigung**

Shaker Verlag
Aachen 2009

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.: D 82 (Diss. RWTH Aachen University, 2009)

Copyright Shaker Verlag 2009

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

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-8414-5

ISSN 1434-8519

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

Danksagung

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Forschungsinstitut für Rationalisierung (FIR) an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) in Aachen.

Mein Dank gilt meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Günther Schuh, der mir die Möglichkeit, das Vertrauen und die Unterstützung bei der Durchführung meines Promotionsvorhabens gab. Zudem danke ich Herrn Prof. Dr.-Ing. Christian Brecher für die Übernahme des Koreferats sowie Herrn Prof. Dr.-Ing. Jörg Feldhusen für die Übernahme des Vorsitzes und Herrn Prof. Dr.-Ing. Peter W. Gold für die Übernahme des Beisitzes in der Prüfungskommission.

Ebenso möchte ich mich bei allen Kolleginnen und Kollegen, insbesondere im Bereich Produktionsmanagement, für die sehr gute und freundschaftliche Zusammenarbeit bedanken. Ein besonderer Dank geht an Herrn Dr. Heiko Dirlenbach für die konspirative Zusammenarbeit in Schönwald und Herrn Dr. Carsten Schmidt für die wertvollen Tipps und Diskussionen zu wissenschaftlichen Methoden. Danken möchte ich auch Marina Rinis, Robert Tempels, Malte Wolpert und Martin Leenders, die mich mit ihren zahlreichen Recherchen und Korrekturarbeiten sehr unterstützt haben. Den Herren Martin Marktler und Meinrad Deuring von der Doppelmayr-Garaventa Gruppe danke ich für die vertrauensvolle und offene Zusammenarbeit im Rahmen der Validierung.

Mein ganz herzlicher Dank gilt letztlich meinen Eltern Marlies und Werner Gierth und meiner lieben Freundin Aslı Sagırlı für die entgegengebrachte Geduld und die ausdauernde Unterstützung. Ihre uneingeschränkte Förderung meiner Ausbildung und ihre liebevolle Unterstützung, vor allem in hartnäckigen Zweifelphasen, hat die Anfertigung der vorliegenden Arbeit erst ermöglicht. Ihnen widme ich diese Arbeit.

Aachen, im Juli 2009

Andreas Gierth

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	IX
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangssituation und Problemstellung.....	1
1.2 Zielsetzung.....	5
1.3 Wissenschaftstheoretische Einordnung und Aufbau der Schrift.....	5
2 Einführung in das Themenfeld.....	11
2.1 Logistikverständnis.....	11
2.2 Komplexität und Dynamik von produktionslogistischen Systemen.....	15
2.3 Selbststeuerung.....	19
2.4 Koordination und Interdependenzen.....	25
2.5 Terminologische Einordnung der Schrift.....	27
3 Analyse der Ausgangssituation.....	30
3.1 Entwicklungen und Defizite bestehender PPS-Ansätze.....	30
3.2 Selbststeuerung zur Bewältigung von Komplexität und Dynamik in logistischen Systemen.....	34
3.2.1 Konstituierende Merkmale der Selbststeuerung	35
3.2.2 Regelungstechnischer Ansatz der Selbststeuerung.....	38
3.3 Wissenschaftliche Ansätze zur Gestaltung der Selbststeuerung in der Logistik.....	39
3.3.1 Entwicklung von Selbststeuerungsstrategien.....	39
3.3.2 Entwicklung von Selbststeuerungsmethoden und -instrumentarien	45
3.3.3 Identifikation von Einsatzgebieten und Grenzen der Selbststeuerung...50	
3.3.4 Beurteilung der Leistungssteigerung durch Selbststeuerung	53
3.4 Zwischenfazit und Ableitung des Forschungsbedarfs	54
4 Grobkonzeption der Vorgehensweise	57
4.1 Konkretisierung der Aufgabenstellung.....	57
4.1.1 Zielsetzung des Verfahrens	57
4.1.2 Untersuchungsgegenstand des Verfahrens	58
4.1.3 Anforderungen an das Verfahren.....	58
4.2 Organisationstheoretische Einordnung und eingesetzte Methoden	60
4.2.1 Situative Ansätze der Organisationstheorie	60
4.2.2 Grundlagen der Systemtheorie.....	61
4.2.2.1 Grundbegriffe des Systemdenkens	62
4.2.2.2 Systems Engineering	63

