









Herzlich Willkommen in Ihrem Studium!

1. Organisation
2. Einordnung der Digitaltechnik
3. Lernziele und Lerninhalte der Digitaltechnik
4. Komplexität, Abstraktion und Schichtenmodell
5. Bits und Bytes
6. Zusammenfassung und Ausblick

Anwendungs- software		Programme
Betriebs- systeme		Gerätetreiber
Architektur		Befehle Register
Mikro- architektur		Datenpfade Steuerung
Logik		Addierer Speicher
Digital- schaltungen		UND Gatter Inverter
Analog- schaltungen		Verstärker Filter
Bauteile		Transistoren Dioden
Physik		Elektronen

Agenda



1. Organisation
2. Einordnung der Digitaltechnik
3. Lernziele und Lerninhalte der Digitaltechnik
4. Komplexität, Abstraktion und Schichtenmodell
5. Bits und Bytes
6. Zusammenfassung und Ausblick

Anwendungs- software		Programme
Betriebs- systeme		Gerätetreiber
Architektur		Befehle Register
Mikro- architektur		Datenpfade Steuerung
Logik		Addierer Speicher
Digital- schaltungen		UND Gatter Inverter
Analog- schaltungen		Verstärker Filter
Bauteile		Transistoren Dioden
Physik		Elektronen

Dozent

- ▶ Prof. Dr.-Ing. Thomas Schneider
- ▶ Leiter des Fachgebiets
Cryptography and Privacy Engineering (ENCRYPTO)
- ▶ 2003-2008: Dipl.-Inf. an der FAU Erlangen-Nürnberg
Nebenfach Elektrotechnik
- ⋮
- ▶ seit 2018: Professor am Fachbereich Informatik



Assistent

- ▶ M.Sc. Daniel Günther
- ▶ Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Cryptography and Privacy Engineering Group (ENCRYPTO)
- ▶ Kontakt: digitaltechnik@crypto.cs.tu-darmstadt.de



Assistant (Backup)

- ▶ M.Sc. Amos Treiber
- ▶ Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Cryptography and Privacy Engineering Group (ENCRYPTO)
- ▶ Kontakt: digitaltechnik@crypto.cs.tu-darmstadt.de



Assistant (Backup 2)

- ▶ Dr.-Ing. Christian Weinert
- ▶ Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Cryptography and Privacy Engineering Group (ENCRYPTO)
- ▶ Kontakt: digitaltechnik@crypto.cs.tu-darmstadt.de





Und wer sind Sie?

- ▶ <https://crypto.de>
- ▶ Mission: Wir entwerfen, optimieren und generieren kryptographische Protokolle zum Schutz von Daten in Anwendungen.
- ▶ Hierbei verwenden wir u.a. Konzepte aus der Digitaltechnik:
 - ▶ Kombinatorische Schaltkreise
 - ▶ Schaltkreisminimierung
 - ▶ Hardwaresynthesewerkzeuge





- ▶ Lernen ist ein aktiver Prozess, den **Sie** vorantreiben müssen.
Wir wollen Sie dabei bestmöglich unterstützen.
- ▶ Lernen Sie **kontinuierlich**, nicht nur vor der Klausur.
- ▶ Stellen Sie **Fragen!**
 - ▶ In Vorlesungen
 - ▶ In Übungen
 - ▶ In Moodle Foren
- ▶ **Diskutieren** Sie **Ihre** Lösung in der Übung / Kleingruppe.



TEST: Stellen Sie **alle** jetzt mal eine Testfrage in Zoom!
(Ausnahmsweise löschen wir diese Testfragen.)



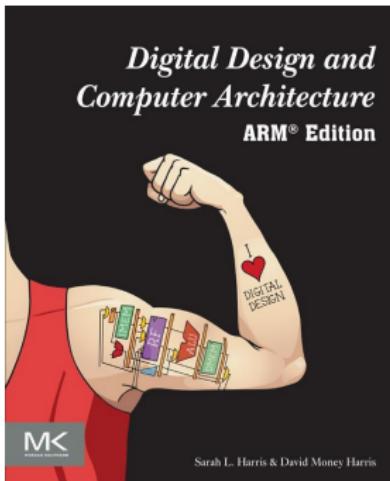


- ▶ **Ziel: Inhalte vermitteln & Interaktion**
- ▶ Vorlesungen werden aufgezeichnet (Nur Lehrende als Video & Audio)
- ▶ Wöchentlich (14 Vorlesungen insgesamt)
 - ▶ Mittwochs: 09:50 - 11:30 Uhr
- ▶ Beginn: 20.10.2021
- ▶ Weihnachtspause: 20.12.2021 – 07.01.2022
 - ▶ Erste Vorlesung im neuen Jahr: 12.01.2022
 - ▶ Der Übungsbetrieb wird ab dem 10.01.2022 fortgesetzt
- ▶ Voraussichtliches Ende: 09.02.2022 ⇒ Klausurvorbereitung
- ▶ Backup Termin: 16.02.2022 (letzte Lehrveranstaltungswoche im WS 21/22)
- ▶ Material im Moodle Kurs: <https://crypto.de/DT-Moodle>
 - ▶ Vorlesungsfolien, Übungen, Musterlösungen, Projektaufgaben

