

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| Einleitung | 1 |
| 1 HF-Elektronik für aktive Antennen | 8 |
| 1.1 Generische Schaltungskonzepte | 8 |
| 1.1.1 Phasengesteuerte Gruppenantennen | 8 |
| 1.1.2 Antennensysteme mit digitaler Strahlformung | 10 |
| 1.2 Schaltungsaufwand bei digitaler Strahlformung | 12 |
| 1.2.1 Sender | 13 |
| 1.2.2 Empfänger | 13 |
| 1.2.3 Digitale (De-)Modulation | 14 |
| 1.3 Elektronik-Komponenten | 14 |
| 1.3.1 MMIC-Komponenten | 15 |
| 1.3.2 ZF-Komponenten | 19 |
| 1.4 Abschätzung der System-Leistungsfähigkeit | 19 |
| 1.4.1 Sender | 20 |
| 1.4.2 Empfänger | 21 |
| 1.5 Fazit | 22 |
| 2 Aufbau- und Verbindungstechnik für aktive Antennen | 24 |
| 2.1 Elektronikintegration | 24 |
| 2.1.1 MCM-Technologien | 25 |
| 2.1.2 HF-Substratmaterialien | 29 |
| 2.1.3 HF-Leitungstypen | 30 |
| 2.1.4 Fertigungstoleranzen | 31 |
| 2.1.5 MMIC-Integration | 34 |
| 2.1.6 Bewertung | 41 |
| 2.2 Aufbauarchitekturen | 42 |
| 2.2.1 Stand der Technik | 43 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 2.2.2 | Aufbaukonzepte für den Frequenzbereich oberhalb 10 GHz | 47 |
| 2.2.3 | Modularisierung | 49 |
| 3 | Aktive Antennenmodule bei 20 und 30 GHz | 51 |
| 3.1 | Empfangsmodul bei 20 GHz | 51 |
| 3.1.1 | Antennenspeisung | 52 |
| 3.1.2 | HF-Elektronik | 58 |
| 3.1.3 | Kühlsystem | 66 |
| 3.1.4 | Messergebnisse | 67 |
| 3.2 | Sendemodul bei 30 GHz | 74 |
| 3.2.1 | Antennenspeisung | 75 |
| 3.2.2 | HF-Elektronik | 82 |
| 3.2.3 | Kühlsystem | 92 |
| 3.2.4 | Messergebnisse | 94 |
| 4 | Bewertung und Ausblick | 98 |
| 4.1 | Bewertung | 98 |
| 4.2 | Erweiterung | 101 |
| | Zusammenfassung | 105 |
| | A Verzeichnis der Abkürzungen und Fachbegriffe | 108 |
| | Literaturverzeichnis | 111 |