



A: DATEN CODIEREN 1: Zahlensysteme, Bit&Bytes

Einleitung

SI-Präfixe: [T] → Tera → 10^{12} → 1'000'000'000'000 → Billion
[G] → Giga → 10^9 → 1'000'000'000 → Milliarde
[M] → Mega → 10^6 → 1'000'000 → Million
[k] → kilo → 10^3 → 1'000 → Tausend

IEC-Präfixe: [Ti] → Tebi → 2^{40} → 1'099'511'627'776
[Gi] → Gibi → 2^{30} → 1'073'741'824
[Mi] → Mebi → 2^{20} → 1'048'576
[Ki] → Kibi → 2^{10} → 1'024
IEC-Präfixe nur im Zusammenhang mit Speichergrossen!

Bit/Byte: Bit = **B**inary digit
8 Bit = 1 Byte
16 Bit = 1 Word
Abkürzung für Bit = b
Abkürzung für Byte = B
LSB = "Least Significant Bit" oder das kleinstwertigste Bit
MSB = "Most Significant Bit" oder das höchstwertigste Bit
(Die Beschriftung der LSB- bzw. MSB-Leitung ist z.B. bei Parallelverbindungen wichtig, damit ein Stecker nicht falsch herum angeschlossen wird)

In der IT wichtige Zahlensysteme:

- **BIN: Binärsystem**, Zweiersystem, Dualsystem
Basis: 2
Zeichenvorrat: 0, 1
- **OCT: Oktalsystem**, Achtersystem
Basis: 8
Zeichenvorrat: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
- **DEZ: Dezimalsystem**, Zehnersystem
Basis: 10
Zeichenvorrat: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
- **HEX: Hexadezimalsystem**, Sechzehnersystem
Basis: 16
Zeichenvorrat: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A (10), B (11), C (12), D (13), E (14), F (15)
(Eine Hex-Ziffer = vierstelligen Dualzahl oder 4 Bit)

Falls sie mit diesen vier Zahlensystemen noch nicht vertraut sind, verlangen sie von der Lehrperson eine Einführung!



Vermischte Aufgaben

Hinweis: Bei der einen oder anderen Aufgabe stossen sie je nach Vorbildung auf Fragen oder ihnen fehlt gänzlich das Vorwissen. Scheuen sie sich in diesem Fall nicht, die Lehrperson zu fragen. Er wird sie gerne ins Thema einführen.

1. Erstellen sie eine leere Tabelle mit 6 Kolonnen und 16 Zeilen. Füllen sie diese wie folgt aus:
 1. Kolonne: Dezimalzahlen von 0 bis 15
 2. Kolonne: Hexadezimalzahlen von 0 bis F
 3. Kolonne, 4. Kolonne, 5. Kolonne und 6. Kolonne die entsprechenden BinärzahlenStudieren sie nun ihre fertig ausgefüllte Tabelle, insbesondere die Kolonnen mit den Binärwerten. Was stellen sie fest?
2. Wandeln sie die folgende Dezimalzahl ohne Taschenrechner in die entsprechende Binärzahl um: 911
3. Wandeln sie die folgende Binärzahl ohne Taschenrechner in die entsprechende Dezimalzahl um: 1011'0110
4. Wandeln sie die folgende Binärzahl ohne Taschenrechner in die entsprechende Hexadezimalzahl um: 1110'0010'1010'0101
5. Was ergibt die Addition der beiden binären Zahlen 1101'1001 und 0111'0101? Beachten sie, dass für das Resultat ebenfalls nur 8 Binärstellen zur Verfügung stehen.
6. Was könnten die beiden folgenden binären Wert für eine Bedeutung haben?
(Tipp: a. ins Dezimalsystem umrechnen, b. ins Hexadezimalsystem umrechnen)
 - a. 1100 0000 . 1010 1000 . 0100 1100 . 1101 0011
 - b. 1011 1110 - 1000 0011 - 1000 0101 - 1101 0101 - 1110 0100 - 1111 1110
7. Für Linux-Fans: Was könnte die folgende in einem Bash-Script entdeckte Zeile für eine Bedeutung haben? `chmod 751 CreateWeeklyReport`
8. Dimensionieren sie für den Matterhorn-Express, wo insgesamt 107 Gondeln die Touristen von Zermatt auf den Trockenen-Steg befördern, die Codebreite des Binärcodes für die Kabinenzählung.
9. Sie untersuchen einen Arbeitsspeicher mit 12-Bit-Adress- bzw. 16-Bit-Datenbus. Welche Speicherkapazität in kiB besitzt dieser? (Hinweis: 1kiB=1024B)
10. Zwei Geräte sind mit einer seriellen Leitung und zusätzlichem Taktsignal verbunden. Das Taktsignal beträgt 1MHz.
 - a. Wie viele Bytes können damit pro Sekunde übertragen werden?
 - b. Wie viele Bytes pro Sekunde könnten übertragen werden, wenn die Verbindung der beiden Geräte nicht seriell, sondern 8 Bit-parallel wäre?



11. Bei den bisherigen Aufgaben zu Binärcodes, handelte es sich immer um positive, numerische Werte. Bei den Programmiersprachen spricht man vom Datentyp "unsigned integer". Hin und wieder möchte man aber auch die negative Zahlenwelt miteinbeziehen, man nennt dies dann "signed integer", was mit vorzeichenbehaftete Ganzzahl übersetzt werden kann.

