

Zum Inhalt des Buches „Signaldarstellung“

Im Mittelpunkt des *LNTwww*-Buches **Signaldarstellung** steht die mathematische Beschreibung der in der Nachrichtentechnik auftretenden Signale, die alternativ im Zeit- oder Frequenzbereich erfolgen kann. Die nur für kausale Signale und Systeme anwendbaren Spektraltransformationen wie zum Beispiel *Laplace transformation*, *z-Transformation* und *Hilberttransformation* werden in diesem Buch nicht behandelt. Hier sei auf das Buch „Lineare zeitinvariante Systeme“ verwiesen.

Das Buch gliedert sich wie folgt (die nachfolgenden Links führen zur jeweiligen Kurzübersicht):

1. **Grundbegriffe der Nachrichtentechnik** (20T, 21G, 3V, 3A, 3Z)
 2. **Periodische Signale** (22T, 38G, 4V, 1I, 6A, 6Z)
 3. **Aperiodische Signale - Impulse** (33T, 51G, 2V, 3I, 9A, 9Z)
 4. **Bandpassartige Signale** (25T, 47G, 1V, 2I, 6A, 6Z)
 5. **Zeit- und frequenzdiskrete Signaldarstellung** (36T, 46G, 1V, 2I, 5A, 5Z)
- Insgesamt: 136T, 203G, 11V, 8I, 29A, 29Z**

Hierbei bedeuten:

A = Aufgabe, G = Grafik, I = Interaktionsmodul, T = Theorie, V = Lernvideo, Z = Zusatzaufgabe.

Der Lehrstoff entspricht einer Vorlesung mit zwei Semesterwochenstunden (SWS) und einer SWS Übungen. Das Buch beinhaltet 136 Theorieseiten mit Gleichungen, Herleitungen und Beispielen, mehr als 200 Grafiken, elf Lernvideos und acht sog. Interaktionsmodule, dazu noch 58 Aufgaben mit insgesamt 245 Teilaufgaben. Letztere und die *PDF-Version* zum Buch (330 Seiten: Theorie, Aufgaben und ausführliche Musterlösungen) finden Sie auf der Startseite unter **DOWNLOADS**.

Dieses erste Buch der *LNTwww*-Reihe entstand zwischen 2002 und 2007 und wurde Anfang 2016 letztmalig überarbeitet. Natürlich werden wir weiterhin Fehler und Unstimmigkeiten beheben, wenn uns solche von Ihnen per Mail (guenter.soeder@tum.de) gemeldet werden.

Der angegebene Fertigstellungsgrad (98%) berücksichtigt, dass man weder ein Softwareprodukt und noch weniger Lernsoftware als „endgültig fertig“ bezeichnen sollte.

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

Hinweise zu den Lernvideos

Ein Charakteristikum von *LNTwww* sind **Lernvideos**, auf die wir hier besonders hinweisen:

- **Eigenschaften des Übertragungskanals** (Kapitel 1.1, Dauer 5:50)
- **Analoge und digitale Signale** (Kapitel 1.2, Teil 1: 3:46 – Teil 2: 3:28)
- **Rechnen mit komplexen Zahlen** (Kapitel 1.3, Dauer 11:52)
- **Herleitung und Visualisierung der Diracfunktion** (Kapitel 2.2, Dauer 2:50)
- **Harmonische Schwingungen** (Kapitel 2.3, Teil 1: 4:33 – Teil 2: 6:15)
- **Zur Berechnung der Fourierkoeffizienten** (Kapitel 2.4, Dauer 3:50)
- **Eigenschaften und Genauigkeit der Fourierreihe** (Kapitel 2.4, Teil 1: 3:30 – Teil 2: 8:40)
- **Kontinuierliche und diskrete Spektren** (Kapitel 3.1, Teil 1: 6:20 – Teil 2: 5:15)
- **Gesetzmäßigkeiten der Fouriertransformation** (Kapitel 3.3, Teil 1: 5:57 – Teil 2: 5:55)
- **Eigenschaften von Tiefpass- und Bandpass-Signalen** (Kapitel 4.1, Dauer 5:18)
- **Fehlermöglichkeiten bei Anwendung der DFT** (Kapitel 5.3, Dauer 7:26)

Hinweise zu den Interaktionsmodulen

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

- **Periodendauer T_0 periodischer Signale** (Kapitel 2.1)
- **Frequenzgang und zugehörige Impulsantwort** (Kapitel 3.2)
- **Zeitfunktion und zugehörige Spektralfunktion** (Kapitel 3.2)
- **Zur Verdeutlichung der grafischen Faltung** (Kapitel 3.4)
- **Zeigerdiagramm – Darstellung des analytischen Signals** (Kapitel 4.2)
- **Ortskurve – Darstellung des äquivalenten Tiefpass-Signals** (Kapitel 4.3)
- **Abtastung analoger Signale und Signalrekonstruktion** (Kapitel 5.1)
- **Diskrete Fouriertransformation – DFT und IDFT** (Kapitel 5.2)

Wir möchten Sie noch auf einige aufwändige und vielseitige **Offline-Simulationsprogramme** des Lehrsoftwarepakets *LNTsim* hinweisen, die ebenfalls am Lehrstuhl für Nachrichtentechnik der Technischen Universität München entwickelt wurden und im Praktikum *Simulationsmethoden in der Nachrichtentechnik* von Prof. Dr.–Ing. habil. **Günter Söder** bis 2012 zum Einsatz kamen. Zum Thema „Signaldarstellung“ eignen sich insbesondere die Versuche

- *Lineare zeitinvariante Systeme* (Kapitel 6),
- *Diskrete Fouriertransformation* (Kapitel 7), und
- *Spektralanalyse* (Kapitel 8).

Desweiteren stellen wir den Versuch *Signale & Spektren* des Praktikums *Nachrichtentechnik (LB)* für Studierende des Lehramts an Beruflichen Schulen zum Download bereit.

Sie finden Software (als ZIP–Version) und Praktikumsanleitungen (PDF) unter folgenden Links:

- **Programmpaket *LNTsim***
- **Simulationsmethoden in der Nachrichtentechnik – Versuchsanleitung Teil A**
- **Praktikum Nachrichtentechnik (LB)**

Über die Autoren dieses Buches

Dieser Online-Kurs basiert auf der Vorlesung *Nachrichtentechnik I* (LB) von Dr. Klaus Eichin für Studierende im Fach *Lehramt an Beruflichen Schulen* der Technischen Universität München, und dem Praktikum *Simulationsmethoden in der Nachrichtentechnik* von Prof. Günter Söder.

Die Darstellung lehnt sich an das Lehrbuch *Methoden der Systemtheorie* unseres früheren Ordinarius – Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. **Hans Marko** – an. Auch unser Kollege Prof. Dr.-Ing. **Norbert Hanik** verwendet in seiner Vorlesung *Nachrichtentechnik 1 – Signaldarstellung* (LB) für Studierende des Lehramts an Beruflichen Schulen sowie für BWL-Studenten mit Vertiefungsfach Elektrotechnik unser Lerntutorial. Herzlichen Dank an Norbert Hanik für viele hilfreiche Diskussionen und auch für die Werbung für unser Lerntutorial bei seinen Studenten.

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

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:

Reinhold Sixt (DA 2002), *Roland Kiefl* (DA 2003), *Franz Kohl* (DA 2004), *Ji Li* (BA 2003, DA 2005) *Markus Elsberger* (DA 2006), *Slim Lamine* (SA 2006) und *Thomas Großer* (DA 2007).

Die Autoren danken *Manfred Jürgens* und *Winfried Kretzinger* für ihre 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.