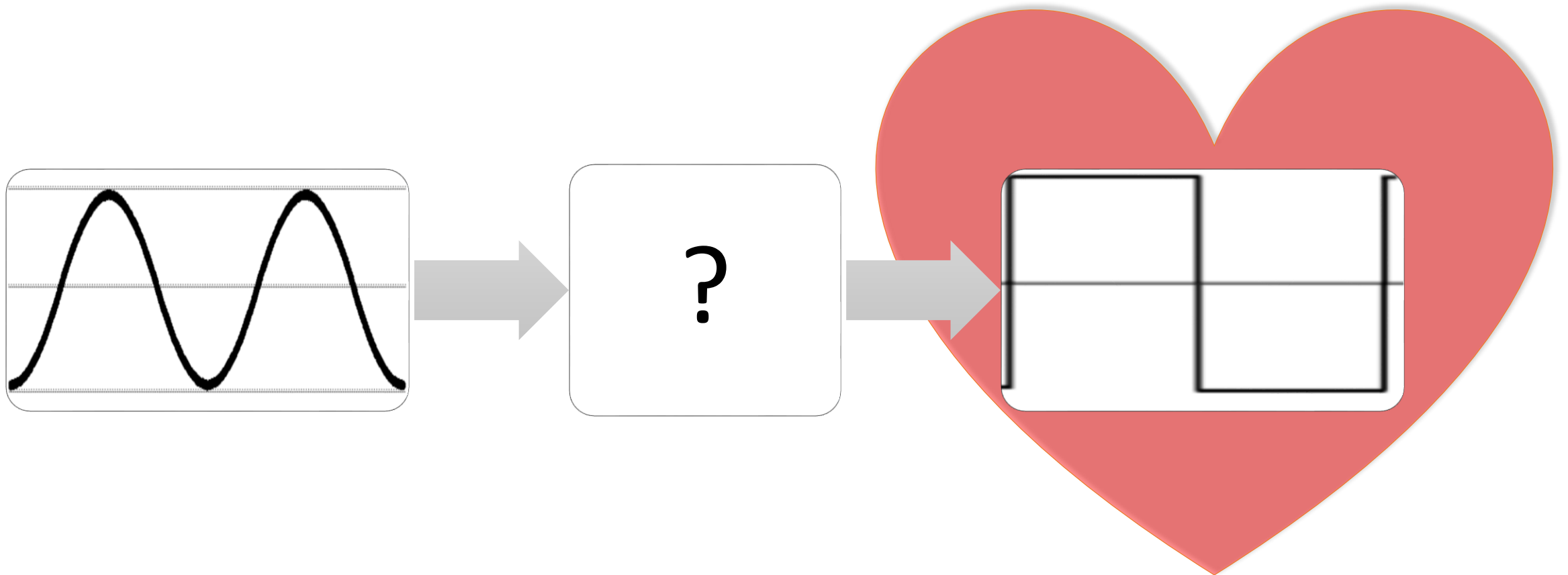


Digitaltechnik

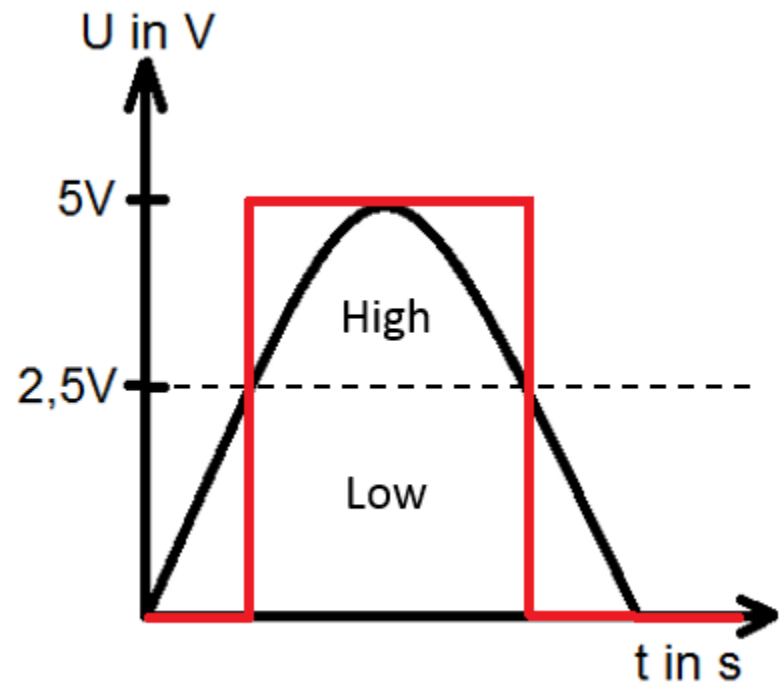
1. Tutorium

Aufgabe: Digitalisierung

- Bei der Digitalisierung wandelt man analoge in digitale Signale um
-> Wertzuweisung um logisch arbeiten zu können



Wie digitalisiere ich analoge Signale?



