

**Wirtschaftliche Generierung von
Belieferungssimulationen unter Verwendung
rechnerunterstützter
Plausibilisierungsmethoden für die
Bewertung der Eingangsdaten**

Hannes Müller-Sommer



Universitätsverlag Ilmenau

2013

Impressum

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

Diese Arbeit hat der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften der Technischen Universität Ilmenau als Dissertation vorgelegen

Tag der Einreichung: 1. Februar 2012

1. Gutachter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Steffen Straßburger
(Technische Universität Ilmenau)

2. Gutachter: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Oliver Rose
(Universität der Bundeswehr München)

3. Gutachter: Dr.-Ing. Jochen Beyer
(Technische Universität Ilmenau)

Tag der Verteidigung: 25. Juni 2012

Technische Universität Ilmenau/Universitätsbibliothek

Universitätsverlag Ilmenau

Postfach 10 05 65

98684 Ilmenau

www.tu-ilmenau.de/universitaetsverlag

Herstellung und Auslieferung

Verlagshaus Monsenstein und Vannerdat OHG

Am Hawerkamp 31

48155 Münster

www.mv-verlag.de

ISBN 978-3-86360-058-7 (Druckausgabe)

URN urn:nbn:de:gbv:ilm1-2012000438

Inhaltsverzeichnis

A	Abbildungsverzeichnis	XIII
B	Tabellenverzeichnis	XV
C	Abkürzungsverzeichnis	XVII
1	Einleitung	1
1.1	Spannungsfeld zwischen hoher Datenqualität, geringem Modellerstellungsaufwand und termingerechter Abgabe der Ergebnisse.....	1
1.2	Pre-Untersuchung.....	4
1.3	Zielsetzung und methodische Vorgehensweise.....	6
1.4	Aufbau der Arbeit	8
2	Stand der Technik	11
2.1	Produktionsplanung	11
2.2	Logistikplanung	12
2.2.1	Intralogistik der Produktion	13
2.2.2	Aufgaben der Intralogistik	14
2.2.3	Phasen der Logistikplanung	16
2.2.4	Standardisierung in der Intralogistik	17
2.2.5	Wertschöpfung und Durchlaufzeiten in der Intralogistik	18
2.3	Digitale Fabrik	19
2.3.1	Begriff und Ziel der Digitalen Fabrik	19
2.3.2	Aufgaben der Digitalen Fabrik	21
2.3.3	Komponenten der Digitalen Fabrik.....	22
2.4	Digitaler Materialfluss.....	22
2.4.1	Idee und Ziel	22
2.4.2	Aufbau des Mengengerüstes	23
2.4.3	Datenkonzept	24
2.5	Digitale Planungsabsicherung in der Logistik	28
2.5.1	Analytische Verfahren	29
2.5.2	Verfahren des Operations Research	29
2.5.3	Dynamische Ausprägung des OR in der logistischen Planungsabsicherung	30
2.6	Diskret-ereignisorientierte Materialflusssimulation in der Logistik	31
2.6.1	Werkssimulation	33
2.6.2	Belieferungssimulation	34
2.6.3	Verkehrsflusssimulation.....	36
2.6.4	Supply-Chain-Simulation.....	37
2.6.5	Ergebnis der Untersuchung: VDA Handlungsempfehlung 4810	38
2.6.6	Auswahl der Belieferungssimulation	39
2.6.7	Phasen einer Belieferungssimulation	39

2.7	Informationsqualität.....	41
2.7.1	Begriffsdefinitionen im Umfeld der Informationsqualität.....	42
2.7.1.1	Definition der Validierung und Verifikation von Simulationsmodellen	42
2.7.1.2	Definition der Plausibilisierung von Eingangsdaten	43
2.7.1.3	Definition der Qualität.....	44
2.7.2	Qualitätsmerkmale für Belieferungssimulationen.....	44
2.8	Simulationsrelevante Eingangsdaten	46
2.8.1	Planungssysteme der Digitalen Fabrik als Datenquelle	46
2.8.1.1	Einsetzbare Daten.....	47
2.8.1.2	Dezentrale simulationsrelevante Daten	49
2.8.1.3	Simulationsirrelevante Daten	50
2.8.2	Abhängigkeiten im Planungssystem der Digitalen Fabrik	51
2.8.3	Reifegradentwicklung der Digitalen Fabrik	52
2.8.4	Vorabplausibilisierung im Planungssystem der Digitalen Fabrik	53
2.9	Zusammenfassung und kritische Würdigung	54
3	<i>Stand der Wissenschaft.....</i>	55
3.1	Einordnung der vorhandenen Ansätze im Bezug auf Belieferungssimulationen.....	55
3.1.1	Rechnergestützte Simulationsmodellgenerierung zur dynamischen Absicherung der Montagelogistikplanung bei der Fahrzeugneutypplanung im Rahmen der Digitalen Fabrik nach [ROO09].....	58
3.1.2	Eine Methodik zur teilautomatisierten Generierung von Simulationsmodellen aus Produktionsdatensystemen am Beispiel einer Job-Shop-Fertigung nach [JEN07].....	60
3.1.3	Entwicklung von Methoden zur automatischen Modellgenerierung nach [SEL05].....	62
3.1.4	Zielführende Modellierung und Analyse schlanker Fertigungssysteme mit der Digitalen Fabrik nach [FRI07]	63
3.1.5	Automatische Modellgenerierung von Simulationsmodellen auf Basis einer Socket- Lösung mit Planungsdatenbank und dem Simulationssystem Quest von Delmia nach [WAC03].....	64
3.2	Zusammenfassung	66
3.3	Abgeleitete Wissenslücke.....	67
3.4	Hypothese mit abgeleiteten Forschungsfragen.....	69
4	<i>Lösungskonzept.....</i>	71
4.1	Design des Simulationsgerüsts	73
4.1.1	Übersicht der Simulationsdaten.....	73
4.1.1.1	Gewichtung der Eingangsdaten	74
4.1.1.2	Identifikation der benötigten Ausprägungen mittels Morphologischem Kasten	74
4.1.1.3	Informationsqualität	75
4.1.1.4	Ergänzung der Planungsdaten in der frühen Planungsphase	75
4.1.2	Abbildung der Hallenstruktur in das Simulationswerkzeug.....	76
4.1.3	Initialisierung des Simulationsgerüsts	76
4.1.3.1	Implementierung von Expertenwissen	78
4.1.3.2	Aufbau der Klassenstruktur im Simulator	79

