

EINI

LogWing/WiMa/MP

**Einführung in die Informatik für
Naturwissenschaftler und Ingenieure**

Vorlesung 2 SWS WS 21/22

Dr. Lars Hildebrand
Fakultät für Informatik – Technische Universität Dortmund
lars.hildebrand@tu-dortmund.de
<http://ls14-www.cs.tu-dortmund.de>

Praktikum & Übung

Stand 19.10.2021, 11:00

Wann?	Übung	Übungsgruppenleiter	Priorität	Beliebtheit (# Prio 1)
Mo: 08:30 - 11:00	Gruppe 01	N. N.	1 - höchste	5
Mo: 08:30 - 11:00	Gruppe 02 (digital)	N. N.	1 - höchste	4
Mo: 11:00 - 13:30	Gruppe 03	N. N.	1 - höchste	24
Mo: 11:00 - 13:30	Gruppe 04	N. N.	1 - höchste	19
Mo: 13:30 - 16:00	Gruppe 05	N. N.	1 - höchste	27
Mo: 13:30 - 16:00	Gruppe 06	N. N.	1 - höchste	20
Mo: 16:00 - 18:30	Gruppe 7	N. N.	1 - höchste	8
Mo: 16:00 - 18:30	Gruppe 08 (digital)	N. N.	1 - höchste	10
Di : 08:30 - 11:00	Gruppe 09 (digital)	N. N.	1 - höchste	2
Di : 08:30 - 11:00	Gruppe 10 (digital)	N. N.	1 - höchste	2
Di : 11:00 - 13:30	Gruppe 11	N. N.	1 - höchste	5
Di : 11:00 - 13:30	Gruppe 12 (digital)	N. N.	1 - höchste	4
Di : 13:30 - 16:00	Gruppe 13	N. N.	1 - höchste	22
Di : 13:30 - 16:00	Gruppe 14	N. N.	1 - höchste	15
Di : 16:00 - 18:30	Gruppe 15	N. N.	1 - höchste	9
Di : 16:00 - 18:30	Gruppe 16	N. N.	1 - höchste	7
Mi : 08:30 - 11:00	Gruppe 17	N. N.	1 - höchste	16
Mi : 11:00 - 13:30	Gruppe 18	N. N.	1 - höchste	28
Mi : 11:00 - 13:30	Gruppe 19	N. N.	1 - höchste	21
Mi : 13:30 - 16:00	Gruppe 20 (digital)	N. N.	1 - höchste	13
Mi : 13:30 - 16:00	Gruppe 21	N. N.	1 - höchste	47
Mi : 16:00 - 18:30	Gruppe 22 (digital)	N. N.	1 - höchste	6
Mi : 16:00 - 18:30	Gruppe 23	N. N.	1 - höchste	13
Do : 11:00 - 13:30	Gruppe 24	N. N.	1 - höchste	48
Do : 11:00 - 13:30	Gruppe 25 (digital)	N. N.	1 - höchste	18
Do : 13:30 - 16:00	Gruppe 26	N. N.	1 - höchste	36
Do : 13:30 - 16:00	Gruppe 27 (digital)	N. N.	1 - höchste	6
Do : 16:00 - 18:30	Gruppe 28	N. N.	1 - höchste	20
Do : 16:00 - 18:30	Gruppe 29 (digital)	N. N.	1 - höchste	8
Fr : 11:00 - 13:30	Gruppe 30 (digital)	N. N.	1 - höchste	6
Fr : 13:30 - 16:00	Gruppe 31	N. N.	1 - höchste	21
Fr : 13:30 - 16:00	Gruppe 32 (digital)	N. N.	1 - höchste	7
Fr : 16:00 - 18:30	Gruppe 33	N. N.	1 - höchste	9
Fr : 16:00 - 18:30	Gruppe 34 (digital)	N. N.	1 - höchste	5

EINI LogWing /
WiMa

Kapitel 1

Rechensysteme
und Datendarstellung

In diesem Kapitel:

- Prolog
- Rechensysteme
- Datendarstellung

Praktikum & Übung

Wann?	Übung	Übungsgruppenleiter	Priorität	Beliebtheit (# Prio 1)
Mo: 08:30 - 11:00	Gruppe 01	N. N.	1 - höchste	5
Mo: 08:30 - 11:00	Gruppe 02 (digital)	N. N.	1 - höchste	4
Mo: 11:00 - 13:30	Gruppe 03	N. N.	1 - höchste	24
Mo: 11:00 - 13:30	Gruppe 04	N. N.	1 - höchste	19
Mo: 13:30 - 16:00	Gruppe 05	N. N.	1 - höchste	27
Mo: 13:30 - 16:00	Gruppe 06	N. N.	1 - höchste	20

Hier finden Sie ab dem 20.10.21 die Zuteilung.

Do: 16:00 - 18:30	Gruppe 29 (digital)	N. N.	1 - höchste	8
Fr: 11:00 - 13:30	Gruppe 30 (digital)	N. N.	1 - höchste	6
Fr: 13:30 - 16:00	Gruppe 31	N. N.	1 - höchste	21
Fr: 13:30 - 16:00	Gruppe 32 (digital)	N. N.	1 - höchste	7
Fr: 16:00 - 18:30	Gruppe 33	N. N.	1 - höchste	9
Fr: 16:00 - 18:30	Gruppe 34 (digital)	N. N.	1 - höchste	5

EINI LogWing /
WiMa

Kapitel 1

Rechensysteme
und Datendarstellung

In diesem Kapitel:

- Prolog
- Rechensysteme
- Datendarstellung

Themen

▶ Rechensysteme

- ▶ Was macht ein Rechensystem aus?
 - Hardware
 - Verwendung

▶ Datendarstellung

- ▶ Grundbegriffe
- ▶ Texte, Programme, Grafiken
- ▶ Logische/boolesche Werte
- ▶ Natürliche Zahlen, ganze Zahlen, Gleitpunktzahlen
- ▶ Daten vs. Informationen

EINI LogWing /
WiMa

Kapitel 1

Rechensysteme
und Datendarstellung

In diesem Kapitel:

