GTI – ÜBUNG 1

DISKRETISIERUNG, INFORMATIONSGEHALT UND CODIERUNG

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Zugriff auf diesen Foliensatz

- Foliensatz ist inoffiziell
- Er basiert auf der Musterlösung zu den Aufgaben
- Er ist an manchen Stellen umfangreicher als die Musterlösung

Download-Link:

https://gtiuebung.de

Bei Fragen, Kritik und Sonstigen:

jspnbg@web.de

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 - Diskretisierung

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Beschreibung

- Es soll ein analoges Signal in ein 4-wertiges Digitalsignal umgewandelt werden. Der Eingangsspannungsbereich des Analogsignals beträgt 0-10 Volt. Der undefinierte Bereich zwischen zwei Digitalwerten soll 1/3 des Intervalls eines Digitalwertes betragen.

Aufgabe 1 - Diskretisierung

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

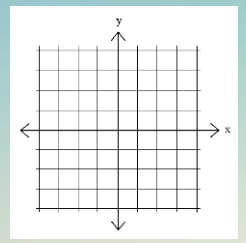
Begriffsklärung:

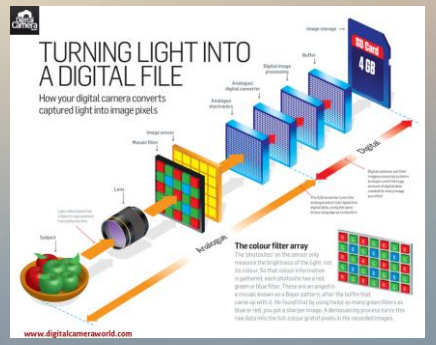
Analogsignal:	zeit- und wertekontinuierlich (z.B. physikalische Größen)
Digitalsignal:	zeit- und wertediskret
Digitalisierung:	Umwandeln eines Analogsignals in ein Digitalsignal
Diskretisierung:	Einschränken der Menge möglicher Werte
Undefinierter Bereich:	weiche Diskriminationsgrenze zwischen zwei Intervallen, d.h. in diesem Bereich wird der alte Wert beibehalten und erst beim Eintreten in den nächsten Bereich geändert

Exkurs: Analogsignale

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Empfänger
- Analoges Signal
- Analog-Digital-Wandlung





Aufgabe 1 - Diskretisierung

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

Gegeben: 4-wertiges Digitalsignal → 3 undefinierte Bereiche

U_{EIN} = 0-10 V

Undefinierter Bereich = $\frac{1}{3}$ des Intervalls eines Digitalwertes

Lösung: Intervallanzahl = $4 + {}^1/_3 + {}^1/_3 + {}^1/_3 = 5$

Größe eines Intervalls = $|U_{EIN}|$ / Intervallanzahl = 10 V / 5 = 2 V

→ undefinierter Bereich: 2/3 V

I_1 = [0 V, 2V] $I_2 = [2\ {}^2/_3\ V, 4\ {}^2/_3\ V]$

$I_3 = [5\ {}^1/_3\ V, 7\ {}^1/_3\ V]$ I_4 = [8V, 10V]

