

# **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](mailto: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                      |

Speichern

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

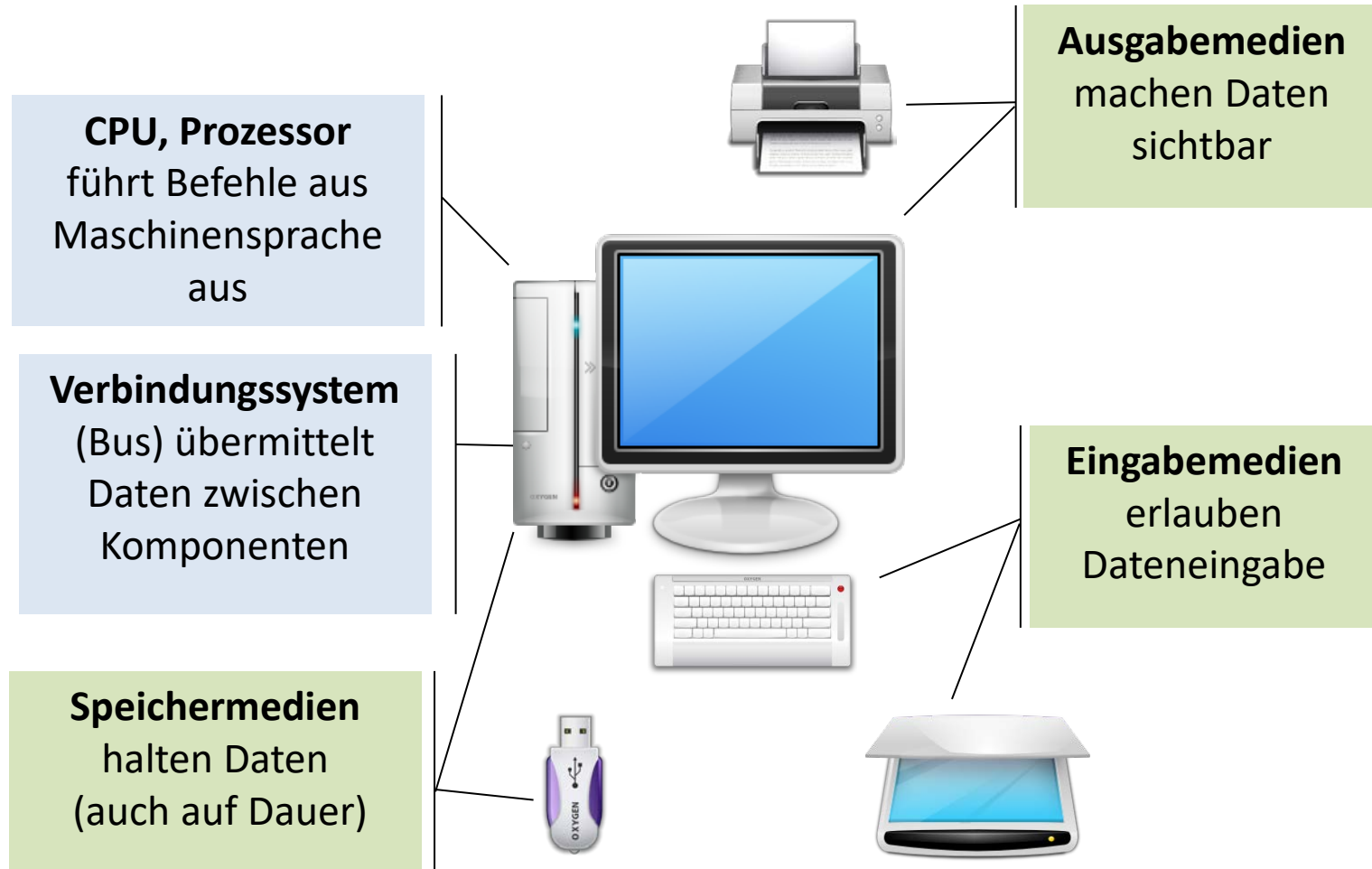
# Was macht ein Rechensystem aus?

