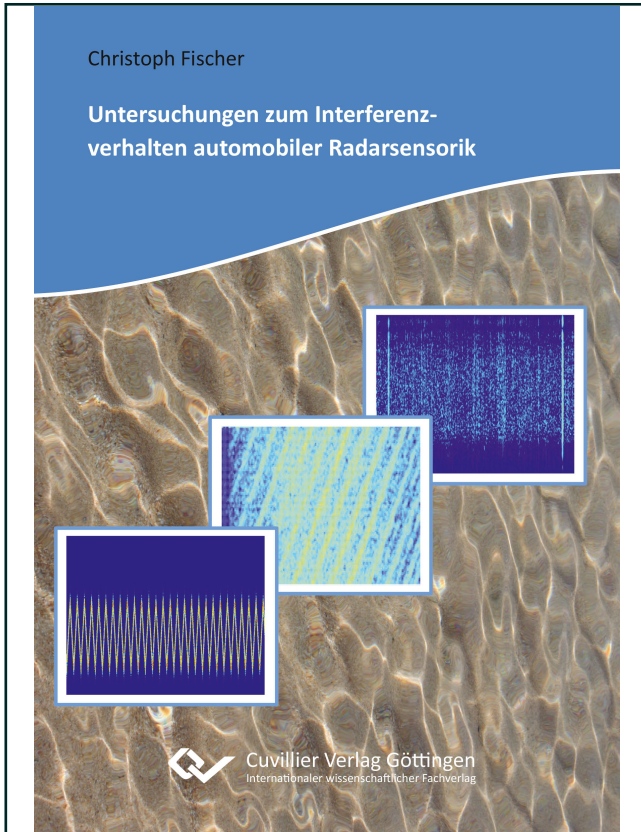




Christoph Fischer (Autor)
**Untersuchungen zum Interferenzverhalten
automobiler Radarsensorik**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/7295>

Copyright:
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>



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 |



| | | |
|----------|---|-----------|
| 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 | Radarsignalverarbeitung 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 |



| | | |
|----------|--|------------|
| 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 ei- nem Signalgenerator | 105 |
| 5.2.2 | Darstellung der verschiedenen Interferenzeffekte bei rea- len 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 |