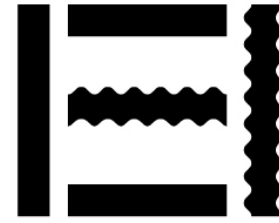


HSD



Hochschule Düsseldorf
University of Applied Sciences



**Fachbereich Elektro-
und Informationstechnik**
Faculty of Electrical Engineering
and Information Technology

EMBEDDED SYSTEMS II

Prof. Dr.-Ing. Stephan Mondwurf

- **Prof. Dr.-Ing. Stephan W. Mondwurf**
T 0211 4351-3315
stephan.mondwurf@hs-duesseldorf.de
Raum 05.4.032
- **Mitarbeiter: Oliver von Fragstein, M. Sc.**
oliver.fragstein@hs-duesseldorf.de
Forschungs-Labor: 05.4.037
- **Labormanager/Praktikum: Michael Kosub**
michael.kosub@hs-duesseldorf.de
Praktikums-Labor: 05.4.041

- Entwicklung von testbarer Hardware,
- Kennenlernen von Softwaretestmethoden
- Kennenlernen der Programmierung (top down Entwicklung) und der Fehlersuche anhand eines MikroControllers mit einer (dynamisch) interagierenden Umgebung
- Entwurf und Konfiguration,
- Kennenlernen der wesentlichen Merkmale von Firmware,
- Hardwarenahe Programmierung in C,
- Qualität von Software
- Lizenz- und Patentrecht
- Praktika mit ARM Cortex M3 – Hands-On und zu entwickelnder Erweiterung.

- **Vorkenntnisse:**
Grundlagen der Digitaltechnik
Mikroprozessortechnik
Softwaretechnik (mit erster Programmiererfahrung in C)
Embedded Systems I
- **2V+1Ü (nach Bedarf bzw. Seminarcharakter und Fachvorträge)**
- **1P 14-tägig im Wechsel Gruppe 1-8, Gruppe 9-16**
- **Anmeldung:**
 1. **OSSC**
 2. **In diesem Semester bei Hr. Kosub, Raum 05.4.041**
michael.kosub@hs-duesseldorf.de
- **Insgesamt 4 SWS * 15 Wochen = 60**
- **Selbststudium: 90 / 15 Wochen = 6 SWS**

- **Montags (außer 9.10. und Weihnachtszeit)**
- **Online 18:00 Uhr bis 20:30 Uhr per Teams**
- **Die Folien sind kein Skript sondern eine Gedächtnisstütze:
MITSCHREIBEN!**
- **Die Folien finden Sie auf Moodle.**

- bevorzugt per Email
- Mitteilungen in Moodle von mir lösen ebenfalls eine Email aus
- **HAUSAUFGABE:**
 - Richten Sie einen Email-Client in Ihrem Smartphone ein.
 - Schreiben Sie mir eine kurze Email damit.
 - Nutzen Sie nicht das Webinterface der HSD!

- **Voraussetzung: Bestandenes Praktikum (Angebot nur im WS!)**
- **Mündliche Prüfung**
- **Dauer: 30-40 Minuten**
- **Inhalt:**
 - **Allgemeine Themen (Vorlesung + Praktikum)**
 - **ggf. individueller Schwerpunkt (Vortrag)**

- Die bestätigte erfolgreiche Teilnahme an allen Praktika ist Pflicht und Prüfungsvoraussetzung,
- Ihre Teilnahme und auch der Erfolg wird normalerweise von Herrn Kosub auf seinem Rechner geführt und der Erfolg auch auf Ihrem Praktikumsbogen testiert,
- Wenn Sie an einem Termin z.B. wegen Krankheit nicht teilnehmen können, dann melden Sie sich bitte VORHER ab,
- Wird ein Termin versäumt, so ist er an einem Nachholtermin nachzuholen - Sie kümmern sich selbständig und rechtzeitig um die Vereinbarung eines Ersatztermins,
- Die Praktikumsunterlagen finden Sie auf Moodle.
- Zum jeweiligen Praktikums-Beginn müssen Fragen zur Aufgabenstellung beantwortet werden können.
- Jeweils 2 TeilnehmerInnen haben einen eigenen PC-Arbeitsplatz.