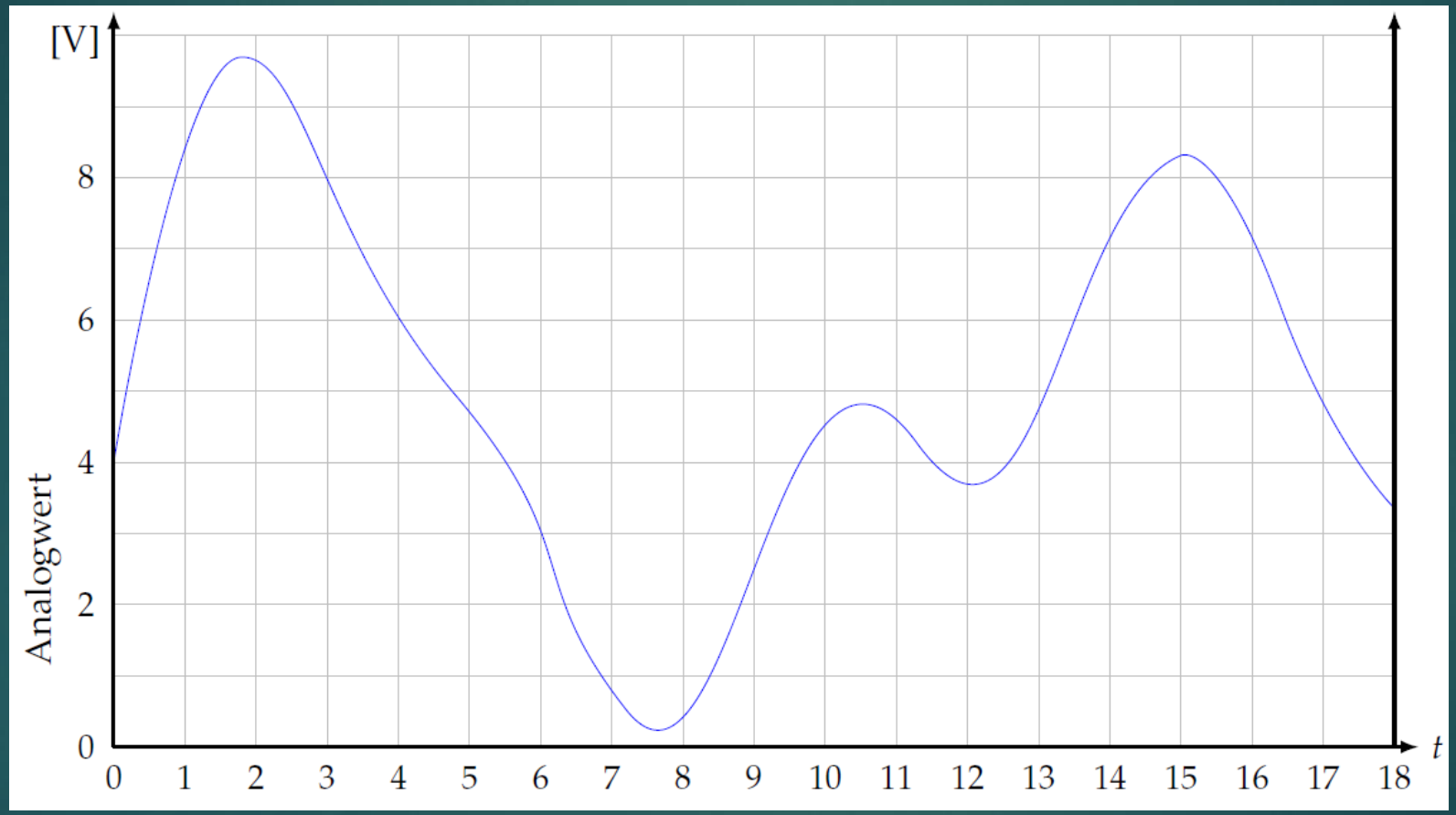
Aufgabe 1 - Diskretisierung

- Führen Sie zunächst eine Wertdiskretisierung durch. Beim Verlassen eines Werteintervalls soll der digitalisierte Wert solange erhalten bleiben, bis das analoge Signal in das nächste Werteintervall eintritt. Führen Sie anschließend eine Zeitdiskretisierung durch. Zeichnen Sie die beiden Signalverläufe in das unten gegebene Schaubild ein. Die Abtastzeitpunkte sind dabei synchron zu den eingezeichneten Gitterlinien.