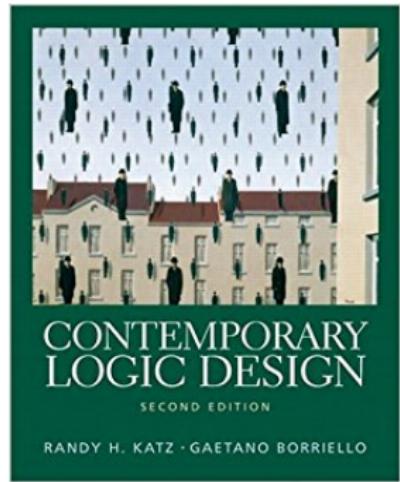
Literatur



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Sarah L. Harris & David Money Harris,
Digital Design and Computer Architecture,
Morgan Kaufmann, ARM Edition, 2016



Randy H. Katz,
Contemporary Logic Design,
Addison-Wesley, 2nd ed., 2005

- ▶ **Ziel: Wissen vertiefen & Details gut erklärt nachlesen**
- ▶ Die Vorlesungsfolien basieren auf Vorlagen von Sarah Harris
(Weiterentwickelt durch Wolfgang Heenes und Raad Bahmani)
- ▶ Hervorragende Lehrbücher:
 - ▶ Harris & Harris: im Semesterapparat der ULB und als eBook verfügbar
 - ▶ Katz: in der Lehrbuchsammlung der ULB verfügbar
- ⇒ Wir verweisen in den jeweiligen Vorlesungen auf bestimmte Kapitel daraus (max. \approx 20 Seiten pro Woche) und empfehlen sehr, diese *vorlesungsbegleitend* zu lesen!
- ▶ Am Ende der Kapitel v. Harris gibt es weitere Übungsaufgaben zur Klausurvorbereitung

- ▶ Lehrbuch als eBook kostenlos über ULB beziehen

1. **Athene-Karte abholen:**

<https://www.hrz.tu-darmstadt.de/id/athenekarte/>

2. **Initialpasswort für Athene-Karte einsehen (und direkt ändern!):**

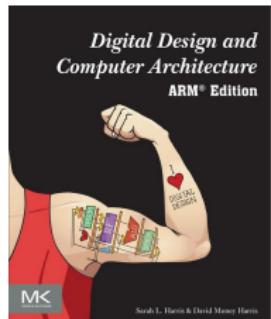
https://www.ulb.tu-darmstadt.de/service/bibliotheksausweis_1/bibliotheksauswiedetails_23744.de.jsp

3. **eBook herunterladen:** (Klick auf *Volltext*)

<https://hds.hebis.de/ulbda/Record/HEB361909470>

- ▶ Alternativ ist das Lehrbuch auch über die ACM Digital Library kostenlos verfügbar:

- ▶ <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.5555/2815529>



- ▶ **Ziel: Aufgaben selbständig bearbeiten**
- ▶ 13 Übungsblätter
- ▶ Selbständige Bearbeitung vor der Übungsgruppe **dringend empfohlen**
- ▶ Entweder zu Hause oder in Präsenzbearbeitung
- ▶ Besprechung der eigenen Lösungen in *digitaler* Übung (Übungsgruppe)
- ▶ Lösungsvorschläge werden später bereitgestellt

- ▶ **Ziel: Eigene Lösungen in Gruppe von ca. 30 Studierenden mit Tutor*in diskutieren**
- ▶ Gruppenanmeldung in Moodle
 - ▶ Bis 22.10.2021 um 12:00 Uhr: Gruppenwunsch eintragen
 - ▶ 3 Favoriten und 2 Nieten wählbar
 - ▶ Gemeinsame Anmeldung mit bis zu zwei Kommiliton*innen ist möglich
Muss nur von einem Gruppenmitglied durchgeführt werden
 - ▶ Bis 22.10.2021 um 18:00 Uhr: Automatische Gruppenzuteilung
 - ▶ Bis 31.10.2021 um 23:55 Uhr: Gruppenwechsel möglich
 - ▶ Gruppenwechsel: Einschreibung/Wechsel in Gruppe mit freien Kapazitäten
- ▶ Gruppenanmeldung in TUCaN **nicht maßgeblich**
- ▶ Virtuelles Treffen mit Tutor*innen in Zoom
 - ▶ Zugangsdaten werden im gruppeninternen Forum bekanntgegeben
- ▶ **Wichtig: Bearbeiten Sie die Übungsaufgaben bereits im Voraus!**



- ▶ **Ziel: Gemeinsames Bearbeiten des aktuellen Übungsblatts**
- ▶ Anmeldezeitfenster für Präsenzbearbeitung: Mittwochs nach der Vorlesung (11:30 Uhr) **in Moodle**
 - ▶ Bitte nur anmelden, wenn der Termin auch wahrgenommen werden kann
 - ▶ Leider nur 100 Plätze verfügbar
- ▶ Freitags 11:40 - 13:20: Präsenzbearbeitung in S103/226 (altes Hauptgebäude)

Atmosphäre:

- ▶ Untereinander diskutieren ist gewünscht
- ▶ Lernen Sie Ihre Kommiliton*innen kennen!
- ▶ Angemessene Lautstärke
- ▶ (Eingeschränkte) Betreuung durch Tutor*innen

- ▶ Teilnahme nur mit **3G Nachweis** erlaubt (geimpft, genesen oder getestet)
 - ▶ Nachweise werden kontrolliert
- ▶ Mindestabstand von 1,50m ist stets einzuhalten (auch in den Gängen)
- ▶ Sitzplätze werden im Schachbrettmuster belegt
- ▶ Ein Mund-Nasenschutz ist während der gesamten Übung zu tragen
- ▶ Anweisungen der betreuenden Tutor*innen sind Folge zu leisten
- ⇒ Missachtung der Regeln bedeutet Ausschluss aus allen Präsenzbearbeitungen!