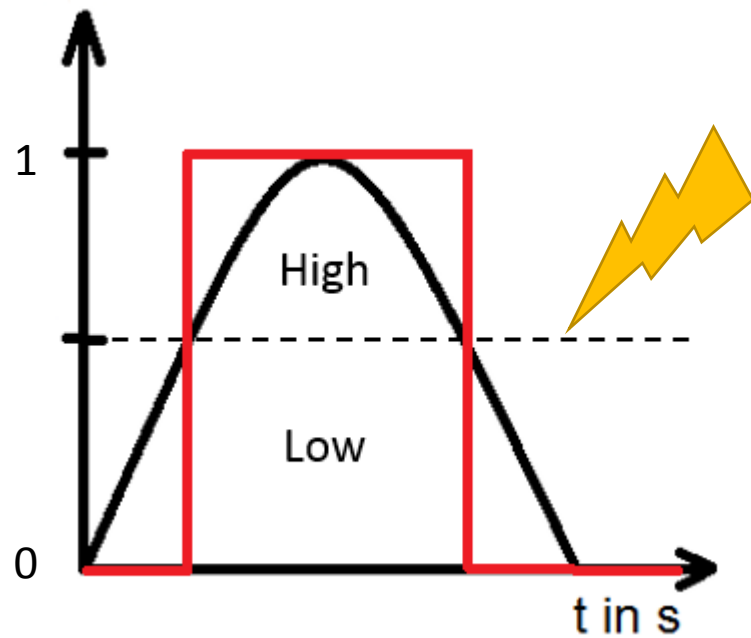
- Wertintervalle festlegen

z.B.:

- Wertintervalle:

0-2,5 V „Low“

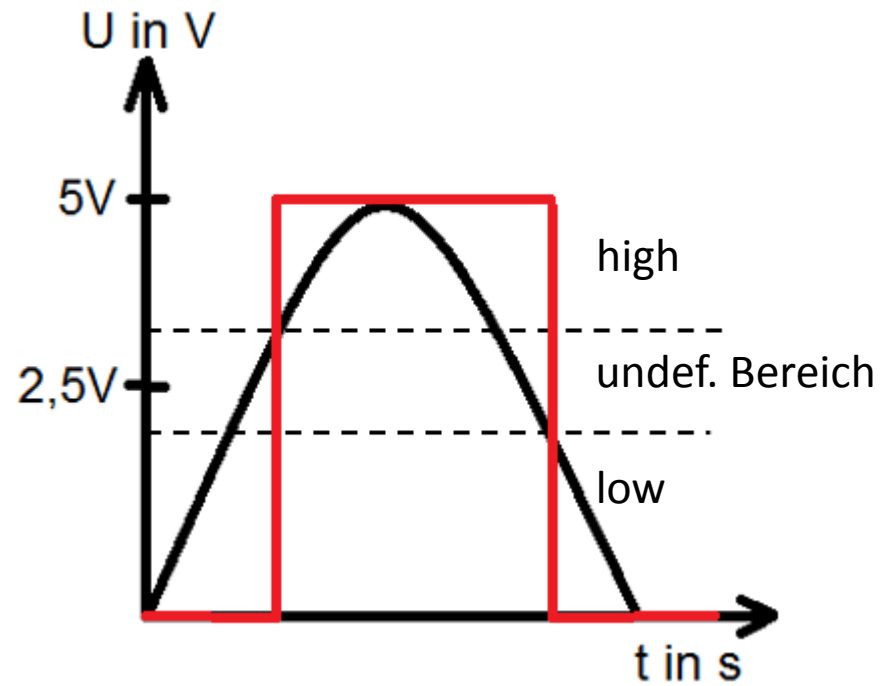
2,5-5 V „High“



- High entspricht der logischen 1
- Low entspricht der logischen 0

Achtung!

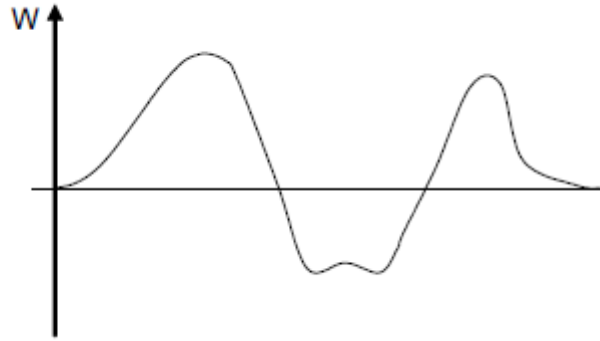
Bei 2,5V weiß man nicht ob high oder low.



