

Zum Inhalt des Buches „Einführung in die Kanalcodierung“

Die Kanalcodierung (englisch: *Channel Coding* oder auch *Error–Control Coding*) umfasst sowohl Verfahren zur **Fehlererkennung** (englisch: *Error Detection*) als auch die **Vorwärtsfehlerkorrektur** (englisch: *Forward Error Correction*, FEC), die bei schlechtem Kanal (kleines SNR) oft erst eine Digitalsignalübertragung ermöglichen und bei einem ausreichend guten Kanal (großes SNR) zu sehr kleinen Fehlerraten führen.

Das Buch gliedert sich wie folgt:

1. **Binäre Blockcodes zur Kanalcodierung** (60T, 80G, 2V, 7I, 17A, 10Z)
2. **Reed–Solomon–Codes und deren Decodierung** (44T, 54G, 1V, 3I, 16A, 11Z)
3. **Faltungscodierung und geeignete Decoder** (52T, 104G, 1V, 7I, 14A, 9Z)
4. **Iterative Decodierverfahren** (32T, 94G, 1V, 2I, 13A, 8Z)

Hierbei bedeuten:

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

Der Lehrstoff entspricht einer Vorlesung mit drei Semesterwochenstunden (SWS) und zwei SWS Übungen. Das Buch beinhaltet 192 Theorieseiten mit Gleichungen, Herleitungen und Beispielen, mehr als 330 Grafiken, fünf Lernvideos und zehn sog. Interaktionsmodule, dazu noch 98 Aufgaben mit insgesamt 482 Teilaufgaben. Diese Multimedia–Elemente und die PDF–Version zum Buch (??? Seiten: Theorie, Aufgaben und ausführliche Musterlösungen) finden Sie auf der Startseite unter **DOWNLOADS**.

Dieses Buch entstand zwischen Anfang 2011 und Februar 2016. Der angegebene Fertigstellungsgrad (98%) berücksichtigt, dass man weder ein Softwareprodukt und noch weniger Lernsoftware als „endgültig fertig“ bezeichnen sollte. Unter dieser Einschränkung hat das Buch die Endversion erreicht.

Natürlich werden wir aber auch weiterhin Fehler und Unstimmigkeiten beheben, wenn uns solche von Ihnen per Mail (guenter.soeder@tum.de) gemeldet werden.

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

Hinweise zu den Lernvideos

Ein Charakteristikum von *LNTwww* sind Lernvideos. Für das vorliegende Buch ist momentan nur ein dreiteiliges Lernvideo mit einer Gesamtdauer von ca. 40 Minuten realisiert:

- **Eigenschaften von Galoisfeldern**

Wir verweisen hier auf einige Lernvideos aus Grundlagenbüchern, die für Sie vielleicht auch im Hinblick zur „Einführung in die Kanalcodierung“ von Interesse sein könnten.

Buch **Signaldarstellung**

- **Eigenschaften des Übertragungskanals**
- **Analoge und digitale Signale**
- **Rechnen mit komplexen Zahlen**

Buch **Stochastische Signaltheorie**

- **Klassische Definition der Wahrscheinlichkeit**
- **Mengentheoretische Begriffe und Gesetzmäßigkeiten**
- **Statistische Abhängigkeit und Unabhängigkeit**
- **Das Bernoullische Gesetz der großen Zahlen**
- **Momente von diskreten Zufallsgrößen**
- **Wahrscheinlichkeit und Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion**
- **Zusammenhang WDF – VTF**
- **Gaußsche Zufallsgrößen ohne statistische Bindungen**
- **Gaußsche Zufallsgrößen mit statistischen Bindungen**
- **Der AWGN-Kanal – Teil 1**
- **Der AWGN-Kanal – Teil 2**
- **Der AWGN-Kanal – Teil 3**

