



Winfried Mayer (Autor)
**Abbildender Radarsensor mit sendeseitig geschalteter
Gruppenantenne**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/1495>

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

1	Einleitung	1
2	Elektronisch abbildende Kleinradare	5
2.1	Mechanische Strahlschwenkung	5
2.2	Verfahren zur elektronischen Winkelabbildung	6
2.2.1	Differenzkeulenverfahren	6
2.2.2	Multilateration	7
2.2.3	Frequenzgeschwenkte Antenne	8
2.2.4	Elektronisch gesteuerte Gruppenantenne	10
2.2.5	Digitale Strahlformung	13
3	FMCW-Radarsensor mit sendeseitig geschalteter Gruppenantenne	15
3.1	Grundüberlegungen	15
3.1.1	Anforderungen an das Sensorsystem aus Anwendersicht	15
3.1.2	Auswahl der Verfahren und Technologien	15
3.2	Vorstellung des Sensorkonzepts	18
3.2.1	Grundaufbau	18
3.2.2	Technische Herausforderungen	19
3.2.3	Typische Parameter der Realisierung des Sensorkonzepts	20
3.2.4	Bezeichnung des Sensorkonzepts	20
4	Systemanalyse des konzipierten Radarsensors	21
4.1	Grundlagen	21
4.1.1	Grundlagen zum FMCW-Radar	21
4.1.2	Punktstreuungsfunktion eines Radarsensors	23
4.1.3	Vielrampenverfahren und Einrampenverfahren	25
4.1.4	Synthetische Apertur des Sensors	28
4.2	Grundverfahren zur Radarabbildung	31
4.2.1	Anwendbarkeit der schnellen Fourier-Transformation	31
4.2.2	Erzielbare Punktstreuungsfunktionen	33
4.2.3	Anwendung von Fensterfunktionen	35
4.3	Spezielle Verfahren zur Abbildung in Querrichtung	39
4.3.1	Nichtlineares Verfahren mit inverser Abbildung	39
4.3.2	Autoregressive Verfahren zur Aperturauswertung	44

4.4	Bewegte Ziele im Vielrampenmodus	55
4.4.1	Zwischenfrequenzsignal bei bewegten Zielen	55
4.4.2	Eindeutigkeitsbereich und Auflösung der Geschwindigkeit	60
4.4.3	Ansätze zur Extraktion korrekter Zielinformationen bei bewegten Objekten	61
4.5	Auswirkungen nichtidealer Baugruppen und Störungen	67
4.5.1	Störungen im FMCW-Radar	67
4.5.2	Zusätzliche Effekte im abbildenden Radarsystem	71
4.6	Systemsimulation	72
4.6.1	Modell des FMCW-Radars	72
4.6.2	Vollständiges Modell des abbildenden Radarsystems	75
4.6.3	Erweiterung des FMCW-Modells zur Beschreibung ver- schiedener Störeffekte	76
5	Beschreibung des realisierten Demonstrationssystems	83
5.1	Gesamtarchitektur	83
5.1.1	Verteilung der Funktionsblöcke	86
5.2	Technische Daten des Demonstrationssystems	87
5.3	Frontend	87
5.3.1	Gesamtaufbau	87
5.3.2	Spezielle Hochfrequenzbaugruppen	93
5.3.3	Signalerzeugung	100
5.4	Radarelektronik	103
5.5	Softwarearchitektur	105
5.5.1	Operationsprogramm	105
5.5.2	Signalverarbeitungssoftware	105
6	Experimentelle Untersuchungen	109
6.1	Sensorkalibrierung	109
6.1.1	Kalibrierbare systematische Fehler im Gesamtsystem . . .	109
6.1.2	Bestimmung der Kalibrierparameter durch Messung eines Referenzziels	110
6.1.3	Anwendung der Kalibrierung	111
6.1.4	Qualität der Kalibrierdaten	113
6.1.5	Stabilität der Kalibrierung	115
6.2	Experimentelle Untersuchungen zum Funktionsnachweis	115
6.2.1	Messergebnisse zur Radarabbildung statischer Szenerien .	116
6.2.2	Entfernungskompensation in Verkehrsszenerien	120
6.2.3	Experimentelle Untersuchungen zu bewegten Zielobjekten	122
6.2.4	Schlussfolgerungen aus den experimentellen Untersuchun- gen zum Funktionsnachweis	124

6.3	Zieldynamik der Demonstrationsaufbauten	125
6.3.1	Bestimmung des Zieldynamik beim FMCW-Radar	125
6.3.2	Messergebnisse zur Zieldynamik	126
6.3.3	Experimentelle Verifikation des erweiterten Simulations- modells	128
7	Untersuchungen zu Sensorapplikationen	131
7.1	Feldtests zur Kraftfahrzeugsensorik	131
7.1.1	Abbildung statischer Hindernisse vor einem Kraftfahrzeug	131
7.1.2	Lokalisierung und Isolation bewegter Fahrzeuge	134
7.1.3	Rechenaufwand der Signalverarbeitungssoftware	138
7.2	Radarsensorik im Tagebau	143
7.2.1	Anforderungsdiskussion	143
7.2.2	Abbildung des Arbeitsbereichs eines Schaufelradbaggers .	143
7.2.3	Anpassung des Sensorkonzepts für Tagebauanwendungen	146
7.3	Weitere Applikationsmöglichkeiten	147
8	Ausblick	149
9	Zusammenfassung	151
A	Anhang	155
A.1	Dokumentation der Burg-Methode	155
A.2	Modellierung von Linearitätsstörungen durch eine PLL-Schaltung	157
A.2.1	PLL-Dimensionierung	157
A.2.2	Koeffizienten eines digitalen Filters zur PLL-Modellierung	160
A.2.3	Gültigkeitsgrenzen zur Simulation nichtlinearer Modulasi- onsrampen mit dem vereinfachten FMCW-Modellkern . .	161
A.3	77 GHz-System zur Verifikation des erweiterten Simulationsmodells	163
A.4	Ergänzende Informationen zum Demonstrationssystem	165
A.4.1	Treiberstufen für die sendeseitigen MMIC-Schalter	165
A.4.2	Grundlegendes zu DDS-Bausteinen	166
A.5	Typische Betriebseinstellungen des Sensorsystems	168
	Literaturverzeichnis	169