

## Zum Inhalt dieses Buches

Das Buch **Modulationsverfahren** aus der Reihe „LNTwww“ beschreibt wesentliche Grundlagen der analogen sowie der digitalen Übertragungstechnik. Details der **Digital signalübertragung** – wie etwa die Berechnung der Fehlerwahrscheinlichkeit und die Systemoptimierung – werden im Buch 6 behandelt.

Die Beschreibung baut auf den Büchern „Signaldarstellung“ und „Lineare zeitinvariante Systeme“ auf. Kenntnisse über die „Stochastische Signaltheorie“ sind hilfreich, aber nicht unbedingt erforderlich.

Das Buch gliedert sich wie folgt (alle Links beziehen sich jeweils auf die Kurzübersicht):

1. **Zielsetzung von Modulation und Demodulation** (23T, 28G, 10V, 4I, 4A, 4Z)
2. **Amplitudenmodulation und zugehörige Demodulatoren** (48T, 71G, 10V, 5I, 12A, 10Z)
3. **Winkelmodulation und zugehörige Demodulatoren** (26T, 40G, 7V, 5I, 10A, 6Z)
4. **Digitale Modulationsverfahren** (52T, 79G, 0V, 4I, 15A, 10Z)
5. **Vielfachzugriffsverfahren** (60T, 70G, 1V, 6I, 10A, 8Z)

Hierbei bedeuten:

A = Aufgabe, G = Grafik, I = Interaktionsmodul, T = Theorieseite, V = Lehrvideo, Z = Zusatzaufgabe.

**Hinweis:** Das Buch ist derzeit (Stand: Oktober 2011) nahezu fertig gestellt (Fertigstellungsgrad 95%). Es fehlen noch einige wenige Multimedia-Elemente.

## Hinweise zu den Lernvideos

Ein Charakteristikum des Lerntutorials *LNTwww* sind **Lernvideos**, auf die hier besonders hingewiesen werden sollen:

- **Anmerkungen zur Übertragungsfunktion** (Grundlagen, Dateigröße 4.53 MB, Dauer 9:08)
- **Eigenschaften des Übertragungskanal** (Grundlagen, Dateigröße 2.00 MB, Dauer 5:50)
- **Gesetze der Fouriertransformation** (Grundlagen, 2-teilig: 2.89 MB, 5:57 – 2.89 MB, 5:55)
- **Lineare und nichtlineare Verzerrungen** (Grundlagen, 3teilig, Größe 16 MB, Dauer 16:25)
- **Analoge und digitale Signale** (Kapitel 1.1, 2-teilig: 1.32 MB, 3:50 – 1.53 MB, 3:40)
- **Der AWGN-Kanal – Teil 1** (Kapitel 1.2, Dateigröße 2.0 MB – Dauer 6:00)
- **Der AWGN-Kanal – Teil 2** (Kapitel 1.2, Dateigröße 1.9 MB – Dauer 5:15)
- **Der AWGN-Kanal – Teil 3** (Kapitel 1.2, Dateigröße 2.5 MB – Dauer 6:15)
- **Harmonische Schwingungen** (Kapitel 1.3, 2-teilig: 2.38 MB, 4:33 – 3.76 MB, 6:15)
- **Eigenschaften von TP- und BP-Signalen** (Kapitel 1.3, Dateigröße 1.76 MB, Dauer 5:16)
- **Zweiseitenband-Amplitudenmodulation** (Kapitel 2.1, 2-teilig: 2.6 MB, 5:50 – 2.0 MB, 7:40)
- **Rauschen bei AM und WM** (Kapitel 2.3, 3.3 – 2-teilig: 4 MB, 8:32 – **10.5 MB (!)**, 7:05)
- **Winkelmodulation** (Kapitel 3.1, 3.2 – 2-teilig: 3.2 MB, 6:04 – **10.6 MB (!)**, 8:56)
- **Zur Verdeutlichung der PN-Generatoren** (Kapitel 5.3, Dateigröße 982 kB, Dauer 5:08)

Für die Zukunft sind weitere Lehrvideos geplant, nämlich:

- **Hüllkurvendemodulation** (zu Kapitel 2.3)
- **Einseitenband-Amplitudenmodulation** (zu Kapitel 2.4)
- **Pulscode modulation** (zu Kapitel 4.1)
- **Digitale Modulationsverfahren** (zu Kapitel 4.2)
- **Mehrfachzugriffsverfahren – FDMA, TDMA, CDMA** (zu Kapitel 5.1)

