

## Zum Inhalt des Buches „Mobile Kommunikation“

Es sollen nun wesentliche Unterschiede gegenüber Systemen für das Festnetz herausgearbeitet werden, wenn sich Sender und/oder Empfänger bewegen. Viele der in den letzten Büchern gemachten Aussagen sind weiterhin gültig, auch wenn man **Mobile Kommunikation** betrachtet.

Unterschiede ergeben sich durch den hier vorliegenden Kanal, der stets ein Funkkanal und zeitvariant ist. Impulsinterferenzen entstehen nicht durch die Frequenzabhängigkeit des Mediums „elektrische Leitung“ oder „Lichtwellenleiter“, sondern durch Mehrwegeausbreitung aufgrund von Reflexionen, wodurch es zu konstruktiven oder destruktiven Überlagerungen der elektromagnetischen Welle mit ihren Echos kommt. Die Beschreibung erfolgt vorwiegend im äquivalenten Tiefpassbereich.

Das Buch gliedert sich wie folgt (alle Links beziehen sich jeweils auf die Kurzübersicht). Es bedeuten: A = Aufgabe, G = Grafik, I = Interaktionsmodul, T = Theoriestrategie, V = Lernvideo, Z = Zusatzaufgabe):

1. **Zeitvariante Übertragungskanäle** (25T, 33G, 3V, 4I, 7A, 5Z)
2. **Frequenzselektive Übertragungskanäle** (21T, 40G, 2V, 5I, 9A, 4Z)
3. **Mobilfunksysteme der zweiten und dritten Generation** (28T, 34G, 6I, 10A, 4Z)
4. **Long Term Evolution – LTE** (40T, 33G, 3I, 5A, 3Z)

Für das Verständnis der vier Kapitel dieses Buches werden einige Grundkenntnisse vorausgesetzt, die Sie sich beispielsweise mit Hilfe der Bücher 1, 2, 3, 5 und 6 dieses Tutorials aneignen können. Die bereits etablierten Mobilfunksysteme **GSM** (Global System for Mobile Communications) sowie **UMTS** (Universal Mobile Telecommunication System) werden hier nur kurz im Hinblick auf Gemeinsamkeiten und gravierende Unterschiede beleuchtet (Kapitel 3). Ausführlichere Beschreibungen finden Sie im Buch „Beispiele von Nachrichtensystemen“.

Hier noch einige allgemeine **Hinweise** zu diesem Buch:

(A) Das Buch entstand zwischen 2010 und 2016. Aus unserer Sicht ist das Buch fertig. Der genannte Fertigstellungsgrad (98%) berücksichtigt, dass weder Software und noch weniger Lernsoftware „endgültig fertig“ ist. – Natürlich werden wir weiterhin Fehler und Unstimmigkeiten beheben, wenn uns solche von Ihnen per **Mail** gemeldet werden.

(B) Der Lehrstoff entspricht einer Lehrveranstaltung mit zwei Semesterwochenstunden (SWS) Vorlesung und einer SWS Übungen  $\Rightarrow$  „2V + 1Ü“. Der Theorieteil umfasst 136 Seiten (A4), die Übungen beinhalten 58 Aufgaben mit 245 Teilfragen. – Die PDF-Version zum Buch (332 Seiten: Theorie, Aufgaben, Musterlösungen) finden Sie auf der Startseite unter **DOWNLOADS**.

(C) Unter dem gleichen Link liegen die ZIP-Versionen der Lernvideos und Interaktionsmodule. Zum Abspielen dieser Multimedia-Anwendungen benötigen Sie den **Adobe Flash Player**.

**Wir wünschen Ihnen einige Erkenntnisse und etwas Spaß bei der Bearbeitung des Buches!**

Das LNTwww-Team vom **Lehrstuhl für Nachrichtentechnik** der TU München

## Hinweise zu den Lernvideos

Ein Charakteristikum von *LNTwww* sind **Lernvideos**, auf die hier besonders hingewiesen werden soll:

- **Eigenschaften von TP- und BP-Signalen** (Kapitel 1.1, Dauer 5:16)
- **Eigenschaften des Übertragungskanals** (Kapitel 1.1 und 2.1, Dauer 5:50)
- **Erzeugung einer Exponentialverteilung** (Kapitel 1.1, Dauer 2:00)
- **Einige Anmerkungen zur Übertragungsfunktion** (Kapitel 2.1, Dauer 9:08)

## Hinweise zu den Interaktionsmodulen

Des Weiteren finden Sie im Buch einige **Interaktionsmodule**. Darunter verstehen wir Berechnungen und kleinere Simulationen, die Sie online durchführen können. Die Reihenfolge der folgenden Aufstellung entspricht der Reihenfolge im Buch.

