

Digitaltechnik I



Einführung in die Digitaltechnik (I)

FH Darmstadt, Fachbereich Informatik
WS 2004/05, Prof. Dr. Ralf Mayer

0.0 Organisatorisches

- Prof. Ralf Mayer, Raum 1.07, Gebäude D14
- Web: <http://www.fbi.fh-darmstadt.de/~rmayer>
- Email: r.mayer@fbi.fh-darmstadt.de
- Sprechzeiten
dienstags 14:15 – 15:15 ab 26.10.
und nach Vereinbarung
- **Klausur** am 04.02.2005 14:15 - 15:45
D14/404+D14/403
 - Online Belegung der Klausur bis **23.01.2005**
 - Abmeldung bis **31.01.2005**



0.1 Vorlesung Digitaltechnik

- 2-semesterige Veranstaltung
- Digitaltechnik 1: Vorlesung,
 - Leistungsnachweis Klausur (**Schein**)
- Digitaltechnik 2: Vorlesung und begleitendes Praktikum,
 - erfolgreiches Praktikum ist Voraussetzung für Klausurzulassung,
 - Leistungsnachweis Klausur (**Schein**)

- Skript Prof. J. Wietzke (nur pers. Gebrauch)
www.fbi.fh-darmstadt.de/~jwietzke/DT1.pdf
- Informationen, Folien zur Vorlesung, etc.
<http://www.fbi.fh-darmstadt.de/~rmayer/DT1>
Bei geschützten Dokumenten:
User: **bachelor**
Pwd: **ws04/05**
- Simulation digitaler Schaltungen:
[http:// www.digitalsimulator.de](http://www.digitalsimulator.de)
- Literatur: Empfehlungen folgen

0.3 Organisation Ihres Studiums

- Selbständigkeit
- Eigenverantwortlichkeit
- Erkenntnis
 - Thematik verstanden
 - gestellte Aufgaben lösen
 - sinnvolle Aufgabenstellungen generieren
- Lerngruppen

- Mentorensystem (neu am Fachb. Informatik)

0.4 Struktur der Vorlesung

- Vorlesung
 - Wiederholung
 - neue Themen
- Nachbearbeitung
 - Skripte, Literatur
 - Aufgaben, Übungen, Simulations-Software, ...
- Fragen im Rahmen der Wiederholung
- Klausurvorbereitung

0.5 Einführung

- Persönliche Erfahrung
 - Betriebssysteme
 - Programmieren
 - Elektronik

- Persönliche Erwartungen an
 - das Bachelor-Studium Informatik
 - speziell Digitaltechnik,
 - und Rechnergrundlagen

0. Organisatorisches
1. Einleitung
2. Boolsche Algebra
3. Boolesche Funktionen
4. Vollständige Systeme aus UND, ODER, NICHT
5. Vollst. Systeme mit NAND- und NOR-Operator
6. Dioden als logisches Element
7. Technologien, Integrierte Schaltkreise
8. Kombinatorische Grundschaltungen, Schaltnetze

1. Einleitung

1. Schichtenmodell
2. Nachricht und Information
3. Bits und Bitfolgen
4. Codierung/Decodierung
5. Präfixfreie Codes
6. Darstellung von
 1. Information
 2. Text
 3. Wahrheitswerten
7. Graphiken und Bilder
8. Darstellung ganzer Zahlen

1.1 Schichtenmodell



- Eine **Nachricht** ist eine **Zeichenfolge**, die **nach bestimmten Regeln gebildet** wird,
Syntax
 - Bsp. Glockenschlag der Kirchturmuhre