4.2.3	Grundlagen der Modelltheorie	65
4.2.3.1	Systemtheoretische Modellierung	65
4.2.3.2	Referenzmodelle.....	67
4.2.4	Grundlagen der Typologisierung.....	68
4.2.5	Black-Box Methode zur Erklärung von Systemverhalten.....	69
4.2.6	Ursache-Wirkungs-Gefüge	70
4.3	Aufbau des Verfahrens.....	71
5	Beschreibung produktionslogistischer Einsatzbereiche für Selbststeuerung.....	74
5.1	Herleitung der Modellkomponenten.....	74
5.2	Zielsystem der Fertigungssteuerung	75
5.2.1	Grundlagen für den Aufbau eines Zielsystems	75
5.2.2	Herleitung eines produktionslogistischen Zielsystems	77
5.2.2.1	Zwischenziele	78
5.2.2.2	Unterziele	78
5.3	Systematisierung der Einsatzgebiete der Selbststeuerung.....	81
5.3.1	Formalisierung von Produktionsstrukturen.....	82
5.3.1.1	Produkt- und Produktionsablaufstruktur	83
5.3.1.2	Produktionsressourcenstruktur.....	86
5.3.1.3	Grundstruktur einer Werkstattfertigung	87
5.3.2	Systematisierung selbststeuernder Produktionsstrukturen.....	88
5.3.2.1	Methode und Aufbau der Morphologie	89
5.3.2.2	Merkmale der Produktstrukturebene	91
5.3.2.3	Merkmale der Fertigungsablafebene.....	94
5.3.2.4	Merkmale der Produktionsressourcenebene.....	97
5.3.2.5	Typenbildung auf Basis von selbststeuernden Referenzstrukturen	99
5.4	Parametermodell zur Beschreibung des Systemzustandes	102
5.4.1	Systematisierung der Systemparameter	103
5.4.2	Beschreibung der Eigenschaften produktionslogistischer Systeme	104
5.4.3	Beschreibung des Verhaltens produktionslogistischer Systeme	106
5.4.4	Beschreibung der Systemumwelt	107
5.4.5	Beschreibung des Systemumweltverhaltens.....	108
5.4.6	Zwischenfazit zum Parametermodell	109
6	Beurteilung der Wirkungseffekte durch Selbststeuerung.....	111
6.1	Herleitung der Modellkomponenten.....	111
6.2	Analyse der Zielgrößeninterdependenzen	112
6.2.1	Das Polylemma logistischer Zielsetzungen	112
6.2.1.1	Zielkonflikte in der Fertigungssteuerung.....	113

6.2.1.2	Zielkonflikte in der Materialwirtschaft.....	115
6.2.1.3	Wirkungsbeziehungen zwischen den logistischen Zielgrößen der Ablaufplanung und der Materialwirtschaft.....	116
6.2.2	Abhängigkeiten im produktionslogistischen Zielsystem.....	117
6.3	Dimensionierung der Wirkungseffekte durch Selbststeuerung.....	119
6.3.1	Kernwirkungseffekte der Selbststeuerung	120
6.3.2	Dimensionierung der Kernwirkungseffekte.....	121
6.3.3	Ableitung von Schlüsselparametern.....	123
6.3.3.1	Klassifikationsgrenzen für statische Schlüsselparameter	123
6.3.3.2	Klassifikationsgrenzen für dynamische Schlüsselparameter	125
6.3.4	Zwischenfazit zur Dimensionierung der Kernwirkungseffekte	127
6.4	Hierarchische Verdichtung der Wirkungseffekte	128
6.4.1	Vorgehen zur Anwendung von Nomogrammen	129
6.4.2	Wirkungsmechanismen im produktionslogistischen Zielsystem	131
6.4.2.1	Oberziel Logistikwirtschaftlichkeit.....	131
6.4.2.2	Zwischenziele Logistikleistung und Logistikkosten	133
6.4.2.3	Wirkungsmechanismen im Bereich der Unterziele	135
6.5	Synthese der Modellkomponenten zu einer Vorgehensweise.....	138
6.5.1	Vorgehensweise zur Anwendung des Beschreibungsmodells	138
6.5.2	Vorgehensweise zur Anwendung des Erklärungsmodells.....	140
6.5.3	Anordnung der Verfahrensschritte	141
7	Evaluierung des Verfahrens	145
7.1	Fallstudien in der Doppelmayr-Garaventa Gruppe	145
7.1.1	Vorstellung der Unternehmensgruppe	145
7.1.2	Analysephase im Fertigungsbereich Umlaufbahnen	146
7.1.3	Beurteilungsphase im Fertigungsbereich Umlaufbahnen	149
7.1.4	Analysephase im Fertigungsbereich Pendelbahnen	152
7.1.5	Beurteilungsphase im Fertigungsbereich Pendelbahnen	155
7.2	Zusammenfassende Bewertung zur Anwendung des Verfahrens	156
7.3	Kritische Würdigung der erzielten Ergebnisse	159
8	Zusammenfassung und Ausblick	163
	Literaturverzeichnis	167
	Anhang.....	189