

Zum Inhalt dieses Buches

Dieses dritte Buch unseres Lerntutorials beschäftigt sich sehr detailliert mit den stochastischen Signalen und deren Modellierung. Kenntnisse der **stochastischen Signaltheorie** sind wichtige Voraussetzungen für das Verständnis der folgenden Bücher, bei denen übertragungstechnische Aspekte im Vordergrund stehen.

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

- 1. Wahrscheinlichkeitsrechnung** (25T, 36G, 4V, 1I, 7A, 7Z)
 - 2. Diskrete Zufallsgrößen** (21T, 25G, 3V, 3I, 7A, 5Z)
 - 3. Kontinuierliche Zufallsgrößen** (33T, 48G, 4V, 2I, 12A, 9Z)
 - 4. Zufallsgrößen mit statistischen Bindungen** (53T, 88G, 5V, 2I, 16A, 14Z)
 - 5. Filterung stochastischer Signale** (23T, 40G, 2I, 9A, 7Z)
- ⇒ **Gesamtes Buch:** 155T, 236G, 16V, 10I, 51A, 52Z.

Kenntnisse der beiden ersten LNTwww–Bücher, die die *Darstellung deterministischer Signale* sowie die *Beschreibung linearer zeitinvarianter Systeme* beinhalten, sind für das Verständnis hilfreich, aber nicht erforderlich.

Der Umfang dieses Buches entspricht einer Lehrveranstaltung mit drei Semesterwochenstunden (SWS) Vorlesung und zwei SWS Übungen. Die **PDF-Version** zum Buch (insgesamt 357 Seiten) finden Sie auf der Startseite unter DOWNLOADS, unterteilt nach

- Vorbemerkungen (4 Seiten),
- Theorie (155 Seiten),
- Aufgaben (187 Seiten), und
- Musterlösungen (111 Seiten).

Im Mai 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 von *LNTwww* sind **Lernvideos**, auf die wir hier besonders hinweisen:

- **Würfelspiel „Mäxchen“** (Musterlösung zu A1.1(f):– Dauer 1:40)
- **Klassische Definition der Wahrscheinlichkeit** (Kapitel 1.1: Dauer 5:19)
- **Mengentheoretische Begriffe und Gesetzmäßigkeiten** (Kapitel 1.2: 2 Teile, Dauer 12:20)
- **Statistische (Un-)Abhängigkeit** (Kapitel 1.3: 3 Teile, Dauer 11:53)
- **Das Bernoullische Gesetz der großen Zahlen** (Kapitel 2.1: Dauer: 4:25)
- **Momente von diskreten Zufallsgrößen** (Kapitel 2.2 und 3.3: Dauer 6:32)
- **Erläuterung der PN–Generatoren** (Kapitel 2.5: Dauer 5:10)
- **Wahrscheinlichkeit und Dichtefunktion** (Kapitel 3.1: 2 Teile, Dauer 12:05)
- **Zusammenhang WDF – VTF** (Kapitel 3.2: 2 Teile, Dauer 10:00)
- **Prinzip der Additionsmethode** (Kapitel 3.5: Dauer 3:45)
- **Erzeugung einer Exponentialverteilung** (Kapitel 3.6: Dauer 2:00)
- **Gaußsche Zufallsgrößen ohne statistische Bindungen** (Kapitel 4.1: Dauer 2:35)
- **Gaußsche Zufallsgrößen mit statistischen Bindungen** (Kapitel 4.2: Dauer 3:15)
- **Der AWGN–Kanal – Teil 1** (Kapitel 4.5: Dauer 6:00)
- **Der AWGN–Kanal – Teil 2** (Kapitel 4.5: Dauer 5:15)
- **Der AWGN–Kanal – Teil 3** (Kapitel: Dauer 6:15)

Geplant waren noch folgende Lernvideos, die aber nicht mehr realisiert werden konnten:

- **Autokorrelationsfunktion und Kreuzkorrelationsfunktion** (zu Kapitel 4.4 und 4.6)
- **Korrelations– und Kovarianzmatrix** (zu Kapitel 4.7)
- **Stochastische Systemtheorie** (zu Kapitel 5.1)
- **Linearkombinationen von Zufallsgrößen** (zu Kapitel 5.3)
- **Matched–Filter und Wiener–Filter** (zu Kapitel 5.4 und 5.5)