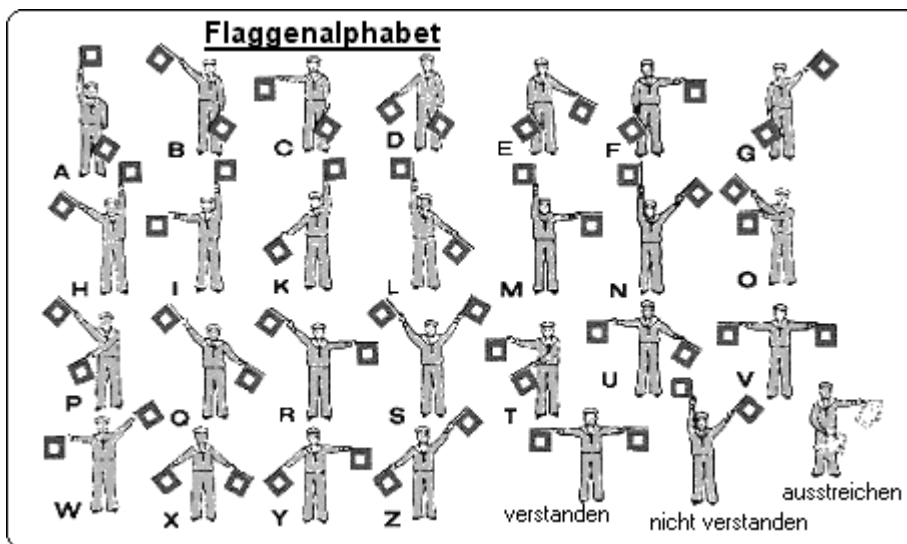
- **Information** ist die **Bedeutung einer Nachricht für den Empfänger**,
Semantik
 - Bsp. Tageszeit

1.2 Syntax und Semantik

- „Die Bank ist offen“ (Syntax)
- Semantik
 1. Die Bank (Geldinstitut) ist geöffnet
 2. Die (Sitz)bank hat keine Armlehnen
- „Die Bank ist besetzt“
 1. Streikende Angestellte in und vor der Bank
 2. Auf der Sitzbank ist kein Platz mehr frei
- **das grüne Haus** \leftrightarrow **la maison verte**

1.3 Bits und Bitfolgen (Motivation)

Morsealphabet					
A	• -	O	- - -	1	• - - - -
B	- • • •	P	• - - •	2	• • - - -
C	- • • •	Q	- - • -	3	• • • - -
D	- • •	R	• - •	4	• • • • -
E	•	S	• • •	5	• • • • •
F	• • • •	T	-	6	- • • • •
G	- - •	U	• • -	7	- - • • •
H	• • • •	V	• • • -	8	- - - • •
I	• •	W	• - -	9	- - - - •
J	• - - -	X	- - • -	0	- - - - -
K	- • -	Y	- - - •	Ü	• • - -
L	• • • •	Z	- - • •	Ä	• • • -
M	- -			Ö	- - - •
N	- •			CH	- - - -



- Beispiele für „nicht-analoge“ Nachrichten
 - Übertragen
 - Speichern
 - Verarbeiten
- Vereinfachung der Verarbeitung

1.3 Bits und Bitfolgen (2)

Maßeinheit der Information ist ein Bit.

1 Bit ist die kleinst-mögliche Informationsmenge, d.h die Informationsmenge einer Nachricht, die in einer Antwort auf eine Frage enthalten ist, die nur zwei mögliche Antworten zulässt:

z.B.:

- ja – nein
- wahr – falsch
- schwarz – weiss
- 0 - 1

1.3 Bits und Bitfolgen (3)

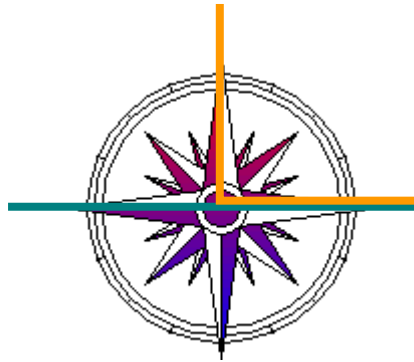
Zur Darstellung von Information werden also Nachrichten (Zeichenfolgen) verwendet.