- ▶ Forum für Ankündigungen des Veranstalters (automatisch abonniert)
- ▶ Spezifische Foren für Fragen zum fachlichen Inhalt und der Organisation
 - ▶ Vorlesungen
 - ▶ Übungen
 - ▶ Projekt
 - ▶ Klausur
- ▶ Gruppeninternes Forum
- ▶ Diskussion und Austausch unter den Studierenden ist erwünscht!
- ▶ Foren werden von Tutor*innen + Veranstaltern aktiv betreut (Antwortzeit \approx 1 Arbeitstag)
- ▶ Betreuung der Foren **nur montags bis freitags!**
 - ▶ Stark eingeschränkte Betreuung in Weihnachtsferien (20.12.21 – 09.01.22)

- ▶ Interaktiver Moodle Kurs mit Lehreinheiten und Übungsaufgaben (in Englisch):
<https://moodle.informatik.tu-darmstadt.de/course/view.php?id=757>
 - ▶ Entwickelt von Prof. Dr.-Ing. Abdulhadi Shoufan (Khalifa University, UAE)
 - ▶ Verweise in Vorlesungen und Übungen auf korrespondierende Einheiten
 - ▶ Beispiele: LQ2-1 RQ4-4 EX2-2-9: C2F Quiz-1
- ▶ Freiwilliges Zusatzangebot, keine Gewährleistung auf Korrektheit des Inhalts
- ⇒ Nur die Vorlesungsfolien und Übungsblätter sind für die Klausur maßgeblich

Studienleistung

= Klausurzulassung durch Projekt



- ▶ Studienleistung muss durch erfolgreiche Teilnahme am “Projekt” erworben werden
 - ▶ Schriftliche Abgaben zu 3 Teilprojekten in Moodle:
 1. 05.12.2021 (18:00 Uhr)
 2. 16.01.2022 (18:00 Uhr)
 3. 13.02.2022 (18:00 Uhr)
 - ▶ **Einzelabgaben! Zusammenarbeit ist nicht gestattet!**
 - ▶ Sie müssen mindestens **eine** der folgenden Anforderungen erfüllen, um die Studienleistung zu erwerben:
 - ▶ Über alle Abgaben: min. 45 von 90 möglichen Punkten (50%)
 - ▶ Bei zwei Abgaben: min. 15 von 30 möglichen Punkten
- ▶ Eine erworbene Studienleistung ist zwischen Semestern übertragbar
- ⇒ Klausurzulassung für Digitaltechnik aus WiSe 2020/21 (oder früher) gilt weiter

Zulassung zur Klausur / Projekt



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

 STUDENTISCHER FILMKREIS
AN DER TU DARMSTADT E.V.

VS

COVID-19

- ▶ Voraussichtlich Anfang März 2022
 - ▶ Raumzuteilung wird rechtzeitig bekannt gegeben
- ▶ **Anmeldung in TUCaN bis 31.01.2022 notwendig**
 - ▶ Für Fachprüfung (ab 01.11.2021) **und ggf. Studienleistung** (ab 01.09.2021)
- ▶ **Kein Notenbonus** nach §25(2) APB
- ▶ **Keine Hilfsmittel** (Taschenrechner, etc.) zugelassen
 - ▶ Ausnahme: Hilfsblatt
- ▶ Klausuraufbau: je Themenblock 1/3 der Punkte für
 - ▶ Wissens- und Verständnisfragen (s. Vorlesungen)
 - ▶ Übungsaufgaben (s. Übungsblätter)
 - ▶ Transferaufgaben
- ▶ Wiederholungsklausur im Herbst 2022
- ▶ Wir stellen keine alten Klausuren zur Verfügung

Zusammenfassung: Ablauf der Woche X



- ▶ Montag (18:00 Uhr): Vorlesungsfolien und Übungsblatt X online
- ▶ Mittwoch (09:50 - 11:30 Uhr): Interaktiver Livestream der Vorlesung X (mit Aufzeichnung der Lehrenden)
- ▶ Freitag (11:40 - 13:20 Uhr): Präsenzbearbeitung von Übungsblatt X in S103/226
- ▶ Montag - Freitag: Digitale Übung zur Besprechung des selbst gelösten Übungsblatts X – 1 in Kleingruppen
 - ▶ Termin je nach Gruppenzugehörigkeit in Moodle
- ▶ Freitag (20:00 Uhr): Veröffentlichung der Musterlösung zur Übung X – 1

Parallel dazu: Projekt zum Erwerb der Studienleistung und Zulassung zur Klausur

Das ist Ihre Lehrveranstaltung Digitaltechnik

- ▶ Minimalprogramm:
 - ▶ Studienleistung (= Projekt) & Klausur bestehen
- ▶ Dringend empfohlen:
 - ▶ + Vorlesung + Literatur + Übungsblatt selbst bearbeiten + Übung
- ▶ Zusatzangebote (optional):
 - ▶ Präsenzbearbeitung & Digital Logic Design Moodle Kurs



Fragen?

