

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b> . . . . .	iii
<b>Vorwort</b> . . . . .	v
<b>Abkürzungen und Symbole</b> . . . . .	ix
<b>1 Einleitung</b> . . . . .	1
1.1 Motivation: Winkelauflösung durch Bandbreite . . . . .	1
1.2 Zielsetzung und Gliederung der Arbeit . . . . .	5
<b>2 Antennenelemente für hybride Aperturen</b> . . . . .	7
2.1 Anforderungsanalyse und Stand der Technik . . . . .	7
2.2 Wanderwellenantennen: Allgemeine Beschreibung . . . . .	12
2.2.1 Grundbegriffe . . . . .	12
2.2.2 Dispersionsrelation . . . . .	13
2.2.3 Leistungsbilanz . . . . .	18
2.3 Mechanismus zur breitbandigen Auskopplung . . . . .	22
2.4 Fertigungskonzept: Aufbau und Grenzen . . . . .	27
2.5 Auslegung von Dispersion und Aperturbelegung . . . . .	32
2.6 Charakterisierung der Antennenmodule . . . . .	36
2.6.1 Zweitor-Messung . . . . .	36
2.6.2 Fernfeld . . . . .	38
2.7 Verifikation im Einkanalradar . . . . .	41
2.7.1 Messaufbau und FMCW-Signalverarbeitung . . . . .	42
2.7.2 Statische Szene . . . . .	43
2.7.3 Dynamische Szene . . . . .	44
2.8 Zwischenfazit . . . . .	46
<b>3 Hybride Strahlformung mit Mehrkanalradar</b> . . . . .	49
3.1 Von der Einzelantenne zur hybriden Apertur . . . . .	49
3.1.1 Virtuelle Aperturen . . . . .	49
3.1.2 Digitale Strahlformung . . . . .	51
3.1.3 Winkeltrennung durch Frequenzselektivität . . . . .	55
3.2 Relevante Kennzahlen und Stand der Technik . . . . .	61
3.3 Zusammenhänge und Grenzen der Auflösungen . . . . .	66
3.3.1 Entfernungsauflösung und Strahlschwenkung . . . . .	66
3.3.2 Winkelabbildung breitbandiger Antennengruppen . . . . .	69
3.4 Integration in ein modernes Radarsystem . . . . .	71
3.4.1 Orthogonaler Frequenzmultiplex . . . . .	72

3.4.2	Szene als Kanal: OFDM-Radar . . . . .	76
3.4.3	SC-OFDM und Mehrkanalbetrieb . . . . .	79
3.4.4	Signalmodell und -verarbeitung mit einer hybriden Apertur . . . . .	82
3.4.5	Einflüsse und Grenzen dynamischer Szenen . . . . .	85
3.5	Zwischenfazit . . . . .	91
<b>4</b>	<b>Demonstrator-System: Aufbau, Kalibrierung, Verifikation</b> . . . . .	<b>93</b>
4.1	Überblick über das Gesamtsystem . . . . .	93
4.2	HF-Frontend im W-Band . . . . .	95
4.2.1	Architektur der Sender und Empfänger . . . . .	95
4.2.2	Budget: Rauschanalyse und Kompressionsverhalten . . . . .	98
4.3	Signalverarbeitung im Basisband . . . . .	102
4.3.1	Analoge Architektur . . . . .	103
4.3.2	Digitale Architektur . . . . .	105
4.4	Verfahren zur Kalibrierung . . . . .	106
4.4.1	Lineares Fehlernetzmodell . . . . .	106
4.4.2	Kalibrierung im Basisband . . . . .	108
4.4.3	Kalibrierung der HF-Pfade . . . . .	109
4.5	Systemverifikation . . . . .	110
4.5.1	Qualität der Kalibrierung . . . . .	111
4.5.2	Nachweis der Auflösungen . . . . .	113
4.5.3	Beispieldaten . . . . .	114
4.6	Zwischenfazit . . . . .	118
<b>5</b>	<b>Schlussfolgerungen</b> . . . . .	<b>121</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b> . . . . .	<b>123</b>