

# Inhaltsverzeichnis

<b>Verzeichnis der Abkürzungen, Indizes und Symbole</b>	<b>xiii</b>
<b>Kurzfassung</b>	<b>xxvii</b>
<b>Abstract</b>	<b>xxviii</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangssituation . . . . .	3
1.2 Problemstellung . . . . .	10
1.3 Ziele der Arbeit . . . . .	12
1.4 Aufbau der Arbeit . . . . .	14
<b>2 Stand von Wissenschaft und Technik</b>	<b>16</b>
2.1 Grundlagen der Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie . . . . .	16
2.1.1 Deskriptive Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung . . . . .	16
2.1.2 Sätze zur Wahrscheinlichkeitsrechnung . . . . .	25
2.1.3 Lebensdauerverteilungen . . . . .	27
2.2 Normatives Vorgehen zur funktionalen Sicherheit . . . . .	32
2.2.1 Item-Definition . . . . .	33
2.2.2 Hazard Analysis and Risk Assessment (HARA) . . . . .	34
2.2.3 Funktionales Sicherheitskonzept . . . . .	36
2.2.4 Technisches Sicherheitskonzept . . . . .	38
2.2.5 Quantitativer Sicherheitsnachweis . . . . .	39
2.2.6 Fehlerbaumanalyse (FTA) . . . . .	41
2.3 Abgrenzung der funktionalen Sicherheit . . . . .	42
2.3.1 Zuverlässigkeit vs. funktionale Sicherheit . . . . .	42
2.3.2 Verfügbarkeit vs. funktionale Sicherheit . . . . .	43
<b>3 Technische Sicherheitsmechanismen im Energiebordnetz</b>	<b>44</b>
3.1 Energiebordnetz im Kfz . . . . .	45
3.1.1 Automatisiertes Fahren und Fahrerassistenzsysteme . . . . .	45
3.1.2 Architektur eines Energiebordnetzes . . . . .	46
3.1.3 Funktionale Sicherheit im Energiebordnetz . . . . .	47
3.2 Forschungsfrage und Hypothesen . . . . .	51
3.3 Eingrenzung des Betrachtungsumfangs . . . . .	54
3.3.1 Fehlerprogression . . . . .	54
3.3.2 Klassifizierung der Fehler . . . . .	55
3.3.3 Klassifizierung der Ausfallraten . . . . .	57
3.3.4 Metriken zum quantitativen Sicherheitsnachweis . . . . .	59

3.4	Wirkung eines Sicherheitsmechanismus . . . . .	62
3.4.1	Zeitliches Verhalten . . . . .	62
3.4.2	Repräsentative Ausfallfunktion . . . . .	64
3.4.3	Diagnosedeckungsgrad . . . . .	67
3.4.4	Einfluss auf die Metriken . . . . .	69
3.5	Verifizierung bisheriger Modellierungsansätze/-vorschläge . . . . .	70
3.5.1	Modellierungsansätze statischer Sicherheitsmechanismen . . . . .	70
3.5.2	Modellierungsvorschläge zyklischer Sicherheitsmechanismen . . . . .	74
3.6	Zwischenfazit . . . . .	77
<b>4</b>	<b>Einführung der zyklischen Diagnosedeckung</b>	<b>79</b>
4.1	Gültigkeits- und Anwendungsbereich . . . . .	81
4.2	Anpassung der Notation zur statischen Diagnosedeckung . . . . .	82
4.2.1	Unspezifische Diagnosedeckung . . . . .	82
4.2.2	Statische Diagnosedeckung . . . . .	84
4.3	Zeitabhängiges Diagnoseverhalten . . . . .	85
4.4	Bedingter Vorschlag zur zyklischen Diagnosedeckung . . . . .	93
4.4.1	Zusammengesetzte Ausfalldichte- und -wahrscheinlichkeitsfunktion . . . . .	93
4.4.2	Mittelwert der Ausfalldichte- und -wahrscheinlichkeitsfunktion . . . . .	96
4.5	Universelle und einheitliche Theorie zur zyklischen Diagnosedeckung . . . . .	99
4.5.1	Differenzialgleichung als Lösungsansatz zur Beschreibung der Ausfallfunktionen mit zeitabhängiger Ausfallrate . . . . .	99
4.5.2	Approximation zum Lösungsansatz mittels Differenzialgleichung . . . . .	104
4.6	Fehlerbaummodellierung der zyklischen Diagnosedeckung . . . . .	114
4.7	Verifizierung und Ergebnis . . . . .	116
<b>5</b>	<b>Anwendung und Adaption am Beispiel Energiebordnetz</b>	<b>124</b>
5.1	Statischer Sicherheitsmechanismus . . . . .	125
5.2	Zeitdiskreter (zyklischer) Sicherheitsmechanismus . . . . .	127
5.3	Alternierende Sicherheitsmechanismen . . . . .	134
5.4	Prädiktiv gesteuerter (diskontinuierlicher) Sicherheitsmechanismus . . . . .	139
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung, Ergebnis und Ausblick</b>	<b>143</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>151</b>
	<b>Anhang</b>	<b>159</b>