- Im undefinierten Bereich ist die Wertzuweisung „willkürlich“

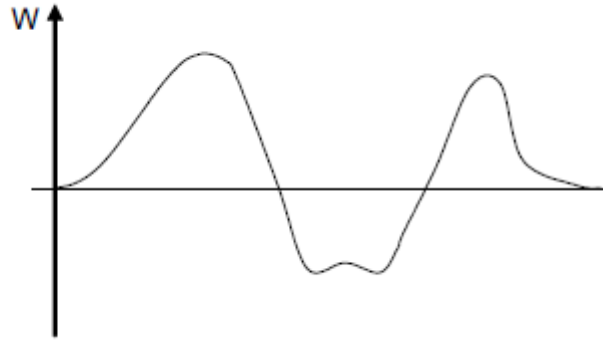
Diskrete Signale

kontinuierliches
Signal

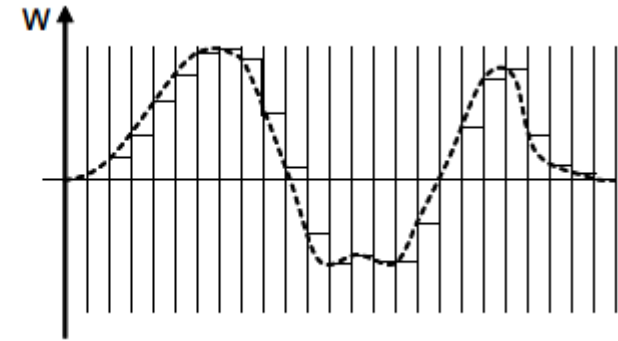


Diskrete Signale

kontinuierliches
Signal

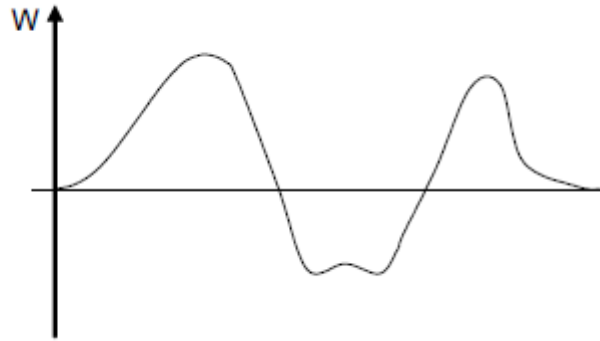


zeitdiskretes,
wertkontinuierliches
Signal

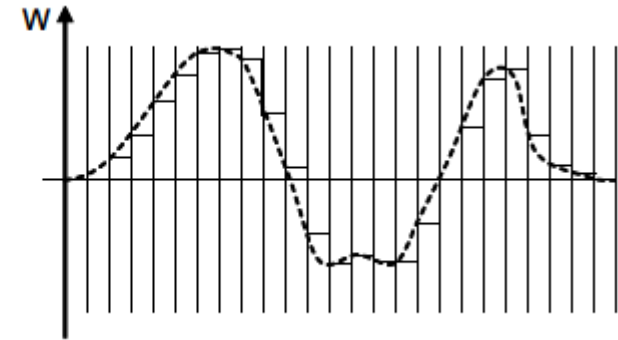


Diskrete Signale

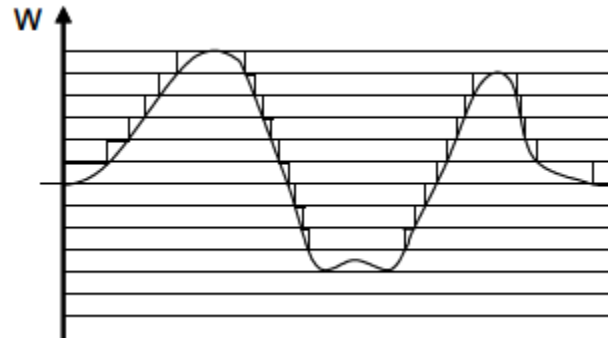
kontinuierliches
Signal



zeitdiskretes,
