

## Zum Inhalt des Buches „Modulationsverfahren“

Das Buch **Modulationsverfahren** aus der Reihe „LNTwww“ beschreibt wesentliche Grundlagen der analogen sowie der digitalen Übertragungstechnik. Details der **Digitalsignalübertragung** – 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, 7V, 4I, 4A, 4Z)
  2. **Amplitudenmodulation und AM–Demodulation** (47T, 70G, 10V, 5I, 12A, 10Z)
  3. **Winkelmodulation und WM–Demodulation** (26T, 40G, 7V, 5I, 10A, 6Z)
  4. **Digitale Modulationsverfahren** (52T, 82G, 2V, 6I, 15A, 10Z)
  5. **Vielfachzugriffsverfahren** (61T, 70G, 1V, 6I, 10A, 8Z)
- ⇒ **Gesamtes Buch:** 209T, 290G, 15V, 17I, 51A, 38Z

Hierbei bedeuten:

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

Der Umfang dieses Buches entspricht einer Lehrveranstaltung mit zwei Semesterwochenstunden (SWS) Vorlesung und einer SWS Übungen. Die **PDF-Version** zum Buch (insgesamt 516 Seiten) finden Sie auf der Startseite unter DOWNLOADS, unterteilt nach

- Vorbemerkungen (4 Seiten),
- Theorie (209 Seiten),
- Aufgaben (184 Seiten), und
- Musterlösungen (119 Seiten).

**Hinweis:** Im August 2015 wurde das Buch aus unserer Sicht letztmalig überarbeitet. Natürlich werden wir weiterhin Fehler und Unstimmigkeiten beheben, wenn uns solche von Ihnen gemeldet werden.

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

## Hinweise zu den Lernvideos

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

- **Anmerkungen zur Übertragungsfunktion** (zu den Grundlagen, Dauer 9:08)
- **Eigenschaften des Übertragungskanal** (zu den Grundlagen, Dauer 5:50)
- **Gesetze der Fouriertransformation** (zu den Grundlagen, 2-teilig: Dauer 5:57 – 5:55)
- **Lineare und nichtlineare Verzerrungen** (Grundlagen, 3teilig, Dauer 3:53 – 6:30 – 6:00)
- **Analoge und digitale Signale** (zu Kapitel 1.1, 2-teilig: Dauer 3:50 – 3:40)
- **Der AWGN-Kanal – Teil 1** (zu Kapitel 1.2, Dauer 6:00)
- **Der AWGN-Kanal – Teil 2** (zu Kapitel 1.2, Dauer 5:15)
- **Der AWGN-Kanal – Teil 3** (zu Kapitel 1.2, Dauer 6:15)
- **Harmonische Schwingungen** (zu Kapitel 1.3, 2-teilig: Dauer 4:33 – 6:15)
- **Eigenschaften von TP- und BP-Signalen** (zu Kapitel 1.3, Dauer 5:16)
- **Zweiseitenband-Amplitudenmodulation** (zu Kapitel 2.1, 2-teilig: Dauer 5:50 – 7:40)
- **Rauschen bei AM und WM** (zu Kapitel 2.3, 3.3 – 2-teilig: Dauer 8:32 – 7:05)
- **Winkelmodulation** (zu Kapitel 3.1, 3.2 – 2-teilig: Dauer 6:04 – 8:56)
- **Pulscode modulation** (zu Kapitel 4.1 – 3-teilig: Dauer 11:28 – 12:53 – 22:15)
- **Zur Verdeutlichung der PN-Generatoren** (zu Kapitel 5.3, Dauer 5:08)

Ursprünglich waren noch weitere Lernvideos geplant, die jedoch nicht mehr realisiert werden:

- **Hüllkurvendemodulation** (zu Kapitel 2.3)
- **Einsseitenband-Amplitudenmodulation** (zu Kapitel 2.4)
- **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** (zu den Grundlagen)
- **Einfluss einer Bandbegrenzung bei Sprache und Musik** (zu den Grundlagen)
- **Zeigerdiagramm – Darstellung des analytischen Signals** (zu Kapitel 1.3 und 2.3)
- **Ortskurve – Darstellung des äquivalenten TP-Signals** (zu Kapitel 1.3 und 2.3)
- **Eigenschaften des Synchronmodulators bei ZSB und ESB** (zu Kapitel 2.2)
- **Besselfunktionen erster Art und  $n$ -ter Ordnung** (zu Kapitel 3.1)
- **Abtastung periodischer Signale und Signalrekonstruktion** (zu Kapitel 4.1)
- **Frequenzgang und zugehörige Zeitfunktion** (zu Kapitel 4.3)
- **Prinzip der Quadratur-Amplitudenmodulation** (zu Kapitel 4.3)
- **QPSK und Offset-QPSK** (zu Kapitel 4.3)
- **Frequency Shift Keying & Continuous Phase Modulation** (zu Kapitel 4.4)
- **Walsh-Funktionen** (zu Kapitel 5.3)
- **OVSF-Codes** (zu Kapitel 5.3)
- **Komplementäre Gaußsche Fehlerfunktionen** (zu Kapitel 5.4)
- **OFDM-Spektrum und -Signale** (zu Kapitel 5.5)
- **Diskrete Fouriertransformation** (zu Kapitel 5.6)
- **DMT – Discrete Multitone Transmission** (zu Kapitel 5.8)

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

<http://www.lntwww.de/downloads/Sonstiges/Programme>

<http://www.lntwww.de/downloads/Sonstiges/Texte>

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:

- **Thomas Großer** : Realisierung von Interaktionsmodulen (DA 2007),
- **Bettina Hirner** : Realisierung von Interaktionsmodulen (DA 2005),
- **Thorsten Kalweit** : Realisierung von Lernvideos (DA 2005),
- **Nejib Kchouk** : Realisierung von Interaktionsmodulen (DA 2008),
- **Franz Kohl** : Realisierung von Lernvideos (DA 2004),
- **Slim Lamine** : Realisierung von Interaktionsmodulen (SA 2006),
- **Ji Li** : Interaktionsmodule zu den Kapiteln 1.3 und 2.3 (BA 2003, DA 2005),
- **Matthias Riedel** : Lernvideo PCM (DA 2010),
- **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, 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 Audiotbearbeitung.