- ▶ **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

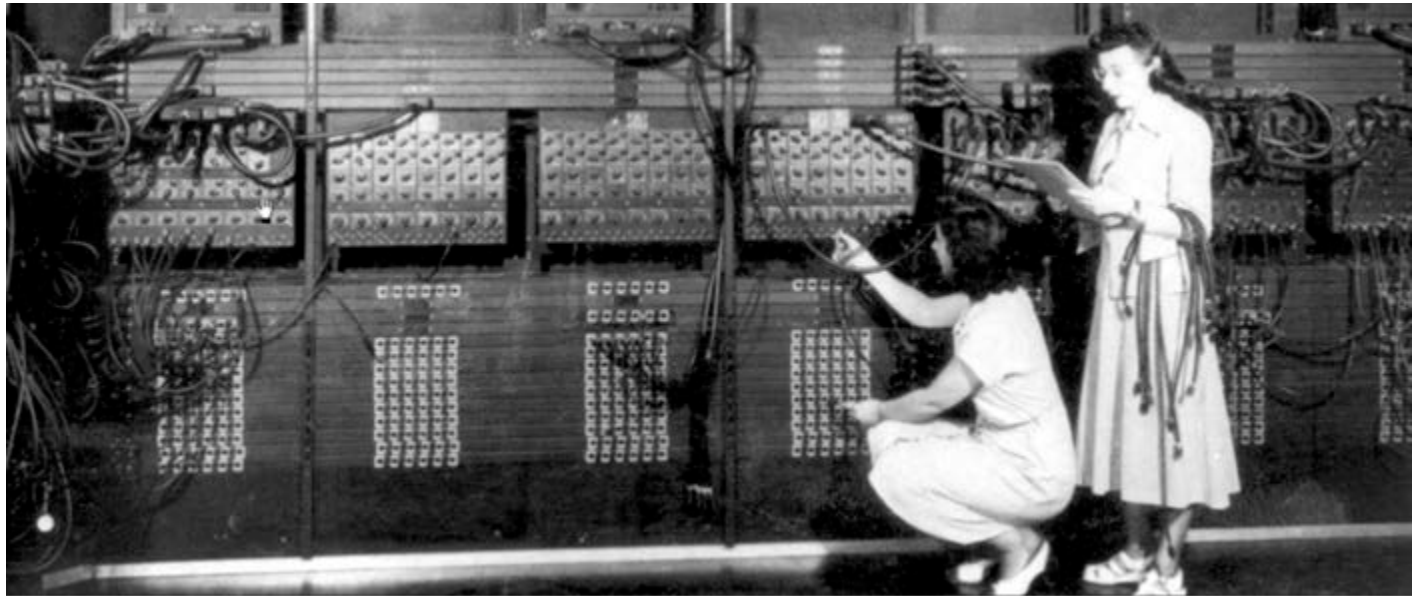
#### In diesem Kapitel:

- 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

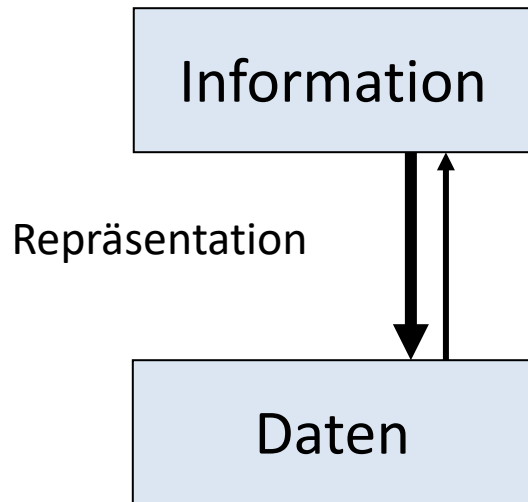


Quelle: TomsHardware.com

# Wozu wird ein Rechensystem genutzt?

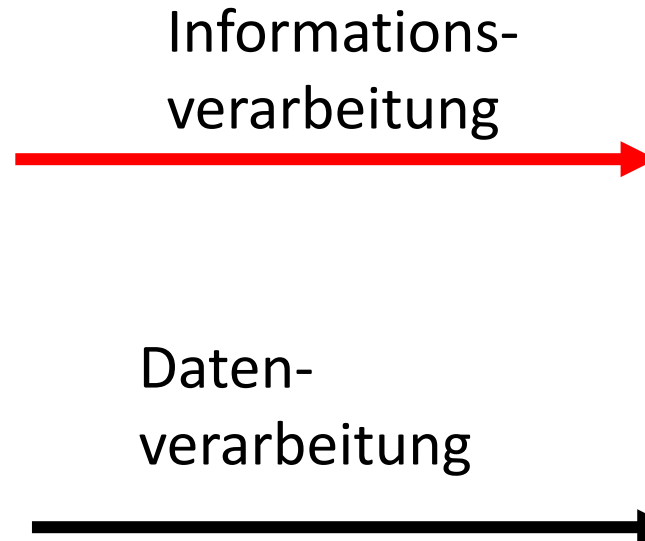
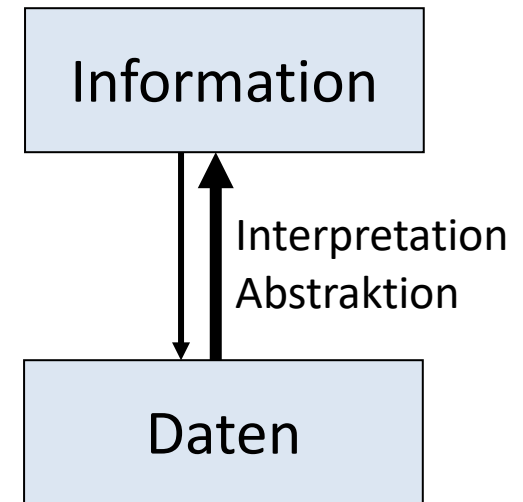
**Wunsch:**

