



Informatik C

-

Grundlagen der

Technischen Informatik

Vorlesung im WS 2011/2012

Werner Brockmann

Fachbereich Mathematik/Informatik
AG Technische Informatik

Vorwort

Die Vorlesung '*Informatik C - Grundlagen der Technischen Informatik*' wendet sich an Studierende im 3. Fachsemester. Sie baut auf der Vorlesung 'Technische Grundlagen der Informatik' von Herrn Prof. Dr.-Ing. Erik Maehle vom Institut für Technische Informatik an der Universität zu Lübeck auf, dem an dieser Stelle herzlich gedankt wird.

Diese Vorlesung und die dazugehörige Übung geben eine Einführung in die digitale Informationsverarbeitung, insbesondere in die Grundlagen der Digitaltechnik und Rechnerarchitektur. Sie beginnen bei der digitalen Zahlendarstellung und Schaltalgebra. Darauf aufbauend spannt sich ein Bogen von einfachen Digitalschaltungen auf Gatterebene (Schaltnetze, Schaltwerke) über die für den Entwurf komplexer Digitalschaltungen wichtige Registertransferebene bis hin zu grundlegenden Prozessorarchitekturen inklusive RISC-Prozessoren.

Das Ziel dabei ist es, die Studierenden in die elementaren Entwurfsverfahren digitaler Systeme auf den verschiedenen Abstraktionsebenen einzuführen und ein Verständnis für den Aufbau und die Funktionsweise von Digitalrechnern zu vermitteln. Die Kenntnisse werden in den begleitenden Übungen und optional im Hardwarepraktikum unter Einsatz moderner rechnergestützter Entwurfswerkzeuge (CAD-Tools) vertieft.

Die zur Vorlesung heraus gegebenen Unterlagen stellen lediglich die in der Vorlesung verwendeten Folien zusammen. Sie enthalten in der Regel stichpunktartig die wesentlichen Aspekte und dienen nur als eine Hilfestellung zur Begleitung der Vorlesung. Es fehlen aber die in der Vorlesung gegebenen Erläuterungen sowie Herleitungen und Beispiele. Daher können und sollen die vorliegenden Unterlagen nicht das Studium von Lehrbüchern ersetzen.

Ich wünsche allen Studierenden viel Spaß bei der Vorlesung und der Übung sowie beim Studium der Technischen Informatik und hoffe, dadurch zu einem tieferen Verständnis der Rolle der Technischen Informatik nicht nur im Studium, sondern auch unserem täglichen Leben beizutragen.

Organisatorisches

Vorlesung:

Umfang: 4 SWS
Termine: Montag, 12:00-14:00 Uhr **und**
Dienstag, 14:00-16:00 Uhr
Raum: 31/E06

Übung:

Umfang: 2 SWS
Termin: Donnerstag, 14:00-16:00 Uhr **oder**
Freitag, 10:00-12:00 Uhr
Raum: 31/E05, 31/369, 31/449a

Prüfung:

Umfang: 9 ECTS-Punkte
(gemeinsam für Vorlesung und Übung)
Modus: Klausur
Voraussetzung: Testat für erfolgreiche
Bearbeitung der Übungsaufgaben
Termin: Anfang der Semesterferien

Inhalt

1. Einführung

- Einleitung
- Historisches
- Technologische Aspekte
- Mikrorechner-Grundlagen

2. Grundlagen der Informationsverarbeitung

- Zahlendarstellung und -umwandlungen
- Rechnen mit Dualzahlen
- Codes

3. Schaltalgebra und Schaltfunktionen

- Schaltalgebra
- Schaltfunktionen
- Normalformen

4. Schaltnetze

- Definition
- Addierer
- Weitere wichtige Schaltnetze
- Minimierungsverfahren

5. Schaltwerke

- Definition
- Speicherelemente aus Flipflops
- Entwurf (Schaltwerkssynthese)
- Minimierung

6. Entwurf auf Registertransferebene

- Register und Registeroperationen
- Registertransfersprache
- Beispiel Rechenwerke
- Festverdrahtete Kontrolleinheiten

