

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen- und Abkürzungsverzeichnis ix

Bildverzeichnis xi

Tabellenverzeichnis..... xvii

1 Einleitung 1

 1.1 Motivation..... 1

 1.2 Zielsetzung..... 2

 1.3 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit 4

2 Der Ramp-down automatisierter Produktionssysteme 7

 2.1 Grundlagen automatisierter Produktionssysteme..... 7

 2.1.1 Lebenszyklus automatisierter Produktionssysteme 9

 2.1.2 Planung automatisierter Produktionssysteme.....10

 2.1.3 Produktionsplanung und -steuerung automatisierter
 Produktionssysteme 12

 2.2 Ramp-down Management.....14

 2.2.1 Grundlagen des Ramp-downs.....14

 2.2.2 Herausforderungen des Ramp-down Managements.....16

 2.2.3 Bestehende Ansätze des Ramp-down Managements.....18

 2.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerung..... 30

3 Der Digitale Zwilling automatisierter Produktionssysteme .. 33

 3.1 Ereignisdiskrete Materialflusssimulation von Produktionssystemen. 34

 3.1.1 Grundlagen der Simulation..... 34

 3.1.2 Durchführung von Simulationsstudien 35

 3.1.3 Einsatzgebiete der ereignisdiskreten Materialflusssimulation 37

 3.2 Der Digitale Zwilling..... 39

 3.2.1 Begriffsdefinition.....40

 3.2.2 Verwandte Konzepte 42

 3.2.3 Das Digital Twin Structure Model 45

 3.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerung.....48

4	Forschungsbedarf zum simulationsbasierten Digitalen Zwilling im Ramp-down automatisierter Produktionssysteme.....	51
4.1	Erkenntnisse aus dem Stand der Wissenschaft und Technik	51
4.2	Konkretisierung des Forschungsbedarfs anhand von Forschungsfragen an den Digitalen Zwilling automatisierter Produktionssysteme im Ramp-down.....	54
4.3	Zusammenfassung und Schlussfolgerung	55
5	Konzipierung des Digitalen Zwillings für den Ramp-down automatisierter Produktionssysteme.....	57
5.1	Das automatisierte Produktionssystem.....	58
5.1.1	Struktur automatisierter Produktionssysteme	59
5.1.2	Manuelle Tätigkeiten in automatisierten Produktionssystemen.....	60
5.2	Das ereignisdiskrete Simulationsmodell automatisierter Produktionssysteme im Ramp-down.....	62
5.2.1	Strukturdaten des Simulationsmodells	63
5.2.2	Ablaufdaten des Simulationsmodells	67
5.2.3	Metamodell des Simulationsmodells automatisierter Produktionssysteme im Ramp-down	70
5.2.4	Produktionsbezogene Kennzahlen im Simulationsmodell	73
5.3	Der Digitale Schatten	76
5.3.1	Daten des Digitalen Schattens	76
5.3.2	Datenquellen des Digitalen Schattens.....	77
5.3.3	Datenaufbereitung.....	80
5.3.4	Datenspeicherung.....	84
5.4	Anwendungsfälle des Digitalen Zwillings im Ramp-down.....	86
5.4.1	Vorbereitung der Experimentierumgebung	87
5.4.2	Bestimmung der minimalen, wirtschaftlich produzierbaren Losgröße	90
5.4.3	Optimierung der Auftragsreihenfolge.....	91
5.4.4	Optimierung des Mitarbeitereinsatzes.....	93
5.4.5	Simulation von Strukturanpassungen	94

6	Methode DT4RampDown für den Einsatz des Digitalen Zwillings im Ramp-down automatisierter Produktionssysteme	97
6.1	Detaillierung der Methode DT4RampDown	98
6.1.1	Zieldefinition und Bildung des Projektteams	98
6.1.2	Analyse verfügbarer IT-Systeme und bestehender Simulationsmodelle	100
6.1.3	Datensammlung und -aufbereitung.....	101
6.1.4	Modellierung und Modellanpassung	103
6.1.5	Verifikation und Validierung	104
6.1.6	Anwendung der ereignisdiskreten Materialflusssimulation ...	105
6.1.7	Festlegung von Maßnahmen	107
6.1.8	Dokumentation	108
6.2	Einordnung der Methode DT4RampDown in das übergeordnete Ramp-down Management	109
7	Beispielhafte Implementierung und Validierung des Digitalen Zwillings automatisierter Produktionssysteme im Ramp-down	111
7.1	Ramp-down Planung für den auslaufenden Serienbetrieb eines automatisierten, variantenreichen Produktionssystems	111
7.1.1	Zieldefinition und Bildung des Projektteams	112
7.1.2	Analyse verfügbarer IT-Systeme und bestehender Simulationsmodelle	113
7.1.3	Datensammlung und -aufbereitung.....	114
7.1.4	Modellierung des ereignisdiskreten Simulationsmodells	116
7.1.5	Verifikation und Validierung	118
7.1.6	Anwendung der ereignisdiskreten Materialflusssimulation in der Ramp-down Planung	119
7.1.7	Festlegung von Maßnahmen	123
7.1.8	Dokumentation	124
7.2	Beurteilung des Einsatzes des Digitalen Zwillings im Ramp-down automatisierter Produktionssysteme	125
8	Zusammenfassung und Ausblick.....	129
9	Summary and outlook.....	133
10	Anhang.....	137
10.1	Weitere Veröffentlichungen	137
	Literaturverzeichnis.....	139