- **Prolog**
- Rechensysteme
- Datendarstellung

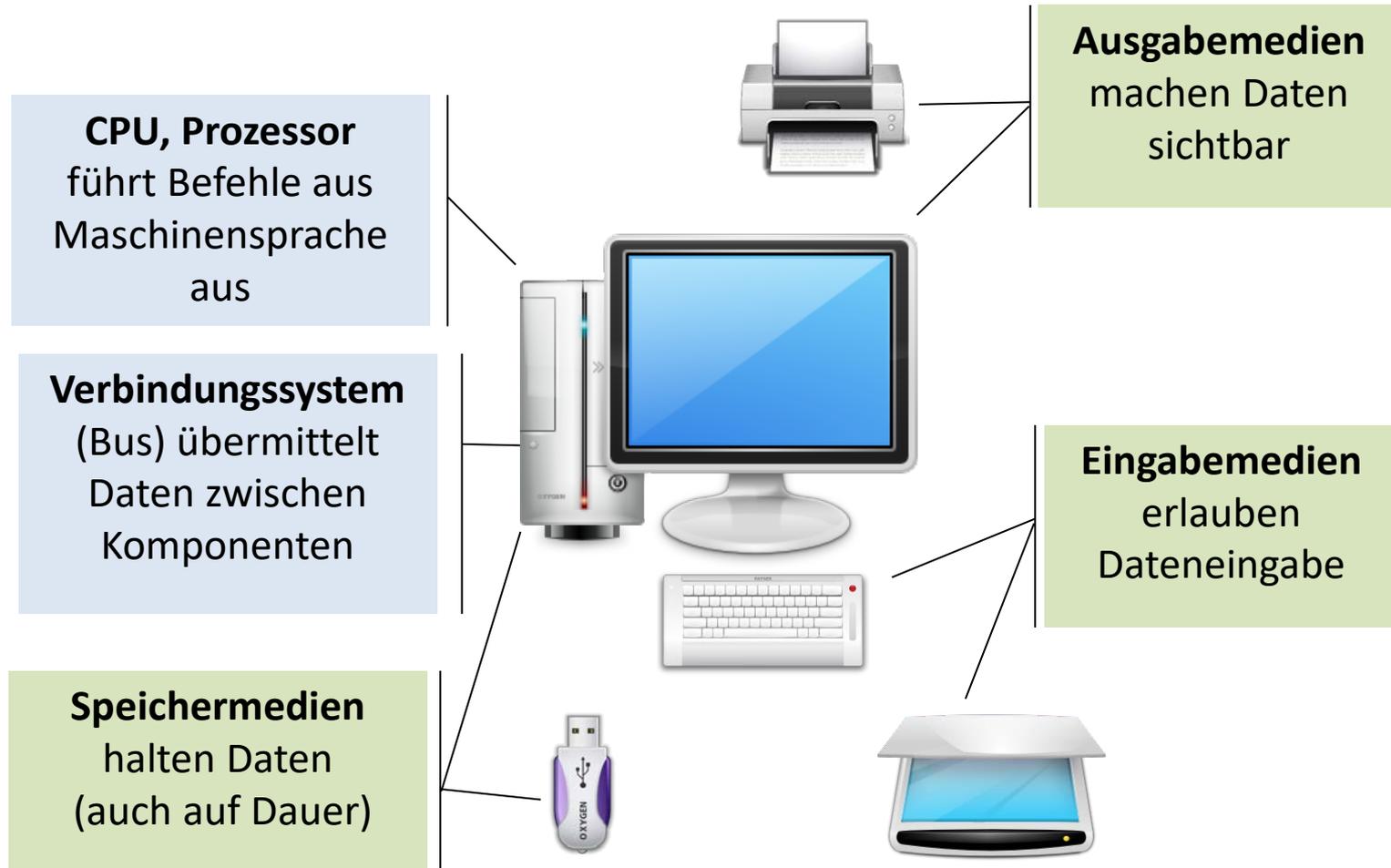
Was macht ein Rechensystem aus?

- ▶ **Physikalische Komponenten (Hardware):**
 - ▶ erbringen spezielle Leistungen
 - ▶ machen Funktionen verfügbar

EINI LogWing /
WiMa

Kapitel 1

Rechensysteme
und Datendarstel-
lung



In diesem Kapitel:

- Prolog
- **Rechensysteme**
- Datendarstellung

Was macht ein Rechensystem aus?

Verwendung

- ▶ Privatanwender:
 - ▶ Textverarbeitung
 - ▶ Tabellenkalkulation
 - ▶ E-Mail
 - ▶ im Internet surfen, Informationsbeschaffung, ...

- ▶ Firmen:
 - ▶ wie Privatanwender, außerdem:
 - ▶ Verwaltung von Firmendaten und Arbeitsvorgängen, Produktionsplanung und -steuerung, Buchhaltung, ...
 - Datenbankapplikationen
 - Enterprise Ressource Systeme wie SAP R/3
 - ▶ Steuerung automatisierter Fertigungsanlagen

- Warum geht das?

