

1. Record Nr.	UNINA9910591162703321
Autore	Eisenbeis Jorg
Titolo	Hybride Beamformingsysteme niedriger Komplexität für den Mobilfunk // Jorg Eisenbeis
Pubbl/distr/stampa	Karlsruhe : , : KIT Scientific Publishing, , 2022
Descrizione fisica	1 online resource (xxix, 239 pages) : illustrations
Disciplina	621.381
Soggetti	Beamforming
Lingua di pubblicazione	Tedesco
Formato	Materiale a stampa
Livello bibliografico	Monografia
Nota di contenuto	<p>Vorwort des Herausgebers i -- Zusammenfassung . iii -- Vorwort v --      Abkürzungen und Symbole xi -- 1 Mobilfunksysteme der Zukunft 1 --      1.1 Trends zukunftiger Mobilfunkkommunikationssysteme . 3 -- 1.1.1      Small Cells . 3 -- 1.1.2 Zentimeter- und Millimeterwellen . 5 -- 1.1.3      Mehrantennenkommunikationssysteme 6 -- 1.2 Mehrantennensysteme      niedriger Komplexität 9 -- 1.3 Zielsetzung und Gliederung der      Dissertation . 13 -- 2 MIMO-Signaltheorie und Kanalmodellierung 17      -- 2.1 Mehrantennenkommunikationssysteme 17 -- 2.1.1      Beschreibung von Antennenarraysystemen 18 -- 2.1.2 Signaltheorie zu      Mehrantennensystemen . 20 -- 2.1.3 MIMO-OFDM-Signalverarbeitung      27 -- 2.2 Kanalcharakterisierung und -modellierung bei 28 GHz . 30      -- 2.2.1 Kanalmesssysteme . 31 -- 2.2.2 Dämpfungsfaktoren des      drahtlosen Übertragungskanals 32 -- 2.2.3 Dynamische      Ausbreitungseffekte . 37 -- 2.2.4 MIMO-Kanalmodellierung . 39 -- 2.3      Zusammenfassung zu Kapitel 2 43 -- 3 MIMO-Kanalmesssystem bei 28      GHz 45 -- 3.1 Realisierungen von Kanalmesssystemen . 46 -- 3.2      MIMO-Kanalmesssystem 47 -- 3.2.1 Systemaufbau 48 -- 3.2.2      Kanalschatzungsprinzip 53 -- 3.2.3 Kalibrierungsprinzip und      Validierung des Kanalmesssystems . 55 -- 3.3 Ergebnisse der      Kanalmesskampagnen . 59 -- 3.3.1 Messszenarien 60 -- 3.3.2 Analyse      des 28 GHz-Übertragungskanals . 61 -- 3.4 Zusammenfassung zu      Kapitel 3 68 -- 4 Hybride Beamformingarchitekturen und -algorithmen      71 -- 4.1 Grundlagen hybrider Beamformingsysteme 71 -- 4.2 Hybride      Beamformingarchitekturen niedriger Komplexität 76 -- 4.2.1 Subarray-</p>

