

**Verena Jung**

**Rechnergestützte Simulation der  
physikalischen Eigenschaften eines  
zeitvarianten Mobilfunkkanals**

**Diplomarbeit**

## **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Copyright © 2002 Diplomica Verlag GmbH  
ISBN: 9783832457013

**Verena Jung**

**Rechnergestützte Simulation der physikalischen Eigenschaften eines zeitvarianten Mobilfunkkanals**



---

Verena Jung

# Rechnergestützte Simulation der physikalischen Eigenschaften eines zeitvarianten Mobilfunkkanals

Diplomarbeit  
an der Gerhard-Mercator-Universität Duisburg  
6 Monate Bearbeitungsdauer  
April 2002 Abgabe



Diplomica GmbH \_\_\_\_\_  
Hermannstal 119k \_\_\_\_\_  
22119 Hamburg \_\_\_\_\_

Fon: 040 / 655 99 20 \_\_\_\_\_  
Fax: 040 / 655 99 222 \_\_\_\_\_

agentur@diplom.de \_\_\_\_\_  
www.diplom.de \_\_\_\_\_

ID 5701

Jung, Verena: Rechnergestützte Simulation der physikalischen Eigenschaften eines zeitvarianten Mobilfunkkanals / Verena Jung - Hamburg: Diplomica GmbH, 2002  
Zugl.: Duisburg, Universität - Gesamthochschule, Diplomarbeit, 2002

---

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden, und die Diplomarbeiten Agentur, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Diplomica GmbH  
<http://www.diplom.de>, Hamburg 2002  
Printed in Germany  
ID 5702

Winkler, Astrid: [www.Schmerz-Beschwerden.de](http://www.Schmerz-Beschwerden.de): Ein Internet-Informationsportal mit Online-Diagnostik / Astrid Winkler - Hamburg: Diplomica GmbH, 2002  
Zugl.: Leipzig, Universität, Diplomarbeit, 2002

# Einleitung

Der Austausch von Nachrichten zwischen mobilen Sendern und Empfängern erfolgt über einen Funkkanal, dessen physikalische Eigenschaften die Übertragung der Signale beeinflussen. Der Mobilfunkkanal besteht aus allem, das sich zwischen der Sende- und der Empfangsantenne befindet: Luft (mit Regen oder Schneefall), Gebäude, Berge, Wälder, Fahrzeuge, Personen, usw. Jedes einzelne dieser Objekte trägt zur gesamten Wellenausbreitung bei. Viele Teile des Kanals verändern sich mit der Zeit - Fahrzeuge, Personen, Bäume bewegen sich oder die Witterung ändert sich. Dadurch gelangen die elektromagnetischen Wellen auf verschiedensten Umwegen vom Sender zum Empfänger.

Der Aufbau eines Funktionsmodells, das durch Messungen analysiert und durch Änderungen optimiert wird, ist aufwendig und unflexibel. Darüber hinaus ist es kaum möglich eine exakte deterministische Beschreibung des Mobilfunkkanals als Funktion der Zeit anzugeben. Eine Alternative bietet die Modellierung und Simulation des Systemkonzepts auf einem Digitalrechner: das reale nachrichtentechnische System wird durch ein mathematisches Modell nachgebildet und in Form von Simulationsprogrammen auf dem Rechner implementiert. Ein wesentlicher Vorteil dieser Vorgehensweise ist die Flexibilität des Simulationsmodells. Änderungen von Systemparametern können durch entsprechende Modifikationen der Eingabeparameter des Modells in kurzer Zeit berücksichtigt werden.

Die vorliegende Arbeit beschreibt die Modellierung der physikalischen Eigenschaften eines zeitvarianten Mobilfunkkanals, sowie die Simulation mit der Simulationsumgebung MATLAB. Hierbei werden verschiedene Einflussfaktoren auf die Ausbreitung der Funkwellen betrachtet und deren Wirkung mit Hilfe der Simulationen verdeutlicht. Zunächst erfolgt eine Zusammenstellung der nachrichtentechnischen Grundlagen, die für die Modellierung verwendet werden. Kapitel 2 verschafft einen Überblick über allgemeine Eigenschaften der Mobilfunkübertragung, sowie Anforderungen an das Übertragungssystem. In Kapitel 3 wird das WSSUS-Modell (Wide Sense Stationary Uncorrelated Scattering) vorgestellt und hinsichtlich unterschiedlicher Geschwindigkeiten der Mobilstation sowie verschiedener Ausbreitungsgebiete untersucht. Die Begrenzung der Übertragungsbandbreite des Kanals wird in Kapitel 4 angesprochen, während in Kapitel 5 die Ein- und Ausfallsrichtungen der Funkwellen berücksichtigt werden. Schließlich wird in Kapitel 6 der Ansatz des Technologie-Unternehmens Lucent präsentiert.