EINI LogWing /
WiMa

Kapitel 1

Rechensysteme
und Datendarstel-
lung

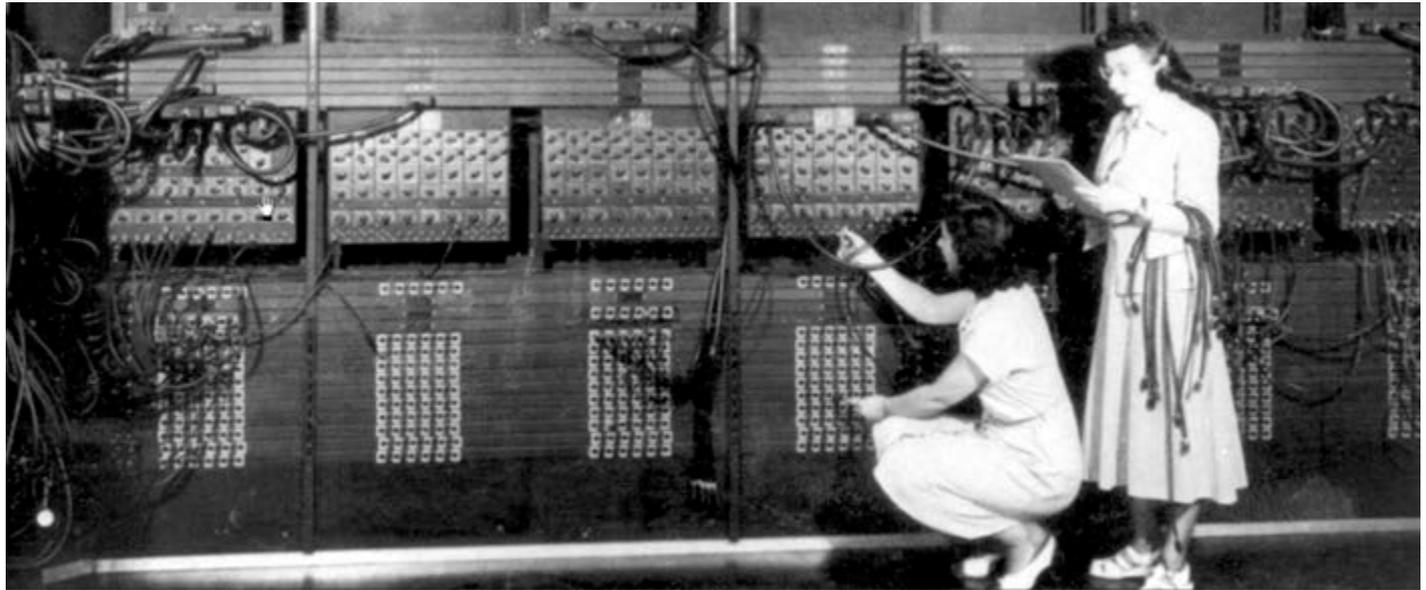
In diesem Kapitel:

- Prolog
- **Rechensysteme**
- Datendarstellung

Was macht ein Rechensystem aus?

Frei programmierbare Rechner!

- ▶ Rechensysteme sind flexibel einsetzbar.
- ▶ Ihre Fähigkeiten lassen sich an die jeweiligen Anforderungen anpassen durch
 - ▶ Programmierung
 - ▶ Softwareentwicklung

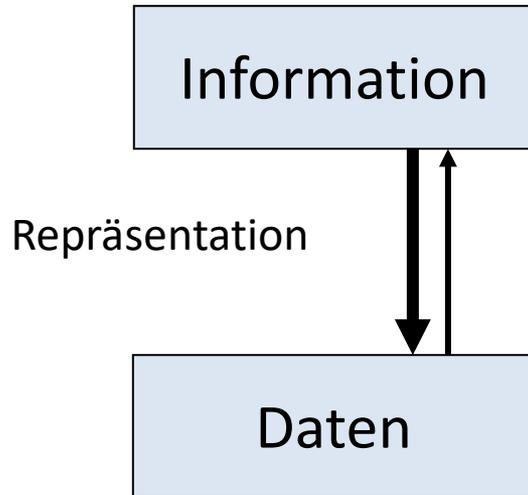


Quelle: TomsHardware.com

Wozu wird ein Rechensystem genutzt?

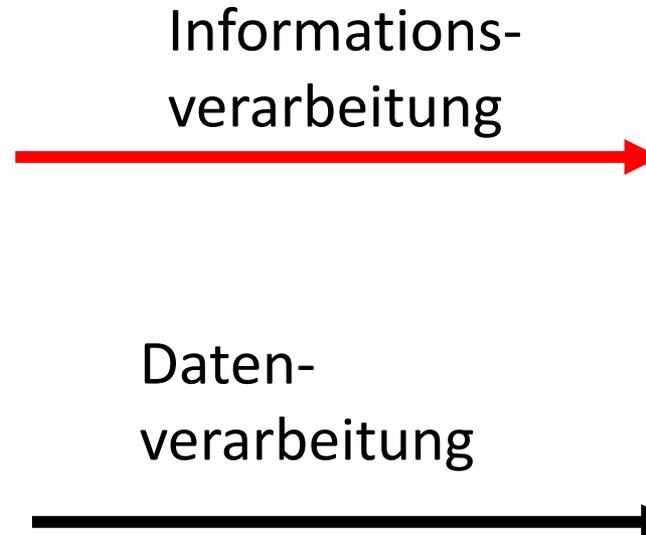
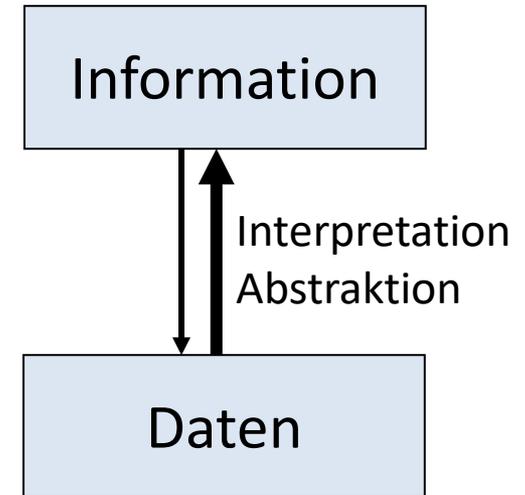
Wunsch:

Informationsverarbeitung



Wirklichkeit:

Datenverarbeitung



Anmerkung 1:

Die grundsätzliche Crux der Informatik besteht darin, dass ein System ohne eigenes Verstehen und ohne eigene Erkenntnis geschaffen wird, das dennoch ein sinnvolles Verhalten zeigen soll.

Anmerkung 2:

Repräsentation von Informationen durch Daten kann auf unterschiedlichen Ebenen erfolgen. Wir werden uns direkt im Anschluss mit der elementarsten Ebene befassen: die Werte 0 und 1.



