

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	i
Zusammenfassung	iii
Abstract.....	iv
TEIL I EINLEITUNG.....	1
1 Motivation und Ziel.....	3
1.1 Bedeutung eingebetteter Software.....	3
1.2 Einführung in die Entwicklung eingebetteter Software.....	4
1.3 Motivation für die Betrachtung sicherheitskritischer Fehler	6
1.4 Problemstellung.....	8
1.5 Ziel der Arbeit	9
1.6 Aufbau der Arbeit.....	10
2 Grundlagen.....	11
2.1 Software in eingebetteten Systemen.....	11
2.1.1 Sicherheit eingebetteter Software	12
2.1.2 Sicherheitskritische Fehler in eingebetteter Software	13
2.2 Softwaretest.....	14
2.2.1 Modellbasierter Softwaretest	15
2.2.2 Test eingebetteter Software.....	16
2.3 Sicherheitsanalyse	17
3 Stand der Wissenschaft	19
3.1 Bewertungsrahmen.....	19
3.2 Arbeiten zur codebasierten Testfallpriorisierung	21
3.2.1 Elbaum et al. und Rothermel et al. 1999 bis 2003	21
3.2.2 Elbaum et al. 2001	22
3.2.3 Kim und Porter 2002.....	23
3.2.4 Jones und Harrold 2003	23
3.2.5 Srivastava und Thiagarajan 2002 und Czerwonka et al. 2011	23
3.2.6 Walcott et al. 2006 und Zhang et al. 2009	24
3.2.7 Yoo et al. 2009.....	25
3.3 Arbeiten zur anforderungsbasierten Testfallpriorisierung	25
3.3.1 Chen et al. 2002 und 2003	26
3.3.2 Srikanth et al. 2005 und 2006	26
3.3.3 Ramasamy und Mary 2008	27
3.3.4 Srivastava et al. 2008	28
3.3.5 Le et al. 2009.....	28

3.3.6	Kumar et al. 2010	29
3.4	Arbeiten zur modellbasierten Testfallpriorisierung	29
3.4.1	Yu und Lau 2002	29
3.4.2	Korel et al. 2005 und 2007	30
3.4.3	Fraser und Wotawa 2007	31
3.4.4	Malz et al. 2011	31
3.5	Sonstige Arbeiten zur Testfallpriorisierung	32
3.5.1	Srivastava 2008 und Kavitha und Sureshkumar 2010	32
3.6	Arbeiten von allgemeiner thematischer Relevanz	33
3.6.1	Risikobasierte Testfallableitung	33
3.6.2	Integration von Sicherheitsanalysen und Softwaretests	35
3.6.3	Integration von Sicherheitsanalysen und modellbasierter Softwareentwicklung	36
3.7	Zusammenfassende Bewertung und Fazit	37
TEIL II SICHERHEITSBASIERTE TESTFALLPRIORISIERUNG		41
4	Lösungsansatz	43
4.1	Idee	43
4.2	Ausgestaltung	43
4.2.1	Priorisierung logischer Testfälle	44
4.2.2	Modellbasierte Testfallpriorisierung	45
4.3	Bestandteile	45
5	Dokumentation von Sicherheitsanalyseergebnissen	49
5.1	Verwendung von Sicherheitsanalyseergebnissen	49
5.1.1	Sicherheitsanalyse durch FMECA	50
5.2	Erstellung sicherheitsgerichteter Testmodelle	51
5.2.1	Verwendung von Aktivitätsdiagrammen	52
5.2.2	Abbildung von Kritizitätswerten auf Aktionen	52
5.2.3	Attributierung von Aktionen	54
6	Bewertung von Testfällen	57
6.1	Bewertungskriterien	57
6.2	Bewertung nach Modell- und Sicherheitsüberdeckung	58
7	Festlegung von Testfallfolgen	61
7.1	Priorisierungsansätze für Testfallmengen	61
7.2	Priorisierung nach Modellüberdeckung	62
7.2.1	Priorisierung nach totaler Aktionsüberdeckung	62
7.2.2	Priorisierung nach additionaler Aktionsüberdeckung	62
7.3	Priorisierung nach Sicherheitsüberdeckung	63
7.3.1	Priorisierung nach totaler Kritizitätsüberdeckung	63
7.3.2	Priorisierung nach additionaler Kritizitätsüberdeckung	64
7.4	Priorisierung nach kombinierter Modell- und Sicherheitsüberdeckung	64

7.4.1	Priorisierung nach totaler Aktions- und Kritizitätsüberdeckung.....	64
7.4.2	Priorisierung nach additionaler Aktions- und Kritizitätsüberdeckung	67
7.5	Überblick und Anwendung.....	69
TEIL III EXPERIMENTELLE VALIDIERUNG.....		73
8	Planung.....	75
8.1	Ziel	75
8.2	Forschungsfragestellungen	76
8.3	Metrik	76
8.4	Software.....	78
8.4.1	Autopiloten-Software.....	79
8.4.2	Avioniktypischer Softwareentwicklungsprozess	79
8.5	Fehler.....	80
8.5.1	Manuelle Fehlereinstreuung.....	80
8.5.2	Automatische Mutation.....	81
8.5.3	Erzeugung sicherheitskritischer Fehler	82
8.5.4	Manuelle Einstreuung sicherheitskritischer Fehler	82
8.6	Testfälle	85
8.6.1	Avioniktypisches Testziel	85
8.6.2	Modellbasierte Testfallentwicklung	86
8.7	Sicherheitsanalyseergebnisse.....	89
9	Durchführung	91
9.1	Testumgebung	91
9.1.1	Flugsimulatoren-Software.....	91
9.1.2	Integration der Autopiloten-Software	92
9.2	Pretest	92
9.3	Test	93
9.4	Priorisierungs-Software	96
9.5	Testfallpriorisierung	97
9.5.1	Sicherheitsbasierte Testfallpriorisierung.....	98
9.5.2	Nicht-sicherheitsbasierte Testfallpriorisierung	99
9.5.3	Kontrolltechniken	101
9.5.4	Überblick	103
10	Auswertung	105
10.1	Mess-Software	105
10.2	Statistik-Software	106
10.3	Deskriptive Statistik.....	106
10.4	Statistische Signifikanz.....	109
10.5	Effektstärke.....	112
11	Diskussion	117

11.1	Interpretation der Ergebnisse	117
11.1.1	Beantwortung der Forschungsfragestellungen	117
11.1.2	Untersuchung der Vorhersagbarkeit	120
11.1.3	Untersuchung des Verbesserungspotentials	122
11.2	Validität der Ergebnisse	122
11.2.1	Externe Validität.....	122
11.2.2	Interne Validität.....	125
11.2.3	Konstruktvalidität.....	127
TEIL IV ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK.....		129
12	Beitrag der Arbeit.....	131
13	Kritische Betrachtung.....	133
14	Ausblick.....	135
14.1	Verbesserungspotential	135
14.2	Nutzenpotential	136
ANHANG		139
A	Anforderungen.....	141
B	Testfälle.....	143
C	Testfallmengen	161
D	Sicherheitsanalyseergebnisse.....	163
E	Abbildungsverzeichnis	167
F	Tabellenverzeichnis.....	169
G	Definitionsverzeichnis	171
H	Beispielverzeichnis.....	173
I	Algorithmenverzeichnis.....	175
J	Literaturverzeichnis.....	177