

# **Automatische Generierung adaptiver Modelle zur Simulation von Produktionssystemen**

Sören Bergmann



Universitätsverlag Ilmenau  
2014

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
1.1	Motivation und Zielsetzung .....	1
1.2	Vorgehen und Aufbau der Arbeit .....	4
1.3	Einordnung in die Forschung der Wirtschaftsinformatik und Forschungsmethodik .....	7
2	Stand der Forschung im Betrachtungsbereich .....	9
2.1	Simulation von Produktions- und Logistiksystemen .....	9
2.1.1	Produktions- und Logistiksysteme .....	9
2.1.2	Simulation .....	10
2.1.3	Anwendungen der Simulation im Kontext der Produktion .....	12
2.1.4	Grundsätze der ordnungsgemäßen Modellierung .....	13
2.1.5	Vorgehensmodelle für Simulationsstudien .....	14
2.1.6	Eingangsdaten der Simulation .....	20
2.1.7	Simulationsergebnisanalyse - Statistik und Kennzahlen .....	21
2.2	Automatische datengetriebene Modellgenerierung und Initialisierung .....	25
2.2.1	Relevante Ansätze der Modellgenerierung .....	31
2.2.2	Initialisierung von Simulationsmodellen .....	35
2.2.3	Adaption im Rahmen der Simulation .....	40
2.3	Das Core Manufacturing Simulation Data (CMSD) Information Model als Standard für den Datenaustausch im Kontext der Simulation von Produktionssystemen .....	44
2.3.1	Einführung .....	44
2.3.2	Aufbau des CMSD Standards .....	46
2.3.3	Weitere relevante Standards .....	53
2.3.4	Fazit .....	59
2.4	Zusammenfassung der resultierenden Forschungsfragen .....	60

3	CMSD basiertes Framework zur automatischen Simulationsmodellgenerierung, -adaption und -validierung.....	61
3.1	Angepasstes Vorgehensmodell zur automatischen Simulationsmodellgenerierung, -adaption und -validierung .....	63
3.2	Modellierung dynamischen Verhaltens - Steuerstrategien.....	71
3.2.1	Dezentrale Steuerung mittels Prioritätsregeln .....	72
3.2.2	Ansätze zur Abbildung von Steuerstrategien in der Modellgenerierung ....	75
3.2.3	Abbildung dynamischen Verhaltens im Framework.....	92
3.3	Interpretation des CMSD Standards .....	94
3.3.1	Anwendungsfall 1 - einfache 3x3 Werkstattfertigung .....	95
3.3.2	Anwendungsfall 2 - einfache 3x3 Werkstattfertigung mit stochastischen Einflüssen, z.B. Störungen.....	110
3.3.3	Anwendungsfall 3 - Einbeziehung von Werkern.....	116
3.3.4	Anwendungsfall 4 - parallele Maschinen.....	123
3.3.5	Anwendungsfall 5 - Demontage .....	129
3.3.6	Anwendungsfall 6 - Montage.....	134
3.3.7	Anwendungsfall 7 - sonstiges .....	137
3.3.8	Anwendungsfall 8 - Initialisierung .....	139
3.3.9	Anwendungsfall 9 - Abbildung der Zustands- und Betriebsdaten .....	144
3.3.10	Anwendungsfall 10 - Adaption.....	148
3.3.11	Fazit .....	151
3.4	Teilkomponenten des Frameworks .....	152
3.4.1	Grobarchitektur und Systemübersicht .....	152
3.4.2	Modellgenerator und Initialisator .....	156
3.4.3	CMSD Datenanreicherung und Validierung - das CMSD Webfrontend ....	172
3.4.4	Simulationsergebnisrepräsentation und Darstellung - WebStatMonitor .	181
3.5	Fazit.....	185

4	Validierung des Konzeptes/Frameworks .....	187
4.1	Laborexperiment .....	188
4.2	Feldexperiment - Modellgenerierung und Initialisierung von Simulationsmodellen zur Optimierung von Produktionsprozessen eines KMU .....	197
5	Zusammenfassung und Ausblick .....	203
5.1	Zusammenfassung .....	203
5.2	Kritische Würdigung .....	205
5.3	Ausblick .....	207
	Literaturverzeichnis .....	209
	Anhang A - Erweiterungen des CMSD-Standards / Liste der Properties .....	XXIII
	Anhang B - CMSD Pflichtfelder für die Modellgenerierung und -initialisierung .....	XXIV
	Anhang C - Die wichtigsten CMSD Aufzählungsdatentypen .....	XXIX
	Anhang D - Vollständige Abbildung der Anwendungsfälle zur CMSD Interpretation ...	XXXI
	Anhang E - Vollständige CMSD Daten der Anwendungsfälle zur Interpretation des CMSD Standards .....	XXXVI
	Anhang F - Liste der Basiskennzahlen im WebStatMonitor .....	XXXVI