

**Dateiname:** StA052\_Schwarzer\_J

**Titel:**

Optimierung und Implementierung eines 2x2-MIMO-Kanalsimulators in VHDL

**Bearbeiter:**

Jenny Schwarzer

**Text der Kurzfassung:**

Diese Studienarbeit beschreibt die Optimierung und die Verifikation eines 2x2-MIMO-Kanalsimulators. Der Simulator dient dem Test von Funksystemen hinsichtlich der Resistenz gegen verschiedene Einflüsse, welche bei Mehrwegeausbreitung oder bei einer Änderung des Funkkanals die Signalqualität beeinträchtigen.

Als Einflussparameter in einem statischen Kanal sind Dämpfung, Signallaufzeit, Phasenverschiebung und additives Rauschen zu nennen. In einem dynamischen Kanal sind diese Parameter zeitinvariant, und es kann zusätzlich eine Dopplereffektverschiebung auftreten.

Die Schnittstellen des Simulators sind speziell an ein Testbed für den Mobilfunkstandard LTE (Long Term Evolution) angepasst. Wesentliche Übertragungstechniken des Standards sind die Vielträgermodulationstechnik OFDM sowie MIMO-Mehrantennensysteme. Der Simulator ist mit Anschlüssen für zwei Sende- und zwei Empfangsantennen ausgestattet, was ein 2x2-MIMO-System ergibt.

In einem flexibel programmierbaren FPGA geschieht die Signalverarbeitung. Die hochfrequenten Antennensignale im Bereich von 2,6 GHz werden durch HF-Wandler in das digitale Basisband in Form von parallelen I/Q-Daten mit der Abtastfrequenz 30,72 MHz demoduliert. Anschließend erfolgt die Manipulation der gesendeten Signale im FPGA anhand eines konfigurierbaren Kanalmodells. Die somit erzeugten Empfangssignale werden wiederum zurück in den HF-Bereich moduliert.

Als Grundlage für das Kanalmodell dient die Diplomarbeit „Entwurf eines Kanalmodells eines MIMO-Übertragungssystems für eine FPGA-basierte Implementierung“ [1]. Einige Teile des Modells wurden für die Hardware-Implementierung optimiert bzw. erweitert. Die Beschreibung des Kanalmodells geschieht in VHDL. Es setzt sich aus Untermodulen zusammen, welche den Einfluss der einzelnen Kanalparameter nachbilden. Die Mehrwegeausbreitung wird durch die Aufteilung des Signals in maximal fünf parallele Verarbeitungspfade simuliert. Jeder Pfad enthält die Blöcke Dämpfung, Phasenverschiebung, Dopplerverschiebung und Signalverzögerung. Die Überlagerung der Pfade beim Empfänger wird durch Addition erreicht. Mit einem Kopplungsmodul können verschiedene Mehrantennenkonstellationen nachgestellt werden. Des Weiteren ist es möglich, dem Empfangssignal ein Rauschen zu überlagern, welches durch einen AWGN-Rauschgenerator erzeugt wird.

Alle Verarbeitungsblöcke können durch eine Hardware-In-The-Loop-Schnittstelle über einen PC parametrierbar werden. Es ist möglich, statische und dynamische Funkkanäle zu simulieren. Die Dynamisierung ergibt sich durch das Senden von verschiedenen Parametersätzen in bestimmten Zeitabständen.

Zur vereinfachten Bedienung wurde eine grafische Benutzeroberfläche programmiert. Diese erleichtert dem Anwender die Programmierung der Hardware durch Laden und Senden von Parameterdateien. Weiterhin werden Eigenschaften des gewählten Modells angezeigt und weitere Möglichkeiten zur manuellen Konfiguration des Simulators bereitgestellt.

Eine Reihe von Messungen weist die Funktion der Verarbeitungsblöcke nach und zeigt, dass die in der Spezifikation geforderten Grenzwerte eingehalten werden.