Artikel im EINI-Wiki:

→ **Programmierung**

EINI LogWing /
WiMa

Kapitel 1

Rechensysteme
und Datendarstel-
lung

In diesem Kapitel:

- Prolog
- **Rechensysteme**
- Datendarstellung

Zwischenstand

- ✓ Was ist Informatik ?
- ✓ Was macht ein Rechensystem aus?
- Frage: Wie werden Daten in einem Rechner dargestellt?
 - ▶ Buchstaben, Zeichenketten, Texte, ...
 - ▶ Grafiken
 - ▶ Algebren
 - Boolesche Algebra: Operationen AND, OR, NOT
 - Natürliche Zahlen, ganze Zahlen, reellwertige Zahlen: Operationen Addition, Division, Modulo, ...
 - ❖ Achtung: Genauigkeit der Darstellung und damit auch von Berechnungen ist begrenzt!
Wertebereiche für Zahlen sind beschränkt!
- ▶ Ziel: Mit dem **Entwurf von Algorithmen und Programmen**, der Programmierung von Rechensystemen und zugehörigen Programmiersprachen befassen.

EINI LogWing /
WiMa

Kapitel 1

Rechensysteme
und Datendarstellung

In diesem Kapitel:

- Prolog
- Rechensysteme
- **Datendarstellung**

Darstellung elementarer Daten

Gliederung

- ▶ Grundbegriffe der Datendarstellung
- ▶ Datendarstellung im Überblick
- ▶ Texte
- ▶ Programme, Grafiken
- ▶ Logische/Boolesche Werte
- ▶ Natürliche Zahlen
 - ▶ Umrechnung: Dezimal in Binär
- ▶ Ganze Zahlen
 - ▶ Zweierkomplement
 - ▶ Überprüfung der Zulässigkeit von Resultaten
- ▶ Gleitpunktzahlen
- ▶ Daten vs. Informationen

EINI LogWing /
WiMa

Kapitel 1

Rechensysteme
und Datendarstellung

In diesem Kapitel:

- Prolog
- Rechensysteme
- **Datendarstellung**

Bit

- ▶ kleinstmögliche Einheit der Information(sdarstellung)
- ▶ Einheitenzeichen: bit
- ▶ erlaubt Antwort auf eine Frage mit nur zwei Antwortmöglichkeiten
 - ▶ z.B. {ja,nein}, {wahr,falsch}, {schwarz,weiß}, {links,rechts},
 - ▶ meist durch {0,1} codiert
- ▶ technische Umsetzung durch
 - ▶ Ladungen: 0 = ungeladen, 1 = geladen
 - ▶ Spannungen: 0 = 0 Volt, 1 = 5 Volt
 - ▶ Magnetisierung: 0 = unmagnetisiert, 1 = magnetisiert

Wir gehen im folgenden von {0,1} als verfügbar aus.

Bitfolgen

- ▶ basieren auf Sequenzen $\{0,1\}^n$, $n \in \mathbb{N}$
- ▶ erlauben Codierung von Mengen, z.B.:

000 = Süd	001 = West
010 = Nord	011 = Ost
100 = Südost	101 = Nordwest
110 = Nordost	111 = Südwest

Es gibt genau 2^n unterschiedliche Bitfolgen der Länge n .

Hexadezimalzahlen

- ▶ Bitfolgen werden schnell unübersichtlich, daher: Blöcke aus 4 Bits als „Ziffer“:

0000=0, 0001=1, 0010=2, 0011=3, 0100=4, 0101=5, 0110=6, 0111=7
1000=8, 1001=9, 1010=A, 1011=B, 1100=C, 1101=D, 1110=E, 1111=F

- entspricht Zahlendarstellung zur Basis 16.

Grundbegriffe für Datendarstellung

Byte

- ▶ Rechner behandeln keine einzelnen Bits: kleinste betrachtete Bitfolge ist das Byte = 8 Bits
- ▶ gröbere Granularität kommt heutzutage nur als Vielfaches von 8 Bit vor, z.B. 16 Bit-, 32 Bit-, 64-Bit-Rechner
- ▶ 1 Byte erlaubt $2^8=256$ Werte zu unterscheiden, z.B. zur Codierung von Buchstaben
- ▶ übliche Abkürzungen: B = Byte, b = Bit

$$1K = 1024 = 2^{10} \text{ (K = kilo)}$$

$$1M = 1024 \cdot 1024 = 2^{20} \text{ (M = mega)}$$

$$1G = 1024 \cdot 1024 \cdot 1024 = 2^{30} \text{ (G = giga)}$$

$$1T = 1024 \cdot 1024 \cdot 1024 \cdot 1024 = 2^{40} \text{ (T = tera)}$$

$$1P = 1024 \cdot 1024 \cdot 1024 \cdot 1024 \cdot 1024 = 2^{50} \text{ (P = Peta)}$$

$$1E = 1024 \cdot 1024 \cdot 1024 \cdot 1024 \cdot 1024 \cdot 1024 = 2^{60} \text{ (E = exa)}$$

Für Längen/Zeiten:

$$1m = 10^{-3} \text{ (m = milli)}$$

$$1\mu = 10^{-6} \text{ (\mu = mikro)}$$

$$1n = 10^{-9} \text{ (n = nano)}$$

$$1p = 10^{-12} \text{ (p = pico)}$$

$$1f = 10^{-15} \text{ (f = femto)}$$

Datendarstellung: Komplexe Datentypen

- ▶ Texte
- ▶ Programme
- ▶ Grafiken (Bilder)
- ▶ Zahlen, Algebren
 - ▶ Boolesche Algebra, Wahrheitswerte
 - ▶ Natürliche Zahlen
 - ▶ Ganze Zahlen
 - ▶ Reellwertige Zahlen
- ▶ Anmerkung:
 - ▶ Bei der Darstellung von Zahlen werden wir erkennen, dass nicht alle aus der Mathematik vertrauten Eigenschaften von Zahlen auf einem Rechner erhalten bleiben.

