

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	I
Kurzdarstellung	III
Abstract	V
Inhaltsverzeichnis	VII
Abkürzungsverzeichnis	XI
Formelzeichenverzeichnis	XV
1 Einleitung	1
1.1 Automatisierte und autonome Flurförderzeuge – Gemeinsamkeiten und Unterschiede	1
1.2 Motivation zur Einführung autonomer mobiler Roboter im Outdoor-Bereich	2
1.3 Aufbau und Struktur der Arbeit	4
2 Grundlagen und Stand der Wissenschaft	7
2.1 Eigenschaften der involvierten Teilgebiete	7
2.1.1 Betriebsgelände im Rahmen der Intralogistik	7
2.1.2 Grundlagen zu fahrerlosen Transportsystemen	9
2.1.3 Eigenschaften von selbstfahrenden Kraftfahrzeugen	22
2.1.4 Einführung und Begriffsdefinition autonomer mobiler Roboter	25
2.2 Diskussion bestehender Modelle und Methoden	35
2.2.1 Grundlagen zu Vorgehensmodellen	35
2.2.2 Phasenbezogene Vorgehensmodelle	36
2.2.3 Designtheorien und -methoden	41
2.2.4 Grafische Modellierungssprachen	49
2.3 Forschungsbedarf und Aufgabenstellung	54
2.3.1 Abgrenzung des Forschungsbedarfs	54
2.3.2 Aufgabenstellung	58
3 Prozessanalyse von Transporten auf dem Werksgelände am Beispiel eines Automobilherstellers	61
3.1 Gegenstand der Analyse – Das BMW-Werk München	61

VII

3.2	Ist-Analyse von Transportprozessen auf dem Werksgelände	62
3.2.1	Layouterfassung	62
3.2.2	Prozessidentifikation	64
3.2.3	Prozessbeschreibung und -visualisierung	68
3.2.4	Prozessbeurteilung	72
3.3	Herleitung von Referenzprozessbausteinen	75
3.3.1	Identifizierung und Beschreibung der Referenzprozessbausteine	75
3.3.2	Definition der Prozessziele	78
3.3.3	Visualisierung der Referenzprozessbausteine	81
4	Konzeption des Vorgehensmodells unter Verwendung von Axiomatic Design	85
4.1	Strukturierung und Bestandteile des Modells	85
4.2	Ermittlung der Kundenwünsche und Festlegung der Restriktionen	87
4.2.1	Literaturübersicht	87
4.2.2	Prozessanalyse	88
4.2.3	Qualitative Interviews	88
4.2.4	Repräsentative Kundenwünsche	90
4.2.5	Festlegung von Restriktionen	92
4.3	Überführung der Kundenwünsche in funktionale Anforderungen auf oberster Ebene	93
4.4	Anwendung funktionaler Metriken auf oberster Ebene	94
4.5	Zuordnung der Gestaltungsparameter zu den funktionalen Anforderungen auf oberster Ebene	96
4.6	Dekomposition und Zuordnung der einzelnen Gestaltungsfelder unter Anwendung funktionaler Metriken	98
4.6.1	Gestaltungsfeld 1 – Prozessverbesserung	98
4.6.2	Gestaltungsfeld 2 – Technische Machbarkeit	103
4.6.3	Gestaltungsfeld 3 – Sicherheitsmanagement	111
4.6.4	Gestaltungsfeld 4 – Auftragsmanagement	115
4.6.5	Gestaltungsfeld 5 – Wirtschaftlichkeit	119
4.7	Erstellung der Gesamt-Design Matrix	125
4.8	Zusammenfassung und Visualisierung des Vorgehensmodells in Form von Gestaltungsrichtlinien	127
4.9	Überführung der Gestaltungsrichtlinien in Checklisten für die praktische Anwendung	131

5 Demonstratorische Umsetzung der Gestaltungsrichtlinien am Beispiel eines Automobilherstellers	133
5.1 Vorgehensweise und Betrachtungsgegenstand	133
5.2 Anwendung der Gestaltungsrichtlinien für die Pilotierung des TractEasy im BMW-Werk Dingolfing	135
5.2.1 Prozessanalyse auf dem Werksgelände	136
5.2.2 Technische Machbarkeitsprüfung	140
5.2.3 Umfassendes Sicherheitssystem	144
5.2.4 Intelligentes Planungs- und Steuerungssystem	147
5.2.5 Kostenanalyse	150
5.3 Reflexion und Diskussion der Anwendung der Gestaltungsrichtlinien in Form von Checklisten	154
6 Zusammenfassung und Ausblick	159
6.1 Zusammenfassung	159
6.2 Weiteres Forschungspotenzial	161
6.3 Ausblick im Bereich autonomer mobiler Roboter	162
Literaturverzeichnis	167
Abbildungsverzeichnis	193
Tabellenverzeichnis	197
Anhang A Ergänzungen zu Kapitel 3: Ist-Analyse	A-1
A.1 Prozessvisualisierung mit BPMN	A-1
A.2 Prozessbeurteilung mit SWOT-Analysen	A-9
Anhang B Ergänzungen zu Kapitel 4: Axiomatic Design	B-1
B.1 Dekomposition FR-DP-FM	B-1
B.2 FR-DP-Baumstruktur (Tree Chart)	B-5
B.3 Gesamt Design Matrix	B-14
Anhang C Ergänzungen zu Kapitel 5: Umsetzung	C-1
C.1 Vorlagen der Checklisten	C-1
C.2 Kapitalwertmethode	C-5