

---

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>Kurzfassung</b>	<b>III</b>
<b>Abstract</b>	<b>V</b>
<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1. Überblick zum Stand der Technik . . . . .	3
1.2. Motivation, Einordnung und Aufbau der Arbeit . . . . .	8
<b>2. Voraussetzungen für den Entwurf von Kommunikationssystemen über 100 GHz</b>	<b>13</b>
2.1. Grundlegende Nachrichtentechnische Hintergründe und Herausforderungen	13
2.2. Spezielle Herausforderungen drahtloser Systeme über 100 GHz . . . . .	19
2.2.1. Herausforderungen breitbandiger Systeme mit Beam-Steering . . . . .	21
2.2.2. Übersicht möglicher Architekturen für Sender- und Empfänger über 100 GHz . . . . .	24
2.2.3. Zusammenfassung und Fazit . . . . .	26
2.3. Einführende Betrachtungen zum Entwurf integrierter Schaltungen über 100 GHz mit Infineons SiGe BiCMOS-Technologien . . . . .	27
2.3.1. High-Speed-Transistoren . . . . .	29
2.3.2. Passive HF-Komponenten . . . . .	30
<b>3. Systematischer Entwurf passiver Komponenten für breitbandige Schaltungen im D-Band</b>	<b>33</b>
3.1. Designautomatisierung passiver HF-Komponenten . . . . .	34
3.1.1. Umsetzung Skript-basierter Layoutbeschreibung von HF-Strukturen	34
3.1.2. Integration in Design-Umgebungen und -Abläufe . . . . .	36
3.1.3. Fazit und Ausblick zur Designautomatisierung . . . . .	39
3.2. Entwurf breitbandiger Schaltungen mittels Mikrostreifenleitungen . . . . .	39
3.2.1. Parameterbestimmung von Hochfrequenz (HF)-Leistungsmodellen	40
3.3. Entwurf breitbandiger Schaltungskomponenten basierend auf gekoppelten Leitungen . . . . .	44
3.3.1. Uniforme, gekoppelte Leitungen in inhomogenem Medium . . . . .	46
3.4. Beispiele für die Implementierung integrierter Komponenten mit gekoppelten Leitungen . . . . .	49
3.4.1. Entwurf integrierter Marchand-Baluns . . . . .	50

3.4.2.	Entwurf integrierter Lange-Koppler . . . . .	53
3.4.3.	Diskussion der Ergebnisse . . . . .	55
<b>4.</b>	<b>Entwurf eines Empfänger-Front-Ends für ein dual-polarisiertes Antenna-In-Package-System</b>	<b>57</b>
4.1.	Systemkonzept und Vorbetrachtung . . . . .	57
4.2.	Entwurf eines rauscharmen und breitbandigen D-Band Verstärkers . . . . .	59
4.2.1.	Vorbetrachtungen . . . . .	59
4.2.2.	Schaltungsentwurf . . . . .	62
4.2.3.	Ergebnisse und Auswertung . . . . .	67
4.3.	Entwurf eines breitbandigen und rauscharmen D-Band Abwärtsmischers	71
4.3.1.	Vorbetrachtungen . . . . .	71
4.3.2.	Schaltungsentwurf . . . . .	74
4.3.3.	Ergebnisse und Auswertung . . . . .	76
4.4.	Aufbau des dual polarisierten D-Band Empfängers . . . . .	79
4.4.1.	Frequenzvervielfacher . . . . .	80
4.4.2.	Ansteuerung und digitale Konfigurationsschnittstellen . . . . .	81
4.4.3.	Ergebnisse der Wafer-Prober-Messungen . . . . .	83
4.4.4.	Packaging und Demonstratoraufbau . . . . .	85
4.4.5.	Fazit . . . . .	86
<b>5.</b>	<b>Komponentenentwurf breitbandiger D-Band Modulatoren und Sender</b>	<b>91</b>
5.1.	Entwurf eines breitbandigen und Koppler-basierten Phasenschiebers . . . . .	91
5.1.1.	Vorbetrachtung . . . . .	91
5.1.2.	Schaltungsentwurf . . . . .	92
5.1.3.	Ergebnisse und Auswertung . . . . .	93
5.2.	Entwurf eines breitbandigen D-Band Leistungsverstärkers . . . . .	96
5.2.1.	Vorbetrachtung . . . . .	96
5.2.2.	Schaltungsentwurf . . . . .	98
5.2.3.	Ergebnisse und Auswertung . . . . .	100
5.3.	Entwurf eines Vektoradditions-basierten 16-QAM RF-DACs . . . . .	103
5.3.1.	Vorbetrachtung zu Modulatoren und RF-DACs . . . . .	103
5.3.2.	Vektoraddition als Konzept für Modulationen höherer Ordnung	105
5.3.3.	Passive Komponenten für Vektoroperationen . . . . .	106
5.3.4.	Schaltungen für Quaternary-Phase-Shift-Keying (QPSK)-Modulation und Synchronisation . . . . .	107
5.3.5.	Messungen . . . . .	110
5.3.6.	Auswertung und Ergebnisse . . . . .	112
5.3.7.	Einordnung und Ausblick . . . . .	114
<b>6.</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>117</b>
<b>A.</b>	<b>Appendix Kapitel 3</b>	<b>121</b>
A.1.	Extraktion von Mikrostreifenleitungsparametern . . . . .	121

A.2. Parameter symmetrisch gekoppelter Leitungen . . . . .	121
A.3. Beispiel für die Layout-Parametrisierung eines Lange-Kopplers . . . . .	122
<b>B. Appendix Kapitel 5</b>	<b>125</b>
B.1. Python-Skript des Anpassnetzwerks für den vorgestellten Leistungs- stärker . . . . .	125
B.2. RF-DAC . . . . .	126

<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>129</b>
<b>Literatur</b>	<b>131</b>
<b>Tabellen und Abbildungen</b>	<b>151</b>
<b>Danksagung</b>	<b>157</b>
<b>Eigene Veröffentlichungen</b>	<b>159</b>