**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**

# Grundbegriffe der 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.

# Grundbegriffe der Datendarstellung

## 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

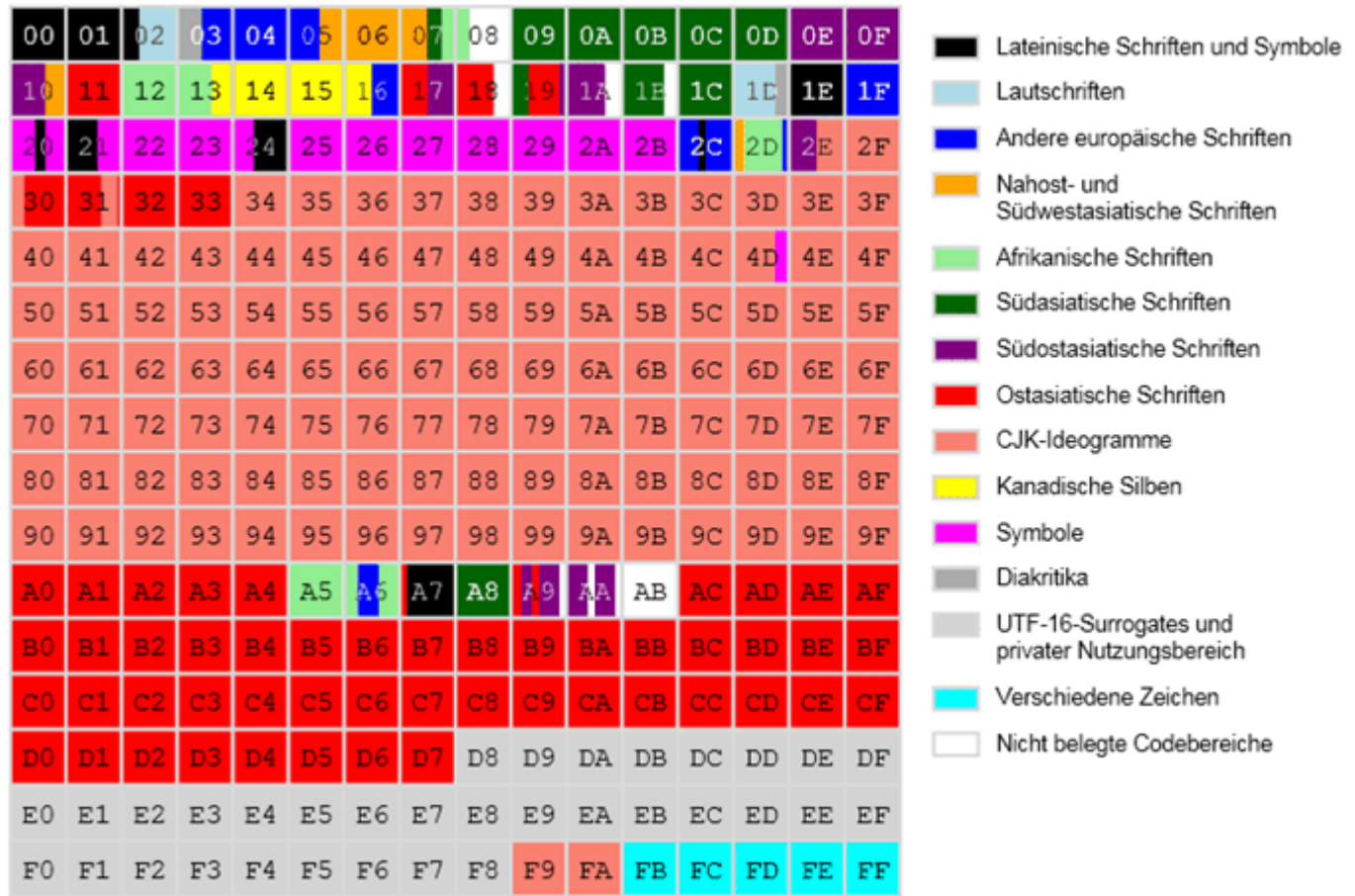
Rechensysteme  
und Datendarstellung

### 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**

# Datendarstellung: Texte

► Kanadische Silben: *Unified Canadian Aboriginal Syllabics*

ᐃᐅᑦᑎᑕᑦ  
Inuktitut Syllabarium

ᑭᐅᑕᑦᑭᑦᑭᑦᑭᑦ

| Anlaute | Silben |   |   |   | Auslaute |
|---------|--------|---|---|---|----------|
|         | ai     | i | u | a |          |
| ∅       | ᐅ      | ᐃ | ᐅ | ᐃ |          |
| p       | ᐅ      | ᐃ | ᐅ | ᐃ | ᐃᑕ       |
| t       | ᐅ      | ᐃ | ᐅ | ᐃ | ᐃᑕᑕ      |
| k       | ᐅ      | ᐃ | ᐅ | ᐃ | ᐃᑕᑕ      |
| g       | ᐅ      | ᐃ | ᐅ | ᐃ | ᐃᑕᑕ      |
| m       | ᐅ      | ᐃ | ᐅ | ᐃ | ᐃᑕᑕ      |
| n       | ᐅ      | ᐃ | ᐅ | ᐃ | ᐃᑕᑕ      |
| s       | ᐅ      | ᐃ | ᐅ | ᐃ | ᐃᑕᑕ      |
| l       | ᐅ      | ᐃ | ᐅ | ᐃ | ᐃᑕᑕ      |
