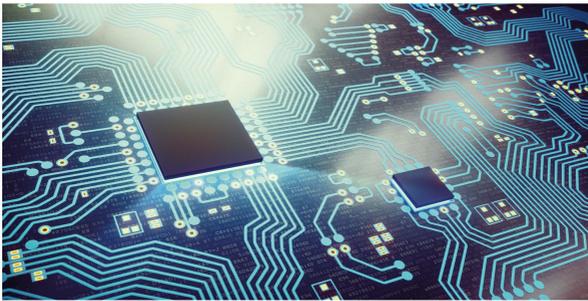




Katharina Kolb (Autor)

# Hochintegrierte Millimeterwellen-Frontends für Beamsteering-Anwendungen in 5G-Repeatersystemen



Hochintegrierte Millimeterwellen-Frontends  
für Beamsteering-Anwendungen  
in 5G-Repeatersystemen

Katharina Kolb



Cuvillier Verlag Göttingen  
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/8900>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

# Inhaltsverzeichnis

<b>Kurzfassung</b>	<b>I</b>
<b>Abstract</b>	<b>III</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation . . . . .	1
1.2 Stand der Technik . . . . .	3
1.2.1 Beamsteering-Frontends für 5G . . . . .	3
1.2.2 Fixed Wireless Access für 5G . . . . .	4
1.3 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit . . . . .	5
<b>2 Grundlagen von 5G-Transceivern</b>	<b>7</b>
2.1 Anforderungen und Systemziele . . . . .	7
2.2 Frequenzbereich und Standardisierung . . . . .	8
2.3 Prinzip und Architekturen für Beamsteering . . . . .	10
2.4 Systemanforderungen . . . . .	14
2.5 Technologie . . . . .	18
<b>3 Gesamtsystem des analogen Beamsteering-Repeater</b>	<b>23</b>
3.1 Repeaterarchitektur . . . . .	23
3.2 Systemspezifikation . . . . .	26
<b>4 Implementierung der Einzelkomponenten</b>	<b>31</b>
4.1 Rauscharmer Verstärker . . . . .	31
4.1.1 Vorbetrachtung . . . . .	31
4.1.2 Implementierung . . . . .	32
4.1.3 Messergebnisse . . . . .	37
4.2 Phasenschieber . . . . .	39
4.2.1 Vorbetrachtung . . . . .	39
4.2.2 Implementierung . . . . .	41
4.2.3 Messergebnisse . . . . .	46
4.2.4 Ausblick . . . . .	50

4.3	Einstellbarer Verstärker . . . . .	53
4.3.1	Vorbetrachtung . . . . .	54
4.3.2	Implementierung . . . . .	54
4.3.3	Messergebnisse . . . . .	56
4.4	Leistungsverstärker . . . . .	59
4.4.1	Vorbetrachtung . . . . .	59
4.4.2	Implementierung . . . . .	60
4.4.3	Messergebnisse . . . . .	61
4.5	HF-Schalter . . . . .	61
4.5.1	Vorbetrachtung . . . . .	62
4.5.2	Implementierung . . . . .	62
4.5.3	Messergebnisse . . . . .	63
4.6	Leistungsteiler/Leistungskombinierer . . . . .	66
4.6.1	Vorbetrachtung . . . . .	66
4.6.2	Implementierung . . . . .	67
4.6.3	Simulationsergebnisse . . . . .	69
4.7	Digitale Schnittstelle . . . . .	71
4.7.1	Vorbetrachtung . . . . .	71
4.7.2	Implementierung . . . . .	72
<b>5</b>	<b>Charakterisierung des Beamsteering-Frontends</b>	<b>75</b>
5.1	Transceiver-Frontend . . . . .	75
5.2	Beamsteering-Transceiver-Frontend . . . . .	80
5.2.1	Beamsteering-Einheitszelle mit HF-Konnektoren . . . . .	81
5.2.2	Beamsteering-Einheitszelle mit Patch-Antennen . . . . .	87
5.2.3	Zusammenfassung der Messergebnisse . . . . .	91
<b>6</b>	<b>Erweiterung durch Schnittstelle für Phasen- und Amplituden- information</b>	<b>93</b>
6.1	Vorbetrachtung . . . . .	93
6.2	Implementierung . . . . .	94
6.3	Messergebnisse . . . . .	95
<b>7</b>	<b>Fazit</b>	<b>99</b>
7.1	Zusammenfassung . . . . .	99
7.2	Ausblick . . . . .	100
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>103</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>121</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>125</b>

**Danksagung** 127

**Eigene Veröffentlichungen** 129