7. Mikroprogrammierte Kontrolleinheiten

- Grundprinzip
- Multiplizierer-Kontrolleinheit
- CPU-Kontrolleinheiten

8. Grundlegende Prozessorarchitekturen

- Befehlssatz-Architekturen
- Organisationsformen von Mikroprozessoren

9. Aktuelle Prozessorarchitekturen

- Mikrocontroller ATmega16
- CISC- und RISC-Architekturen
- Interrupts
- Pipelining

Ggf. noch:

10. Technologische Realisierung (Überblick)

- Halbleiterbauelemente (Transistoren, Dioden)
- Integrierte Schaltungen (Standard-ICs, ASICs)
- Speichertechnologien

Literatur

Ameling, W.:

Digitalrechner – Grundlagen und Anwendungen: Technische Informatik 1.

Vieweg, Braunschweig 1990, ISBN 3-5280-6372-6

(Darstellung von Zahlen und Codierung, Aufbau von Digitalrechnern)

Ameling, W.:

Digitalrechner 2 – Datentechnik und Entwurf logischer Systeme.

Vieweg, Braunschweig 1992, ISBN 3-5280-6495-1

(Schwerpunkt stärker auf dem Entwurf; Speicher)

Becker, B.; Drechsler, R.; Molitor, P.:

Technische Informatik – Eine Einführung.

Pearson Studium, München 2005, ISBN 3-8273-7092-2

(Mathematische und elektronische Grundlagen, formale Betrachtung digitaler Hardware, Ein-Zyklus-Prozessor *Zykluno*)

Bernstein, H.:

Handbuch der praktischen Elektronik. Band 1.

Franzis-Verlag, Poing 2003, ISBN 3-7723-4294-9

(Umfangreiche Einführung in elektronische Bauelemente und einfache praktische Schaltungstechnik und Digitaltechnik; enthält Studentenversion des Simulationspaketes *Electronics Workbench* zur Simulation analoger und digitaler Schaltungen)

Beuth, K:

Digitaltechnik (Elektronik 4), 10. überarbeitete und erweiterte Auflage.

Vogel Verlag, Würzburg, 1998, ISBN 3-8023-1755-6

(Teil einer Buchreihe zur Elektronik, der schwerpunktmäßig den ersten in der Vorlesung behandelten Stoff abdeckt)

Borucki, L.:

Digitaltechnik

B. G. Teubner, Stuttgart, 1996, ISBN 3-519-36415-8

(technologienah, enthält viele konkrete schaltungstechnische Realisierungen von Digitalschaltungen)

Brinkschulte, U.; Ungerer, T.:

Mikrocontroller und Mikroprozessoren.

Springer Verlag, Berlin 2002, ISBN 3-5404-3095-4

(Grundlegende Prozessortechnik und weiterführende Rechnerntechnik)

Flik, T.; Liebig, H.:
Mikroprozessortechnik. 5. überarbeitete Auflage.
Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 1998, ISBN 3-54064019-3
(Aufbau und Programmierschnittstelle von Mikroprozessoren)

Hayes, J. P.:
Digital Logic Design.
Addison Wesley Publishing, USA 1994, ISBN 0-201-15461-7
ISBN 0-0728-6198-3
(sehr anschaulich gemacht, bis Anfang Mikroprozessoren)

Hertwig, A.; Brück, R.:
Entwurf digitaler Systeme.
Hanser Verlag, München, Wien 2000, ISBN 3-446-21406-2
(technologie- und realisierungsnah, mit Einstieg in VHDL und CD-ROM mit Spice- und Verilog-Simulator)

Katz, R. H.:
Contemporary Logic Design.
Pearson Education, Upper Saddle River 2005, ISBN 0-13-127830-4
(speziell zu Schaltnetz- und Schaltwerksentwurf, anschauliche Beispiele, amerikanische Symbole)

Kleitz, W.:
Digital Electronics with VHDL.
Pearson Education, Upper Saddle River 2004, ISBN 0-13-1714902
(sehr anschauliche Einführung mit einem Schwerpunkt auf Schaltnetzen und Schaltwerken, mit vielen konkreten Schaltungs- und VHDL-Beispielen, CD-ROM mit Electronics Workbench Multisim, VHDL-Tool von Altera und Beispielen)