Folgende Verstöße gegen die Praktikumsregeln können zum Ausschluss vom Praktikum führen:

- **Keine/unzureichende Praktikumsvorbereitung,**
- **Fehlen OHNE vorherige Abmeldung UND OHNE nachträgliches ärztliches Attest,**
- **Mehr als 10 Min. zu spät,**
- **Passwort wiederholt vergessen,**
- **Essen / Trinken / Rauchen im Labor,**
- **Alkoholisiert, bekifft, etc.**
- **Mutwillige oder fahrlässige Beschädigung der Hard- oder Software.
(Kein Testat ohne vollständige Rückgabe der Hardware!)**

- **Dhananjay V. Gadre; Sarthak Gupta::
Getting Started with Tiva ARM Cortex M4 Microcontrollers
(A Lab Manual for Tiva LaunchPad Evaluation Kit)
Springer (India), 2018;**
- **Bert van Dam:
ARM Mikrocontroller
(35 Einsteiger-Projekte in C mit dem mbed Board LPC1768 von NXP)
Elektor Verlag GmbH, Aachen, 1. Auflage 2012**
- **Yiu, Joseph:
The definitive Guide to ARM Cortex – M0 and M0+ Processors
(2nd Edition, 2015, Newnes is an Imprint of Elsevier Inc.**

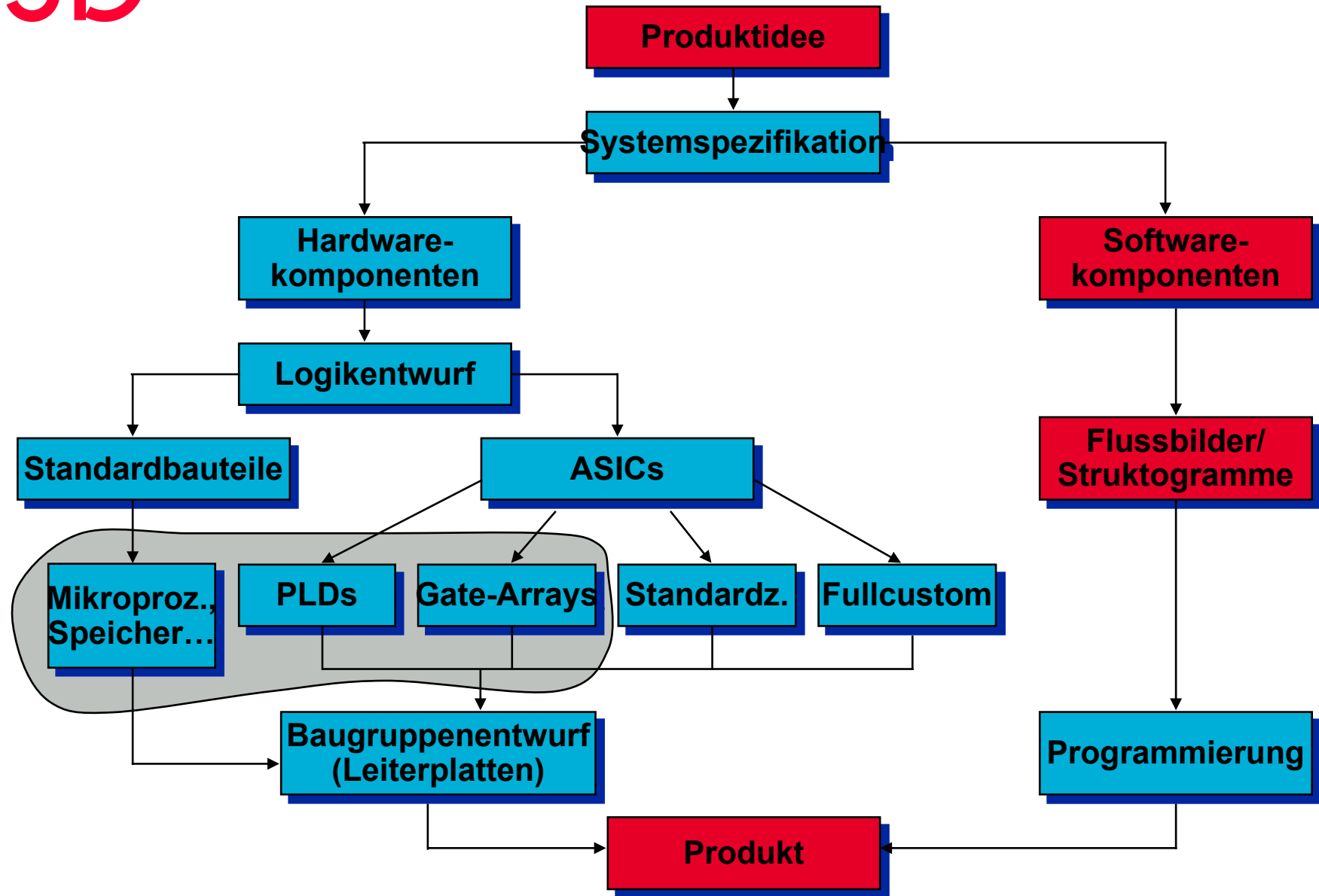
- **Berns, K., Schürmann, B., Trapp, M.:**
Eingebettete Systeme (Systemgrundlagen und Entwicklung eingebetteter Software)
2010, Vieweg + Teubner Verlag | Springer Fachmedien
- **Schmitt; v. Wendorff; Westerholz:**
Embedded-Control-Architekturen
Carl Hanser Verlag München Wien, 1999
- **Bollow; Homann; Köhn:**
C und C++ für Embedded Systems
mitp-Verlag Bonn, 2002
- **Vigenschow, Uwe:**
Testen von Software und Embedded Systems (Professionelles Vorgehen mit modellbasierten und objektorientierten Ansätzen)
2. überarbeitete und aktualisierte Auflage, dpunkt.Verlag