Hinweise zu den Interaktionsmodulen

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

- Ereigniswahrscheinlichkeiten einer Markovkette 1. Ordnung (Kapitel 1.4)
- Ereigniswahrscheinlichkeiten der Binomialverteilung (Kapitel 2.3)
- Ereigniswahrscheinlichkeiten der Poissonverteilung (Kapitel 2.4)
- Gegenüberstellung Binomialverteilung – Poissonverteilung (Kapitel 2.4)
- WDF, VTF und Momente spezieller Verteilungen (Kapitel 3.4 – 3.7)
- Komplementäre Gaußsche Fehlerfunktionen (Kapitel 3.5)
- Korrelationskoeffizient und Regressionsgerade (Kapitel 4.1)
- WDF und VTF bei Gaußschen 2D-Zufallsgrößen (Kapitel 4.2)
- Digitales Filter (Kapitel 5.2)
- Zur Verdeutlichung des Matched-Filters (Kapitel 5.4)

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. So finden Sie Aufgaben, Programmierübungen und Simulationen zum Thema *Stochastische Signaltheorie* in der Anleitung zum Praktikum *Simulationsmethoden in der Nachrichtentechnik* von Professor Günter Söder (bis Sommersemester 2012). Dieses Praktikum basiert auf den 24 DOS-Programmen des Lehrsoftwarepaketes *LNTsim*.

Hinweise zum Herunterladen des Programmpakets *LNTsim* und der Versuchsanleitungen:

Lehrsoftwarepaket LNTsim (Zip-Version, mehr als 50 MB)

Praktikumsanleitung – Teil A (PDF-Version, ca. 8.5 MB, mit Kapitel 1 bis 8)

Praktikumsanleitung – Teil B (PDF-Version, ca. 9.5 MB, mit Kapitel 9 bis 16)

Dieses Praktikum ergänzt unser Online-Tutorial *LNTwww* in idealer Weise. Einige Überschneidungen sind jedoch unvermeidlich.

Über die Autoren dieses Buches

Dieser Online-Kurs basiert auf dem Lehrbuch *Modellierung, Simulation und Optimierung von Nachrichtensystemen* sowie dem Praktikum *Simulationsmethoden in der Nachrichtentechnik*, das den Studierenden der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der Technischen Universität München bis 2013 als Wahlpflichtveranstaltung angeboten wurde.

Autor dieser Bücher und der allein Verantwortliche für diese Online-Version ist **Prof. Günter Söder**. Alle Rechte an diesem Buch verbleiben beim Autor und dem Lehrstuhl für Nachrichtentechnik der TUM.

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

- **Jürgen Veitenhansl** : Multimediale Umsetzung der Kapitel 1 bis 3 (DA 2002),
- **Bülent Aksu** : Mitarbeit am Kapitel 4 (DA 2002),
- **Roland Kiefl** : Grundsätzliche Entwicklungsarbeiten zu Flash-Animationen (DA 2003),
- **Franz Kohl** : Lernvideos zu den Kapiteln 1 und 2 (DA 2003/2004, danach freie Mitarbeit),
- **Ji Li** : Realisierung der ActionScript-Animationen zu Kapitel 1 und 2 (BA 2003, DA 2005),
- **Bettina Hirner** : ActionScript-Animationen zu den Kapiteln 4.1 und 5.2 (DA 2005),
- **Markus Elsberger** : ActionScript-Animation zu Kapitel 5.4 (DA 2006),
- **Thomas Großer** : ActionScript-Animation zu Kapitel 3.5 (DA 2007).

Das zugrundeliegende Autorensystem *LNTwww* wurde konzipiert und implementiert von

- **Martin Winkler** : Grundkonzipierung und 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, Herrn **Winfried Kretzinger** für seine engagierte Mitarbeit auf vielen Gebieten, insbesondere bei der Realisierung von Flash-Animationen, sowie dem Mitverantwortlichen dieses Lerntutorials, Herrn **Dr. Klaus Eichin**, für viele Diskussionen, konstruktive Kritik und wertvolle Anregungen. Des Weiteren danken wir den Kollegen am LNT – M.Sc. *Ioannis Oikonomidis*, Dipl.-Ing. *Thomas Stockhammer* und Dr.-Ing. *Johannes Zangl* – für viele nützliche Hinweise.

Auf keinen Fall vergessen werden sollen in dieser Danksagung **Prof. Dr.-Ing. Karlheinz Tröndle** und **Prof. Dr.-Ing. Gert Hauske**, von denen der Autor Günter Söder in seiner Zeit als Übungsassistent viel zu dieser Thematik gelernt hat.