Mano, M. M.; Kime, C. R.:
Logic and Computer Design Fundamentals.
Prentice Hall, Upper Saddle River 2004, ISBN 0-13-1911651
(von den Grundlagen bis zum Prozessorentwurf, amerikanische Symbole, enthält CD-ROM mit Hardware-Beschreibungssprache VHDL und Tool von Xilinx)

Oberschelp, W.; Vossen, G.:
Rechneraufbau und Rechnerstrukturen.
Oldenbourg Verlag, München 2003, ISBN 3-4862-7206-3
(formale Betrachtung der Grundlagen, Rechnerarchitekturkonzepte bis zur Parallelverarbeitung, etwas veraltet)

Patterson, D. A.; Hennessy, J. L.:

Computer Organisation & Design – The Hardware/Software Interface.

Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo 2005, ISBN 1-558-606041

(fortgeschrittene Rechnertechnik, interne Arbeitsweise von Mikroprozessoren und Maßnahmen zur Unterstützung der Software, am Beispiel der MIPS-RISC-CPU)

Roth, C. H.:

Fundamentals of Logic Design.

Brooks/Cole & Thomson Learning, Pacific Grove 2003, ISBN 0-5343-7804-8

(Schwerpunkt auf Schaltnetz- und Schaltwerksentwurf mit VHDL, mit CD-ROM mit Tools für Logik- und VHDL-Entwurf und Simulation)

Schiffmann, W.; Schmitz, R.:

Technische Informatik 1 – Grundlagen der digitalen Elektronik.

Springer-Verlag, Berlin 2004, ISBN 3-5404-0418-X

(Schwerpunkt auf physikalischen und elektrotechnischen Grundlagen , von Bauelementen bis zu Prozessoren)

Schiffmann, W.; Schmitz, R.:

Technische Informatik 2 – Grundlagen der Computertechnik.

Springer-Verlag, Berlin 2005, ISBN 3-5404-22271-5

(Fortsetzung von Band 1, beginnt mit komplexen Schaltwerken und behandelt vorwiegend auch fortgeschrittene Prinzipien der Rechnerarchitektur)

Schmitt, G.:

Mikrocontrollertechnik mit Controllern der AVR-RISC-Familie.

Oldenbourg Verlag 2005, ISBN 3-486-57717-4

(anschauliche Einführung in die Assembler- und C-Programmierung der AVR-Mikrocontroller von Atmel)

Stallings, W.:

Computer Organization and Architecture – Designing for Performance.

Pearson Education, Upper Saddle River 2006, ISBN 0-13-185644-8

(behandelt aktuelle Rechnerarchitekturkonzepte anhand realer Prozessoren)

Wuttke, H.-D.; Henke, K.:

Schaltsysteme – Eine automatenorientierte Einführung.

Pearson Studium, 2003, ISBN 3-8273-7035-3

(hauptsächlich Schaltnetze und Schaltwerke)

Weiterführende Literatur

Bähring, H:

Mikrorechner - Band I: Mikroprozessoren und Digitale Signalprozessoren.

Springer Verlag, Berlin 2002, ISBN 3-540-58362-9

Dal Cin, M.:

Rechnerarchitektur – Grundzüge des Aufbaus und der Organisation von Rechnerhardware.

B. G. Teubner, Stuttgart 1996, ISBN 3-519-02352-0

Eschermann, B.:

Funktionaler Entwurf digitaler Schaltungen.

Springer-Verlag, Berlin 1993, ISBN 3-5405-6788-7

Gössel, M.:

Automatentheorie für Ingenieure.

Akademie-Verlag, Berlin 1990, ISBN 3-0550-1268-2

Hayes, J. P.:

Computer Architecture and Organization.

McGraw-Hill, New York 2002, ISBN 0-0728-6198-3

(rechnerinterne Verarbeitung)

Hennessy, J. L.; Patterson, D. A.:

Computer Architecture – A Quantitative Approach.

Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo 2003, ISBN 1-5586-0724-2

Hertwig, A.; Brück, R.:

Entwurf digitaler Systeme – Von den Grundlagen zum Prozessorentwurf mit FPGAs.

Carl Hanser Verlag, München 2000, ISBN 3-4462-1406-2

Keller, P.; Paul, W.J.:

Hardware Design – Formaler Entwurf digitaler Schaltungen.