| j       | ᐅ      | ᐃ | ᐅ | ᐃ | ᐃᑕᑕ      |
| v       | ᐅ      | ᐃ | ᐅ | ᐃ | ᐃᑕᑕ      |
| r       | ᐅ      | ᐃ | ᐅ | ᐃ | ᐃᑕᑕ      |
| q       | ᐅ      | ᐃ | ᐅ | ᐃ | ᐃᑕᑕ      |
| ng      | ᐅ      | ᐃ | ᐅ | ᐃ | ᐃᑕᑕ      |
| nng     | ᐅ      | ᐃ | ᐅ | ᐃ | ᐃᑕᑕ      |
| ∅       |        | ᐃ | ᐅ | ᐃ | ᐃᑕᑕ      |

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 Maschinensprache.
- ▶ 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       // 01 1a 05 68 3b a7 ff f9

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

# Datendarstellung: Grafiken

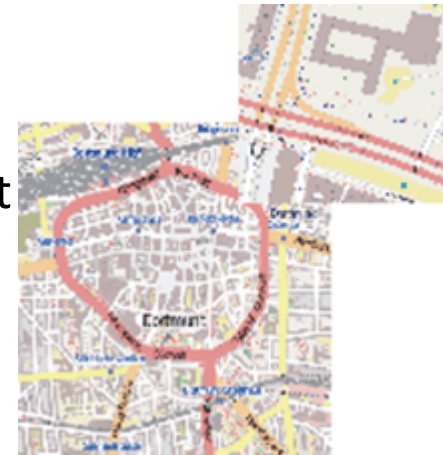
## ▶ Rastergrafik

- ▶ 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.

# 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.

EINI LogWing /  
WiMa

## Kapitel 1

Rechensysteme  
und Datendarstellung

### In diesem Kapitel:

- 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:
  - $\pi$  (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

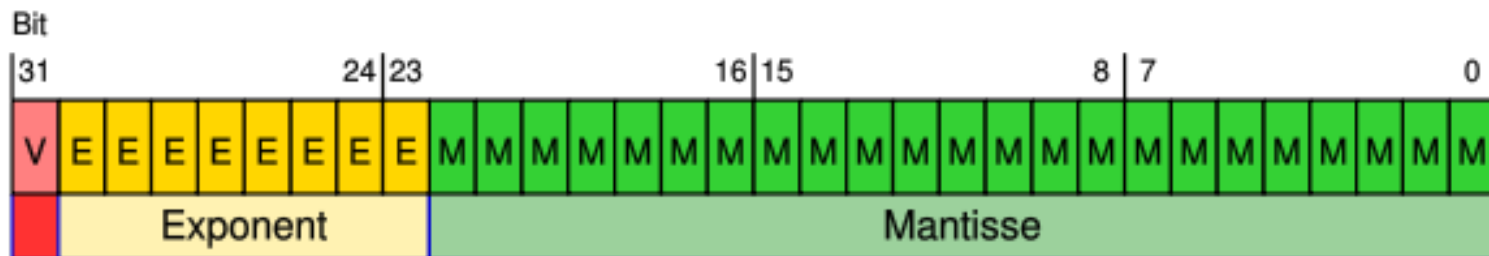
#### In diesem Kapitel:

