

Kapitel 2 - Digitale Grundlagen

- 2.1 Zahlensysteme
- 2.2 Binärsystem
- 2.3 Oktalsystem
- 2.4 Hexadezimalsystem
- 2.5 Umrechnung von Zahlensystemen
- 2.6 Bit und Byte
- 2.7 SI- und Binärpräfixe
- 2.8 ASCII
- 2.9 Unicode
- 2.10 Datendarstellung
- 2.11 Einerkomplement
- 2.12 Zweierkomplement
- 2.13 Gleitkommazahlen

2.1 Zahlensysteme

Definition

Ein **Zahlensystem** beschreibt, wie Zahlen mit bestimmten Zeichen dargestellt werden.

In der Informationstechnik sind vor allem Stellenwertsysteme wichtig.

Wichtige Zahlensysteme

Zahlensystem	Basis	Ziffern
Dezimalsystem	10	0-9
Binärsystem	2	0-1
Oktalsystem	8	0-7
Hexadezimalsystem	16	0-9 und A-F

Dezimalsystem

Das **Dezimalsystem** ist das im Alltag verwendete Zahlensystem.

- Basis: 10
- Ziffern: 0 bis 9

Binärsystem

Das **Binärsystem** wird in der Digitaltechnik verwendet.

- Basis: 2
- Ziffern: 0 und 1

Hexadezimalsystem

Das **Hexadezimalsystem** wird häufig zur kompakten Darstellung von Binärzahlen verwendet.

- Basis: 16
- Ziffern: 0 bis 9 und A bis F

Merksatz

- Computer arbeiten intern mit **Binärzahlen**.

- Menschen verwenden meist **Dezimalzahlen**.
 - Hexadezimalzahlen sind eine kompakte Schreibweise für Binärzahlen.
-

Prüfungshinweis

In IHK-Aufgaben müssen häufig Zahlen zwischen **Dezimal**, **Binär** und **Hexadezimal** umgerechnet werden.

Quellen

- IT-Handbuch für Fachinformatiker

2.2 Binärsystem

Definition

Das **Binärsystem** ist ein Zahlensystem mit der Basis **2**.

Es verwendet nur zwei Ziffern:

- 0
- 1

Bedeutung

Das Binärsystem ist die Grundlage der digitalen Datenverarbeitung.

Computer arbeiten intern mit zwei Zuständen:

Zustand	Bedeutung
0	aus / falsch / kein Signal
1	ein / wahr / Signal

Stellenwerte

Im Binärsystem haben die Stellen die Werte von Zweierpotenzen.

Stelle	Wert
2^7	128
2^6	64
2^5	32
2^4	16
2^3	8
2^2	4
2^1	2
2^0	1

Beispiel

Binärzahl:

1010₂

Berechnung:

$$8 + 0 + 2 + 0 = \mathbf{10_{10}}$$

Merksatz

Binärzahlen bestehen nur aus **0** und **1**.

Prüfungshinweis

Bei Umrechnungen immer von rechts nach links mit **2⁰** beginnen.

Quellen

- IT-Handbuch für Fachinformatiker

2.3 Oktalsystem

Definition

Das **Oktalsystem** ist ein Zahlensystem mit der Basis **8**.

Es verwendet acht Ziffern:

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

Bedeutung

Das Oktalsystem wird in der Informatik seltener verwendet als das Binär- oder Hexadezimalsystem.

Es kann zur kompakten Darstellung von Binärzahlen genutzt werden.

Stellenwerte

Im Oktalsystem haben die Stellen die Werte von Achterpotenzen.

	Stelle	Wert
	8 ³	512
	8 ²	64
	8 ¹	8
	8 ⁰	1

Beispiel

Oktalzahl:

17₈

Berechnung:

$$1 \times 8 + 7 \times 1 = \mathbf{15}_{10}$$

Binärbezug

Eine Oktalstelle entspricht genau **3 Bit**.

Oktal	Binär
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

Merksatz

Das Oktalsystem hat die Basis **8** und verwendet nur die Ziffern **0 bis 7**.

Prüfungshinweis

Die Ziffer **8** gibt es im Oktalsystem nicht. Wenn eine Zahl eine 8 oder 9 enthält, kann sie keine gültige Oktalzahl sein.

Quellen

- IT-Handbuch für Fachinformatiker

2.4 Hexadezimalsystem

Definition

Das **Hexadezimalsystem** ist ein Zahlensystem mit der Basis **16**.

Es verwendet sechzehn Zeichen:

- 0 bis 9
- A bis F

Hexadezimale Ziffern

Dezimal	Hexadezimal
10	A
11	B
12	C
13	D
14	E
15	F

Bedeutung

Das Hexadezimalsystem wird häufig verwendet, um Binärzahlen kürzer und übersichtlicher darzustellen.

