

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
1 Antennen	7
1.1 Strahlungsfeld von Antennen	7
1.2 Polarisation	8
1.3 Abgeleitete Größen	9
1.4 Planare Antennenfelder	10
1.5 Zirkular polarisierte Patchantennen	11
1.6 Topologie des Sendedemonstrators	13
2 Kalibrierung aktiver Gruppenantennen	15
2.1 Fehlerquellen	15
2.2 Kalibrierverfahren	17
2.2.1 Kalibrierung mit interner Signalrückführung	18
2.2.2 Kalibrierung mit externen Nahfeld- oder Fernfeldsonden	19
2.2.3 Sonstige Kalibrierverfahren	21
2.3 Fazit	22
3 Modellierung und Entwurf des externen Kalibrierverfahrens	25
3.1 Analyse der erforderlichen Kalibrierengenauigkeit	25
3.1.1 Auswirkungen von Fehlern auf die Antenneneigenschaften	26
3.1.2 Auswirkungen von Fehlern auf die Signalqualität	29
3.2 Kalibriermodell	32
3.2.1 Modellierung der Elektronik	33
3.2.2 Modellierung der Antennen	33
3.3 Analyse des Antennenfelds	37
3.3.1 Vollwellenanalyse eines 4x4-Antennenfelds	37
3.3.2 Dimensionierung des Kalibrierverfahrens	38
3.3.3 Analyse und Kompensation von Randeffekten	45

3.3.4	Entwurf der externen Kalibrierung und Kalibrierablauf	48
3.4	Toleranzanalysen	50
3.4.1	Fertigungstoleranzen des Strahlers	50
3.4.2	Positionierungstoleranzen der Kalibrierantennen	52
3.4.3	Messfehler durch die Auswerteelektronik	53
3.5	Adaptierung des Kalibrierverfahrens	54
3.5.1	Entwurf für Empfangsantennen	54
3.5.2	Entwurf für große Antennenfelder	55
3.5.3	Entwurf für Antennenfelder allgemeiner Topologie	56
3.6	Fazit	57
4	Kalibriervorrichtung und Messungen	59
4.1	Antennen	59
4.1.1	Kalibrierantennen	59
4.1.2	Zirkular polarisierte Patchantennen	64
4.2	Kalibrierempfänger	69
4.2.1	Homodyner Kalibrierempfänger	70
4.2.2	Heterodyner Kalibrierempfänger	72
4.2.3	Auswertung der Kalibriersignale im Sendedemonstrator	76
4.3	Messung einer passiven Gruppenantenne	77
4.4	Messungen an aktiven Gruppenantennen	84
4.4.1	Messung einer 2x2-Gruppenantenne	84
4.4.2	Messung des 8x8-Sendedemonstrators	88
4.5	Bewertung der Messungen	98
	Zusammenfassung	103
	A Zweidimensionale Feldtransformation	107
	B Ergänzende Graphen und Tabellen	109
	Literaturverzeichnis	113