Agenda



1. Organisation

2. Einordnung der Digitaltechnik

3. Lernziele und Lerninhalte der Digitaltechnik

4. Komplexität, Abstraktion und Schichtenmodell

5. Bits und Bytes

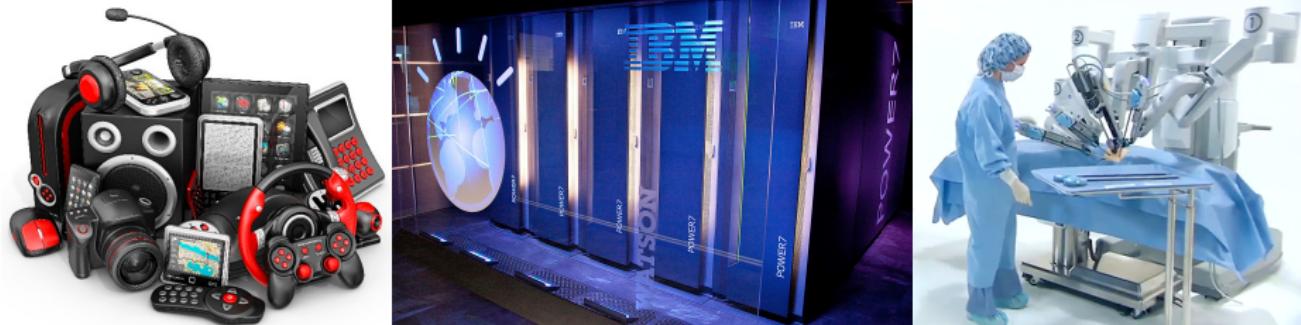
6. Zusammenfassung und Ausblick

Anwendungs- software		Programme
Betriebs- systeme		Gerätetreiber
Architektur		Befehle Register
Mikro- architektur		Datenpfade Steuerung
Logik		Addierer Speicher
Digital- schaltungen		UND Gatter Inverter
Analog- schaltungen		Verstärker Filter
Bauteile		Transistoren Dioden
Physik		Elektronen

Einordnung der Digitaltechnik - Hintergrund



- ▶ Computer Systeme haben die Welt verändert
 - ▶ Handys, Internet, Medizintechnik, Unterhaltung, ...
- ▶ Die Anforderungen steigen ständig
- ▶ Die Erfüllung dieser Anforderungen erfordert ein tiefgreifendes Verständnis von Computern





- ▶ "In der Informatik geht es genauso wenig um Computer wie in der Astronomie um Teleskope." (Edsger Dijkstra)
- ▶ Wissenschaft der methodischen und *automatischen* Bearbeitung von Informationen
- ▶ <https://de.wikipedia.org/wiki/Informatik>

Angewandte Informatik und Realisierungen

Technische Informatik

Praktische Informatik

Theoretische Informatik



- ▶ Teilgebiet der Informatik, das sich mit Entwurf und Realisierung von Computersystemen befasst
- ▶ Teilgebiete:
 - ▶ Sensortechnik
 - ▶ **Digitaltechnik**
 - ▶ Rechnerarchitektur
 - ▶ Betriebssysteme
 - ▶ Compiler
 - ▶ ...
- ▶ Digitaltechnik
 - ▶ Befasst sich mit dem Entwurf digitaler Schaltungen

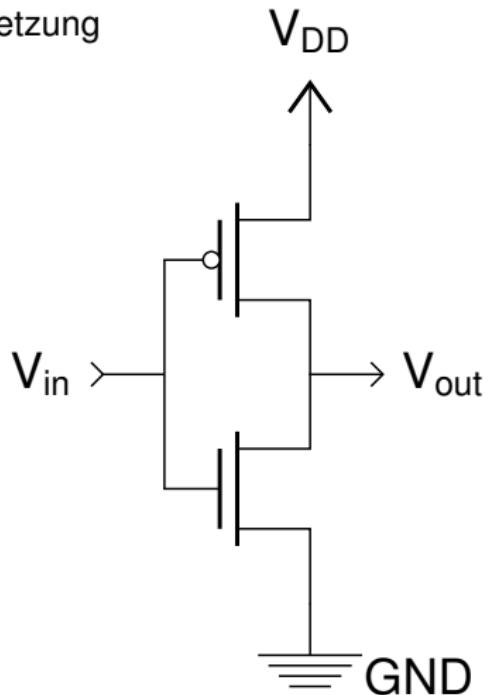
Agenda



1. Organisation
2. Einordnung der Digitaltechnik
3. Lernziele und Lerninhalte der Digitaltechnik
4. Komplexität, Abstraktion und Schichtenmodell
5. Bits und Bytes
6. Zusammenfassung und Ausblick