(Wobei man gut beraten ist, abzuwägen, ob der Mehraufwand für negative Zahlen tatsächlich gerechtfertigt ist, wie folgendes Beispiel aus der Physik zeigt: Die Celsius-Temperaturskala kennt negative Werte, die Kelvin-Temperaturskala hingegen nicht und beide Skalen messen dieselbe Temperatur. Zum Beispiel entspricht der absolute Temperatur-Nullpunkt (nichts kann kälter sein, dass ist in diesem Fall entscheidend) -273 Grad Celsius aber eben auch 0 Grad Kelvin, Wasser schmilzt bei 0 Grad Celsius bzw. 273 Grad Kelvin und der heutige Sommer bot angenehme 35 Grad Celsius oder eben 308 Grad Kelvin)

Möchte man den binären Zahlenstrahl in den negativen Bereich erweitern, liegt die Versuchung nahe, das erste Bit (MSB) als Vorzeichen zu verwenden. Funktioniert leider nicht bzw. nicht in allen Fällen! Die Lösung die funktioniert, nennt man Zweierkomplement. Was darunter zu verstehen ist, wird im Internet unzählige Male erklärt.

Nun zur Aufgabe: Wir gehen von einer Verarbeitungsbreite von einem Byte aus. (Datenbusbreite: 1Byte)

- Nennen sie kleinster und grösster Binärwert bzw. Dezimaläquivalent im Falle von unsigned bzw. Vorzeichenlos.
- Nennen sie kleinster und grösster Binärwert bzw. Dezimaläquivalent im Falle von signed bzw. Vorzeichenbehaftet.
- Wandeln sie die Dezimalzahl +83 in einen vorzeichenbehafteten Binärwert um. (signed)
- Wandeln sie die Dezimalzahl -83 in einen vorzeichenbehafteten Binärwert um. (signed)
- Addieren sie die beiden erhaltenen Binärwerte zusammen. Es sollte 0 ergeben!
- Wandeln sie die Dezimalzahl 0 in einen vorzeichenbehafteten Binärwert um. (signed). Hat ihre vorangegangene Addition auch diesen Binärwert ergeben?
- Warum können sie bei der gegebenen Datenbusbreite von 1 Byte die Dezimalzahl +150 nicht in einen vorzeichenbehafteten Binärwert umwandeln? *(Ziehen sie daraus ihre Lehren für zukünftige Programmiersprachkurse: Immer den korrekten Datentyp in der verlangten Grösse wählen)*

12. Bisher haben wir immer von ganzen Zahlen gesprochen. Oft genügt das in der realen Welt aber nicht. Dazu ein Beispiel: Teile ich die Ganzzahl 1 durch die Ganzzahl 3 und multipliziere sie darauf wieder mit der Ganzzahl 3 erhalte ich, sofern der Compiler/Interpreter nicht trickst, die Ganzzahl 0, was bekanntlich falsch ist. Dies weil das Resultat der Division nicht als 0.3333333 sondern als ganze Zahl 0 (Nachkommastellen werden ignoriert) zwischengespeichert wird. Benötigt wird also ein Datentyp, der mit Fließkommazahlen (Floating Point Numbers) klarkommt. Wie würden sie eine solche Fließkommazahl definieren, und wie sie digital abspeichern? Machen sie dazu einen Vorschlag.



13. Erstellen sie die Wahrheitstabellen für die folgenden Funktionen:
- a. Logisch UND/AND (mit zwei Eingangs- und einer Ausgangsvariablen)
 - b. Logisch ODER/OR (mit zwei Eingangs- und einer Ausgangsvariablen)
 - c. Logisch NICHT/NOT (mit einer Eingangs- und einer Ausgangsvariablen)
 - d. Logisch EXOR (mit zwei Eingangs- und einer Ausgangsvariablen)
14. Eine in der Computertechnik wichtige mathematische Funktion ist die Restwert- oder Modulo-Funktion mit dem in z.B. Java und C verwendeten Operationszeichen %.
- Versuchen sie nun die folgende Berechnungen auszuführen. Was stellen sie fest?
- a. $11 \% 2 = ?$
 - b. $10 \% 2 = ?$
 - c. $10 \% 3 = ?$
 - d. $10 \% 5 = ?$
 - e. $10 \% 9 = ?$

4. HEX-Editor und Notepad++

Im folgenden werden zwei für uns wichtige Werkzeuge behandelt, die sie auf ihrem Notebook installieren sollen:

HEX-Editor HxD

Unter einem HEX-Editor versteht man ein Computerprogramm, mit dem sich die Bytes beliebiger Dateien als Folge von Hexadezimalzahlen darstellen und bearbeiten lassen. Im Internet findet man einige Online-HEX-Editoren wie z.B. diesen:

<https://hexed.it/>

Wer es gerne lokal als Applikation mag, findet z.B. die HEX-Editor-App HxD unter dem folgenden Link: <https://mh-nexus.de/de/hxd/>

Notepad++

Notepad++ ist ein freier Texteditor für Windows und kompatible Betriebssysteme und dem Standard-Texteditor von Windows eindeutig überlegen. Als Zeichensätze werden ASCII und verschiedene Unicode-Kodierungen unterstützt. Notepad++ findet man unter dem folgenden Link: <https://notepad-plus-plus.org/>

5. Aufgabe zu Notepad++ und HxD

Sie erhalten eine ZIP-Datei switzerland.zip unter folgendem Link:

<https://juergarnold.ch/Codesysteme/switzerland.zip>

Laden sie die ZIP-Datei auf ihren Notebook und extrahieren sie die binäre Datei switzerland.bin. Untersuchen sie diese mit Notepad++ und HxD. In der Datei verstecken sich vier vorzeichenlose 16-Bit-Ganzzahlen. Jede davon hat einen Bezug zur Schweiz. Wandeln sie die vier Zahlen je in ihr Dezimaläquivalent um und geben sie einen Tipp ab, was deren CH-Bedeutung sein kann.