EINI LogWing /
WiMa

Kapitel 1

Rechensysteme
und Datendarstellung

In diesem Kapitel:

- Prolog
- Rechensysteme
- **Datendarstellung**

Datendarstellung: Texte

- ▶ **Texte** = Zeichenfolgen aus Buchstaben und Satzzeichen
 - ▶ Codierung jedes Buchstabens/Zeichens durch Bitfolge
- ▶ **ASCII** = *American Standard Code for Information Interchange*
 - ▶ 7 Bit (= max. 128 Zeichen), Tabelle mit Nummerierung aller Zeichen
 - ▶ z.B. „a“: Nummer 97, „A“: Nummer 65, „?“: Nummer 63
 - ▶ Klein- und Großbuchstaben nach Alphabet durchnummeriert
 - ▶ übliche Erweiterung auf PCs: 8 Bit (weitere Sonderzeichen, z.B. Umlaute)
 - ▶ Erweiterung in Europa: Latin-1 (nach Norm ISO 8859-1)
- ▶ **Unicode** (z.B. von Java verwendet)
 - ▶ 16 Bit (= max. 65536 Zeichen)
 - ▶ siehe <http://www.unicode.org>
(Quick Links → Code Charts: nach Sprachen sortiert)
 - ▶ als Obermenge weltweit geläufiger Zeichensätze

Datendarstellung: Texte

► Unicode-Tabelle: Latin 1

	20	0	30	@	40	P	50	`	60	p	70		A0	°	B0	À	C0	Ð	D0	à	E0	ð	F0
!	21	1	31	A	41	Q	51	a	61	q	71	i	A1	±	B1	Á	C1	Ñ	D1	á	E1	ñ	F1
"	22	2	32	B	42	R	52	b	62	r	72	¢	A2	²	B2	Â	C2	Ò	D2	â	E2	ò	F2
#	23	3	33	C	43	S	53	c	63	s	73	£	A3	³	B3	Ã	C3	Ó	D3	ã	E3	ó	F3
\$	24	4	34	D	44	T	54	d	64	t	74	¤	A4	´	B4	Ä	C4	Ô	D4	ä	E4	ô	F4
%	25	5	35	E	45	U	55	e	65	u	75	¥	A5	µ	B5	Å	C5	Õ	D5	å	E5	õ	F5
&	26	6	36	F	46	V	56	f	66	v	76	|	A6	¶	B6	Æ	C6	Ö	D6	æ	E6	ö	F6
'	27	7	37	G	47	W	57	g	67	w	77	§	A7	·	B7	Ç	C7	×	D7	ç	E7	÷	F7
(	28	8	38	H	48	X	58	h	68	x	78	¨	A8	¸	B8	È	C8	Ø	D8	è	E8	ø	F8
)	29	9	39	I	49	Y	59	i	69	y	79	©	A9	¹	B9	É	C9	Ù	D9	é	E9	ù	F9
*	2A	:	3A	J	4A	Z	5A	j	6A	z	7A	ª	AA	º	BA	Ê	CA	Ú	DA	ê	EA	ú	FA
+	2B	;	3B	K	4B	[	5B	k	6B	{	7B	«	AB	»	BB	Ë	CB	Û	DB	ë	EB	û	FB
,	2C	<	3C	L	4C	\	5C	l	6C	|	7C	¬	AC	¼	BC	Ì	CC	Ü	DC	ì	EC	ü	FC
-	2D	=	3D	M	4D	]	5D	m	6D	}	7D	-	AD	½	BD	Í	CD	Ý	DD	í	ED	ý	FD
.	2E	>	3E	N	4E	^	5E	n	6E	~	7E	®	AE	¾	BE	Î	CE	Þ	DE	î	EE	þ	FE
/	2F	?	3F	O	4F	_	5F	o	6F		7F	-	AF	¿	BF	Ï	CF	ß	DF	ï	EF	ÿ	FF

