

# **Inhaltsverzeichnis**

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>I</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>V</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>XI</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>XII</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangssituation .....	1
1.2 Motivation.....	4
1.3 Zielsetzung.....	8
1.4 Herangehensweise und Aufbau der Arbeit .....	9
<b>2 Begriffsdefinitionen und Grundlagen .....</b>	<b>11</b>
2.1 Klassifizierung technischer Systeme .....	11
2.2 Allgemeine Begriffsdefinitionen.....	12
2.3 Aktivitäten der Maschinen- und Anlagenprojektierung .....	13
2.4 Aufbau von Steuerungssystemen.....	13
2.4.1 Die Grundstruktur eines SPS-Systems.....	14
2.4.2 Das Softwaremodell einer SPS.....	16
2.4.3 Das Kommunikationsmodell einer SPS .....	18
2.4.4 Das MMS-Projekt.....	19
2.4.5 Die Hardwarekonfiguration.....	21
2.4.6 Die Antriebs- oder Verfahrenskennlinien.....	21
2.5 Besonderheiten von SPS-Software gegenüber konventioneller Software .....	22

---

2.6	Qualität von Steuerungssoftware .....	23
2.7	Modellierung von Systemen .....	24
2.7.1	Systementwurf und Metamodell .....	24
2.7.2	Systemtheoretische Grundlagen .....	26
2.8	Datenmodelle .....	29
2.8.1	eXtensible Markup Language (XML) .....	29
2.8.2	Virtual Reality Modeling Language .....	30
<b>3</b>	<b>Konventionelle Methoden und Werkzeuge bei der Entwicklung von Automatisierungsprojekten - Stand der Technik .....</b>	<b>31</b>
3.1	Veränderung der Entwicklungsprozesse .....	31
3.2	Methoden und Vorgehensmodelle .....	33
3.2.1	Allgemeines .....	33
3.2.2	Vorgehensmodelle .....	34
3.2.3	Interdisziplinäre Entwicklungsmethoden .....	39
3.2.4	Spezielle Methoden der Software- und Steuerungsentwicklung .....	42
3.2.5	Virtuelle Inbetriebnahme .....	47
3.3	Industrielle Steuerungsentwicklung .....	52
3.3.1	Entwurf und Implementierung industrieller Steuerungsprogramme .....	53
3.3.2	Besonderheiten von MMS-Projekten .....	56
3.3.3	Ansätze zur automatisierten SPS-Programmgenerierung .....	59
3.4	Zusammenfassung und Identifikation von Handlungsfeldern .....	64
<b>4</b>	<b>Anforderungen an eine modellbasierte Entwicklungsmethodik für Automatisierungslösungen .....</b>	<b>67</b>

4.1	Allgemeines.....	67
4.2	Erkenntnisse aus Entwicklungsprozessen.....	68
4.3	Risiken und Automatisierungsumfang .....	69
4.4	Zukünftige Anforderungen an Entwicklungsumgebungen.....	70
<b>5</b>	<b>Entwicklung eines Vi-Modells zur modellbasierten, simulationsgestützten Entwicklung von Automatisierungsprojekten ..</b>	<b>71</b>
5.1	Übersicht .....	71
5.2	Einführung eines Vi-Modells für die Entwicklung vollständiger Automatisierungsprojekte .....	72
5.2.1	Integration von Entwicklungs-, Generierungs- und Testmöglichkeiten in ein Modell.....	74
5.2.2	Detaillierung und unterschiedliche Modellsichtweisen .....	77
5.2.3	Phase I: Analyse und Entwurf eines Informations- und Simulationsmodells auf Systemebene .....	78
5.2.4	Phase II: Analyse und Entwurf eines Steuerungsprojektes auf Subsystemebene .....	84
5.2.5	Phase III: Projektierung und Implementierung auf Komponentenebene .....	95
5.2.6	Phase IV: Automatisierte Generierung der Teilaspekte eines Steuerungsprojektes und Integration in die Zielsysteme.....	98
5.2.7	Phase V: Simulation und Optimierung der Automatisierungslösung .....	100
5.3	Erkenntnisgewinn für Entwicklungs- und Simulationswerkzeuge .....	105
5.4	Zusammenfassung und Rückschlüsse auf gestellte Anforderungen.....	106
<b>6</b>	<b>Umsetzung anhand zweier Anwendungsbeispiele.....</b>	<b>109</b>

---

6.1	Szenario 1, Automatische Generierung einer Hardwarekonfiguration .....	109
6.1.1	Phase I und II: Analyse und Entwurf des Informationsmodells der Nass- und Trockenseite .....	110
6.1.2	Phase III: Projektierung der Hardwarekonfiguration auf Komponentenebene .....	113
6.1.3	Phase IV: Automatisierte Generierung der Hardware-Konfiguration und Integration ins Zielsystem .....	114
6.2	Szenario 2, Entwicklung der Automatisierung einer Gruppiermaschine .....	120
6.2.1	Phase I und II: Analyse und Entwurf des Informations- und Simulationsmodells der Gruppiermaschine .....	122
6.2.2	Phase III: Projektierung des MMS-Projektes, der Verfahrenskennlinien und der Steuerungslogik .....	124
6.2.3	Phase IV: Automatische Generierung, Übertragung in Zielsysteme und Aufbau einer Testumgebung .....	129
6.2.4	Phase V: Simulation und Optimierung .....	130
6.3	Zusammenfassung der Ergebnisse beider Anwendungsfälle .....	131
6.4	Wirtschaftliche Bewertung der Ergebnisse .....	132
7	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b> .....	<b>137</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>139</b>