Die Information der Nachricht wird durch eine oder mehrere Fragen bestimmt.

Als **Beispiel** kann der Wind aus vier Richtungen wehen: NORD, OST, SÜD oder WEST:

Vier Antworten sind möglich, es genügen jedoch **zwei elementare Fragen**, die mit **ja** oder **nein** beantwortet werden können.

1.3 Bits und Bitfolgen (4) Beispiel Wind



1. weht Wind aus NORD oder OST?
2. weht Wind aus OST oder WEST?

Antwort ja = 1, nein = 0.

Antworten auf
beide Fragen:

1 0 : Nord
1 1 : Ost
0 1 : West
0 0 : Süd

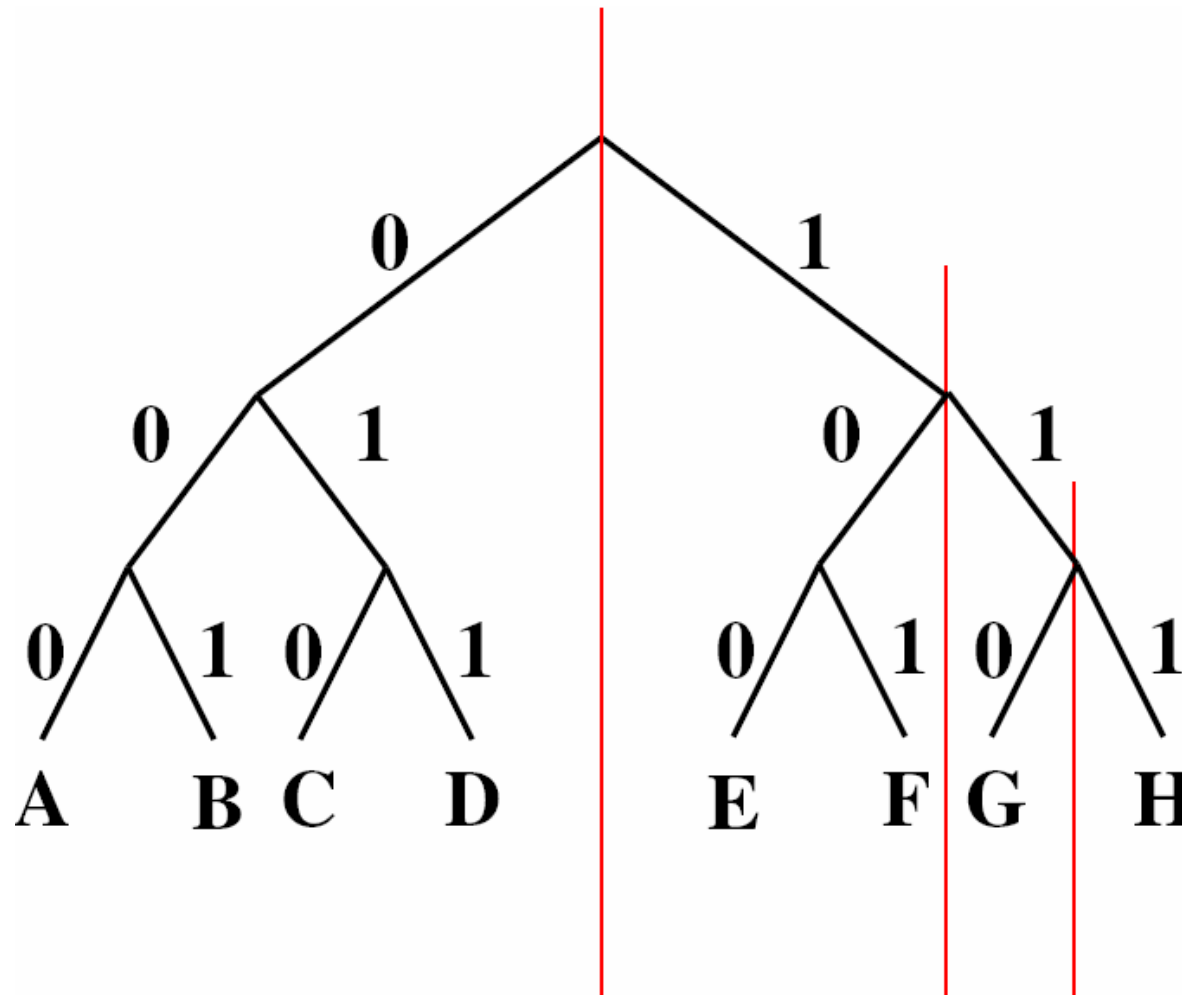
Frage nach der Windrichtung
kennt **vier** Antworten,
Informationsgehalt ist
aber nur **2** Bit,
2 Elementar-Fragen.