## 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.

- **Lineare Verzerrungen bei periodischen Signalen** (Grundlagen – Größe 359 kB)
- **Einfluss einer Bandbegrenzung bei Sprache und Musik** (Grundlagen – Größe 9.24 MB)
- **Zeigerdiagramm – Darstellung des analytischen Signals** (Kap. 1.3, 2.3 – Größe 196 kB)
- **Ortskurve – Darstellung des äquivalenten TP-Signals** (Kap. 1.3, 2.3 – Größe 205 kB)
- **Eigenschaften des Synchronmodulators bei ZSB und ESB** (Kap. 2.2 – Größe 129 kB)
- **Besselfunktionen erster Art und  $n$ -ter Ordnung** (Kap. 3.1 – Größe 25 kB)
- **Abtastung periodischer Signale und Signalrekonstruktion** (Kap. 4.1 – Größe 124 kB)
- **Frequenzgang und zugehörige Zeitfunktion** (Kap. 4.3 – Größe 160 kB)
- **Prinzip der Quadratur-Amplitudenmodulation** (Kap. 4.3 – Größe 154 kB)
- **QPSK und Offset-QPSK** (Kap. 4.3 – Größe 449 kB)
- **Frequency Shift Keying & Continuous Phase Modulation** (Kap. 4.4 – Größe 88 kB)
- **Walsh-Funktionen** (Kap. 5.3 – Größe 28 kB)
- **OVSF-Codes** (Kap. 5.3 – Größe 64 kB)
- **Komplementäre Gaußsche Fehlerfunktionen** (Kap. 5.4 – Größe 235 kB)
- **OFDM-Spektrum und -Signale** (Kap. 5.5 – Größe 1.3 MB)
- **Diskrete Fouriertransformation** (Kap. 5.6 – Größe 279 kB)
- **DMT – Discrete Multitone Transmission** (Kap. 5.8 – Größe 288 kB)

Wir möchten Sie ferner darauf hinweisen, dass von der Homepage des Lehrstuhls für Nachrichtentechnik der Technischen Universität München sehr aufwändige und vielseitige **Offline-Simulationsprogramme** heruntergeladen werden können. Nähere Informationen zu den Programmen und Texten finden Sie unter

- **Simulationsmethoden in der Nachrichtentechnik**
- **Simulation digitaler Übertragungssysteme**

Weiter möchten wir Sie auf die virtuelle Vorlesung „Elektrische Nachrichtenübertragung“ aufmerksam machen, die von Herrn **Prof. Dr.-Ing. Johannes Huber** (FAU Erlangen) über das Portal der Virtuellen Hochschule Bayern (vhb) angeboten wird. Vor Nutzung dieser Online-Lehrveranstaltung, zu der auch ein umfangreiches virtuelles Praktikum gehört, müssen Sie sich allerdings an der **Virtuellen Hochschule Bayern** registrieren lassen. Nachfolgend finden Sie einen Link zur **Demo-Version**.

## Über die Autoren dieses Buches

Dieser Online-Kurs basiert auf dem Manuskript zur Vorlesung *Nachrichtentechnik II (LB)*, die von Prof. Günter Söder für Studierende im Fach *Lehramt an Beruflichen Schulen* der TU München abgehalten wurde, sowie auf seinem Praktikum *Simulation digitaler Übertragungssysteme*.

Verantwortlich für die vorliegende Online-Version sind gemeinsam Prof. Dr.-Ing. habil. **Günter Söder** und der Co-Autor Dr.-Ing. **Klaus Eichin**. Alle Rechte an diesem Buch verbleiben bei den Autoren und dem Lehrstuhl für Nachrichtentechnik der Technischen Universität München.

Im Rahmen von Abschlussarbeiten waren an der multimedialen Umsetzung der Lehrinhalte beteiligt:

- **Bettina Hirner** : Interaktionsmodul zu Kapitel 1.2 (DA 2005),
- **Thorsten Kalweit** : Lehrvideos zu den Kapiteln 2.1, 3.1 und 3.2 (DA 2005),
- **Slim Lamine** : Interaktionsmodule zu den Kapiteln 2.2 und 3.1 (SA 2006),
- **Ji Li** : Interaktionsmodule zu den Kapiteln 1.3 und 2.3 (BA 2003, DA 2005),
- **Johannes Schmidt** : Ausarbeitung der Kapitel 5.5 bis 5.8 (BA 2008).

Das zugrundeliegende Autorensystem *LNTwww* wurde konzipiert und implementiert von

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

Die Autoren bedanken sich ausdrücklich bei Frau **Doris Dorn** für ihre Unterstützung bei reaktionellen Arbeiten. Weiterer Dank gilt Herrn **Manfred Jürgens** und Herrn **Martin Kontny** für ihre Mithilfe bei Fotoarbeiten sowie der Audibearbeitung.