- **Craig Hollabaugh:**
Embedded Linux (Hardware, Software, and Interfacing)
Addison-Wesley, 2002
- **Schwebel, Robert:**
Embedded Linux (Handbuch für Entwickler)
mitp-Verlag
- **Yaghmour, Karim:**
Building Embedded Linux Systems (Concepts, Techniques, Tricks, and Traps)
O'Reilly, April 2003
- **Barr, Michael:**
Programming Embedded Systems in C and C++
1999, O'Reilly & Associates, Inc.
- **Pont, Michael J.:**
Embedded C
Pearson Education Limited, 2002

- **Gadre, Dhananjay V.; Malhotra, Nehul:**
TinyAVR Microcontroller Projects for the evil Genius TM
McGraw-Hill, 2011
- **Monk, Simon:**
30 Arduino Projects for the Evil Genius TM
McGraw-Hill, 2010
- **Bakos, Jason D.:**
Embedded Systems (ARM Programming and Optimization)
2016, Elsevier; Morgan Kaufmann
www.elsevier.de
- **Harris, Sarah I.; Harris David Money:**
Digital Design and Computer Architecture (ARM Edition)
2016, Elsevier; Morgan Kaufmann
www.elsevier.de

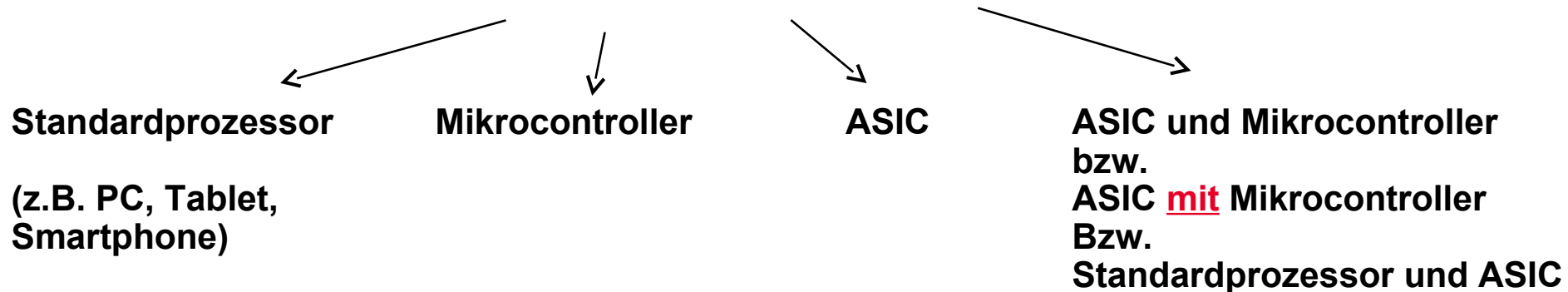
- **Gessler:**
Entwicklung eingebetteter Systeme
Springer Vieweg
www.dx.doi.org/10.1007/978-3-8348-2080-8
- **Lee, Seshia:**
Introduction to Embedded Systems, A Cyber-Physical Systems
Approach.
Second Edition. UC Berkeley
www.leeseshia.org
- **Bringmann; Lange; Bogdan:**
Eingebettete Systeme
De Gruyter Oldenbourg