- **Komplementäre Gaußsche Fehlerfunktionen** (Grundlagen)
- **Zeitfunktion und zugehörige Spektralfunktion** (Grundlagen)
- **WDF, VTF und Momente** (Kapitel 1.2)
- **Besselfunktion erster Art und n-ter Ordnung** (Kapitel 1.3)
- **Zur Verdeutlichung des Dopplereffekts** (Kapitel 1.3)
- **Frequenzselektivität** (Kapitel 1.3)
- **Handover bei UMTS** (Flash-Animation zu Kapitel 3.2)
- **Qualität verschiedener Sprach-Codecs** (IM zu Kapitel 3.2 – Größe 11.3 MB)
- **OVFS-Codes** (IM zu Kapitel 3.4)
- **Quaternary Phase Shift Keying – QPSK** (IM zu Kapitel 3.4)
- **Prinzip der QAM** (IM zu Kapitel 3.4)
- **Zur Erzeugung von Walsh-Funktionen** (IM zu Kapitel 3.4)
- **Diskrete Fouriertransformation** (IM zu Kapitel 4.3)
- **OFDM** (IM zu Kapitel 4.3)
- **Prinzip der QAM** (IM zu Kapitel 4.4)

## Über die Autoren dieses Buches

Verantwortlich für die vorliegende Online-Version sind Prof. Dr.-Ing. habil. **Günter Söder**, Dr.-Ing. **Klaus Eichin** und Dr.-Ing. **Thomas Hindelang**. Alle Rechte an diesem Buch verbleiben bei den Autoren und dem **Lehrstuhl für Nachrichtentechnik** der **TU München**. Beim jetzigen Lehrstuhlinhaber, Prof. Dr. sc. techn. **Gerhard Kramer** (seit 2010), bedanken wir uns für die vielfältige Förderung unseres eLearning-Projekts.

Die Texte stammen teilweise aus Vorlesungsmanskripten des Lehrstuhls für Nachrichtentechnik der TU München für Studierende der Fakultät für Elektro- und Informationstechnik, nämlich:

- Vorlesung **Mobile Communications** von Dr. Thomas Hindelang (von 2007-2012),
- Vorlesung **Kommunikationssysteme (LB)** von Dr. Klaus Eichin (bis 2011),
- Praktikum **Simulation digitaler Übertragungssysteme** von Prof. Günter Söder (bis 2015).

Das zugrundeliegende Autorensystem *LNTwww* wurde konzipiert und implementiert von

- **Martin Winkler** : Grundkonzeption, externer Bereich (DA 2001, danach freie Mitarbeit),
- **Yven Winter** : Neukonzipierung (DA 2003/2004, danach freie Mitarbeit).

Im Rahmen von Bachelorarbeiten (BA) und Diplomarbeiten (DA) waren an der multimedialen Umsetzung der Lehrinhalte (Realisierung von Lernvideos und Interaktionsmodulen) beteiligt:

*Hedi Abbes* (BA 2007), *Thomas Großer* (DA 2007), *Khaled Soussi* (BA 2008),  
*Alexander Happach* (DA 2010) und *Felix Kristl* (BA 2011).

Die Autoren danken *Manfred Jürgens* für seine Mithilfe bei Fotoarbeiten sowie bei der Audio- und Videobearbeitung. Insbesondere bedanken wir uns aber

- bei Herrn OStR *Yven Winter*, der seit 2003 neben der Berufsschullehrertätigkeit ehrenamtlich das von ihm entwickelte Datenbanksystem mit großem Engagement pflegt und verbessert,
- bei Frau *Doris Dorn*, die in den vergangenen zwölf Jahren eine fast un abzählbare Menge an Datenbankeinträgen gemacht hat, akribisch und nahezu fehlerfrei.