B. G. Teubner Verlag, Wiesbaden 2005., ISBN 3-519-23047-X

Märtin, Ch.:

Einführung in die Rechnerarchitektur – Prozessoren und Systeme.

Fachbuchverlag, Leipzig 2003, ISBN 3-446-2224-2-1

Möller, D.:

Rechnerstrukturen – Grundlagen der Technischen Informatik.

Springer-Verlag, Berlin 2003, ISBN 3-5406-7638-4

Pardue, J.:

C Programming for Microcontrollers.

Smiley Micros, Knoxville 2005, ISBN 0-9766822-0-6

(Mikrocontroller-Programmierung von Anfang an am Beispiel von Atmel-Mikrocontrollern und AVR-Studio)

Tanenbaum, A. S.; Goodman, J.:

Computerarchitektur – Strukturen, Konzepte, Grundlagen.

Pearson Studium, München 2001, ISBN 3-8273-7016-7

Tanenbaum, A.S.:

Structured Computer Organisation.

Pearson Education, Upper Saddle River 2005, ISBN 0-13-148521-0

Tietze, U.; Schenk, Ch.:

Halbleiter-Schaltungstechnik.

Springer-Verlag, Berlin 2002, ISBN 3-5406-4192-0

(Klassiker aus der Elektronik auch mit Digitaltechnik)

Tocci, R.; Widmer, N. S.:

Digital Systems – Principles and Applications.

Prentice Hall, Upper Saddle River 2003, ISBN 0-1311-1120-5

Trampert, W.:

AVR-RISC Mikrocontroller.

Franzis Verlag 2003, Poing, ISBN 3-7723-5476-9

(Mikrocontroller-Programmierung am Beispiel von Atmel-Mikrocontrollern und AVR-Studio mit vielen Schaltungs- und Assembler-Beispielen)

Wakerly, J. F.:

Digital Design – Principles and Practices.

Pearson, Upper Saddle River 2003, ISBN 0-1311-1103-5

Werkzeuge, Simulatoren

Digitale Schaltungssimulatoren:

Herz, A.: *DigitalSimulator V5.57* kostenlos unter
<http://sourceforge.net/projects/digisimulator/files/>
(intuitiv, relativ einfach, **mit** Zeitdiagramm-Darstellung)

Tetzl, A.: *LogicSim V2.4* kostenlos gemäß GPL unter
http://www.tetzl.de/java_logic_simulator.html
(intuitiv, relativ einfach, aber ohne Zeitdiagramm-Darstellung,
etwas weniger Komponenten als beim *DigitalSimulator*)

HADES Hamburg Design System. Uni Hamburg 2006
[http://tams-www.informatik.uni-hamburg.de/research/
software/applets/hades/webdemos/download.html](http://tams-www.informatik.uni-hamburg.de/research/software/applets/hades/webdemos/download.html)
(recht umfangreich und mächtiger als andere freie Tools,
Einstieg schwieriger)

Hendrich, N.: *Hades Tutorial*
[http://tams-www.informatik.uni-hamburg.de/research/
software/applets/hades/archive/tutorial.pdf](http://tams-www.informatik.uni-hamburg.de/research/software/applets/hades/archive/tutorial.pdf)

Hofmann, A.: *Digitalschaltungssimulation mit DIGSIM* (mit Aufgaben von
J. Borgmeyer, C. Lehmann und G. H. Steeger).
Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verl. 1999, ISBN 3-446-21060-1
(intuitiv, Grafik okay, Bedienung okay)

Digitale CAD-Tools:

LogicAid – CAD Software for Logic Design and *SimUaid* – Software for
Logic Simulation

in: Roth, C. H.:
Fundamentals of Logic Design.
Brooks/Cole & Thomson Learning, Pacific Grove 2003,
ISBN 0-5343-7804-8

CAD-Tools für FPGA-Design in VHDL: (EDA - Electronic Design Automation)

XILINX:

ISE Design Suite 13 FPGA-Design Software

Aktuellste Version unter

<http://www.xilinx.com/university/students/index.htm>

ISE Student Edition.

Prentice Hall, Pearson Education, Upper Saddle River 2003

ISBN 0-13-045190-8

Van den Bout, D.:

The Practical Xilinx Designer Lab Book.