wertkontinuierliches
Signal

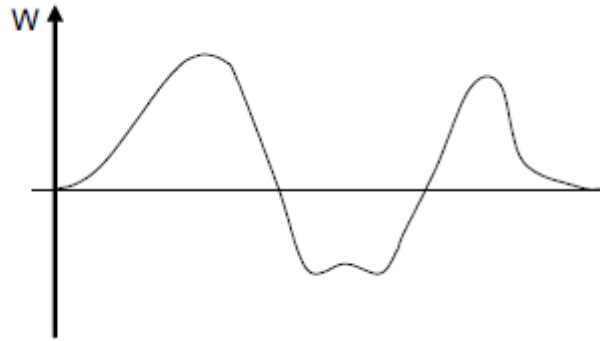


zeitkontinuierliches,
wertdiskretes
Signal:
Digitales Signal

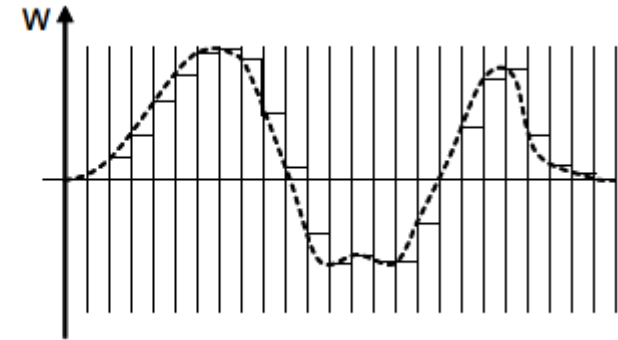


Diskrete Signale

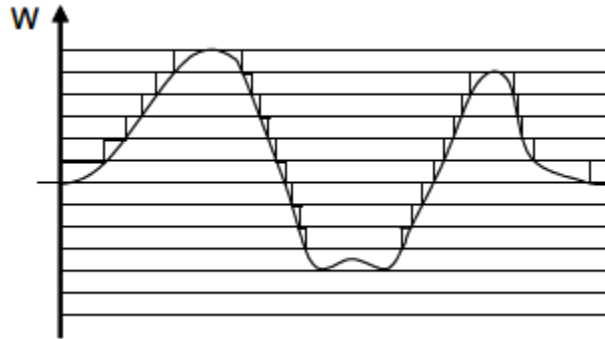
kontinuierliches
Signal



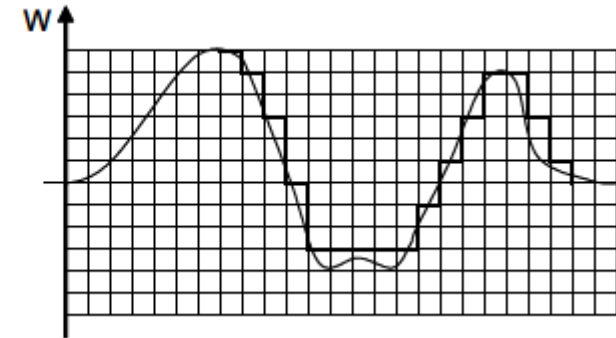
zeitdiskretes,
wertkontinuierliches
Signal



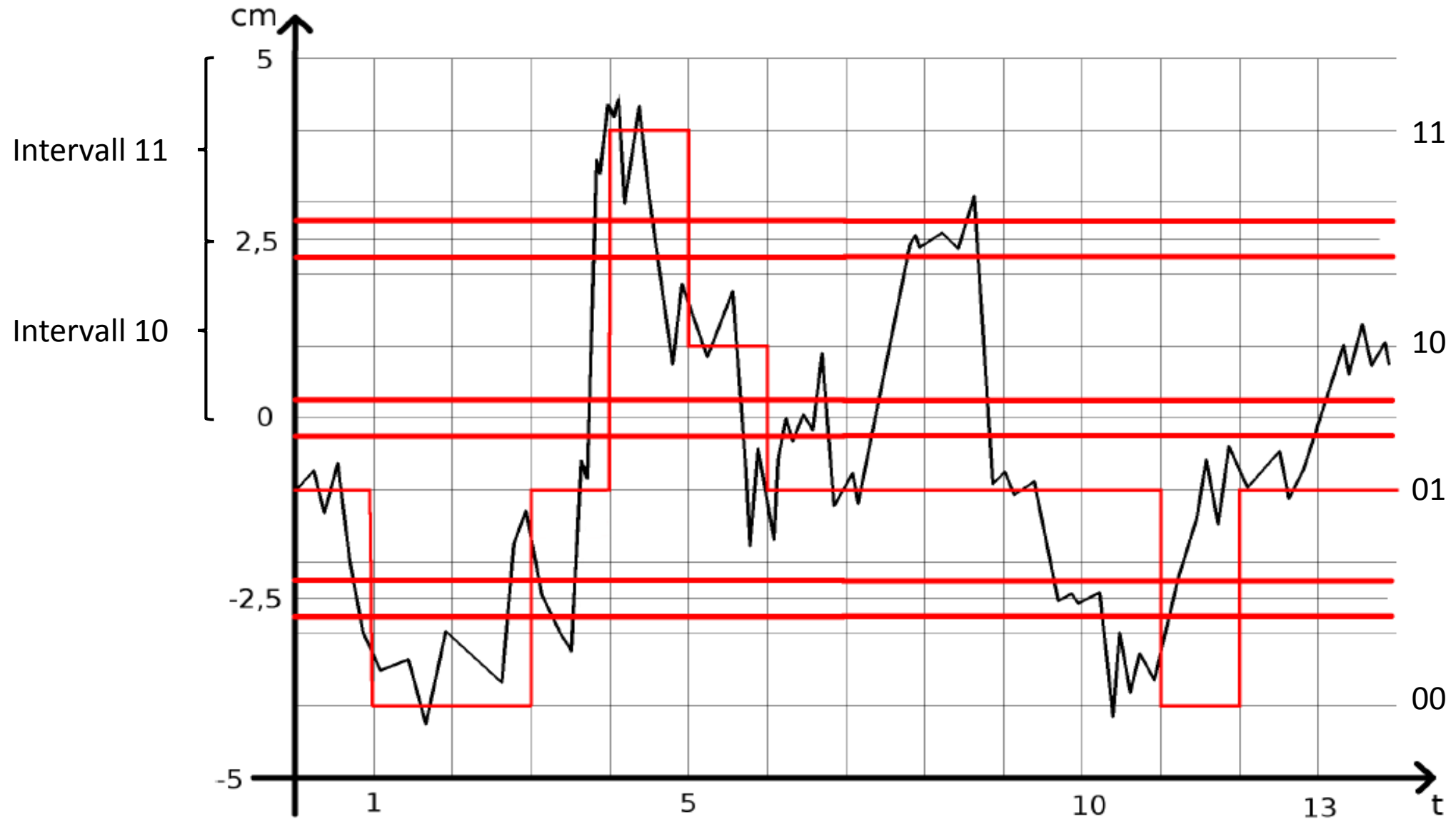
zeitkontinuierliches,
wertdiskretes
Signal:
Digitales Signal