basierte hybride Beamformingsysteme . 77 -- 4.2.2 Subarray-basierte hybride Beamformingsysteme mit Schaltern 89 -- 4.2.3 Subarray-basierte hybride Beamformingsysteme -- mit zusätzlichen Freiheitsgraden . 91 -- 4.3 Energieeffizienz hybrider Beamformingarchitekturen 96 -- 4.4 Vergleich hybrider Beamformingarchitekturen 98 -- 4.4.1 Numerische Analyse mittels PBCM 99 -- 4.4.2 Untersuchung anhand gemessener Übertragungskanale 105 -- 4.4.3 Effizienzbetrachtung des MIMO-Demonstrators . 108 -- 4.5 Zusammenfassung zu Kapitel 4 112 -- 5 Kanalschatzungsmethoden für hybride Beamformingsysteme 115 -- 5.1 Aktuelle Forschung zu MIMO-Kanalschatzungsverfahren 116 -- 5.1.1 Grundprinzipien der MIMO-Kanalschatzung 116 -- 5.1.2 Suchverfahren 117 -- 5.1.3 Ausnutzung gewonnener Kanalinformationen in niedrigeren Frequenzbereichen . 120 -- 5.1.4 Suchoptimierung durch raumliche Positionsdaten 121 -- 5.1.5 Komprimierte Erfassung dunnbesetzter Übertragungskanale . 121 -- 5.2 Hierarchische Suchverfahren 123 -- 5.3 Kanalschatzung mittels dunnbesetzter Antennenarrays . 126 -- 5.3.1 SABA-Verfahren 128 -- 5.3.2 MSAM-Verfahren 131 -- 5.3.3 Rekonstruktion der MIMO-Kanalmatrix basierend auf zuschaltbaren Bandpassfiltern 133 -- 5.3.4 Kombination des MSAM- und SABA-Verfahrens 135 -- 5.4 Vergleich der Kanalschatzverfahren 135 -- 5.4.1 Berechnung und Vergleich der Kanalschatzungsdauer 136 -- 5.4.2 Numerischer Vergleich mittels PBCM 142 -- 5.4.3 Untersuchung anhand gemessener Übertragungskanale 149 -- 5.5 Zusammenfassung zu Kapitel 5 154 -- 6 Messtechnische Analyse eines Subarray-basierten hybriden Beamformingsystems . 157 -- 6.1 Subarray-basierter hybrider Beamforming-Empfänger 157 -- 6.1.1 Systemdesign 158 -- 6.1.2 Kalibrierungsverfahren . 160 -- 6.2 Messtechnische Untersuchung der Kanalschatzungsverfahren 167 -- 6.2.1 Konstruktion und Vermessung hierarchischer Codebuche 167 -- 6.2.2 Messaufbau zur Untersuchung von Winkelschatzverfahren 170 -- 6.2.3 Trennbarkeit in Mehrwegeszenarien mittels hierarchischer Suchverfahren 171 -- 6.2.4 Winkelfehleranalyse der Kanalschatzungsverfahren in Mehrnutzerszenarien 174 -- 6.3 Zusammenfassung zu Kapitel 6 177 -- 7 Schlussfolgerungen 179 -- A Anhang zum MIMO-Kanalmesssystem . 183 -- A.1 HF-Frontend Design und Integration . 183 -- A.2 Berechnung des Azimutwinkels 185 -- A.3 Messszenarien 187 -- A.4 Metriken zur Kanalanalyse 188 -- A.5 Analyse des zeitlichen Verhaltens des Übertragungskanals 189 -- B Anhang zu den Kanalschatzungsmethoden 193 -- B.1 Beispiel von Sektorcodebuchern für lineare Antennenarrays . 193 -- B.2 Anfalligkeit des MSAM-Verfahrens auf Phasenänderungen 194 -- B.3 Richtcharakteristiken der hierarchischen Codebuche für 2D-Antennenarrays . 196 -- Literaturverzeichnis 199 -- Eigene Veröffentlichungen 235 -- Journalartikel . 235 -- Konferenzbeiträge 236.

---

## Sommario/riassunto

Ein wichtiger Baustein zur Steigerung der spektralen Effizienz von drahtlosen Funkkommunikationsnetzwerken stellt der Einsatz von Mehrantennensystemen im Zentimeter- und Millimeterwellenfrequenzbereich dar. Wie diese Mehrantennensysteme mit einem möglichst geringen Hardwareaufwand in Form von hybriden Beamformingsystemen realisiert werden können ist Thema dieser Arbeit.

An important method to increase the spectral efficiency of wireless radio communication networks is the use of multiple-input multiple-output communication systems operating in the centimetre and millimetre wave region. How these multiple-input multiple-output communication systems can be realised with as little hardware effort as

possible using hybrid beamforming architectures is the subject of this work.

---