Prentice Hall, New Jersey 2000, ISBN 0-1302-1617-8

Mentor Graphics als hardware-unabhängiger Tool-Anbieter:

www.mentor.com/

Analoge/Digitale Schaltungssimulatoren

Essentieller Teil von eCAD-Software (electronics Computer-Aided Design) enthalten.

Vielfach sind kostenlose, eingeschränkte, aber für kleinere Projekte einsetzbare Light-Versionen von professioneller CAD-Software für den Entwurf und die Simulation elektronischer Schaltungen von der Schaltplaneingabe bis hin zum Platinen-Layout verfügbar.

In Deutschland sind weit verbreitete freie Versionen von professionellen eCAD-Tools:

Target 3001 V15: <http://server.ibfriedrich.com/wiki/ibfwikide/index.php/Download/>

Eagle Version 5.11: <http://www.cadsoft.de/downloads/>

Elektronics Workbench, MultiSIM.

z. B. in: Bernstein, H.:

Handbuch der praktischen Elektronik, Band 1

Franzis Verlag, Poing 2003, ISBN 3-7723-4294-9

Microcontroller/Mikroprozessor – Entwicklungsumgebungen (Assembler):

Freie Tools z.B. von:

Atmel: AVR[®] 8- and 32-bit microcontrollers

www.atmel.com

AVR Studio 5.0 Integrated Development Environment for ATmega Microcontrollers aktuelle Version: unter:

http://www.atmel.com/dyn/products/tools_card.asp?tool_id=17212&source=avr_5_studio_overview

oder Tools für andere Mikrocontroller, z.B. den beliebten *8051* unter:

<http://bit.kuas.edu.tw/~8051/>

und bei anderen Herstellern von Mikrocontrollern wie Intel, Infineon, Texas Instruments, Renesas, STMicroelectronics oder ARM (Advanced RISC Machines).

Kommerzielle Tools für verschiedene weit verbreitete Mikrocontroller wie z.B. *Motorola 68HC08*, *Infineon C16x*, *Intel 8051* oder ARM-Prozessoren:

<http://www.keil.com/>

<http://www.cosmic-software.com/products.php>

Weitere interessante Links

- www.top500.org (Liste der 500 weltweit schnellsten Rechner, mit vielen Hintergrundinformationen)

➔ Derzeit schnellster Rechner: **K computer** (Stand: Juni 2011)

Site:	RIKEN Advanced Institute for Computational Science (AICS), Kobe, Japan
System:	K computer SPARC64 VIIIfx 2.0 GHz
Peak Performance:	8.77363e+06 GFlops
Processors:	68544 * SPARC64 VIIIfx 2000 MHz (mit je 8 Cores = 548352 Cores)
Interconnect:	Tofu interconnect (custom)
Vendor:	Fujitsu (Japan)
Application area:	Research
Installation Year:	2011



Press Release:

The TOP500-ranked K computer system, currently in the configuration stage, has 672 computer racks equipped with a current total of 68,544 CPUs. This half-built system achieved the world's best LINPACK benchmark performance of 8.162 petaflops (quadrillion floating-point operations per second), to place it at the head of the TOP500 list. In addition, the system has recorded high standards with a computing efficiency ratio of 93.0%. This is the first time since June 2004, when the 'Earth Simulator' took first place that a Japanese supercomputer has been ranked first on the TOP500 list.

- <http://micro.magnet.fsu.edu/micro/gallery/chips/chipshots.html>
(Chip-Photos von verschiedenen Mikroprozessoren)
- <http://www.intel.com/museum/online/circuits.htm>
(Übersicht über die Fertigung von Mikrochips)
- <http://www.intel.com/about/companyinfo/museum/exhibits/4004/index.htm>
(Informationen zum ersten Mikroprozessor *Intel 4004*)
- <http://www.intel.com/pressroom/kits/quickref.htm>
(aktuelle Übersicht über alle Intel-Mikroprozessoren)

„Was Du mir sagst, das vergesse ich.

Was Du mir zeigst, das erinnere ich.

Was Du mich tun lässt, das verstehe ich.“

(Konfuzius, China, 551 - 479 v. Chr.)