zeitdiskretes,
wertdiskretes
Signal:
Digitales Signal



Lösung 1.1/1.2



Lösung 1.3

Intervall	Signalwert
-5 bis -2,5	00
-2,5 bis 0	01
0 bis 2,5	10
2,5 bis 5	11

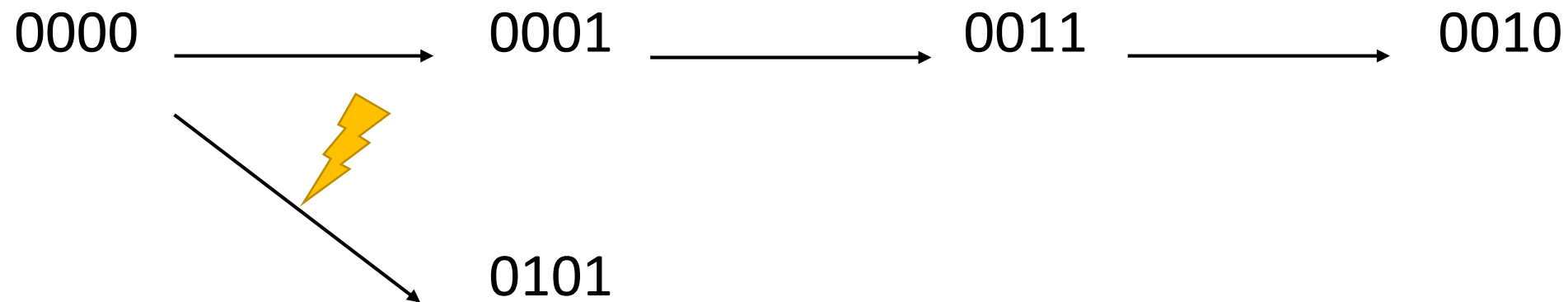


2 Bit je Wert

Bei 100 Abtastpunkten $\rightarrow 2\text{bit} \cdot 100 = 200\text{bit}$

Aufgabe: Hammingdistanz

Grey-Code (HD= 1)



- Codes
- Fehlererkennung & -behebung

Formeln Binärcodes

- Kombinationen N mit n Binärsignalen:

$$N = 2^n$$

- Anzahl Binärsignale bei N Codewörter:

$$n = \lceil \lg N \rceil$$

$$\left[\begin{array}{l} \bullet \text{ Absolute Redundanz:} \\ \bullet \text{ Relative Redundanz:} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} R = 2^n - N \\ r = \frac{R}{2^n} \end{array}$$

- Hammingdistanz:
entspricht der Anzahl der Bits die von einem Code zum anderen kippen

