



# Inhaltsverzeichnis

<b>Danksagung</b> .....	<b>III</b>
<b>Kurzfassung</b> .....	<b>IV</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>VI</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>VIII</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Motivation.....	1
1.2 Gliederung der Arbeit .....	4
<b>2 Grundlagen</b> .....	<b>6</b>
2.1 Grundlagen der HF-Leistungsverstärkertheorie .....	6
2.1.1 Wichtige Kenngrößen der Leistungsverstärkertheorie .....	6
2.1.1.1 Maximale Ausgangsleistung .....	7
2.1.1.2 Verstärkung.....	8
2.1.1.3 Effizienz .....	9
2.1.2 Leistungsverstärkerklassen .....	10
2.1.2.1 Konventionelle Leistungsverstärker.....	11
2.2 Load-Pull-Messplatz .....	15
2.2.1 Dynamikbereich- und Genauigkeitsverbesserung des LP-Messplatzes durch vorangepasste Transistoren.....	17
2.2.1.1 Begrenzende Eigenschaften des LP-Messplatzes .....	17
2.2.1.2 Verbesserung durch vorangepasste Transistoren .....	20
2.3 „GaN on SiC“-MMIC-Technologie am FBH .....	23
2.4 Wahl und Optimierung der Transistorgröße und der -geometrie für den Einsatz in Leistungsverstärkern.....	27
2.4.1 Untersuchung des Pitch-Einflusses auf die Leistungsverstärkerkenngrößen .....	30
2.4.2 Untersuchung von HEMTs mit und ohne source-kontaktierter Feldplatte .....	32
2.5 State-of-the-Art-Betrachtung der GaN-MMIC-Leistungsverstärker im X-Band .	34
<b>3 Einflüsse von Leitungsverlusten auf HF-Leistungsverstärker</b> .....	<b>37</b>
3.1 Verlustbetrachtung einer typischen Verstärkerschaltung .....	37
3.2 Charakteristische Größen von Streifenleitungen .....	41
3.3 Leitungsarten für die FBH GaN-MMIC-Technologie .....	43
3.3.1 Allgemeiner Vergleich MS- und CPW-Leitung .....	43
3.3.2 Technologiespezifischer Vergleich MS- und CPW-Leitung .....	46
3.4 Fallbeispiel.....	49
<b>4 Optimierungsansätze an der koplanaren GaN-MMIC-Technologie</b> .....	<b>53</b>
4.1 Optimierte CPW-Diskontinuitäten .....	54



4.2	Interdigitale CPW als alternative CPW-Variante .....	65
4.2.1	Untersuchung der ohmschen Leitungsverluste der ICPW .....	67
4.2.2	Untersuchung der HF-Stromverteilung der ICPW .....	71
4.2.3	Fazit .....	74
4.3	Untersuchung von HEMTs mit neuartiger Peripherie und inhomogenen Gate-Fingerlängen .....	74
<b>5</b>	<b>X-Band GaN-MMIC-Leistungsverstärker .....</b>	<b>79</b>
5.1	Entwurfsalgorithmus .....	79
5.2	Zweistufiger GaN-Leistungsverstärker-MMIC PA10D .....	81
5.3	Zweistufiger GaN-Leistungsverstärker-MMIC PA10G .....	85
5.4	Zweistufiger GaN-Leistungsverstärker-MMIC PA10I .....	87
5.5	Zweistufiger GaN-Leistungsverstärker-MMIC PA10N .....	89
<b>6</b>	<b>Nicht-Uniformer Verteilter Leistungsverstärker GaN-MMIC .....</b>	<b>92</b>
6.1	Uniformer verteilter Verstärker .....	93
6.1.1	Analytische Beschreibung des uniformen TWAs .....	96
6.2	Nicht-uniformer Verteilter Verstärker .....	97
6.3	Entwurf des nicht-uniformen verteilten GaN-MMIC-Leistungsverstärkers .....	97
6.3.1	Messergebnisse und Diskussion .....	98
6.3.2	Vergleich der nicht-uniformen TWAs mit 0,25 $\mu$ m und mit 0,5 $\mu$ m HEMTs .....	100
6.3.3	Benchmarking .....	101
<b>7</b>	<b>Hybride Verstärkermodule mit X-Band GaN-MMIC-Leistungsverstärkern .....</b>	<b>102</b>
7.1	Modulares Konzept für Hybridbauten .....	102
7.1.1	Verstärkergrundbaustein mit Kupferflansch, MMIC-PA und DC-Versorgungsplatine .....	104
7.1.2	Koplanar-zu-Mikrosteifenleitungsübergang .....	106
7.2	Hybrides Single-ended Leistungsverstärkermodul .....	109
7.3	Hybride balancierte Leistungsverstärkermodule .....	111
7.3.1	Theorie des balancierten Verstärkers .....	111
7.3.2	Entwurf der balancierten Leistungsverstärker .....	113
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>120</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>130</b>
	<b>Liste der wichtigsten Formelzeichen .....</b>	<b>131</b>