

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Abbildungsverzeichnis	XI
Tabellenverzeichnis.....	XVII
Abkürzungsverzeichnis.....	XIX
Abstract	XXI
Kurzfassung	XXVII
1 Einleitung	1
2 Grundlagen von Softwaresystemen mit physikbasierten Berechnungen	5
2.1 Unterscheidung ausgewählter Systemaufbauten	7
2.1.1 Virtueller Sensor/Beobachter.....	7
2.1.2 Modellbasierte Diagnose	8
2.1.3 Steuerung mit invertiertem Modell	9
2.1.4 Prädiktive Regelung	10
2.2 Relevante Eigenschaften für die Softwareausführung	11
2.2.1 Nichtlinearität.....	12
2.2.2 Stetigkeit	13
2.2.3 Dynamik	14
2.3 Modellbasierte Softwareentwicklung	16
2.3.1 Transformationsschritte bei der Erzeugung von Softwaresystemen mit physikbasierten Berechnungen	19
2.3.2 Realisierung von Werkzeugketten für Softwaresysteme mit physikbasierten Berechnungen	24
2.3.3 Das Projekt EMPHYYSIS für standardisierte Artefakte.....	25
2.3.4 Verifikation und Validierung von Softwaresystemen mit physikbasierten Berechnungen	28

3 Beschreibung und Klassifizierung von Fehlerquellen	33
3.1 Kritische numerische Einflussnahme	33
3.1.1 Diskretisierung	34
3.1.2 Gleitkommaarithmetik	39
3.2 Hohe numerische Einflussnahme	43
3.2.1 Zielplattform	43
3.2.2 Hilfsfunktionen	45
4 Anforderungen und Ansätze	49
4.1 Angestrebte Ziele und ihre Anforderungen	49
4.2 Eignung existierender V&V Methoden	52
4.3 Eignung existierender Testgenerierungsmethoden	58
4.4 Zusammenfassung des Forschungsvorhabens	62
5 Konzept eines automatisierten Test- und Testsignalgenerierungsansatzes	65
5.1 Funktionsweise und Struktur des Ansatzes	65
5.2 Generierung von Artefakten	67
5.2.1 Generierung von zusätzlichen Artefakten für die Analyse	69
5.3 Testsignalgenerierung	72
5.3.1 Struktur der Testsignale	73
5.3.2 Aufbau der Testsignalgenerierung	76
5.3.3 Instrumentalisierung eines Artefaktes	78
5.3.4 Herleitung von Signallimitierungen	79
5.3.5 Erzeugung von Optimierungszielen	81
5.3.6 Algorithmus zur Testsignalgenerierung	87
5.4 Dynamische Testausführung	94
5.5 Analyse der Ergebnisse	95
6 Realisierung einer Methode	103
6.1 Verwendete Artefakte, Technologien und Parameter	103
6.2 Ermittlung aller diskreten Systemzustände	107
6.3 Verfahren zur Erzeugung geeigneter Anfangswerte	108
6.4 Realisierung der Erzeugung neuer Lösungen	110

6.5	Trägheitsindex für träge Systeme	111
7	Exemplarische Untersuchung des Lösungsansatzes	113
7.1	PID-Controller für Geschwindigkeitsregelung eines Elektromotors	114
7.1.1	Analyse durch den Referenztest	116
7.1.2	Analyse durch den generierten Test	118
7.1.3	Analyse des korrigierten Systems durch den generierten Test	120
7.1.4	Gegenprüfung der analysierten Fehlerquellen	122
7.2	Motorluftsystem eines Ottomotors in einem Fahrzeug	123
7.2.1	Analyse durch den Referenztest	125
7.2.2	Analyse durch den generierten Test	130
7.2.3	Gegenprüfung der analysierten Fehlerquellen	138
7.3	Controller eines chemischen Mischreaktors mit invertiertem Modell	139
7.3.1	Analyse durch den Referenztest	140
7.3.2	Analyse durch den generierten Test	142
7.3.3	Analyse des limitierten Systems durch einen neuen generierten Test	144
7.3.4	Gegenprüfung der analysierten Fehlerquellen	151
7.4	Zusammenfassung und Zielerreichung	152
8	Schlussfolgerungen und Ausblick	157
	Literaturverzeichnis	161
	Anhang	177
A1.	Ergebnisse vorheriger Referenztests	177
A2.	Ergänzende Diagramme für das PID-Controller Softwaresystem	178
A2.1	Analyse des PID-Systems durch den generierten Test	178
A2.2	Analyse des korrigierten PID-Systems durch den generierten Test	179
A3.	Ergänzende Diagramme für das Motorluft-Softwaresystem	180
A3.1	Analyse des Luftsystens durch den Referenztest	180
A3.2	Analyse des Luftsystens durch den generierten Test	182

A4. Ergänzende Diagramme für den Mischreaktorcontroller	183
A4.1 Analyse des Mischreaktorcontrollers durch den Referenztest	183
A4.2 Analyse des fehlerhaften Mischreaktorcontrollers durch den generierten Test	185