

# Inhaltsverzeichnis

<b>Symbolverzeichnis</b>	<b>IX</b>
<b>1 Einführung und Motivation</b>	<b>1</b>
1.1 Einleitung . . . . .	1
1.2 Varianten- und Versionsvielfalt produzierter Fahrzeuge . . . . .	4
1.3 Versionierung der individuellen Fahrzeuge im Lebenszyklus . . . . .	6
1.3.1 Ökonomische Bewertung von Mischverbau . . . . .	11
1.3.2 Sicherheits- und juristische Aspekte . . . . .	18
1.4 Zielsetzung . . . . .	19
1.5 Abgrenzung und Beitrag der Arbeit . . . . .	21
<b>2 Stand der Technik</b>	<b>23</b>
2.1 Elektronik im Kraftfahrzeug . . . . .	23
2.2 Produktentstehungsprozess der Automobilindustrie . . . . .	26
2.3 Grundlagen der Testtheorie . . . . .	29
2.3.1 Validierung und Verifikation . . . . .	29
2.3.2 Entwickeltes Fehlermodell . . . . .	30
2.3.3 Entscheidbarkeit der Fehlerfreiheit eines Systems . . . . .	34
2.3.4 Testsysteme . . . . .	35
2.3.5 Testaktivitäten . . . . .	38
2.3.6 Testendekriterium . . . . .	41
2.4 Klassifikation von Testmethoden . . . . .	42
2.5 Statische Testmethoden . . . . .	44
2.6 Dynamische Testmethoden . . . . .	45
2.6.1 White-Box-Testmethoden . . . . .	45
2.6.2 Black-Box-Testmethoden . . . . .	49
2.7 Eingesetzte Absicherungsstrategien der Automobilbranche . . . . .	63
2.7.1 Absicherung der Produktfamilien . . . . .	63

2.7.2	Lebenszyklusabsicherung . . . . .	65
2.8	Eingesetzte Absicherungsstrategien anderer Branchen . . . . .	66
2.8.1	Luft- und Raumfahrt . . . . .	67
2.8.2	Business-IT . . . . .	69
2.8.3	PC-Technik . . . . .	70
2.8.4	Endgeräte der Telekommunikation . . . . .	71
2.8.5	Infrastruktur der Telekommunikation . . . . .	72
<b>3</b>	<b>Einfluss der verwendeten Fahrzeugarchitektur</b>	<b>73</b>
3.1	Software- und Systemstandardisierung . . . . .	75
3.1.1	OSEK . . . . .	75
3.1.2	AUTOSAR . . . . .	76
3.2	Ein zukünftiges Architekturmuster . . . . .	79
3.2.1	Zentralisierung der Hardware . . . . .	80
3.2.2	Homogenisierung der Hardware . . . . .	81
3.2.3	Virtualisierung der Hardware für Software . . . . .	83
3.2.4	Dynamische Verschiebbarkeit . . . . .	84
3.2.5	Realisierte Architektur . . . . .	86
3.3	Fazit . . . . .	88
<b>4</b>	<b>Entwurf von Kennzahlen zur Quantifizierung von Bordnetzkonfigurationen</b>	<b>91</b>
4.1	Kombinatorische Variantenabweichung . . . . .	92
4.1.1	Absicherungsnähe der Variantenvielfalt . . . . .	92
4.1.2	Modellierung . . . . .	92
4.2	Mischverbau als kombinatorische Versionsabweichung . . . . .	99
4.2.1	Abweichen eines Steuergeräts von einem Sollstand . . . . .	99
4.2.2	Kompatibilitätsbeziehungen zwischen Steuergeräten . . . . .	102
4.2.3	Modellierung . . . . .	103
4.3	Ökonomische Bordnetzbewertung im Feld . . . . .	113
4.3.1	Variantenabweichung . . . . .	113
4.3.2	Versionsabweichung . . . . .	120
4.4	Fazit . . . . .	123
<b>5</b>	<b>Einführung der Varianten-Clusteranalyse zur Konfigurationsauswahl</b>	<b>125</b>
5.1	Existierende Verfahren der Varianzuntersuchung bei Automobilen . . . . .	127
5.2	Eigenschaftsvektor von Konfigurationen . . . . .	133
5.3	k-means-Algorithmus . . . . .	136