EINI LogWing /
WiMa

Kapitel 1

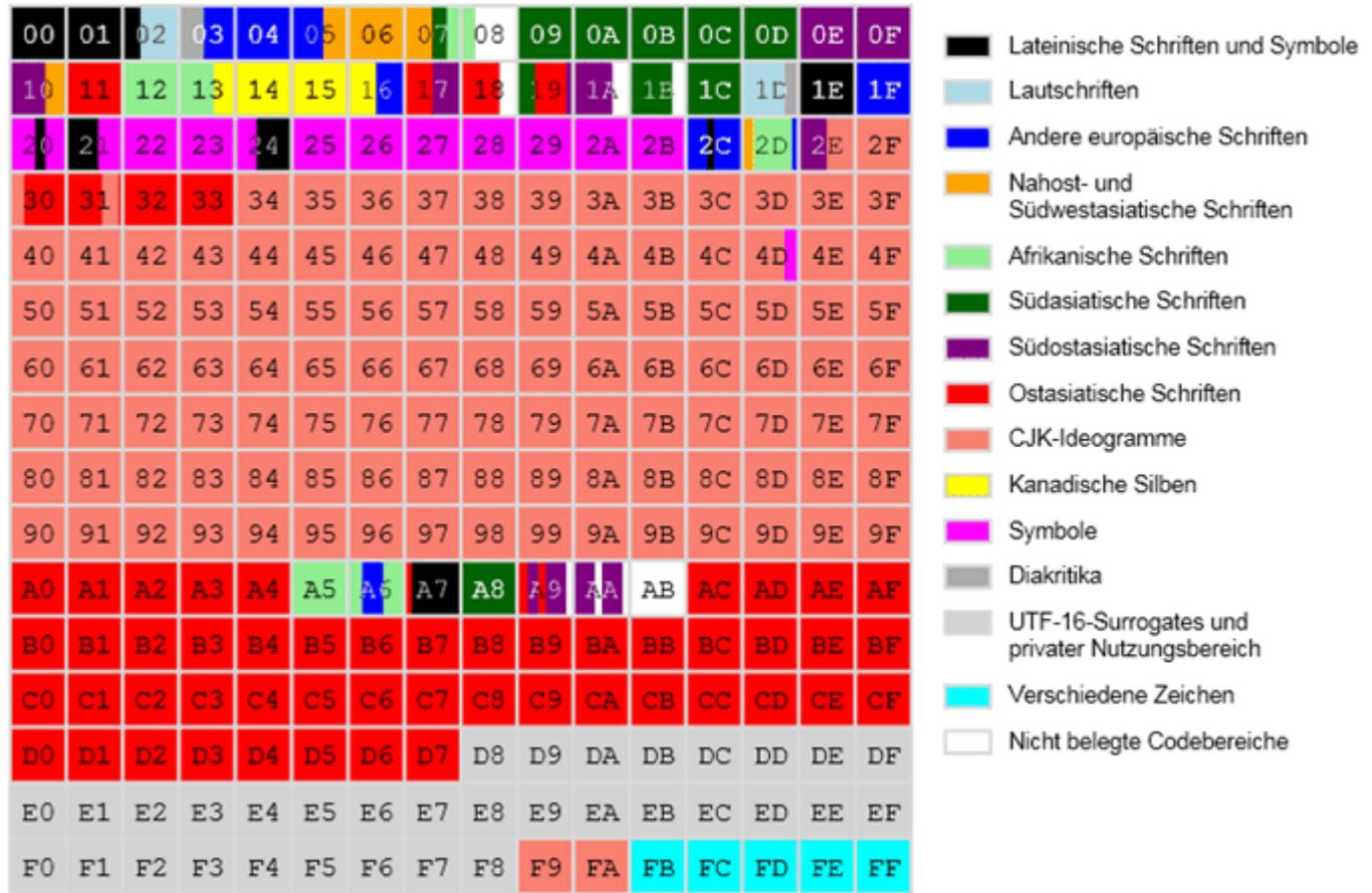
Rechensysteme
und Datendarstellung

In diesem Kapitel:

- Prolog
- Rechensysteme
- **Datendarstellung**

Datendarstellung: Texte

- ▶ Grundlegender mehrsprachiger Codebereich der Unicode-Tabelle



EINI LogWing /
WiMa

Kapitel 1

Rechensysteme
und Datendarstellung

In diesem Kapitel:

- Prolog
- Rechensysteme
- **Datendarstellung**

▶ Programme

- ▶ Ein Programm wird zunächst als Quelltext erzeugt und wie normaler Text repräsentiert.
- ▶ Übersetzungsprogramme (Compiler) erzeugen daraus Programmcode in Maschinsprache.
- ▶ Auf jeder Abstraktionsebene müssen alle Anteile eines Programms durch Bitfolgen codiert werden.

```
public class HelloWorld {  
    /**  
     * @param args  
     */  
    public static void main(String[] args) {  
        // TODO  
        System.out.println("Hello World");  
    }  
}
```

```
// Bytecode stream: 03 3b 84 00 01 1a 05 68 3b a7 ff f9  
// Disassembly:  
iconst_0      // 03  
istore_0      // 3b  
iinc 0, 1     // 84 00 01  
iload_0       // 1a  
iconst_2      // 05  
imul          // 68 3b a7 ff f9  
istore_0      // 03  
goto -7
```

```
:1000000075812F12019912025212025890004D125E  
:10001000027B90005B120285750200744D12022D66  
:100020001200691203271200E304F9D8FED9FC7408  
:100030000E12022DE59012037A20B304050280020D  
:1000400015028502A030B2D37502FF80CE4449501C  
:100050003820503128686578293A00414455776541
```

Datendarstellung: Grafiken

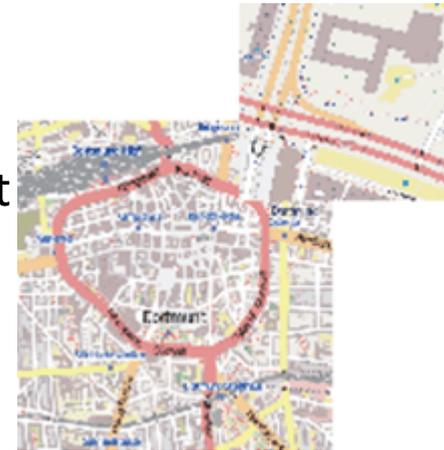
▶ Rastergrafik

- ▶ Grafik wird als eine Folge einzelner Rasterpunkte dargestellt.
- ▶ Einzelner Rasterpunkt durch 1 Bit oder 1+ Bytes (Farbe) codiert.



▶ Vektorgrafik

- ▶ Grafik wird aus Linien zusammengesetzt, für die Anfangs- / Endpunkte /etc. codiert werden müssen.



▶ Boolesche Algebra

- ▶ **Trägermenge** = {false,true} (oft auch als {0,1}) mit
- ▶ **Operationen** (z.B.):
 - Und-Verknüpfung: AND,
 - Oder-Verknüpfung: OR,
 - Negation: NOT,
 - Exklusives Oder: XOR

- Prolog
- Rechensysteme
- **Datendarstellung**

▶ Boolesche Algebra

- ▶ Trägermenge = {false,true} (oft auch als {0,1}) mit

▶ Darstellung in Rechnern

- ▶ erfordert meist 1 Byte (mindestens) als kleinste behandelbare Dateneinheit
 - 1 Bit wäre im Prinzip ausreichend, jedoch ist im Rechner ein einzelnes Bit nur als Element innerhalb eines Bytes und über das zugehörige Byte adressierbar.
 - Bitfelder dagegen lassen sich mit Platzverbrauch 1 Bit je Boolescher Variable verwalten, wobei das Bitfeld insgesamt jedoch eine Größe in ganzen Bytes haben muss.

Darstellung von natürlichen Zahlen

Satz: Jede natürliche Zahl n besitzt zur Basis $p \geq 2$ ($p \in \mathbb{N}$) eine eindeutige m -stellige p -adische Darstellung der Form

$$n = \sum_{i=0}^{m-1} \alpha_i \cdot p^i \quad \text{mit } 0 \leq \alpha_i < p \text{ und } m \geq \log_p n$$

Bemerkungen:

- ▶ Positionales Zahlensystem
- ▶ Ziffern dürfen Basiswert p nicht erreichen!
- ▶ Für uns üblich: Dezimalzahlen $p=10$ und m nach Bedarf

$$2003_{10} = 2 \cdot 10^3 + 0 \cdot 10^2 + 0 \cdot 10^1 + 3 \cdot 10^0$$

Darstellung von natürlichen Zahlen: Beispiel

Bemerkungen:

- ▶ Ziffern dürfen Basiswert p nicht erreichen!
- ▶ Im Rechner üblich: Binärzahlen $p=2$, $m=16$, 32 oder 64

$$1110_2 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 8_{10} + 4_{10} + 2_{10} = 14_{10}$$