- <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoDue>
- <https://www.microchip.com/design-centers/32-bit>
- <https://na.industrial.panasonic.com/sites/default/pidsa/files/downloads/files/panasonic-sensor-selection-guide.pdf>
- <https://www.mouser.de/new/panasonic/panasonic-grid-eye-infrared-array-sensors/>
- http://www.cube-eye.co.kr/en/#/spec/product_MDC200S.html
- https://www.ifm.com/de/de/category/020/020_030/020_030_020#!/S/BD/DM/1/D/0/F/0/T/24
- <http://www.mikrocontroller.net/articles/AVR-GCC-Tutorial#EEPROM>

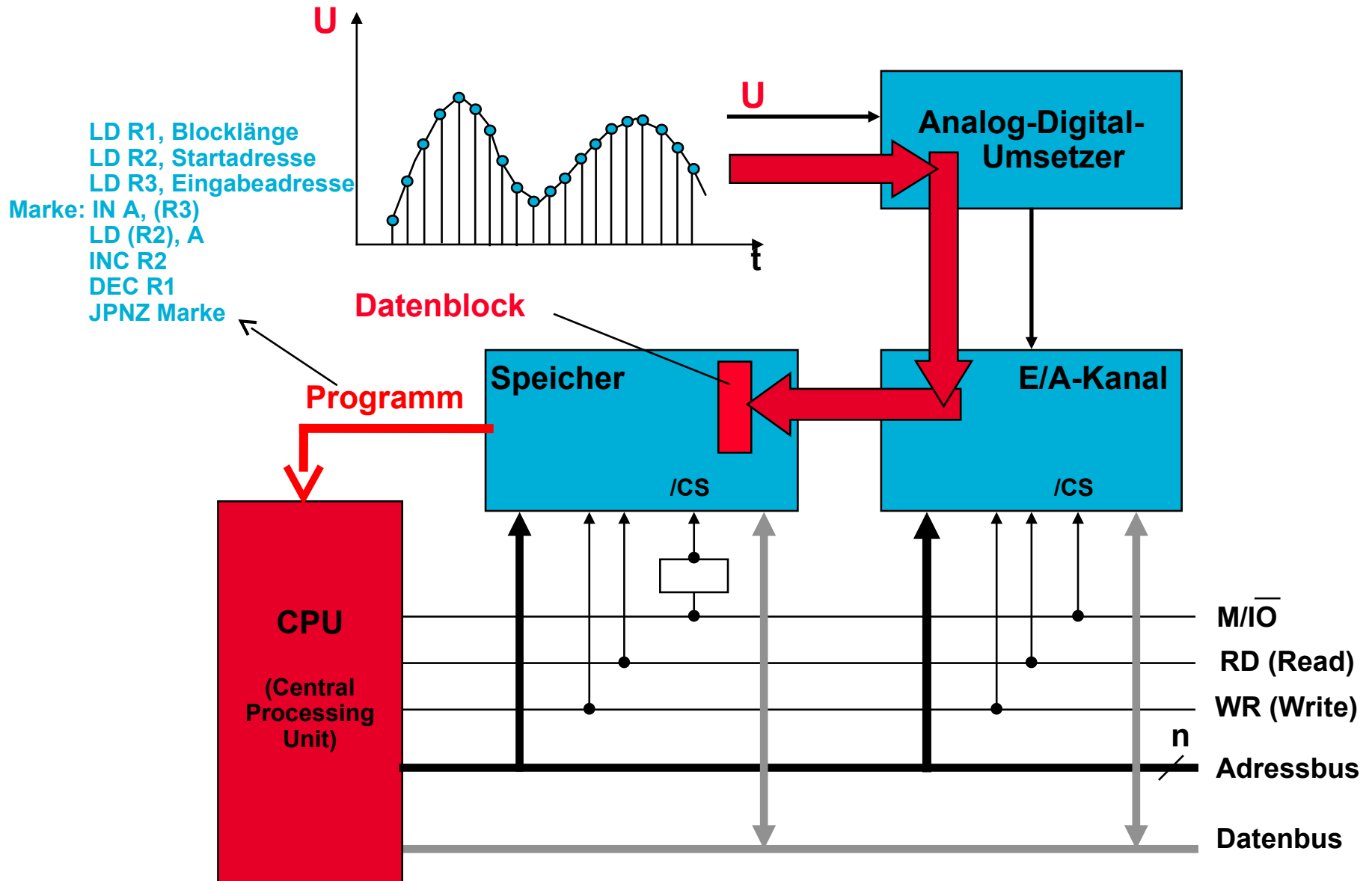


Gesichtspunkte:

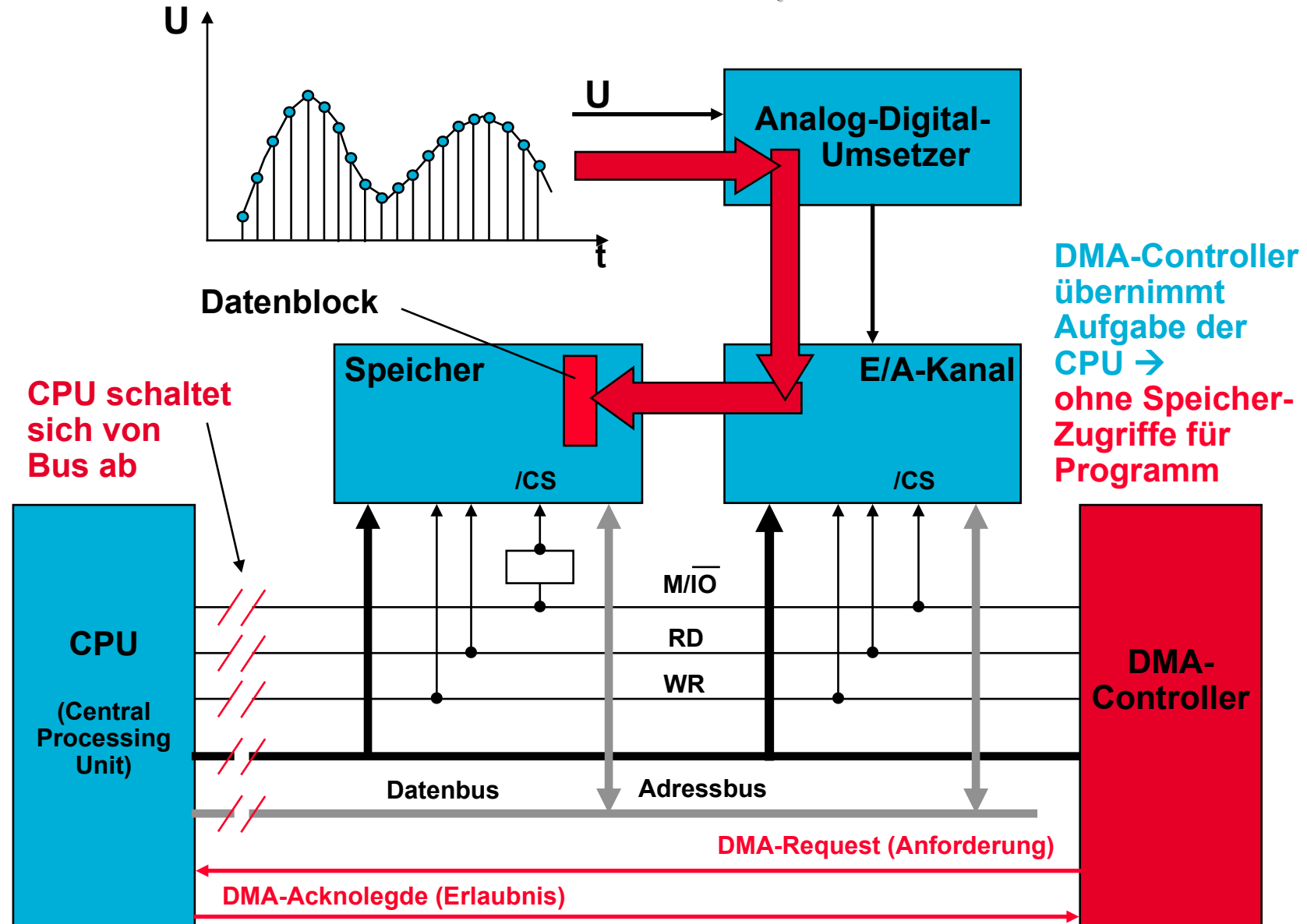
- Flexibilität und sehr viele Funktionen → Software für Standardprozessor
- Energieverbrauch, Größe, Kosten → Mikrocontroller oder ASIC
- **Performance**, d.h. Arbeitsgeschwindigkeit → ASIC