5.4	Iterativ-dynamische Clusterung . . . . .	137
5.4.1	Abbruch- und Gütekriterien . . . . .	138
5.4.2	SplitVR . . . . .	142
5.5	Repräsentative Konfigurationsauswahl . . . . .	143
5.6	Fazit . . . . .	145
<b>6</b>	<b>Der Virtual Vehicle Generator zur Prognose zukünftig verkaufter Fahrzeugkonfigurationen</b>	<b>147</b>
6.1	Betrachtung des vollständigen Varianten-Konfigurationsraumes . . . . .	147
6.2	Nötiger Prognoseumfang und dessen stochastische Genauigkeit . . . . .	148
6.3	Existierende Verfahren der Variantenprognose bei Automobilen . . . . .	152
6.4	Prognose durch statistische Hochrechnung . . . . .	154
6.4.1	Maschinelles Lernen des Kundenverhaltens . . . . .	155
6.4.2	Erstellung eines virtuellen Felds als Prognose . . . . .	161
6.5	Prognose bei exogenen Änderungen . . . . .	163
6.5.1	Feldanteil einer Sonderausstattung . . . . .	165
6.5.2	Feldmodifikationen nach Prognosevorgaben . . . . .	166
6.6	Fazit . . . . .	172
<b>7</b>	<b>Das Risk Management Module zur Bestimmung abzusichernder Fahrzeugkonfigurationen im Lebenszyklus</b>	<b>175</b>
7.1	Physisches Bordnetz von Fahrzeugkonfigurationen . . . . .	176
7.2	Risikobasierte Konfiguration von Absicherungsträgern . . . . .	178
7.2.1	Entwickelter Risikobegriff . . . . .	179
7.2.2	Entstehende Absicherungskosten . . . . .	181
7.2.3	Optimierungsproblem und dessen Lösung . . . . .	182
7.2.4	Fazit . . . . .	185
7.3	Simplifiziert-risikobasierte Konfiguration von Absicherungsträgern .	186
7.3.1	Auswahl abzusichernder Steuergeräteversionen . . . . .	187
7.3.2	Einsparung von Absicherungsträgern . . . . .	189
7.3.3	Fazit . . . . .	191
<b>8</b>	<b>Der Virtual Vehicle Simulator als Monte-Carlo-Simulation zur Feldanalyse und Bewertung entwickelter Methoden</b>	<b>193</b>
8.1	Modellierung einer diskreten Simulation . . . . .	194
8.2	Erfassung der Feldstruktur . . . . .	199
8.2.1	Modellentitäten . . . . .	199
8.2.2	Ereignistypen . . . . .	201

8.3	Simulationsarchitektur und -prozess . . . . .	207
8.4	Eingangsparameter des Virtual Vehicle Simulators . . . . .	210
8.4.1	Baureihenspezifische Parameter . . . . .	211
8.4.2	Simulationsspezifische Parameter . . . . .	213
8.4.3	Zusätzliche Parameter . . . . .	216
8.5	Durchführung und Auswertung der Simulation . . . . .	218
8.5.1	Analyse des aktuellen Produktlebenszyklus . . . . .	218
8.5.2	Einführung der risikoorientierten Lebenszyklusabsicherung .	233
8.6	Fazit . . . . .	247
<b>9</b>	<b>Résumé</b>	<b>251</b>
<b>Anhang</b>		<b>254</b>
A	Qualitätsmaße . . . . .	257
B	Produktlebenszykluskosten . . . . .	258
C	Beweise zur Beschränktheit der Mischverbaukennzahlen . . . . .	264
D	Vierfeldertests der Mischverbau-Auswertungen . . . . .	268
E	Codierrelevante Sonderausstattungen . . . . .	270
F	Ablaufdiagramme der eingesetzten Clustering-Verfahren . . . . .	273
G	Illustration der Clusteranalyse durch ein zweidimensionales Beispiel	275
H	Vergleich von realen und prognostizierten Feldern . . . . .	278
<b>Glossar</b>		<b>291</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>		<b>298</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>		<b>305</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>		<b>307</b>
<b>Stichwortverzeichnis</b>		<b>327</b>