

# Statistisches Kanalmodell für kognitive Endgeräte der drahtlosen Audioübertragung

S. Dortmund

Die als 'Digitale Dividende' bezeichnete, spektral effizientere Nutzung der Rundfunkbänder zur öffentlichen Programmverteilung durch digitale Gleichwellennetze rief eine gesteigerte Nachfrage potentieller Nutzer nach den vakanten Betriebsfrequenzen hervor. Das starke Interesse an Frequenzuteilungen im Dezimeterwellenbereich begründet sich in einem besonders günstigen Verhältnis der aus einer eher moderaten Dämpfung elektromagnetischer Wellen an Wänden resultierenden Zellgröße von Mobilfunknetzen zu den Betriebs- und Herstellungskosten der Basisstationen. Um auch bei einer lokal variierenden Ressourcennutzung eine störungsfreie Koexistenz verschiedener Funkdienste zu ermöglichen, werden neuartige Frequenzvergabekonzepte unter Einbezug kognitiver Fähigkeiten der Dienste erforderlich. Für den Entwurfs- und Optimierungsprozess dieser Funksysteme ist eine genaue Kenntnis der Ausbreitungseigenschaften elektromagnetischer Wellen unabdingbar. Hierbei sind die Übertragungseigenschaften zwischen Sende- und Empfangsstandort entsprechend der für die betrachtete Applikation typischen Szenarien, der Position und Ausrichtung der Sende- und Empfangsantennen, sowie der angestrebten Betriebsfrequenz und Bandbreite stark unterschiedlich. Dieses Verhalten macht eine spezifische Kanalmodellierung für einzelne Applikationstypen zwingend erforderlich.

Diese Arbeit präsentiert ein aus umfangreichen Messreihen abgeleitetes, statistisches 'Indoor'-Kanalmodell für die drahtlose Audioübertragungstechnik, einem bedeutenden Sekundärnutzer der Rundfunkbänder. Bisher erfolgte die Modellierung der Übertragungseigenschaften in dem betrachteten Frequenzbereich mit dem Fokus auf die Funknetzplanung von Mobilfunkdiensten oder aber zur flächendeckenden Programmverteilung des Primärnutzers. Demgegenüber fand bislang noch keine systematische Untersuchung innerhalb typischer Szenarien für Endgeräte der drahtlosen Audioübertragungstechnik statt, welche insbesondere für die Prädikation und Bewertung möglicher Entscheidungen der kognitiven Intelligenz neuartiger Funksysteme erforderlich sind. Um diese Lücke zu schließen, wird in der vorliegenden Arbeit ein statistisches, ultrabreitbandiges Messverfahren zur Erfassung der Übertragungseigenschaften an applikationstypischen Sende- und Empfangsstandorten innerhalb eines charakteristischen Referenzszenarios durchgeführt. Eine große Messbandbreite ermöglicht hierbei neben einer guten Separation einzelner Ausbreitungspfade auch die Extraktion von Winkelinformationen durch Anwendung subtraktiver Entfaltungsalgorithmen.

Eine Synthese der Kanalimpulsantwort ermöglicht gegenüber einer direkten Modellbildung schmalbandiger Fadingprofile die Simulation der Übertragungseigenschaften sämtlicher Betriebsfrequenzen innerhalb der betrachteten Bandbreite und stellt der Entscheidungsfindung des kognitiven Zyklus somit eine Vielzahl an Optionen bereit. Die Ableitung parametrischer Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen für die einzelnen Kenngrößen der Ausbreitungspfade wie etwa Ankunftszeit, relative Pfadamplitude und Ankunftsrichtung aus den Resultaten der Messkampagne stellt eine massive Datenreduktion gegenüber den messtechnisch erfassten Rohdaten dar und ermöglicht dem Nutzer des Modells eine Analyse der Systemperformance durch eine wiederholte Durchführung von Zufallsexperimenten. Gegenüber globalen Parametersätzen ermöglicht eine lokale Analyse der 'large scale' Parameter eine bessere statistische Approximation der Übertragungseigenschaften für variierende Sende- und Empfangspositionen. Die Interferenz der einzelnen Ausbreitungspfade führt hierbei selbst für kleine Positionsänderungen zu einer starken Fluktuation der elektromagnetischen Feldstärke am Empfangsstandort. Eine Nachbildung dieses Verhaltens erfolgt unter der Annahme der sich innerhalb des gesamten 'small scale' Gebietes als ebene Welle fortpflanzenden Ausbreitungspfade aus konstanten, azimuthalen Raumrichtungen mittels vereinfachter Methoden der geometrischen Optik.

Hierbei resultiert der große Anteil statistischer Parameter des genutzten Kanalsyntheseansatzes mit nur wenigen vorbestimmten Bestandteilen gegenüber einer rein deterministischen Simulation in einem deutlich geringeren Rechenaufwand. Weiterhin ermöglicht dieser Ansatz eine hohe Adaptionfähigkeit des Modells für ähnliche Szenarien unter Berücksichtigung der spezifischen Eigenarten der betrachteten Hallentopologie, was an Hand eines Vergleichsszenarios bestätigt wird.