- Prolog
- Rechensysteme
- **Datendarstellung**

# Datendarstellung: Gleitpunktzahlen

- ▶ Gleitpunktzahlen bestehen aus 3 Teilen
  - ▶ Vorzeichenbit (**V**): gibt an, ob die Zahl positiv oder negativ ist
  - ▶ Exponent (**E**): gibt für eine Basis (typisch:  $p=2$ ) einen Exponenten als Binärzahl an, mit der die Mantisse zu multiplizieren ist
  - ▶ Mantisse (**M**): ist eine Folge von Binärziffern  $m_1, \dots, m_n$ , die interpretiert wird als  $m_1 \cdot 2^{-1} + m_2 \cdot 2^{-2} + \dots + m_n \cdot 2^{-n}$

$$w = (-1)^v * \left(1 + \sum_{i=-1}^{-23} m_i * 2^i\right) * \left(2^{\sum_{i=0}^7 e_i * 2^i - 127}\right)$$



# 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

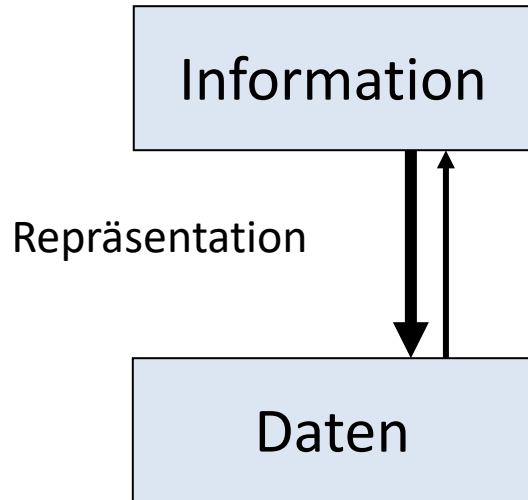
### In diesem Kapitel:

- Prolog
- Rechensysteme
- **Datendarstellung**

# Wozu wird ein Rechensystem genutzt?

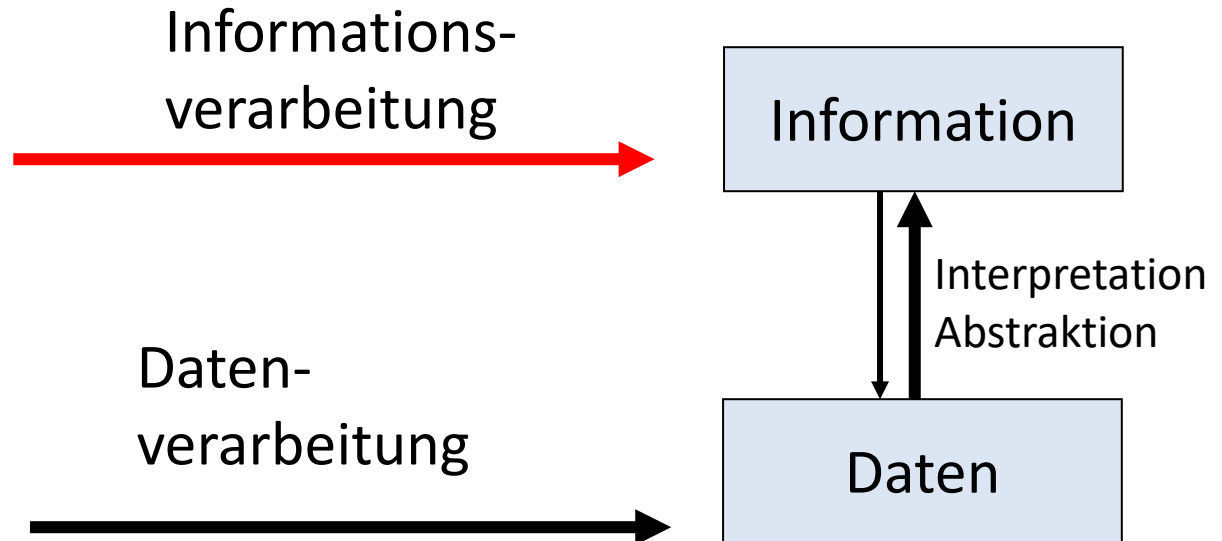
**Wunsch:**

**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