- ▶ Gelegentlich zur Dokumentation von Zahlenwerten/Adressen:
 - ▶ Hexadezimal: $p=16$
 - ▶ Oktal: $p=8$

- Prolog
- Rechensysteme
- **Datendarstellung**

Umrechnung: Dezimal in Binär

Umrechnung von Dezimalzahlen in Binärzahlen durch ganzzahlige Division und Modulo-Operation, d.h.:

$$n = \sum_{i=0}^{m-1} \alpha_i \cdot p^i = p \cdot \left(\sum_{i=1}^{m-1} \alpha_i \cdot p^{i-1} \right) + \alpha_0$$

$$\alpha_0 = n \bmod p \quad \sum_{i=1}^{m-1} \alpha_i \cdot p^{i-1} = n \div p$$

$$\alpha_i = (n \div p^i) \bmod p$$

also **fortgesetztes Dividieren**.

Der Rest r (mathematisch formal: modulo) liefert die Ziffernfolge:

z.B. $4711_{10} = 10010011001\mathbf{11}_2$

$4711 / 2 = 2355$ mit Rest 1 -> „**rechtste**“ 1 in der Binärdarstellung

$2355 / 2 = 1177$ mit Rest 1 -> „**vorletzte**“ 1 in der Binärdarstellung

Anmerkung: Geläufige Rechenoperationen sind für p -adische Zahlendarstellung unabhängig von p gültig.

- Prolog
- Rechensysteme
- **Datendarstellung**

Umrechnung: Dezimal in Binär - Beispiel

Beispiel $2011_{10} =$

1005 R 1

502 R 1

251 R 0

125 R 1

62 R 1

31 R 0

15 R 1

7 R 1

3 R 1

1 R 1

0 R 1

EINI LogWing /
WiMa

Kapitel 1

Rechensysteme
und Datendarstel-
lung

In diesem Kapitel:

- Prolog
- Rechensysteme
- **Datendarstellung**

Datendarstellung: Ganze Zahlen

p -adische Systeme definieren nur positive Zahlen und die 0.

▶ Vorzeichenbetragsdarstellung (VB-Zahlen)

- ▶ Standardverfahren unserer Schulmathematik
- ▶ Vorzeichen „+“ oder „-“ (3. + 4. Zeichen in der Kodierung)
- ▶ Unhandlich bei automatisierter Arithmetik

Bei unterschiedlichen Vorzeichen muss eine Fallunterscheidung für die Addition getroffen werden:

Seien $|x|$ und $|y|$ die Beträge der Summanden und $s = x + y$.

- ▶ $(x \geq 0 \wedge |x| \geq |y|) \Rightarrow (|s| = |x| - |y|) \wedge (s \geq 0)$
- ▶ $(x \geq 0 \wedge |x| < |y|) \Rightarrow (|s| = |y| - |x|) \wedge (s < 0)$
- ▶ $(x < 0 \wedge |x| \geq |y|) \Rightarrow (|s| = |x| - |y|) \wedge (s < 0)$
- ▶ $(x < 0 \wedge |x| < |y|) \Rightarrow (|s| = |y| - |x|) \wedge (s \geq 0)$

Datendarstellung: Ganze Zahlen

- ▶ 2er-Komplement
 - ▶ Vermeidet Vorzeichen
 - ▶ Anzahl der Stellen muss nicht bekannt sein
 - ▶ Erzeugung aus binärer Zahl: alle Stellen invertieren und 1 addieren
 - ▶ Berechnung als Dezimalwert: höchstwertiges Bit hat negativen Wert
- ▶ Addition kann sehr einfach auf die Addition von Binärzahlen zurückgeführt werden.

- Prolog
- Rechensysteme
- **Datendarstellung**

Datendarstellung: Darstellung von Zahlen

Standardformate

- ▶ Wie bereits angedeutet, realisieren Rechner Zahlendarstellungen nur für bestimmte Wertebereiche (festes m).
- ▶ Diese Wertebereiche dienen als **Datentyp** für Variablen. Analog zu $X \in \mathbb{Z}$ wird vereinbart: `int x`.
- ▶ In der Programmiersprache Java werden folgende Bereiche angeboten (unabhängig von 32- oder 64-Bit-Versionen):

Bereich	Größe	Datentyp
$-128, \dots, 127$	8 Bit	byte
$-32768, \dots, 32767$	16 Bit	short
$-2^{31}, \dots, 2^{31}-1$	32 Bit	int
$-2^{63}, \dots, 2^{63}-1$	64 Bit	long

Datendarstellung: Festpunktzahlen

- ▶ Bisher: natürliche und ganze Zahlen (binär, 2er-Komplement)
- ▶ Gebrochene Zahlen: **Schwierigkeiten bei der Genauigkeit** der Darstellung:

$$x = \sum_{i=0}^{m-1} \alpha_i \cdot 2^i + \sum_{i=1}^{n-1} \alpha_i \cdot 2^{-i}$$

- ▶ Hinweise auf Schwierigkeiten im Dezimalsystem:
 - π (irrational), keine endliche Darstellung im Dezimalsystem
 - periodische, gebrochene Dezimalzahl bei $1/3$
- ▶ Binärzahlen: Problem auch bei Zahlen mit endlicher Dezimaldarstellung:
 - dezimal 0.1 wird binär zu $0.00011001100110011\dots$
- ▶ leider stehen natürlich nur eine endliche und feste Anzahl Bits zur Verfügung ...

EINI LogWing /
WiMa

Kapitel 1

Rechensysteme
und Datendarstel-
lung

In diesem Kapitel:

- Prolog
- Rechensysteme
- **Datendarstellung**

Überlegungen zur Jahreszahl 2021

EINI LogWing /
WiMa

Kapitel 1

Rechensysteme
und Datendarstel-
lung

In diesem Kapitel:

- Prolog
- Rechensysteme
- **Datendarstellung**

Datendarstellung: Gleitpunktzahlen

Gleitpunktzahlen in Programmiersprachen

Bereich	Bytes	Stellen	Delphi	Java
+ - 2,9 E -39 ... 1,7 E 38	6	11-12	real	
+ - 1,5 E -45 ... 3,4 E 38	4	7-8	single	float
+ - 5,0 E -324 ... 1,7 E 308	8	15-16	double	double
+ - 3,4 E -4932 ... 1,1 E 4932	10	19-20	extended	

❖ Die Notation mit „E“ (=Exponent) bedeutet

$$3,1415E2 = 3,1415 * 10^2 = 314,15$$

und entstammt Norm IEEE 754. Sie ist in Programmiersprachen üblich.

