

## Inhalt

Vorwort .....	V
Inhalt .....	VII
Abkürzungsverzeichnis .....	XI
Abbildungsverzeichnis .....	XIII
Kurzinhalt .....	XIX
Short Summary .....	XXI
1 Einleitung .....	1
1.1 Wissenschaftliche Fragestellung der Arbeit .....	5
1.2 Einordnung und Abgrenzung der wissenschaftlichen Arbeit .....	6
1.3 Überblick zum Inhalt der nachfolgenden Kapitel .....	7
2 Grundlagen und Festlegungen für die Arbeit .....	9
2.1 Grundlagen zur industriellen Steuerungstechnik .....	9
2.1.1 Architekturen .....	10
2.1.2 Programmierung .....	12
2.1.3 Beteiligte Rollen .....	14
2.2 Hardware-in-the-Loop Systeme und Virtuelle Inbetriebnahme .....	15
2.2.1 Echtzeit-HiL Simulation .....	18
2.2.2 Methoden und Modelle der Virtuellen Inbetriebnahme .....	19
2.3 Grundlagen zum Begriff Fehler .....	22
2.3.1 Fehlerklassifikation .....	23
2.3.2 Fehlerentstehung .....	25
2.3.3 Fehlerkosten .....	26
2.4 Qualitätsbegriff und Softwaretest .....	28
2.4.1 Techniken für den Softwaretest .....	30

2.4.2	Testprozess .....	33
2.4.3	Testautomatisierung .....	34
2.4.4	Softwarequalitätsmetriken .....	36
2.5	Zusammenfassung .....	37
3	Anforderungen an eine neue Testmethodik .....	39
3.1	Defizite des aktuellen manuellen Testprozesses .....	40
3.2	Anforderungen zur Automatisierung .....	41
3.3	Anforderungen der Entwicklung von Fertigungssystemen .....	42
3.4	Anforderungen für einen effizienten Testprozess .....	43
3.5	Zusammenfassung .....	44
4	Stand der Wissenschaft und Technik und Zielsetzung der Arbeit .....	47
4.1	Forschungsarbeiten zu Test und Testautomatisierung im Kontext des Maschinen- und Anlagenbaus .....	47
4.2	Kommerzielle Lösungen für Testwerkzeuge zur Testautomatisierung .....	56
4.3	Zusammenfassung, Handlungsbedarf und Ziele dieser Arbeit .....	58
5	Voruntersuchungen zur ganzheitlichen Testautomatisierung und Grobkonzept .....	61
5.1	Integration von ganzheitlicher Testautomatisierung in das Vorgehensmodell im Maschinen- und Anlagenbau .....	61
5.2	Auswahl von Testtechniken für die ganzheitliche Testautomatisierung .....	64
5.3	Auswahl von Typen von Testwerkzeugen .....	67
5.4	Betrachtung von Diversität von Steuerungsschnittstellen .....	72
5.5	Entwurf der Architektur eines Werkzeugs für die ganzheitliche Testautomatisierung .....	74
5.6	Zusammenfassung .....	78
6	Methodik zur ganzheitlichen Testautomatisierung .....	81

6.1	Verifikation des Grobkonzepts und Vorgehen bei der Erarbeitung der Methodik.....	82
6.2	Methodik für die ganzheitliche Testautomatisierung.....	84
6.2.1	Fehlerbasierte Erweiterung des Simulationsmodells .....	84
6.2.2	Entwurf der Testtreiber für das RT-HiL System .....	89
6.2.3	Entwicklung eines Komparators für den automatisierten Testablauf.....	91
6.2.4	Erreichen einer Herstellerunabhängigkeit für Steuerungssysteme .....	93
6.2.5	Virtueller Bediener zur Automatisierung der Mensch-Maschine-Schnittstelle .....	98
6.2.6	Entwicklung einer Sprache für die Erstellung von Testfällen .....	102
6.2.7	Wiederverwendung von Testfällen durch Modularisierung .....	110
6.3	Zusammenfassung .....	116
7	Implementierung und praktische Validierung.....	121
7.1	Entwicklung eines eigenen Testwerkzeugs .....	122
7.2	Realisierung mit einem bestehenden Testwerkzeug .....	124
7.3	Validierung der ganzheitlichen Testautomatisierung und Diskussion zu Vorteilen und Grenzen der Methodik .....	127
7.3.1	Praktische Validierungen durch Anwendung auf ein Testszenario .....	128
7.3.2	Einsatz von ganzheitlicher Testautomatisierung zum Systemtest bei Messzyklen einer NC-basierten Steuerung .....	133
7.3.3	Vorteile und Grenzen einer ganzheitlichen Testautomatisierung .....	138
7.4	Zusammenfassung .....	141
8	Zusammenfassung und Ausblick.....	143
Anhang	.....	147
Literaturverzeichnis	.....	149