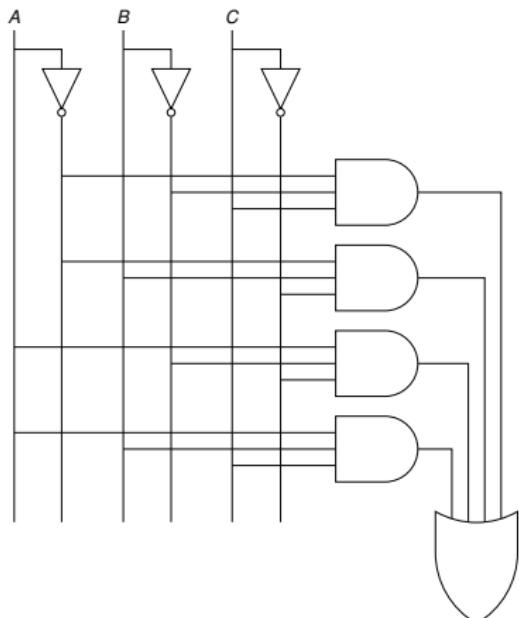
Anwendungs- software		Programme
Betriebs- systeme		Gerätetreiber
Architektur		Befehle Register
Mikro- architektur		Datenpfade Steuerung
Logik		Addierer Speicher
Digital- schaltungen		UND Gatter Inverter
Analog- schaltungen		Verstärker Filter
Bauteile		Transistoren Dioden
Physik		Elektronen

- ▶ Digitale Abstraktion und ihre technische Umsetzung
- ▶ Zahlensysteme
- ▶ Logikgatter
- ▶ MOSFET Transistoren und CMOS Gatter
- ▶ Leistungsaufnahme

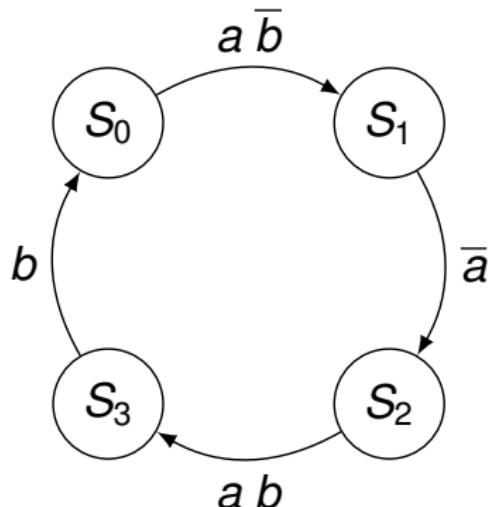


Kombinatorische Schaltungen

- ▶ Boole'sche Gleichungen und Algebra
- ▶ Abbildung auf Gatter
- ▶ Mehrstufige Schaltungen
- ▶ Vierwertige Logik (0,1,X,Z)
- ▶ Minimierung von Ausdrücken
- ▶ Kombinatorische Grundelemente
- ▶ Zeitverhalten



- ▶ Latches
- ▶ Flip-Flops
- ▶ Entwurf synchroner Schaltungen
- ▶ Endliche Automaten
- ▶ Zeitverhalten
- ▶ Parallelität

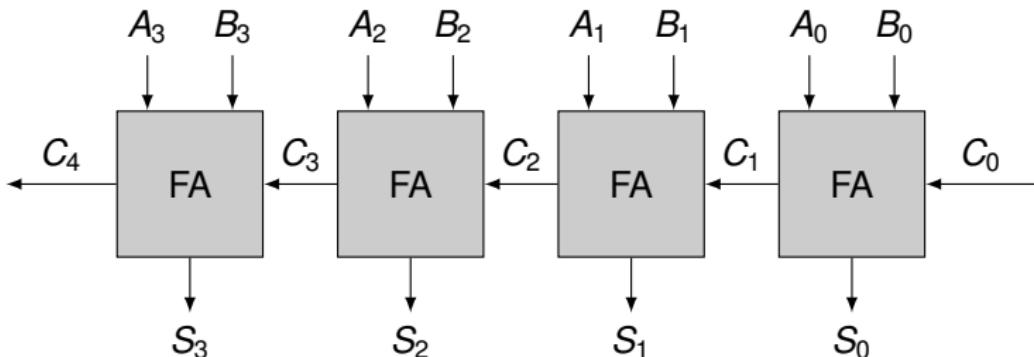


- ▶ Modellierung kombinatorischer und sequentieller Schaltungen
- ▶ Strukturbeschreibungen
- ▶ Modellierung endlicher Automaten
- ▶ Datentypen
- ▶ Parametrisierte Module
- ▶ Testrahmen



SystemVerilog

- ▶ Arithmetische Schaltungen
- ▶ Sequentielle Grundelemente
- ▶ Speicherfelder
- ▶ Logikfelder



Agenda



1. Organisation
2. Einordnung der Digitaltechnik
3. Lernziele und Lerninhalte der Digitaltechnik
4. Komplexität, Abstraktion und Schichtenmodell
5. Bits und Bytes
6. Zusammenfassung und Ausblick

Anwendungs- software		Programme
Betriebs- systeme		Gerätetreiber
Architektur		Befehle Register
Mikro- architektur		Datenpfade Steuerung
Logik		Addierer Speicher
Digital- schaltungen		UND Gatter Inverter
Analog- schaltungen		Verstärker Filter
Bauteile		Transistoren Dioden
Physik		Elektronen

- ▶ Beherrschen von Komplexität
- ▶ Digitale Abstraktion
- ▶ Zahlensysteme
- ▶ Logikgatter
- ▶ Darstellung als elektrische Spannungen
- ▶ CMOS Transistoren
- ▶ Elektrische Leistungsaufnahme