HD=1 z.B.: 011 -> 010 -> 110 -> 100

Fehlererkennung & Korrektur

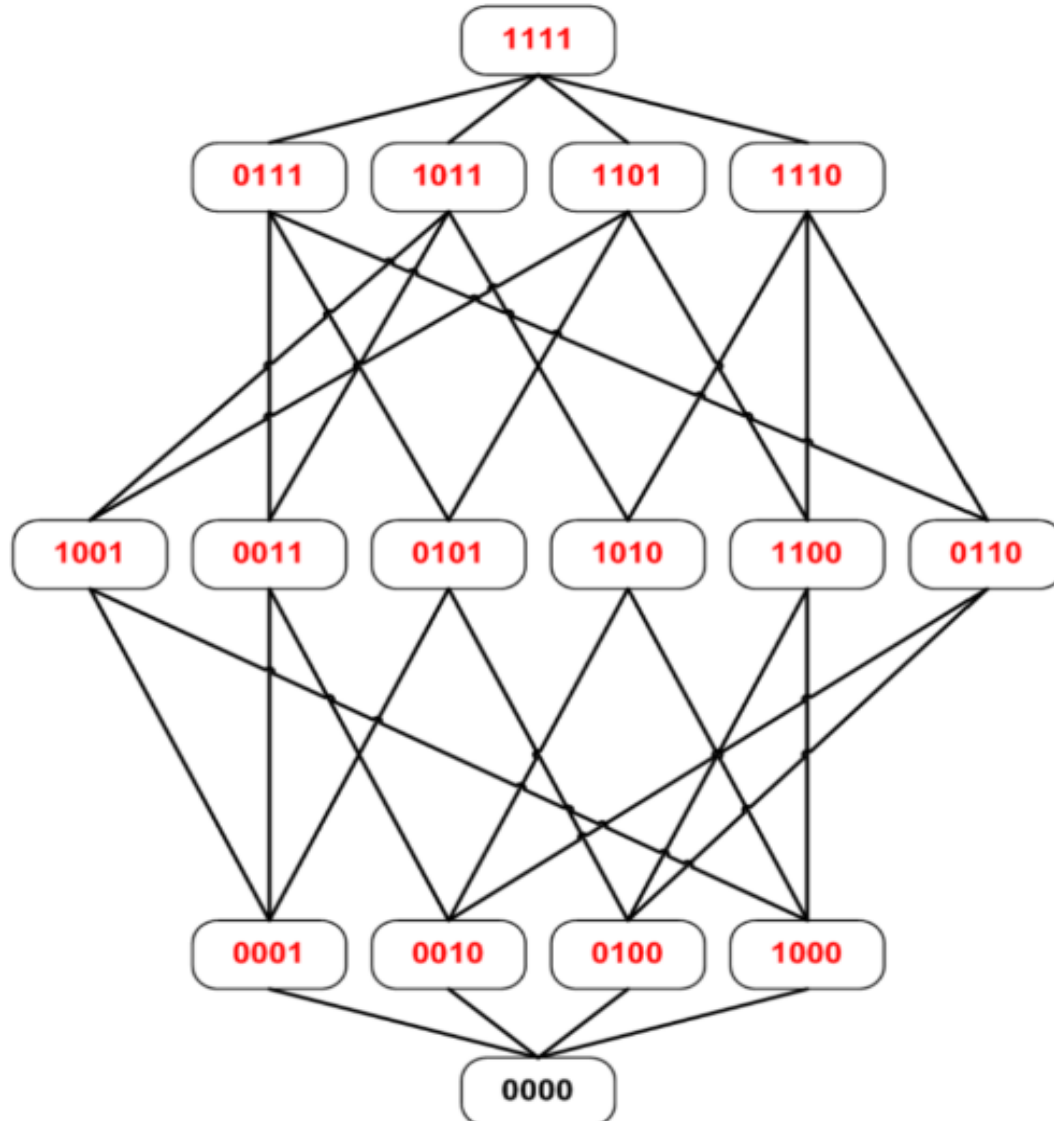
(siehe Formelblatt)

- Korrigierbare Fehleranzahl bei ungerader HD: $F_K = \frac{(HD-1)}{2}$
- Erkennbare Fehleranzahl: $F_e = HD - 1$

Aufgabe 3

- Kombinationen N mit n Binärsignalen: $N = 2^n$
- Anzahl Binärsignale bei N Codewörter: $n = \lceil \lg N \rceil$
- Korrigierbare Fehleranzahl bei ungerader HD: $F_K = \frac{(HD-1)}{2}$
- Erkennbare Fehleranzahl: $F_e = HD - 1$

