Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis ix

Formelverzeichnis xi

Kurzfassung xv

1 Einleitung 1

1.1 Motivation 1

1.2 Zielsetzung und Struktur 7

2 Systeme der passiven Fahrzeugsicherheit 9

2.1 Grundlagen und Begriffsdefinitionen 9

2.1.1 Passives Insassenschutzsystem 9

2.1.2 Crashschwere 11

2.2 Struktur und Komponenten 14

2.2.1 Sensorik 14

2.2.1.1 Crashsensorik 15

2.2.1.2 Innenraumsensorik 16

2.2.2 Aktorik 17

2.2.2.1 Gurtsysteme 17

2.2.2.2 Airbagsysteme 18

2.2.3 Algorithmik 20

2.2.3.1 Anforderungen 20

2.2.3.2 Funktionsweise 24

2.3 Rahmenbedingungen 28

2.3.1 Unfallarten 28

2.3.2 Kollisionsgegner 31

2.4 Grenzen 35

3 Entwicklung eines integralen Insassenschutzsystems 41

3.1 Signalverarbeitungskette 41

3.1.1 Überblick 41

3.1.2 Pre-Crash-Phase 43
3.1.2.1 Objektdetektion 43
3.1.2.2 Objekttracking 46
3.1.2.3 Bestimmung des Unvermeidbarkeitszeitpunkts der Kollision 50
3.1.2.4 Ermittlung der Kollisionsparameter 55
3.1.3 In-Crash-Phase 64
3.1.3.1 Validierung der prädizierten Kollisionsparameter 64
3.1.3.2 Szenarienfilterung 68
3.1.3.3 Unfallschwereschätzung 69
3.1.3.4 Auslösung der Rückhaltesysteme 79
3.2 Konzepte zur integralen Nutzung von Kollisionsinformationen 81
3.2.1 Modellbasierte Steifigkeitsklassifikation 82
3.2.2 Crashschwerebasierte Anpassung der Auslöseentscheidung 91
3.3 Systemparametrierung 95
4 Systemanalyse 103
4.1 Grenzen der Kollisionsparameterbestimmung 103
4.1.1 Messunschärfe 104
4.1.1.1 Messdatensimulation 105
4.1.1.2 Kollisionsprädiktion 108
4.1.1.3 Kollisionsszenario 109
4.1.1.4 Simulationsergebnisse 110
4.1.2 Handlungsunschärfe 113
4.1.2.1 Eindimensional 113
4.1.2.2 Zweidimensional 120
4.2 Grenzen der Crashschwereschätzung 124
4.2.1 Unschärfe der Massenschätzung 124
4.2.1.1 Physikalische Schätzbarkeit der Gegnermasse 125
4.2.1.2 Statistische Schätzbarkeit der Gegnermasse 128

4.2.1.3 Steifigkeitsbasierte Optimierbarkeit der Gegnermassenschätzung 135
4.2.2 Unschärfe der Crashschwereprädiktion 138
4.3 Grenzen der Auslöseentscheidung 145
5 Systemtest und -evaluierung 153
5.1 Integrale Testumgebung 153
5.1.1 Ganzheitlich konsistente Datenbasis 153
5.1.2 Hybride Generierung von Pre-Crash-Sensordaten 155
5.2 Konzeptbewertung 160
6 Zusammenfassung und Ausblick 165
7 Literaturverzeichnis 169
8 Abbildungsverzeichnis 181
9 Anhang ..... A - 1
9.1 Herleitungen zum Crashschwereschätzungsmodell ..... A - 1
9.1.1 Pulsermittlung in der Kompressionsphase ..... A - 1
9.1.2 Ermittlung eines Knautschzonen-Strukturkennfelds ..... A - 4
9.1.3 Validierung des integralen Crashmodells ..... A - 7
9.2 Herleitungen zur modellbasierten Steifigkeitsschätzung ..... A - 11
9.3 Detailanalyse der Messunschärfe ..... A - 14
9.4 Herleitungen zur eindimensionalen Handlungsunschärfe ..... A - 23
9.5 Detailanalyse der zweidimensionalen Handlungsunschärfe ..... A - 28