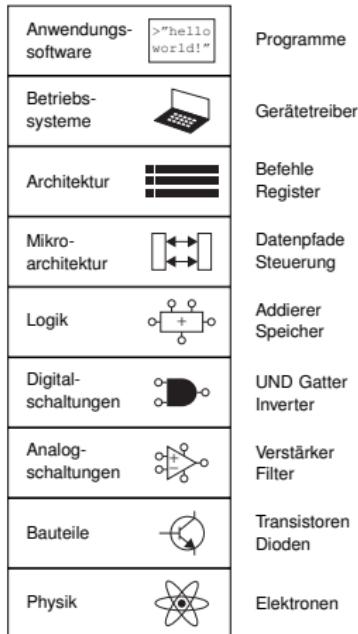


Harris 2013/2016
Kap. 1.1 - 1.3

- ▶ Abstraktion
- ▶ Disziplin
- ▶ Wesentliche Techniken
 - ▶ Hierarchie (Hierarchy)
 - ▶ Modularität (Modularity)
 - ▶ Regularität (Regularity)

- ▶ Wichtiges und zentrales Konzept der Informatik
- ▶ Verstecken (für eine spezielle Aufgabe) “unnötiger” Details
- ▶ Verstehen der Abstraktionsebenen ist aber für alle Aufgaben hilfreich

Ein abstrakter Computer? Schichtenmodell eines Computers!





Wesentliche Eigenschaften eines Schichtenmodells sind:

- ▶ Untere Schicht erbringt Dienstleistungen für die nächst höhere Schicht
- ▶ Obere Schicht nutzt nur die Dienste der nächst niedrigeren Schicht
- ▶ Eindeutige Schnittstellen zwischen den Schichten
- ▶ Vorteile einer sauberen Schichtenstruktur:
 - ▶ Austauschbarkeit einzelner Schichten, ohne benachbarte Schichten oder das gesamte System ändern zu müssen
 - ▶ Benutzer braucht nur die von ihm zu bearbeitende Schicht zu kennen
 - ▶ Darunterliegende Schichten bilden fest definierte Funktionalität
 - ▶ Für manche Aufgaben ist genauere Kenntnis der unteren Schichten dennoch notwendig (z.B. Programmierung von Gerätetreibern)
- ▶ Nachteil ist eine ggf. geringere Leistungsfähigkeit des Systems

- ▶ Disziplin ist die wissentliche Beschränkung der Realisierungsmöglichkeiten
 - ▶ Erlaubt produktivere Arbeit auf höheren Entwurfsebenen
- ▶ Beispiel: Digitale Entwurfsdisziplin
 - ▶ Arbeite mit diskreten statt mit stetigen Spannungspegeln
 - ▶ Digitalschaltungen sind einfacher zu entwerfen als analoge
Folge: Erlaubt den Entwurf komplexerer Schaltungen
 - ▶ Digitale Systeme ersetzen zunehmend analoge
Digitalkamera, digitales Fernsehen, moderne Handys, CD, DVD, ...

- ▶ Die meisten physikalischen Größen haben stetige Werte
 - ▶ Elektrische Spannung
 - ▶ Frequenz einer Schwingung
 - ▶ Position einer Masse
- ▶ Berücksichtigen unendlich viele Werte der Größe
- ▶ Digitale Abstraktion: Berücksichtigt nur endlich viele Werte
 - ▶ Untermenge aus einem stetigen Wertebereich

- ▶ Hierarchie (Hierarchy)
 - ▶ Aufteilen eines Systems in Module und Untermodule
- ▶ Modularität (Modularity)
 - ▶ wohldefinierte Schnittstellen und Funktionen
- ▶ Regularität (Regularity)
 - ▶ bevorzuge einheitliche Lösungen für einfachere Wiederverwendbarkeit

Beispiel: Steinschlossgewehr



- ▶ Historisches Beispiel für Anwendung der drei Y's
- ▶ Komplexer Gebrauchsgegenstand
- ▶ Entwicklung begann im 16. Jahrhundert
 - ▶ aber noch sehr unzuverlässig
- ▶ Höhere Stückzahlen ab dem 17. Jahrhundert
 - ▶ aber alles Einzelanfertigungen von Büchsenmachern
- ▶ Bis zum 19. Jahrhundert zunehmende Vereinheitlichung