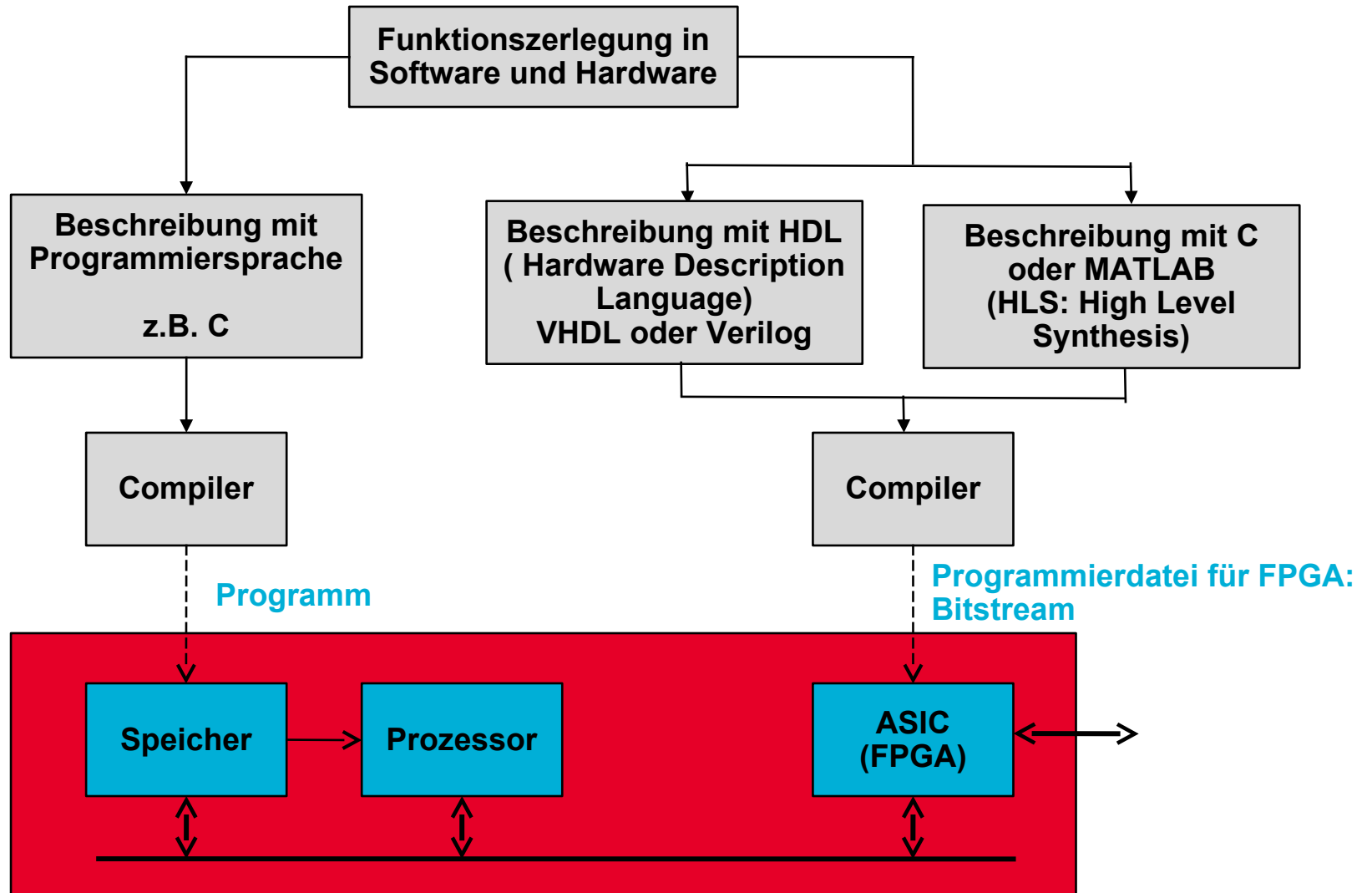
Plattformen:

BEISPIEL: DATENTRANSFER: PERIPHERIE → SPEICHER SOFTWARE-LÖSUNG



BEISPIEL: DATENTRANSFER: PERIPHERIE → SPEICHER HARDWARE-LÖSUNG: DMA (DIRECT MEMORY ACCESS)





- ab 1974 IBM 801 (John Cocke)
- ab 1980 Berkeley Reduced Instruction Set Computer (David A. Patterson und Carlo H. Séquin)
- ab 1981 Stanford Microprocessor without Interlocked Pipeline Stages (John L. Hennessy)
- **ab 1983 Acorn Risc Machine (Sophie Wilson)**
- ab 1983 MIPS (Craig Hansen)
- ab 1984 AMD Am29000 (Brian Case und Ole Moller)
- ab 1984 HP Precision Architecture RISC (Bill Worley und Michael Mahon)
- ab 1984 Motorola 88k (Mitch Alsup)
- ab 1984 Intel i960 (Glen Myers)
- ab 1985 IBM Power (John Cocke, Greg Grohoski und Rich Oehler)
- ab 1985 Sun Scalable Processor ARChitecture (Robert Garner)
- ab 1989 DEC Alpha (Dick Sites und Rich Witek)
- ab 1991 Apple–IBM–Motorola PowerPC (Rich Oehler, Keith Diefendorff, Ron Hochsprung und John Sell)

- **ARM – fast überall zu finden**
- **Power Architecture – Eine Entwicklung von IBM und Freescale (früher Motorola), sehr weit verbreitet**
- **MIPS – Anfangs Workstations und Server, heute meist embedded**
- **SPARC - Workstations und Server von Sun Microsystems (heute Oracle)**
- **Hewlett-Packards PA-RISC – Server, mittlerweile obsolet**
- **DEC Alpha – Server, mittlerweile obsolet**
- **Hitachis SuperH – Sega Super 32X, Sega Saturn und Dreamcast. SuperH, heute meist embedded**
- **Atmel AVR meist embedded, z. B. Xbox-Steuerkontrollern, Automotive**
- **OpenRISC – freie Implementierung**
- **RISC-V – freies Instruktionsset basierend auf den RISC-Prinzipien**

- 1985 ARM1 4 MHz BBC-Master (PC)
- 1986 ARM2 8-12 MHz Acorn Archimedes (PC)
- 1989 ARM3 25 MHz Acorn Archimedes (PC)
- 1991 ARM6 12-20 MHz Apple Newton (PDA)
203-206 MHz Acorn Risc PC
- 1994 ARM7 40-59 MHz Mobiltelefone und Spielkonsolen
(u.a. Game Boy Advance, Nintendo DS)
- 1998 ARM9 180-200 MHz dito
- 2002 ARM11 412-... MHz Automobil-Technik, Smartphones, Router
- heute:
- Cortex-A: Applikationen
- Cortex-R: Echtzeit
- **Cortex-M: Mikrocontroller**