4.1.4	Filterklassen als Methode zur Plausibilisierung	82
4.1.5	Qualitätsmerkmal Vollständigkeit	83
4.1.6	Qualitätsmerkmal Korrektheit.....	84
4.2	Entwicklung von methodisch unabhängigen Filterklassen.....	84
4.2.1	Filterklasse „Referenzdatenbank“	85
4.2.2	Filterklasse „komplementäre Werkzeuge“	85
4.2.3	Filterklasse „Entscheidungsbaum-Schwellwertanalyse“	87
4.3	Validierung und Verifikation	90
4.3.1	Elemente der Validierung und Verifikation einer Belieferungssimulationsstudie	90
4.3.1.1	Validierung und Verifikation im Planungssystem.....	91
4.3.1.2	Validierung und Verifikation im Simulationsgerüst	92
4.3.1.3	Validierung und Verifikation des Simulationsmodells	92
4.3.2	Generierung der Teilenachfrage aus dem Produktionsprogramm und der Verbraurate	93
4.3.2.1	Statische und dynamische Nachfrage aus der Verbraurate.....	93
4.3.2.2	Gepulkte Nachfrage aus dem Produktionsprogramm.....	94
4.3.2.3	Auswahl der geeigneten Teilenachfrage für Belieferungssimulationen	94
4.4	Übergabe der vollständigen Eingangsdaten an den Simulator	95
5	Prototypische Anwendung.....	97
5.1	Anforderungen an die vorhandenen Systeme	97
5.1.1	Anbindung des Planungssystems	97
5.1.2	Auswahl des Simulators.....	97
5.2	Vorbereitungen für den Modellaufbau.....	98
5.2.1	Implementierung des Layouts	99
5.2.2	Analyse der Eingangsdaten.....	99
5.2.3	Festlegung benötigter Attribute.....	100
5.2.4	Aufgabe des Simulationsgerüsts während der Simulationsstudie	103
5.3	Bewertung der Informationsqualität durch die Filterklassen	104
5.4	Filterklasse 1: Referenzanalyse	106
5.4.1	Definition des Werkzeuges	106
5.4.2	Voraussetzung und Status der prototypischen Umsetzbarkeit	106
5.5	Filterklasse 2: komplementäre Analysen.....	107
5.5.1	Voraussetzung.....	107
5.5.2	Beispielwerkzeug Malaga	107
5.5.3	Voraussetzung und Status der prototypischen Umsetzbarkeit	108
5.6	Filterklasse 3: Entscheidungsbaum-Schwellwertanalyse.....	108
5.6.1	Definition des Werkzeuges	108
5.6.2	Aufbau Entscheidungsbaum	108
5.6.2.1	Definition der Entscheidungen im Entscheidungsbaum.....	110
5.6.2.2	Ergebnisdarstellung.....	118
5.6.2.3	Protokollierung in der Deltaliste	119
5.6.3	Zusammenfassung und Wertung der Filterklassen	120
5.6.4	Füllstandsmessung und Freigabequantil	121

5.7	Aufbau Simulationsgerüst und Modellgenerierung.....	122
5.7.1	Das Regelwerk im Simulationsgerüst	122
5.7.1.1	Aufbau und Anwendung des Regelwerkes.....	122
5.7.1.2	Import der Informationen aus der Logistikplanung	124
5.7.2	Generierung der Belieferungssimulation durch das Logistikmodul	126
5.7.2.1	Exemplarisches Verhalten der Belieferungssimulation	127
5.7.2.2	Parametrierung der Belieferungssimulation	128
5.8	Zusammenfassung Kapitel 5.....	130
5.8.1	Stand der Umsetzbarkeit	130
5.8.2	Weiterer Handlungsbedarf	131
6	Zusammenfassung und kritische Würdigung.....	133
6.1	Beantwortung der Forschungsfragen (Post-Untersuchung)	133
6.2	Findungsanspruch	138
6.3	Kritische Würdigung.....	138
6.4	Ausblick und weiterer Handlungsbedarf.....	139
7	Literaturverzeichnis	141
8	Anhang	149
8.1	SQL Statements der Filterklasse 3	149
8.2	Aufbau des Graphenmodells für Filterklasse 3.....	151
8.2.1	Informationsbedarf des Graphenmodells	151
8.2.2	Aufbau des Graphenmodells	153
8.2.3	Matrixmodell.....	156
8.2.3.1	Adjazenzmatrix	156
8.2.3.2	Vorgängermatrix	157
8.2.3.3	Bewertungsmatrix	158
8.2.4	Ermittlung kürzester Wege.....	159