Hierarchie: Zerlegung in Module



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

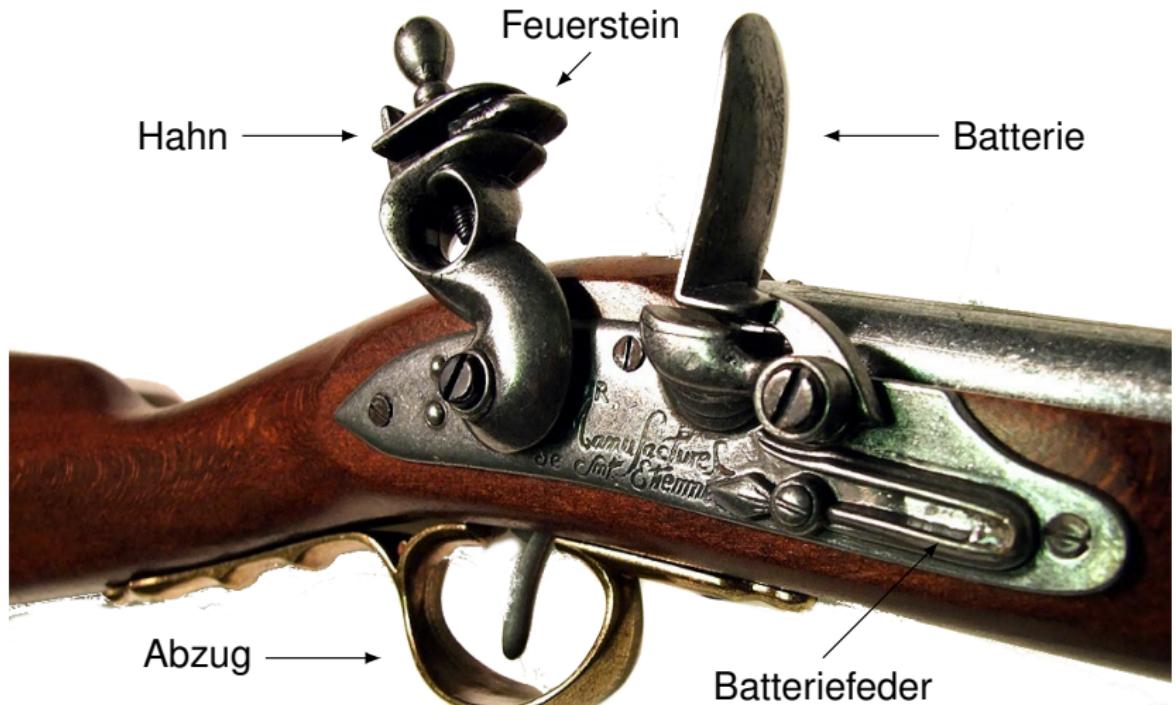
Schaft

Schloss

Lauf



Hierarchie: Zerlegung in Untermodule



Modularität: Schaft und Lauf



- ▶ Funktion des Schafts
 - ▶ Schloss und Lauf stabil zusammenfügen
- ▶ Funktion des Laufes
 - ▶ Projektil während Beschleunigung führen und mit Drall versehen
- ▶ Im Idealfall sind Funktionen unabhängig und beeinflussen sich nicht
- ▶ Schnittstelle zwischen Schaft und Lauf
 - ▶ Gemeinsame Haltevorrichtung



Regularität: Austauschbare Teile

- ▶ Gleiche Schlosser in unterschiedlichen Schäften
 - ▶ Passender Ausschnitt in Schaft
- ▶ Unterschiedliche Läufe in gleichen Schäften
 - ▶ Passende Länge und Haltemechanismus
- ▶ Voraussetzung für industrielle Massenproduktion

Agenda



1. Organisation
2. Einordnung der Digitaltechnik
3. Lernziele und Lerninhalte der Digitaltechnik
4. Komplexität, Abstraktion und Schichtenmodell
5. Bits und Bytes
6. Zusammenfassung und Ausblick

Anwendungs- software		Programme
Betriebs- systeme		Gerätetreiber
Architektur		Befehle Register
Mikro- architektur		Datenpfade Steuerung
Logik		Addierer Speicher
Digital- schaltungen		UND Gatter Inverter
Analog- schaltungen		Verstärker Filter
Bauteile		Transistoren Dioden
Physik		Elektronen

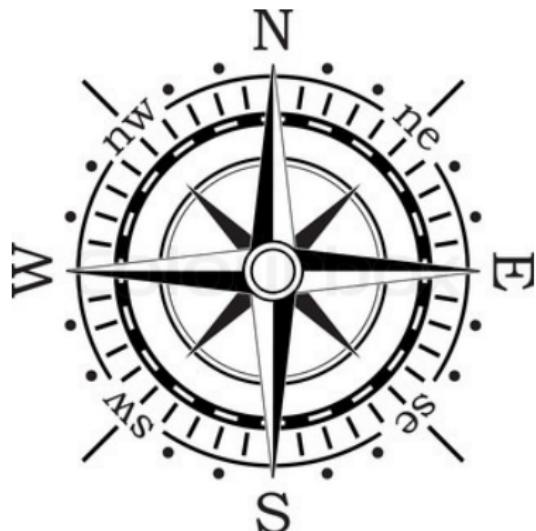


- ▶ Beschränkung auf nur zwei unterschiedliche Werte
- ▶ Können unterschiedlich heißen
 - ▶ 1, WAHR, TRUE, HIGH, ...
 - ▶ 0, FALSCH, FALSE, LOW, ...
- ▶ Können unterschiedlich repräsentiert werden
 - ▶ elektronisch (Spannungspegel)
 - ▶ mechanisch (Zahnradstellungen)
 - ▶ hydraulisch (Flüssigkeitsstände)
 - ▶ aber auch Quantenzustände, ...

- ▶ Bit (Binary digit): Maßeinheit für Information
(Unterscheidung zwischen zwei Zuständen)
- ⇒ Antwort auf Entscheidungsfragen (bspw. "Ist die Erde eine Scheibe?") kann mit einem Bit codiert werden.
- ⇒ Bit ist kleinstmögliche Informationseinheit
- ▶ Warum ist eine solche Kodierung notwendig bzw. sinnvoll?
 - ▶ Technische Realisierung über Schwellwerte ist einfacher, bspw.
 - ▶ Elektrische Ladungen (0 = ungeladen, 1 geladen)
 - ▶ Elektrische Spannungen (0 = 0 Volt, 1 = 5 Volt)
 - ▶ Magnetisierung (0 = unmagnetisiert, 1 = magnetisiert)

Bitfolgen

- ▶ Mehr als zwei Zustände / Antwortmöglichkeiten müssen mit mehr Bits repräsentiert werden
- ▶ Beispiel: Aus welcher Himmelsrichtung weht der Wind?
 - ▶ 0 0 = Norden
 - ▶ 0 1 = Osten
 - ▶ 1 0 = Süden
 - ▶ 1 1 = Westen
- ⇒ 2 bit für vier Zustände
- ▶ Wie viele Bits werden benötigt zur Kodierung von {S, SW, W, ..., O, SO}?