Typische Anwendungen:

- Speicheradressen
- MAC-Adressen
- IPv6-Adressen
- Farbwerte
- Maschinencode

Stellenwerte

Im Hexadezimalsystem haben die Stellen die Werte von Sechzehnerpotenzen.

Stelle	Wert
16^3	4096

	Stelle	Wert
	16^2	256
	16^1	16
	16^0	1

Beispiel

Hexadezimalzahl:

1A₁₆

Berechnung:

$1 \times 16 + 10 \times 1 = \mathbf{26_{10}}$

Binärbezug

Eine Hexadezimalstelle entspricht genau **4 Bit**.

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

Merksatz

Das Hexadezimalsystem hat die Basis **16**. Eine Hexadezimalstelle entspricht **4 Bit**.

Prüfungshinweis

A bis F stehen für die Dezimalwerte **10 bis 15**. Die Ziffernfolge **10₁₆** entspricht nicht zehn, sondern **16₁₀**.

Quellen

- IT-Handbuch für Fachinformatiker

2.5 Umrechnung von Zahlensystemen

Definition

Bei der **Umrechnung von Zahlensystemen** wird eine Zahl von einem Zahlensystem in ein anderes übertragen.

Wichtige Zahlensysteme:

- Dezimalsystem
 - Binärsystem
 - Oktalsystem
 - Hexadezimalsystem
-

Dezimal in Binär

Die Dezimalzahl wird wiederholt durch **2** geteilt.

Die Reste werden von unten nach oben gelesen.

Beispiel

$$13_{10} = 1101_2$$

Binär in Dezimal

Die Stellenwerte der gesetzten Bits werden addiert.

Beispiel

$$1101_2$$

$$8 + 4 + 0 + 1 = 13_{10}$$

Binär in Hexadezimal

Die Binärzahl wird von rechts nach links in **4er-Gruppen** eingeteilt.

Beispiel

$$1101_2 = D_{16}$$

$$1111\ 0000_2 = F0_{16}$$

Hexadezimal in Binär

Jede Hexadezimalstelle wird in **4 Bit** umgewandelt.

Beispiel

$$A_{16} = 1010_2$$

$$F_{16} = 1111_2$$

Oktal und Binär

Eine Oktalstelle entspricht genau **3 Bit**.

Beispiel

$$7_8 = 111_2$$

Merksatz

- Binär ↔ Hexadezimal: immer in **4 Bit** gruppieren.
 - Binär ↔ Oktal: immer in **3 Bit** gruppieren.
 - Dezimal ↔ anderes System: mit der **Basis** rechnen.
-

Prüfungshinweis

Bei IHK-Aufgaben werden besonders häufig **Binär**, **Dezimal** und **Hexadezimal** umgerechnet.

Typische Fehler:

- Reste in falscher Reihenfolge lesen.
 - 4er-Gruppen beim Hexadezimalsystem falsch setzen.
 - A bis F falsch zuordnen.
 - Fehlende Nullen beim Gruppieren vergessen.
-

Quellen

- IT-Handbuch für Fachinformatiker

2.6 Bit und Byte

Definition

Ein **Bit** ist die kleinste Informationseinheit in der Informatik.

Ein Bit kann zwei Zustände annehmen:

- 0
- 1

Ein **Byte** besteht aus **8 Bit**.

Einheiten

Einheit	Bedeutung
Bit	kleinste Informationseinheit
Byte	8 Bit
Kilobyte	1.000 Byte
Megabyte	1.000 Kilobyte
Gigabyte	1.000 Megabyte
Terabyte	1.000 Gigabyte

Bit und Byte

Schreibweise	Bedeutung
b	Bit
B	Byte

Beispiel

1 Byte = 8 Bit

10 Byte = 80 Bit

100 MBit/s = 12,5 MB/s

Merksatz

- **b** = Bit
 - **B** = Byte
 - **1 Byte = 8 Bit**
-

Prüfungshinweis

In IHK-Aufgaben wird häufig zwischen **Bit** und **Byte** unterschieden.

Typische Fehler:

- MBit/s mit MB/s verwechseln.
 - Kleines **b** und großes **B** verwechseln.
 - Bei Datenraten die Umrechnung durch **8** vergessen.
-

Quellen

- IT-Handbuch für Fachinformatiker

2.7 SI- und Binärpräfixe

Definition

Präfixe werden verwendet, um große Datenmengen kompakt darzustellen.

In der Informationstechnik wird zwischen **SI-Präfixen** und **Binärpräfixen** unterschieden.

SI-Präfixe

SI-Präfixe basieren auf dem Dezimalsystem.