Mit 2 Bit können vier Möglichkeiten
dargestellt werden.

1.3 Beantwortung komplexerer Fragen

- Welcher Buchstabe wurde geschrieben?
- Alphabet: A, B, C, D, E, F, G, H
- Welche und wie viele Fragen werden benötigt um zu entscheiden welcher Buchstabe geschrieben wurde?

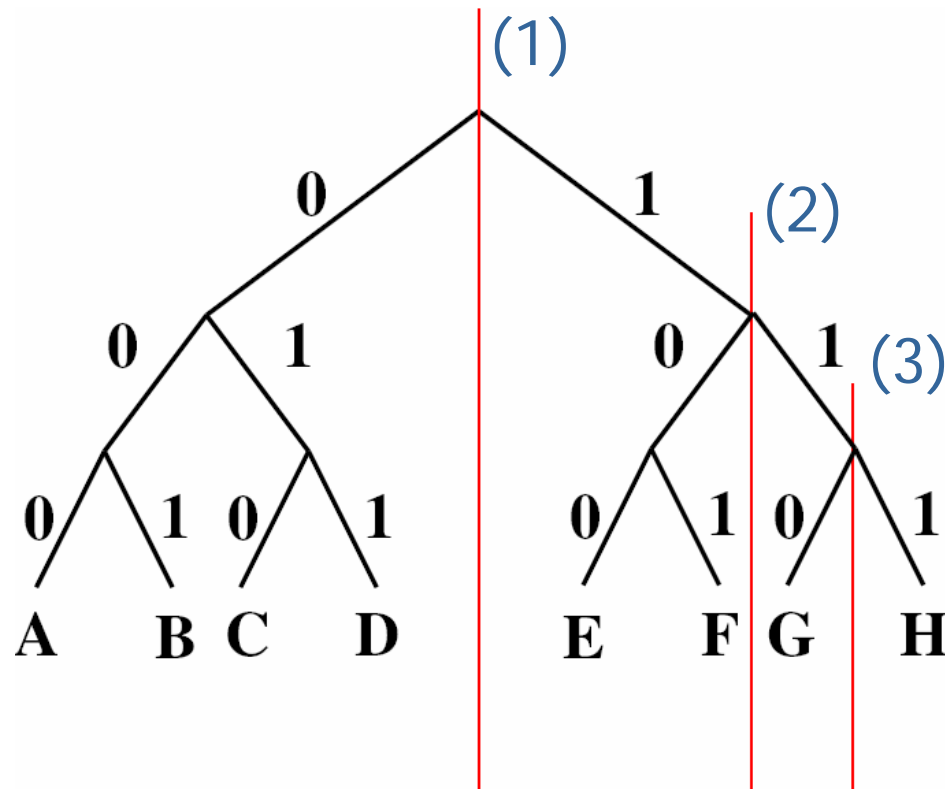
1.3 Entscheidungsbaum



1.3 Bäume

- Bäume sind in der Informatik eine wichtige und häufig verwendete Datenstruktur.
- Ein Baum besteht aus Knoten und Kanten.
- Kanten verbinden immer zwei Knoten.
- Die Knoten werden in Ebenen angeordnet.
- Die Anzahl der Ebenen ist die Tiefe des Baums.
- Die Knoten der letzten Ebene werden als Blätter bezeichnet.
- In Binärbäumen sind Knoten mit max. 3 anderen Knoten verbunden.