EINI LogWing /
WiMa

Kapitel 1

Rechensysteme
und Datendarstellung

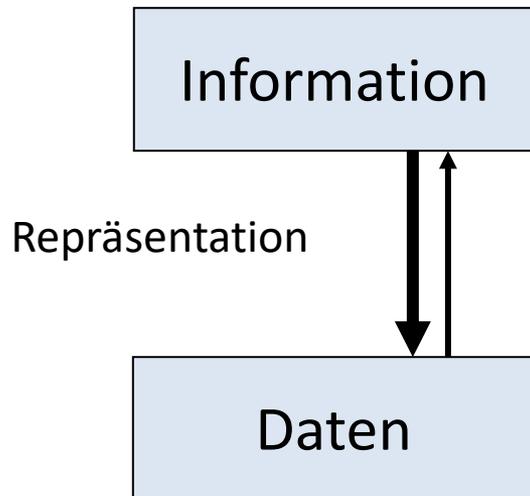
In diesem Kapitel:

- Prolog
- Rechensysteme
- **Datendarstellung**

Wozu wird ein Rechensystem genutzt?

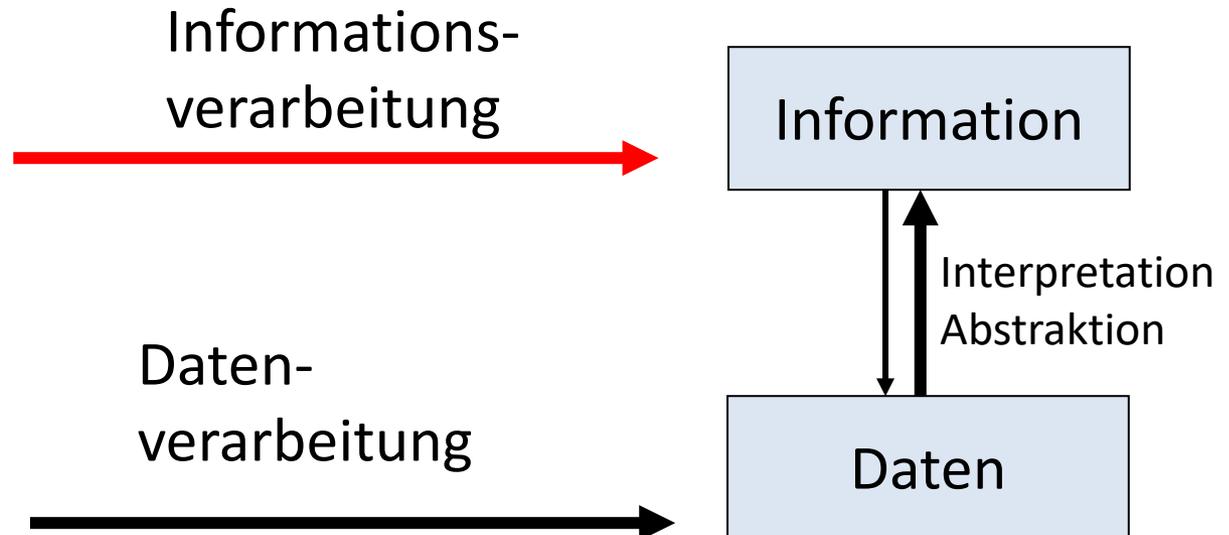
Wunsch:

Informationsverarbeitung



Wirklichkeit:

Datenverarbeitung



Bisher betrachtet:

Behandlung von einfachen mathematischen Objekten, nämlich Zahlen (natürliche, ganze Zahlen, reellwertige Zahlen)

Repräsentation und **Interpretation** sind wesentlich, um ein Rechensystem mit seinen Fähigkeiten zur Datenverarbeitung für die Informationsverarbeitung sinnvoll nutzen zu können.



Artikel im EINI-Wiki:

- **Bit**
- **Byte (Bitfolge)**
- **Bitfolgen**
- **Hexadezimalzahlen**
- **Maschinensprache**
- **Compiler**
- **Boolesche Algebra**
- **Dezimal- und Binärsystem**
- **Zweierkomplement**
- **Java**
- **Datentyp**
- **Programmiersprache**

In diesem Kapitel:

- Prolog
- Rechensysteme
- **Datendarstellung**

Zwischenstand

- ✓ Was ist Informatik ?
- ✓ Was macht ein Rechensystem aus?
- ✓ Frage: Wie werden Daten in einem Rechner dargestellt?
 - ✓ Buchstaben, Zeichenketten, Texte, ...
 - ✓ Grafiken
 - ✓ Algebren
 - ✓ Boolesche Algebra: Operationen AND, OR, NOT
 - ✓ Natürliche Zahlen, ganze Zahlen, reellwertige Zahlen: Operationen Addition, Division, Modulo, ...
 - ❖ Achtung: Genauigkeit der Darstellung und damit auch von Berechnungen ist begrenzt!
Wertebereiche für Zahlen sind beschränkt!
- Ziel: Mit dem **Entwurf von Algorithmen und Programmen**, der Programmierung von Rechensystemen und zugehörigen Programmiersprachen befassen.

EINI LogWing /
WiMa

Kapitel 1

Rechensysteme
und Datendarstellung

In diesem Kapitel:

- Prolog
- Rechensysteme
- **Datendarstellung**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Nächste Termine

- | | |
|-------------------------------|-------------------|
| ▶ Nächste Vorlesung – WiMa | 28.10.2021, 08:15 |
| ▶ Nächste Vorlesung – LogWing | 29.10.2021, 08:15 |
| ▶ Beginn Praktikum | 25.10.2021 |