Einheit	Abkürzung	Wert
Kilobyte	kB	1.000 Byte
Megabyte	MB	1.000.000 Byte
Gigabyte	GB	1.000.000.000 Byte
Terabyte	TB	1.000.000.000.000 Byte

Binärpräfixe

Binärpräfixe basieren auf Zweierpotenzen.

Einheit	Abkürzung	Wert
Kibibyte	KiB	1.024 Byte
Mebibyte	MiB	1.048.576 Byte
Gibibyte	GiB	1.073.741.824 Byte
Tebibyte	TiB	1.099.511.627.776 Byte

Vergleich

Dezimal	Binär
kB = 1.000 Byte	KiB = 1.024 Byte
MB = 1.000 ² Byte	MiB = 1.024 ² Byte
GB = 1.000 ³ Byte	GiB = 1.024 ³ Byte
TB = 1.000 ⁴ Byte	TiB = 1.024 ⁴ Byte

Merksatz

- **kB, MB, GB, TB** = dezimal
 - **KiB, MiB, GiB, TiB** = binär
 - **1 Byte = 8 Bit**
-

Prüfungshinweis

In IHK-Aufgaben genau auf die Einheit achten.

Typische Fehler:

- GB mit GiB verwechseln.
 - MB mit MiB verwechseln.
 - Bit und Byte verwechseln.
 - Umrechnung durch **8** vergessen.
-

Quellen

- IT-Handbuch für Fachinformatiker
- IEC 60027-2

2.8 ASCII

Definition

ASCII steht für **American Standard Code for Information Interchange**.

ASCII ist eine Zeichencodierung zur Darstellung von Zeichen in Computersystemen.

Grundprinzip

Jedes Zeichen wird durch eine Zahl dargestellt.

Beispiele:

Zeichen	Dezimalwert
A	65
B	66
a	97
0	48
Leerzeichen	32

Umfang

Der ursprüngliche ASCII-Code verwendet **7 Bit**.

Damit können dargestellt werden:

$2^7 = 128$ Zeichen

Zeichenarten

ASCII enthält unter anderem:

- Buchstaben
 - Ziffern
 - Satzzeichen
 - Steuerzeichen
-

Beispiele für Steuerzeichen

Steuerzeichen	Bedeutung
LF	Line Feed / Zeilenvorschub
CR	Carriage Return / Wagenrücklauf
ESC	Escape

Merksatz

ASCII ist eine Zeichencodierung mit **7 Bit** und umfasst **128 Zeichen**.

Prüfungshinweis

ASCII ist nicht dasselbe wie Unicode. ASCII ist kleiner und kann viele internationale Zeichen nicht darstellen.

Quellen

- IT-Handbuch für Fachinformatiker
- ISO/IEC 646

2.9 Unicode

Definition

Unicode ist ein internationaler Standard zur Darstellung von Zeichen.

Unicode kann Zeichen aus vielen verschiedenen Sprachen und Schriftsystemen darstellen.

Bedeutung

Unicode wurde entwickelt, um die Einschränkungen älterer Zeichencodierungen wie **ASCII** zu überwinden.

ASCII kann nur **128 Zeichen** darstellen.

Unicode kann deutlich mehr Zeichen darstellen.

Beispiele für Unicode-Zeichen

Zeichen	Bedeutung
A	lateinischer Großbuchstabe
ä	deutscher Umlaut
€	Euro-Zeichen
Ω	griechischer Buchstabe Omega

UTF-8

UTF-8 ist eine häufig verwendete Codierung für Unicode-Zeichen.

Eigenschaften:

- kompatibel zu ASCII
 - variable Zeichenlänge
 - weit verbreitet im Web
-

Vergleich ASCII und Unicode

ASCII	Unicode
7 Bit	deutlich größerer Zeichenvorrat
128 Zeichen	viele Schriftsysteme

ASCII	Unicode
vor allem englische Zeichen	internationale Zeichen
keine Umlaute im ursprünglichen ASCII	Umlaute und Sonderzeichen möglich

Merksatz

Unicode ist ein Standard für internationale Zeichen.
UTF-8 ist eine Codierung für Unicode.

Prüfungshinweis

Unicode und UTF-8 dürfen nicht gleichgesetzt werden.

- **Unicode** = Zeichensatz / Standard
 - **UTF-8** = Codierung
-

Quellen

- IT-Handbuch für Fachinformatiker
- The Unicode Standard

2.10 Datendarstellung

Definition

Datendarstellung beschreibt, wie Informationen in einem Computersystem gespeichert und verarbeitet werden.

Computer speichern Daten intern als **Binärwerte**.

Grundprinzip

Alle Daten werden im Computer als Folge von **0** und **1** dargestellt.

