

## Zum Inhalt dieses Buches

Dieses Buch beschäftigt sich sehr detailliert mit den stochastischen Signalen und deren Modellierung. Kenntnisse der **stochastischen Signaltheorie** sind eine wichtige Voraussetzung für das Verständnis aller nachfolgenden 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 = Video, Z = Zusatzaufgabe):

- 1. Wahrscheinlichkeitsrechnung** (26T, 35G, 4V, 1I, 7A, 7Z)
- 2. Diskrete Zufallsgrößen** (22T, 22G, 3V, 3I, 7A, 5Z)
- 3. Kontinuierliche Zufallsgrößen** (33T, 48G, 4V, 2I, 12A, 9Z)
- 4. Zufallsgrößen mit statistischen Bindungen** (53T, 87G, 5V, 2I, 16A, 14Z)
- 5. Filterung stochastischer Signale** (26T, 38G, 2I, 9A, 7Z)

Der Umfang dieses Buches entspricht einer Lehrveranstaltung mit 3 Semesterwochenstunden (SWS) Vorlesung und 2 SWS Übungen. Derzeit (Stand: April 2008) sind etwa 95% fertig gestellt. Die fehlenden Teile sind in den Texten an einer Raute (#) zu erkennen. Insbesondere sollen noch weitere Lehrvideos (V) und Interaktionsmodule (I) integriert werden.

Kenntnisse der Bücher 1 und 2, die die *Darstellung deterministischer Signale* und die *Beschreibung linearer zeitinvarianter Systeme* beinhalten, sind für das Verständnis hilfreich, aber nicht erforderlich.

## Hinweise zu den Lehrvideos (1)

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

- **Würfelspiel „Mäxchen“** (Musterlösung zu A1.1(f) – Dateigröße 0.5 MB; Dauer 1:40)
- **Klassische Definition der Wahrscheinlichkeit** (Kapitel 1.1 – 2.64 MB; 5:19)
- **Mengentheoretische Begriffe . . .** (Kapitel 1.2 – 2-teilig: 2.1 MB; 6:10 – 2.2 MB; 6:10)
- **Statistische (Un-)Abhängigkeit** (Kapitel 1.3 – 3-teilig: 1.5 MB; 4:17 – zweimal 1.4 MB; 3:48)
- **Das Bernoullische Gesetz der großen Zahlen** (Kapitel 2.1 – 2.09 MB; 4:25)
- **Momente von diskreten Zufallsgrößen** (Kapitel 2.2 und 3.3 – 2.28 MB; 6:32)
- **Erläuterung der PN-Generatoren** (Kapitel 2.5 – 1.0 MB; 5:10)
- **Wahrscheinlichkeit und Dichtefunktion** (Kapitel 3.1 – 2-teilig: 2.1 MB; 5:30 – 3.1 MB; 6:35)
- **Zusammenhang WDF – VTF** (Kapitel 3.2 – 2-teilig: 2.4 MB; 6:40 – 1.9 MB; 3:20)
- **Prinzip der Additionsmethode** (Kapitel 3.5 – 0.7 MB; 3:45)
- **Erzeugung einer Exponentialverteilung** (Kapitel 3.6 – 0.4 MB; 2:00)
- **Gaußsche Zufallsgrößen ohne statistische Bindungen** (Kapitel 4.1 – 1.0 MB; 2:35)
- **Gaußsche Zufallsgrößen mit statistischen Bindungen** (Kapitel 4.2 – 1.3 MB; 3:15)
- **Der AWGN-Kanal – Teil 1** (Kapitel 4.5 – 2.0 MB; 6:00)
- **Der AWGN-Kanal – Teil 2** (Kapitel 4.5 – 1.92 MB; 5:15)
- **Der AWGN-Kanal – Teil 3** (Kapitel 4.5 – 2.49 MB; 6:15)

## Hinweise zu den Lehrvideos (2)

Für die Zukunft sind noch folgende Lehrvideos geplant, die spätestens Ende 2008 vorliegen sollen:

- **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)

Sollten Sie an einer speziellen Multimedia-Anwendung besonderes Interesse haben, so bitten wir um eine Benachrichtigung. Es ist kein Problem, die Realisierung eines Videos vorzuziehen.

## 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 – Größe 21 kB)
- **Ereigniswahrscheinlichkeiten der Binomialverteilung** (Kapitel 2.3 – Größe 22 kB)
- **Ereigniswahrscheinlichkeiten der Poissonverteilung** (Kapitel 2.4 – Größe 22 kB)
- **Gegenüberstellung Binomialverteilung – Poissonverteilung** (Kapitel 2.4 – Größe 22 kB)
- **WDF, VTF und Momente spezieller Verteilungen** (Kapitel 3.4 ... 3.7 – Größe 216 kB)
- **Komplementäre Gaußsche Fehlerfunktionen** (Kapitel 3.5 – Größe 235 kB)
- **Korrelationskoeffizient und Regressionsgerade** (Kapitel 4.1 – Größe 217 kB)
- **WDF und VTF bei Gaußschen 2D-Zufallsgrößen** (Kapitel 4.2 – Größe 28 kB)
- **Digitales Filter** (Kapitel 5.2 – Größe 217 kB)
- **Zur Verdeutlichung des Matched-Filters** (Kapitel 5.4 – Größe 391 kB)

Derzeit sind keine weiteren Interaktionsmodule geplant. Sollten Sie an einer speziellen Anwendung besonderes Interesse haben, so bitten wir um eine Benachrichtigung.

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**

Die in diesen Praktika eingesetzten und ebenfalls downloadbaren Softwarepakete *LNTsim* und *LNTwin* ergänzen unser Online-Tutorial *LNTwww*. Einige Überschneidungen sind jedoch unvermeidlich.

Des Weiteren möchten wir Sie auf den Kurs „SYSTOOL“ aufmerksam machen, der über das Portal der Virtuellen Hochschule Bayern von Herrn **Priv.-Doz. Dr.-Ing. habil. Rudolf Rabenstein** zu dieser Thematik angeboten wird. Vor Nutzung dieser interaktiven, sehr gut gestalteten Java-Applets müssen Sie sich allerdings an der **Virtuellen Hochschule Bayern** registrieren lassen.

## Über die Autoren dieses Buches

Dieser Online–Kurs basiert auf dem Lehrbuch *Modellierung, Simulation und Optimierung von Nachrichtensystemen* sowie dem Praktikum *Simulationmethoden in der Nachrichtentechnik*, das den Studierenden der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der Technischen Universität München schon seit Jahren als Wahlpflichtveranstaltung angeboten wird.

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.

Weiter waren im Rahmen von Abschlussarbeiten 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** : Lehrvideos zu den Kapiteln 1 und 2 (DA 2003/2004, danach freie Mitarbeit),
- **Ji Li** : Realisierung der ActionScript–Animationen zu den Kapiteln 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.