Zweierpotenzen: das Einmaleins der Informatik

$2^0 =$	1	$2^{10} =$	1024	Kibi (\approx Tausend)
$2^1 =$	2	$2^{11} =$	2048	
$2^2 =$	4	$2^{12} =$	4096	
$2^3 =$	8	$2^{13} =$	8192	
$2^4 =$	16	$2^{14} =$	16384	
$2^5 =$	32	$2^{15} =$	32768	
$2^6 =$	64	$2^{16} =$	65536	
$2^7 =$	128	$2^{20} =$	1048576	Mebi (\approx Million)
$2^8 =$	256	$2^{30} =$	1073741824	Gibi (\approx Milliarde)
$2^9 =$	512	$2^{40} =$	1099511627776	Tebi (\approx Billion)

Größenfaktoren in der Informatik nach IEC (International Electrotechnical Commission)



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

$$1 \text{ Ki} = \text{Kibi} = 2^{10} = 1024$$

$$1 \text{ Mi} = \text{Mebi} = 2^{20} = 1024 \times 1024$$

$$1 \text{ Gi} = \text{Gibi} = 2^{30} = 1024 \times 1024 \times 1024$$

$$1 \text{ Ti} = \text{Tebi} = 2^{40} = 1024 \times 1024 \times 1024 \times 1024$$

$$1 \text{ k} = \text{Kilo} = 10^3 = 1000$$

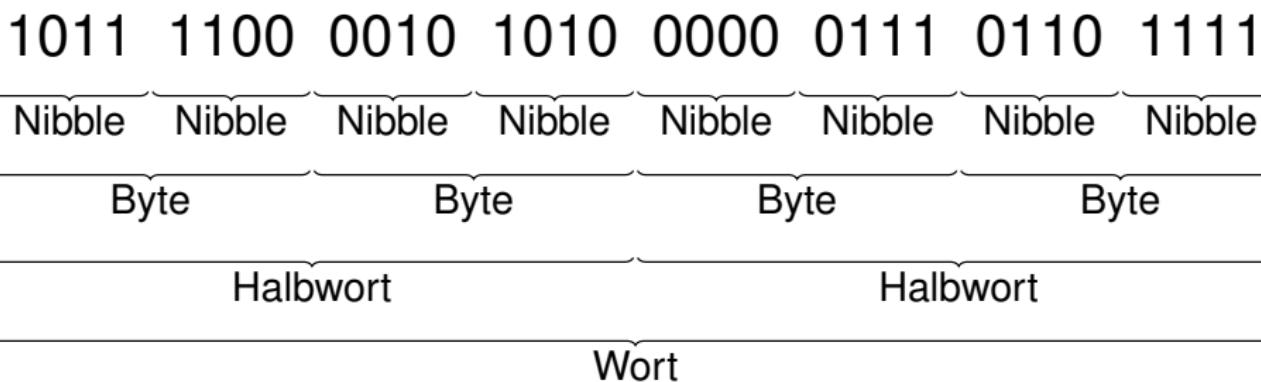
$$1 \text{ M} = \text{Mega} = 10^6 = 1000 \times 1000$$

$$1 \text{ G} = \text{Giga} = 10^9 = 1000 \times 1000 \times 1000$$

$$1 \text{ T} = \text{Tera} = 10^{12} = 1000 \times 1000 \times 1000 \times 1000$$

- ▶ **Achtung:** Basis oft nicht eindeutig
- ▶ bspw. bei Festplatten: Ein GB wird als 1 000 000 000 Byte \approx 0,93 GiByte verkauft.

Nomenklatur für Teile von Bitfolgen



- Größe eines (Halb-)Worts **hängt vom Kontext ab** (meist Registerbreite)

Agenda



1. Organisation
2. Einordnung der Digitaltechnik
3. Lernziele und Lerninhalte der Digitaltechnik
4. Komplexität, Abstraktion und Schichtenmodell
5. Bits und Bytes
6. Zusammenfassung und Ausblick

Anwendungs- software		Programme
Betriebs- systeme		Gerätetreiber
Architektur		Befehle Register
Mikro- architektur		Datenpfade Steuerung
Logik		Addierer Speicher
Digital- schaltungen		UND Gatter Inverter
Analog- schaltungen		Verstärker Filter
Bauteile		Transistoren Dioden
Physik		Elektronen

- ▶ Organisation
 - ▶ Tragen Sie bis übermorgen (22.10.2021) um 12:00 Uhr Ihren Gruppenwunsch ein
 - ▶ Lösen Sie die Übungsaufgaben für nächste Woche
- ▶ Inhalt
 - ▶ Einordnung der Digitaltechnik
 - ▶ Beherrschung von Komplexität
 - ▶ Binärsystem
- ▶ Nächste Vorlesung behandelt
 - ▶ Zahlensysteme