Dazu gehören:

- Zahlen
 - Buchstaben
 - Bilder
 - Audio
 - Programme
-

Beispiele

Datentyp	Darstellung im Computer
Zahl	Binärzahl
Text	Zeichencodierung
Bild	Pixelwerte
Audio	digitale Abtastwerte
Programm	Maschinenbefehle

Codierung

Damit Daten verarbeitet werden können, müssen sie codiert werden.

Beispiele:

- ASCII
- Unicode
- UTF-8
- Binärzahlen
- Hexadezimalzahlen

Merksatz

Computer verarbeiten intern keine Buchstaben oder Bilder direkt, sondern **Binärdaten**.

Prüfungshinweis

In IHK-Aufgaben wird häufig gefragt, wie Zeichen, Zahlen oder Datenmengen digital dargestellt werden.

Typische Fehler:

- Zeichen mit Zeichencodierung verwechseln.
 - Bit und Byte verwechseln.
 - Binärdarstellung und Hexadezimaldarstellung verwechseln.
-

Quellen

- IT-Handbuch für Fachinformatiker

2.11 Einerkomplement

Definition

Das **Einerkomplement** ist eine Darstellungsform für negative Binärzahlen.

Dabei werden alle Bits einer positiven Binärzahl umgekehrt.

Grundprinzip

Bit	Einerkomplement
0	1
1	0

Beispiel

Positive Binärzahl:

0101

Einerkomplement:

1010

Vorzeichen

Beim Einerkomplement zeigt das höchstwertige Bit das Vorzeichen an.

Höchstwertiges Bit	Bedeutung
0	positive Zahl
1	negative Zahl

Besonderheit

Beim Einerkomplement gibt es zwei Darstellungen für die Null:

- +0
- -0

Merksatz

Beim Einerkomplement werden alle Bits invertiert.

Prüfungshinweis

Das Einerkomplement ist wichtig als Grundlage zum Verständnis des **Zweierkomplements**.

Typische Fehler:

- Einerkomplement und Zweierkomplement verwechseln.
 - Beim Einerkomplement wird nur invertiert.
 - Beim Zweierkomplement wird zusätzlich **1 addiert**.
-

Quellen

- IT-Handbuch für Fachinformatiker

2.12 Zweierkomplement

Definition

Das **Zweierkomplement** ist eine Darstellungsform für negative Binärzahlen.

Es wird häufig verwendet, um **positive und negative ganze Zahlen** im Computer darzustellen.

Bildung des Zweierkomplements

1. Positive Binärzahl bilden
2. Alle Bits invertieren
3. **1 addieren**

Beispiel

Positive Zahl:

0101

Bits invertieren:

1010

1 addieren:

1011

Vorzeichen

Höchstwertiges Bit	Bedeutung
0	positive Zahl
1	negative Zahl

Besonderheit

Im Gegensatz zum Einerkomplement gibt es beim Zweierkomplement nur **eine Darstellung für die Null**.

Merksatz

Zweierkomplement = Einerkomplement + 1

Prüfungshinweis

Das Zweierkomplement wird in IHK-Aufgaben häufig zur Darstellung negativer Binärzahlen verwendet.

Typische Fehler:

- Nur invertieren und die **+1** vergessen.
 - Einerkomplement und Zweierkomplement verwechseln.
 - Das höchstwertige Bit als Vorzeichenbit übersehen.
-

Quellen

- IT-Handbuch für Fachinformatiker

2.13 Gleitkommazahlen

Definition

Gleitkommazahlen sind Zahlen mit Nachkommastellen.

Sie werden verwendet, wenn sehr kleine oder sehr große Zahlen dargestellt werden müssen.

Beispiele

- 3,14
 - 0,0005
 - 1.000.000
 - -12,75
-

Grundprinzip

Eine Gleitkommazahl besteht vereinfacht aus:

Bestandteil	Bedeutung
Vorzeichen	positiv oder negativ
Mantisse	eigentliche Ziffernfolge
Exponent	Verschiebung des Kommas

Bedeutung

Gleitkommazahlen werden häufig verwendet für:

- Messwerte
 - wissenschaftliche Berechnungen
 - Grafikberechnungen
 - Audio- und Bildverarbeitung
-

Besonderheit

Gleitkommazahlen können Rundungsfehler verursachen, weil nicht jede Dezimalzahl exakt binär dargestellt werden kann.

Merksatz

Gleitkommazahlen dienen zur Darstellung von Zahlen mit Nachkommastellen.

Prüfungshinweis

Gleitkommazahlen sind nicht immer exakt. Bei Berechnungen können Rundungsfehler entstehen.

Typische Fehler:

- Gleitkommazahlen mit Ganzzahlen verwechseln.
 - Rundungsfehler nicht beachten.
 - Mantisse und Exponent verwechseln.
-

Quellen

- IT-Handbuch für Fachinformatiker
- IEEE 754