Lösung 3.1 & 3.2



- $\lceil \lg \text{anzahlcodewörter} \rceil$
= $\lceil \lg 8 \rceil$
= **3**

- Anzahl Codewörter
= $2^N = 2^4 = \mathbf{16}$

Lösung 3.3

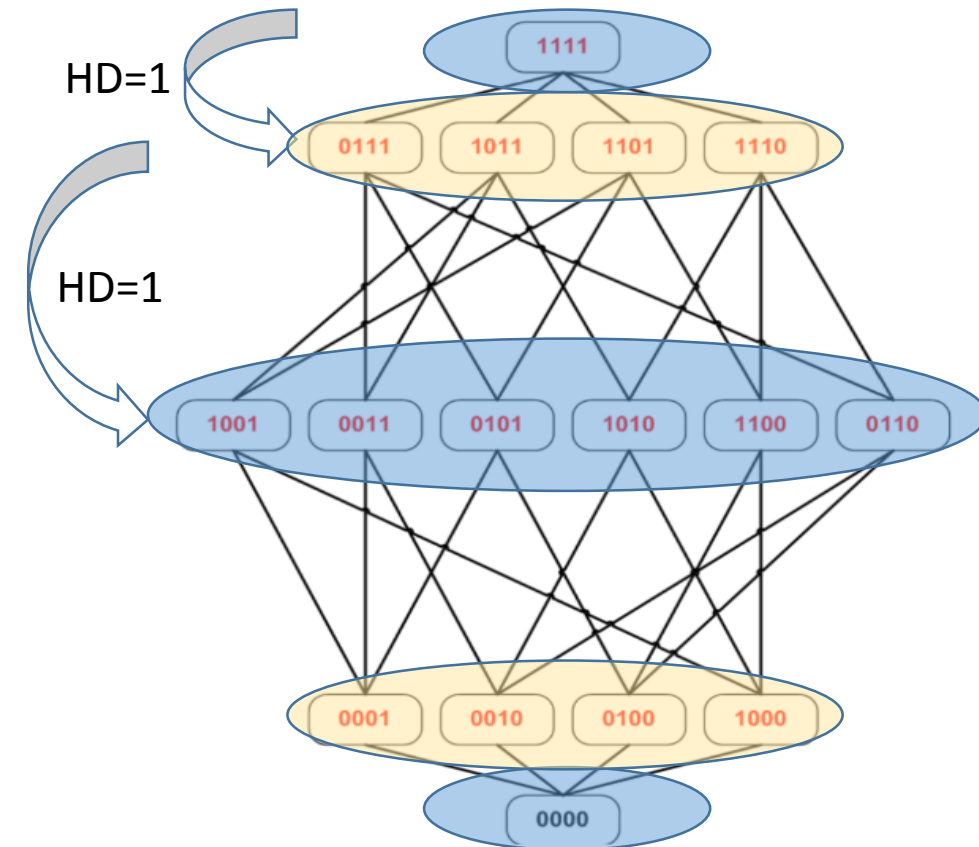
- Erkennbare Fehleranzahl:

$$F_e = 1 = HD - 1$$

$$\longrightarrow HD = 2$$

→ HD mind. 2, um 1 Fehler zu erkennen

$$F_e = HD - 1$$



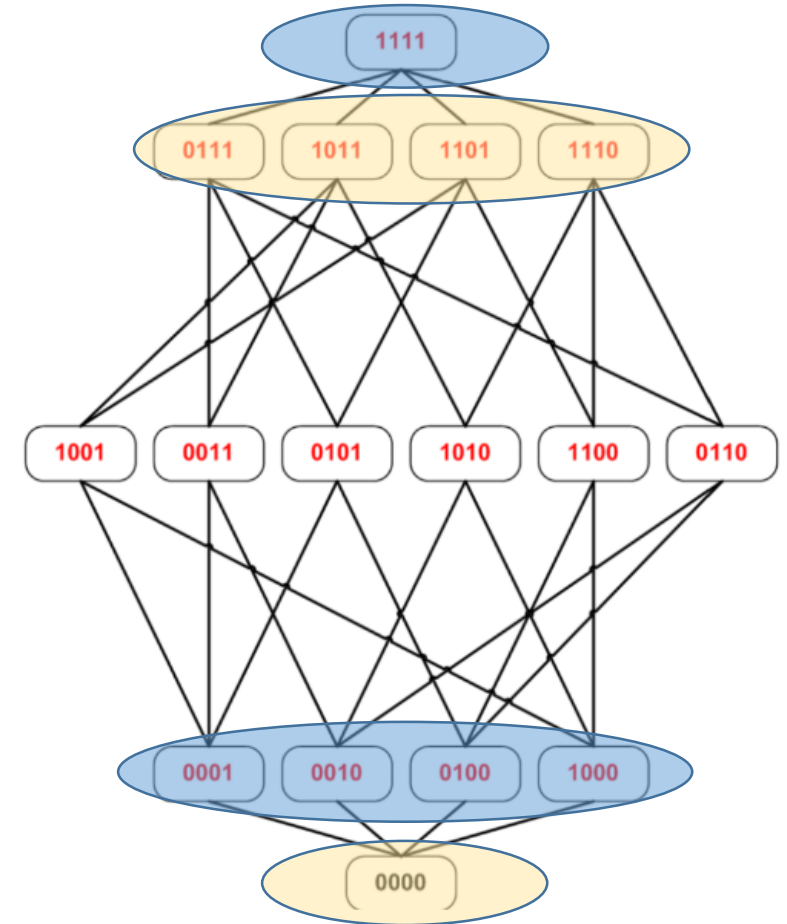
Lösung 3.4

- 5 mögliche Codewörter
- Korrigierbare Fehleranzahl bei ungerader HD:

$$F_K = \frac{(HD-1)}{2} = \frac{(3-1)}{2} = 1$$

- Erkennbare Fehleranzahl:

$$F_e = HD - 1 = 3 - 1 = 2$$



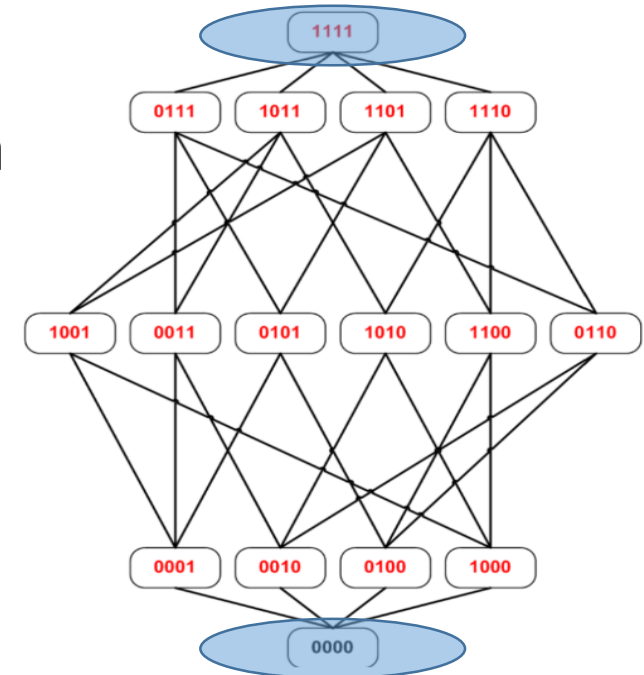
Lösung 3.5

- Korrigierbare Fehleranzahl bei ungerader HD: $F_K = \frac{(HD-1)}{2}$
- Erkennbare Fehleranzahl : $F_e = HD - 1$

—————> 1-Bit-Fehler korrigierbar & 2-Bit-Fehler
erkennbar **ODER** 3-Bit-Fehler erkennbar

- HD=4 bei 4 Bit bedeutet, dass alle Bits kippen müssen

0000,1111	1000,0111	1100,0011	1110,0001
0010,1101	0100,1011	0101,1010	0110,1001



Aufgabe Paritätsprüfung

Sender

Nachricht
wird codiert
(z.B. mit ASCII)



Empfänger

codierte Nachricht wird
empfangen und
decodiert

Empfänger erkennt Fehler durch Paritätsprüfung

Paritätsprüfung

Ziffer	BCD-Code mit gerader Parität				
5	0	1	0	1	0
4	0	1	0	0	1
1	0	0	1	1	1
3	0	0	1	1	0
7	0	1	1	1	1
6	0	1	1	0	0
Prüfwort	0	0	1	0	1

Zeile mit Fehler
(ungerade Parität)

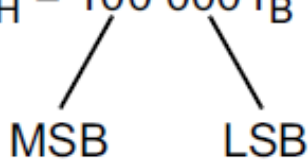
Spalte mit Fehler
(ungerade Parität)

ASCII-Code

- Binäre Codierung von alphabetischen Zeichen

MSB: Most Significant Bits LSB: Least Significant Bits

Beispiel: $A = 41_H = 100\ 0001_B$



(k aus m)-Code:

z.B. (2 aus 4)-Code bedeutet: 2 Einsen bei 4 Bit -> 0011, 1001 etc..

Anzahl der Codewörter: $\binom{m}{k} = \frac{m!}{k!(m-k)!}$

Lösung 2.1 & 2.2

Zeichen	Codewort							Parität
r	1	1	1	0	0	1	0	1
y	1	1	1	1	0	0	1	1
c	1	1	0	0	0	1	1	1
h	1	1	0	1	0	0	0	0
d	1	1	0	0	1	0	0	1
i	1	1	0	1	0	0	1	1
g	1	1	0	0	1	1	1	0
Prüfwort	0	0	1	0	1	0	1	0

$$N = \binom{7}{4} = \frac{7!}{4! (7-4)!} = \frac{7!}{4! * 3!} = \frac{7 * 6 * 5}{3 * 2 * 1} = \frac{210}{6} = 35$$

Lösung 2.3

- 35 gültige Codewörter (siehe 2.2)
- Wird eine der vier „1“ umsortiert, kippen 2 bits

z.B. 1111000 \longrightarrow 0111001

- Daher mind. HD = 2
- Bei mind. HD = 2 \longrightarrow Einzelfehler werden erkannt (siehe 3)

Lösung 2.3

1. Zeichen: r – nicht fehlerhaft (4 Einsen – gültiges Codewort)
2. Zeichen: y – fehlerhaft (5 Einsen – ungültiges Codewort)
3. Zeichen: c – nicht fehlerhaft (4 Einsen – gültiges Codewort)
4. Zeichen: h – fehlerhaft (3 Einsen – ungültiges Codewort)
5. Zeichen: d – fehlerhaft (3 Einsen – ungültiges Codewort)
6. Zeichen: i – nicht fehlerhaft (4 Einsen – gültiges Codewort)
7. Zeichen: g – fehlerhaft (5 Einsen – ungültiges Codewort)