1.3 Buchstaben A-H (Beispiel)



(1) $E \leq \text{Buchstabe} \leq H$?

(2) $G \leq \text{Buchstabe} \leq H$?

(3) $\text{Buchstabe} = H$?

Buchstaben A-H können
mit 3 Bit dargestellt
werden:

Beisp:

0 0 0 : A

1 0 1 : F usw.

1.3 Bits und Bitfolgen (5)

- Binäre Codes:
Morsealphabet, heutige Computer,
digitale Speichermedien, ...
- Tenäre, quartenäre Codes:
Flaggenalphabet, ISDN-Übertragung
- andere Quantisierungen:
Frequenzmodulation MFV (Mehrfrequenzwahl
beim Telefon), Quantencomputer, ...

1.4 Codierung / Decodierung

- **Zeichenvorrat:** endliche Menge von unterscheidbaren Dingen
- **Zeichen:** ein Element des Zeichenvorrats
- **Code:** Vorschrift für die eindeutige Zuordnung der Zeichen eines Zeichenvorrats zu denjenigen eines anderen Zeichenvorrats

1.4 binäre Codierung

- Für die maschinelle Verarbeitung ist eine binäre Codierung sehr gut geeignet.
- Als Alphabet werden häufig die Zeichen {0,1} verwendet.
 - In der elektronischen Realisierung entspricht z.B.
 - 0 : Spannung < 1.5 Volt
 - 1 : Spannung > 3.5 Volt
- Information wird als Folge von Bits dargestellt.

1.5 Präfixfreie Codes

- Für die maschinelle Verarbeitung ist eine binäre Codierung sehr gut geeignet.
- Als Alphabet werden häufig die Zeichen $\{0,1\}$ verwendet.
- Information wird als Folge von Bits dargestellt.

1.5 Präfixfreie Codes (Beispiel 1)

- A 110
 - B 101
 - E 10
 - R 11
 - präfixfreier Code?
 - Decodierung: 101110
nicht eindeutig:
 - ERE
 - BA
- **keine** eindeutige Decodierung möglich

1.5 Präfixfreie Codes (Beispiel 2)

- A 010
 - B 011
 - E 101
 - R 11
 - präfixfreier Code?
 - Decodierung: 10111011
ist eindeutig:
 - ERB
- eindeutige Decodierung ist möglich

1.5 Präfixfreie Codes (4)

Eine Zeichenkette Z heißt Präfix der Zeichenkette W genau dann, wenn die Länge von Z kleiner als die von W ist und der Anfang von W (v.l.) mit Z identisch ist.

Präfixfreie Codes

Codewörter und Sequenzen von Codewörtern eines präfixfreien Codes können eindeutig decodiert werden.

1.6 Darstellung von Information – Text

- Zur Darstellung von Texten wird das Textalphabet und die Satzzeichen mit Bitfolgen codiert.
- Gebräuchlichste Codierung: 7 Bit ASCII (American Standard Code for Information Interchange)
- erweiterter ASCII-Code: 8 Bit (einige sprachspezifische Symbole)
- UNICODE: 16 Bit (alle Sprachen der Welt)

