

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungen und Formelzeichen .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>7</b>
1.1 Der Anlauf im Fokus.....	8
1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit.....	9
<b>2. Ausgangssituation.....</b>	<b>11</b>
2.1 Begriffe und Definitionen .....	11
2.1.1 Montage.....	11
2.1.2 Anlage.....	12
2.1.3 Wissen .....	12
2.1.4 Ontologie.....	13
2.2 Der Anlauf im Fabriklebenszyklus .....	16
2.2.1 Produktionsanlauf.....	18
2.2.2 Anlagenanlauf.....	21
2.3 Ziele des Anlaufs.....	23
2.4 Industriebedarf .....	25
2.5 Fazit und Handlungsbedarf .....	26
<b>3. Analyse der Randbedingungen und Ableitung der Anforderungen.....</b>	<b>27</b>
3.1 Konfigurierbare modulare Montageanlagen .....	27
3.1.1 Verkettung mehrerer Anlagen zu einem Montagesystem .....	29
3.1.2 Spezifikation der Prozessstruktur .....	30
3.1.3 Produktaufbau.....	31
3.1.4 Abgeleitete Anforderungen und Abgrenzung des Systems.....	32
3.2 Rahmenbedingungen des Anlagenanlaufs .....	33
3.2.1 Montagephase.....	33
3.2.2 Interne Inbetriebnahme.....	33
3.2.3 Prozessqualifizierung .....	34
3.2.4 Abnahme und externer Anlauf .....	34
3.2.5 Abgeleitete Anforderungen für den Lösungsansatz .....	35
3.3 Relevanz von Wissen in der Produktion .....	36
3.3.1 Lerneffekte bei der Fertigung von Montageanlagen .....	37
3.3.2 Wissen erfahrener Mitarbeiter .....	39
3.3.3 Anforderungen an die Erfassung des Mitarbeiterwissens .....	40

3.4 Industrielle Erfolgsfaktoren großer Industrieunternehmen .....	41
3.5 Zusammenfassung der Anforderungen .....	42
<b>4. Stand der Technik zur Beherrschung des Anlagenanlaufs .....</b>	<b>44</b>
4.1 Methoden der Digitalen Fabrik zur Absicherung des Anlaufs.....	44
4.1.1 Absicherung durch virtuelle Inbetriebnahme .....	45
4.1.2 Absicherung durch Simulation des Materialflusses .....	47
4.1.3 Fazit Digitale Fabrik.....	47
4.2 Formalisiertes und automatisiertes Wissensmanagement.....	48
4.2.1 Überblick über semantische Technologien .....	48
4.2.2 Semantik in der Produktion.....	53
4.2.3 Fazit formalisiertes Wissensmanagement .....	56
4.3 Spezifische Methoden und Instrumente zur Beherrschung des Anlagenanlaufs.....	56
4.3.1 Standardisierung von Anlagen zur Risikominimierung .....	57
4.3.2 Einheitliche Bewertungs- und Vorgehensmodelle .....	57
4.3.3 Wissensbasierte Ansätze .....	59
4.4 Fazit Stand der Wissenschaft und Technik .....	59
<b>5. Konzeption des Lösungsansatzes .....</b>	<b>61</b>
5.1 Struktur des entwickelten Lösungsansatzes .....	61
5.1.1 Graphenbasierte Entwicklung des Strukturmodells .....	64
5.1.2 Konzeption des Ereignismodells .....	66
5.1.3 Fokussierung des Verhaltensmodells .....	70
5.1.4 Semantisches Integrationskonzept .....	71
5.2 Zusammenfassende Darstellung des Lösungsansatzes .....	72
<b>6. Erstellung der einzelnen TeilmODELLE .....</b>	<b>74</b>
6.1 Modellierung der strukturellen Informationen.....	74
6.1.1 Hierarchisch strukturiertes Domänenmodell.....	75
6.1.2 Verteilt modellierte Konzepte .....	77
6.2 Abbilden des Expertenwissens.....	78
6.2.1 Manuell definierte Zusammenhänge .....	78
6.2.2 Automatisierung durch hinterlegtes Regelwerk .....	82
6.3 Modellierung der dynamischen Informationen .....	89
6.4 Integration der verschiedenen Modellteile.....	90
6.5 Verwertung der Wissensbasis .....	91
6.5.1 Typen von Systemanfragen .....	92

6.5.2	Modularität der Wissensverwertung.....	93
<b>7.</b>	<b>Modellontologie und Realisierung .....</b>	<b>95</b>
7.1	Definition der Ontologie für den Anlagenanlauf .....	95
7.1.1	Struktur der semantisch annotierten Mindmap.....	95
7.1.2	Ontologie für das Strukturmodell .....	100
7.1.3	Ontologie für das Verhaltensmodell.....	108
7.1.4	Ontologie für das Ereignismodell.....	111
7.1.5	Integrativer Ontologieansatz .....	114
7.1.6	Hinterlegtes Regelwerk .....	115
7.1.7	Anfragen an die semantische Datenbank .....	118
7.1.8	Formale Bildungslogik erstellter Regeln und Anfragen.....	119
7.1.9	Parametrisierte Rollen in der Ontologie.....	125
7.2	Realisierung und Nutzung des Modells .....	127
7.2.1	Instanzierung des Modells und Speicherung im TripleStore ...	128
7.2.2	Aufzeichnen empfangener Daten .....	128
7.2.3	Aufnehmen auftretender Probleme.....	129
7.2.4	Hinterlegtes Regelwerk .....	129
7.2.5	Anfragen der Wissensbasis.....	129
<b>8.</b>	<b>Entwicklung des Verfahrens zum semantisch unterstützten</b>	
<b>Anlagenanlauf.....</b>		<b>130</b>
8.1	Entwicklung des Verfahrens .....	130
8.2	Strategische Betrachtungen und Rahmenbedingungen .....	131
8.3	Zieldefinition und Anforderungsprofil.....	134
8.4	Systemanalyse und Erstellung der Teilmodelle .....	135
8.4.1	Strukturelle Informationen .....	135
8.4.2	Verhaltensmodell.....	137
8.4.3	Ereignismodell.....	139
8.4.4	Wissensverwertung.....	140
8.5	Modellüberprüfung.....	141
8.5.1	Validierung.....	141
8.5.2	Verifikation.....	142
8.6	Integration und Nutzung.....	142
8.7	Nachbereitung .....	143
<b>9.</b>	<b>Erprobung und Bewertung in der Praxis.....</b>	<b>146</b>
9.1	Systembewertung am Fallbeispiel 1 .....	147

9.1.1	Zieldefinition .....	148
9.1.2	Systemanalyse und Erstellung der Teilmodelle .....	149
9.1.3	Modellüberprüfung.....	151
9.1.4	Integration und Nutzung.....	151
9.2	Systembewertung am Fallbeispiel 2.....	153
9.2.1	Zieldefinition .....	153
9.2.2	Systemanalyse und Erstellung der Teilmodelle .....	153
9.2.3	Modellüberprüfung.....	155
9.2.4	Integration und Nutzung.....	155
9.3	Bewertung der Ergebnisse.....	156
10.	<b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>158</b>
11.	<b>Summary &amp; Outlook.....</b>	<b>162</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>168</b>