Inhaltsverzeichnis

Abstract 1

1 Einleitung und Stand der Technik 3
1.1 Erfassung der Fahrzeugumgebung . . . 3
1.2 Technologien und Trends . . . 4
1.3 Ausblick und Motivation dieser Arbeit . . . 5

2 Grundlagen automobiler Radarsensorik 7
2.1 Einführung und Übersicht . . . 7
2.2 Verbreitete Sendeverfahren . . . 8
2.2.1 Einführung . . . 8
2.2.2 Dauerstrichverfahren . . . 10
2.2.3 Frequenzmoduliertes Dauerstrichradar . . . 12
2.2.4 Das Schnelle-Rampen-Verfahren . . . 14
2.3 Antennentheorie . . . 18
2.3.1 Einführung . . . 18
2.3.2 Gruppenantennen . . . 19
2.3.3 Signalverarbeitung bei Verwendung mehrerer individueller Sender und Empfänger . . . 21
2.4 Grundlagen digitaler Signalverarbeitung . . . 24
2.5 Verfahren zur Spektralanalyse . . . 25
2.5.1 Die Fourier-Transformation für zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Signale . . . 26
2.5.2 Adaptive Verfahren . . . 30
2.6 Zieldetektion mittels CFAR . . . 34
2.7 Weiterführende Signalverarbeitung . . . 36
2.8 Zusammenfassung . . . 36

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

3 Interferenz bei automobilen Radarsensoren 39
3.1 Einführung . . . 39
3.1.1 Definitionen . . . 39
3.1.2 Definition zum Vorliegen einer Störung . . . 40
3.2 Interferenzmechanismen . . . 41
3.2.1 Thermisches Rauschen . . . 41
3.2.2 Interferenz von FMCW-Signalen . . . 42
3.2.3 Interferenz bei Radaren mit schnellen Rampen . . . 43
3.2.4 Nichtlineare Effekte in analogen Baugruppen . . . 44
3.3 Verfahren zur Detektion und Lokalisierung von Interferenz . . . 48
3.3.1 Schwellwerte . . . 48
3.3.2 Energiedetektion . . . 49
3.3.3 Matched Filter . . . 50
3.3.4 Radon-Transformation . . . 51
3.3.5 Weitere Verfahren . . . 53
3.4 Klassifikation von Interferenzsignalen . . . 53
3.4.1 Differenzierung zwischen unterschiedlichen Störquellen . 53
3.4.2 Merkmalsextraktion von Interferenzsignalen . . . 54
3.5 Verfahren zur Unterdrückung von Interferenzen . . . 55
3.5.1 Direkte Verfahren . . . 56
3.5.2 Adaptive Verfahren . . . 58
3.5.3 Bewertung der Unterdrückungsleistung . . . 60
3.6 Kooperatives Verwenden des Interferenzsignals . . . 61
3.6.1 Reichweite . . . 61
3.6.2 Richtungsschätzung mittels Hochauflösungsverfahren . . 62
3.6.3 Integration in das System . . . 63
3.7 Zusammenfassung . . . 64

4 Simulationen 65
4.1 Simulation des Radarsystems und dessen Parameter . . . 65
4.1.1 Simulation der Zwischenfrequenzsignale . . . 67
4.1.2 Abtastung und Quantisierung des Zwischenfrequenzsignals 72
4.1.3 Radar-Signalverarbeitung des abgetasteten Zeitsignals . 72
4.1.4 Verifikation der Simulationsumgebung . . . 72
4.2 Simulative Untersuchung verschiedener Interferenzsignale . . . 73
4.2.1 Simulation des Interferenzsignals im Zwischenfrequenzbereich . . . 73
4.2.2 Detektion der simulierten Interferenzsignale . . . 78
4.2.3 Einfluss eines nichtlinearen Verstärkers auf einfache Szenarien . . . 80
4.2.4 Simulation komplexer Szenarien . . . 86

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

4.2.5 Unterdrückung des detektierten Interferenzsignals . . . 90
4.3 Zusammenfassung 98

5 Experimentelle Untersuchungen 101
5.1 Vorstellung des verwendeten Sensors 101
5.1.1 Technische Daten 101
5.1.2 Experimentelle Anwendung von Hochauflösungsverfahren 103
5.2 Vorstellung der vermessenen Szenarien 104
5.2.1 Untersuchung verschiedener Interferenzeinflüsse mit einem Signalgenerator 105
5.2.2 Darstellung der verschiedenen Interferenzeffekte bei realen Szenarien 110
5.3 Messtechnische Anwendung der Störunterdrückungsverfahren . 124
5.4 Untersuchungen zur Richtungsbestimmung eines Interferenzsignals 129
5.5 Zusammenfassung 131

6 Zusammenfassung 133

Literaturverzeichnis 135

Lebenslauf 147

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.