Hinweise zu den Interaktionsmodulen

Es gibt derzeit kein interaktives Flash-Modul, das ausschließlich im Hinblick auf das Buch „Einführung in die Kanalcodierung“ erstellt wurde. Einige im Zusammenhang mit anderen Fachbüchern realisierte Module können aber durchaus auch zum besseren Verstehen der Lerninhalte dieses Buches beitragen:

- **Komplementäre Gaußsche Fehlerfunktionen** (zu Kap. 1.2 und Kap. 2.6)
- **Symbolfehlerwahrscheinlichkeit von Digitalsystemen** (zu Kap. 1.2)
- **WDF, VTF und Momente** (IM zu Kap. 1.2)
- **Ereigniswahrscheinlichkeiten der Binomialverteilung** (zu Kap. 1.3 und Kap. 2.6)
- **Gram-Schmidt-Verfahren** (zu Kap. 1.4: Herleitung der Basisfunktionen)
- **Mehrstufiges PSK und Union Bound** (zu Kap. 1.6)
- **Digitales Filter** (IM zu Kap. 3.1)
- **Zur Verdeutlichung der grafischen Faltung** (IM zu Kap. 3.2)
- **Korrelationskoeffizient und Regressionsgerade** (IM zu Kap. 3.4)
- **Viterbi-Empfänger** (IM zu Kap. 3.4)
- **M-PSK und Union Bound** (IM zu Kap. 3.5)
- **Diskrete Fouriertansformation** (IM zu den Grundlagen)
- **Komplementäre Gaußsche Fehlerfunktionen** (IM zu den Grundlagen)

Über die Autoren dieses Buches

Autor dieses Online-Kurses „Einführung in die Kanalcodierung“ ist Prof. Dr.-Ing. habil. **Günter Söder**. Im Gegensatz zu allen anderen Fachbüchern im *LNTwww* konnte er hier nicht auf eigene Manuskripte zurückgreifen. Dieser Kurs basiert vielmehr auf Vorlesungsunterlagen von Dozenten des Lehrstuhls für Nachrichtentechnik der Technischen Universität München:

- Prof. Dr.-Ing. **Joachim Hagenauer** hat die Vorlesung *Kanalcodierung* von 1993 bis 2006 durchgehend gehalten. Das (deutschsprachige) Vorlesungsmanuskript finden Sie unter **[Hag04]**.
- Die Autoren des momentan (2013) aktuellen Skripts **[KM+08]** zur englischsprachigen Vorlesung *Channel Coding* waren über Jahre verteilt Prof. Dr. **Ralf Kötter**, Dr.-Ing. Timo Mayer, Dr.-Ing. Michael Tüchler, Dr.-Ing. Frank Schreckenbach und Dipl.-Ing. Joschi Brauchle, M.Sc.
- Nach dem Tod von Ralf Kötter (2009) hat Dr.-Ing. **Gianluigi Liva** die Vorlesung für kurze Zeit übernommen und ein umfangreiches Zusatzmanuskript **[Liv10]** erstellt. Seit 2014 hält Dr. Liva als Lehrbeauftragter die Fortsetzungsvorlesung **[Liv15]**.

Ich danke den Dozenten für die Erlaubnis, einige Grafiken aus ihren Vorlesungen verwenden zu dürfen.

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).

An der multimedialen Umsetzung der Lehrinhalte (Realisierung von Lernvideos und Interaktionsmodulen) waren im Rahmen von Bachelorarbeiten (BA) und Diplomarbeiten (DA) beteiligt:

Bettina Hirner (DA 2005), *Ji Li* (DA 2005) *Thorsten Bürgstein* (DA 2007), *Thomas Großer* (DA 2007), *Martin Völkl* (DA 2010), *Djibril Balde* (DA 2013), *Dominik Kopp* (BA 2013).

Insbesondere bedanken wir uns auch

- bei Herrn OStR *Yven Winter*, der seit 2003 neben der Berufsschullehrtätigkeit 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.

Alle Rechte an diesem Buch verbleiben beim Autor 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.