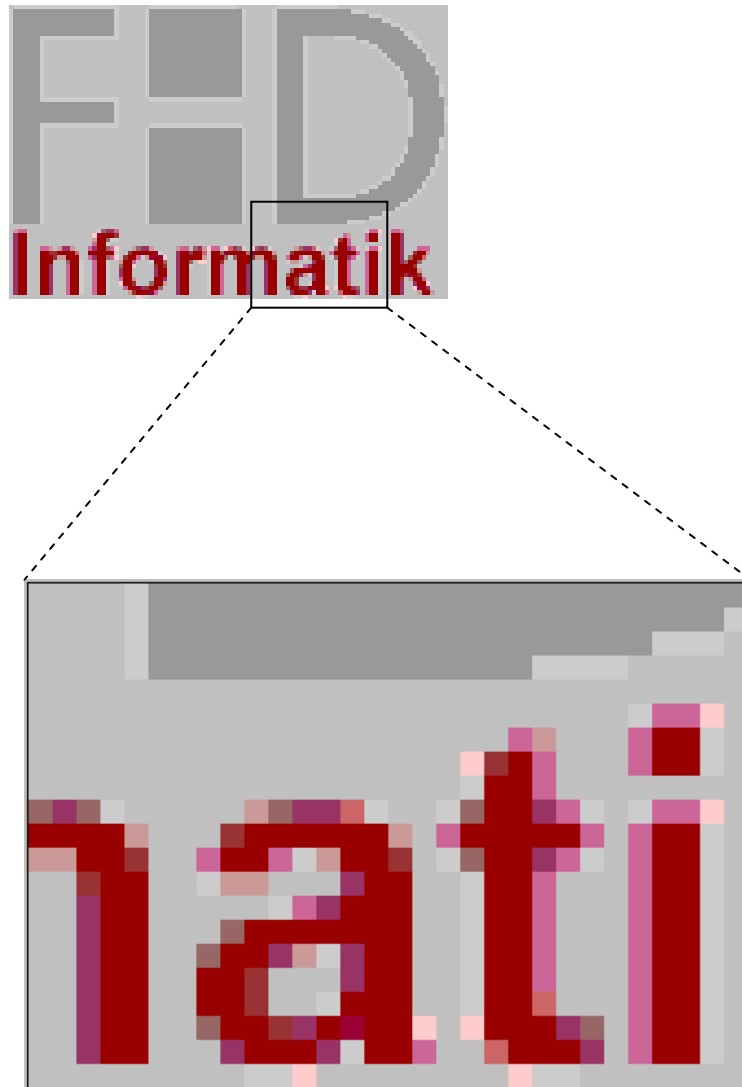
1.6 Darstellung von Wahrheitswerten

- Aussagen der Aussagenlogik können den Wert *wahr* oder *falsch* annehmen.
- Die Wahrheitswerte lassen sich durch die logischen Operatoren *UND* und *ODER* miteinander verknüpfen.

Beispiel:

- wahr UND falsch = falsch
- wahr ODER falsch = wahr

1.7 Graphiken und Bilder



Auch komplexe Gebilde wie Graphiken und Bilder können als Daten im Computer verarbeitet und gespeichert werden, beispielsweise als Folge von Rasterpunkten

1.7 Darstellung von Graphik und Audio

- Graphiken werden durch Folgen von Rasterpunkten codiert.
- Audiosignale werden durch eine Folge von Abtastwerten codiert.
- Die einzelnen Rasterpunkte bzw. Abtastwerte werden durch quantisierte Zahlenwerte dargestellt.

1.8 Darstellung ganzer Zahlen (1)

- Dezimalsystem: 0,...,9
- Zur binären Darstellung der 10 Ziffern werden 4 Bits benötigt.
- Mit 4 Bits können 16 Ziffern codiert werden.
- Für die weiteren 6 Ziffern werden die Zeichen A,...,F eingeführt und der Hexadezimalcode definiert.

1.8 Darstellung ganzer Zahlen (2)

$$Z = \sum_i x_i Y^i,$$

wobei Y die Basis des Zahlensystems bezeichnet,
 i stellt die Stelle der Ziffern dar und x_i den Wert
der i -ten Ziffer

Beispiel:

$$1011_{(2)} = 1*8 + 0*4 + 1*2 + 1*1 = 11_{(10)}$$