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 1 - Diskretisierung

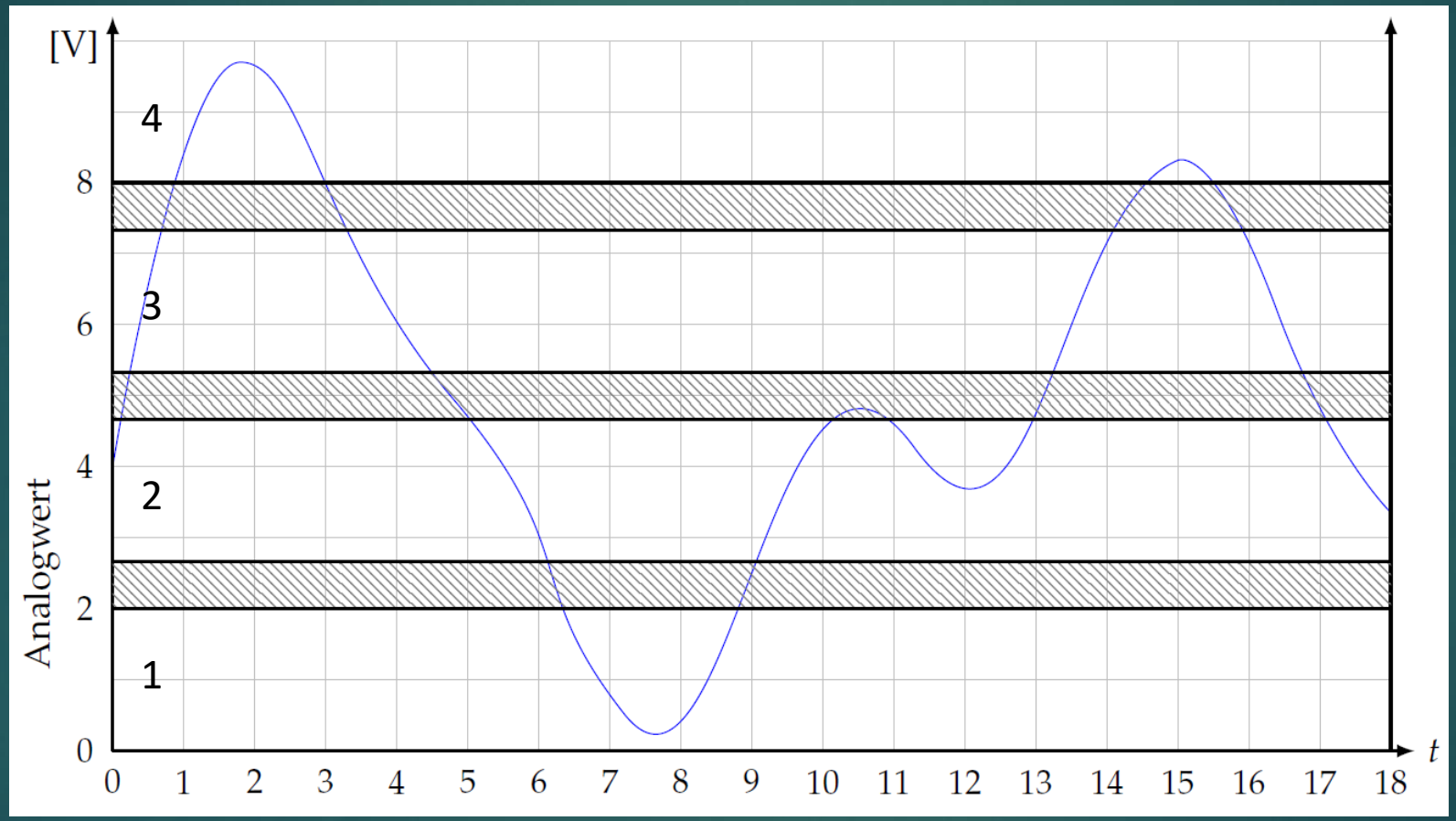
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck



Übersicht über den Verlauf des Analogsignals

Aufgabe 1 - Diskretisierung

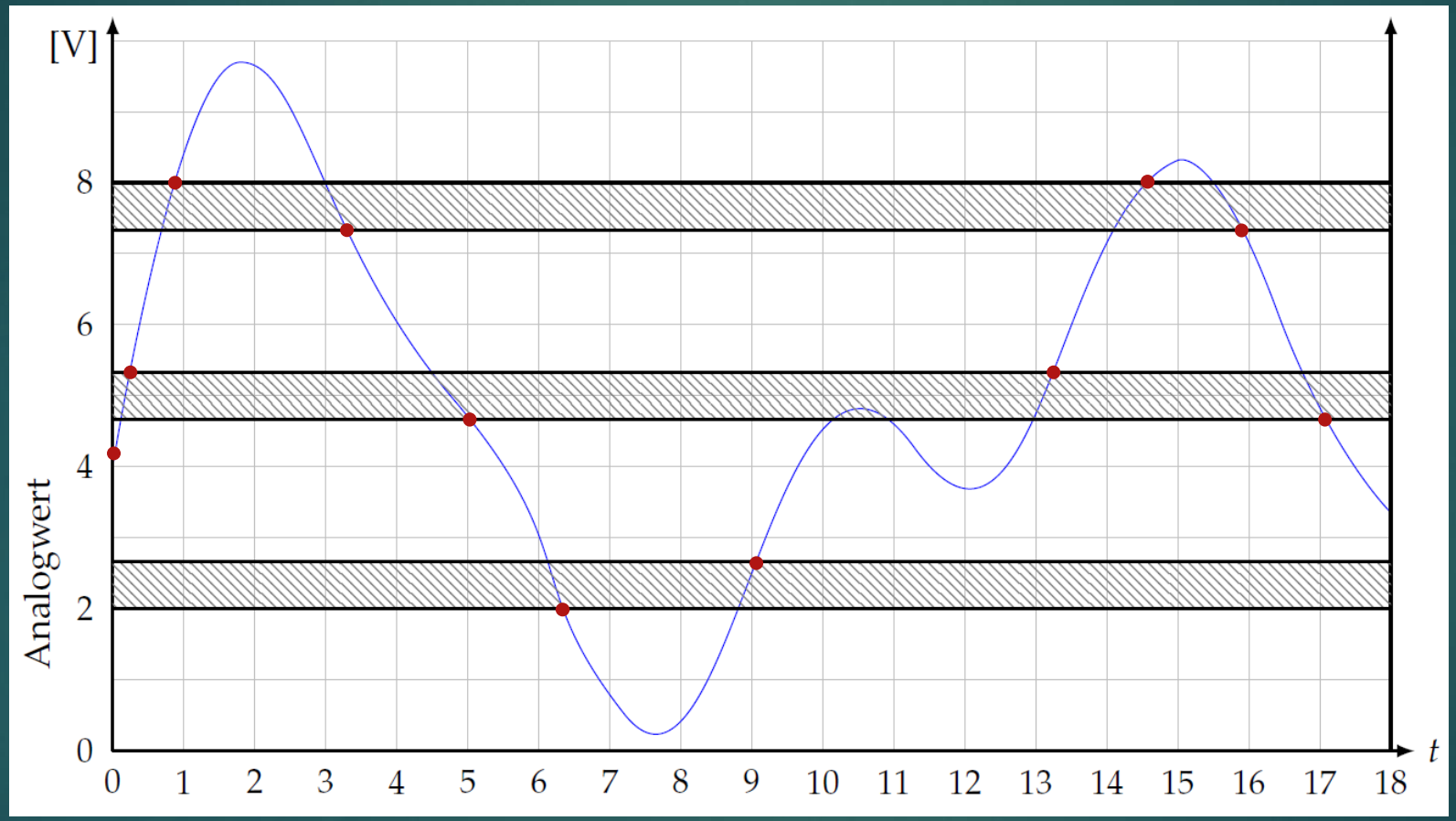
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck



Undefinierter Bereich eingezeichnet und Digitalwerte festgelegt

Aufgabe 1 - Diskretisierung

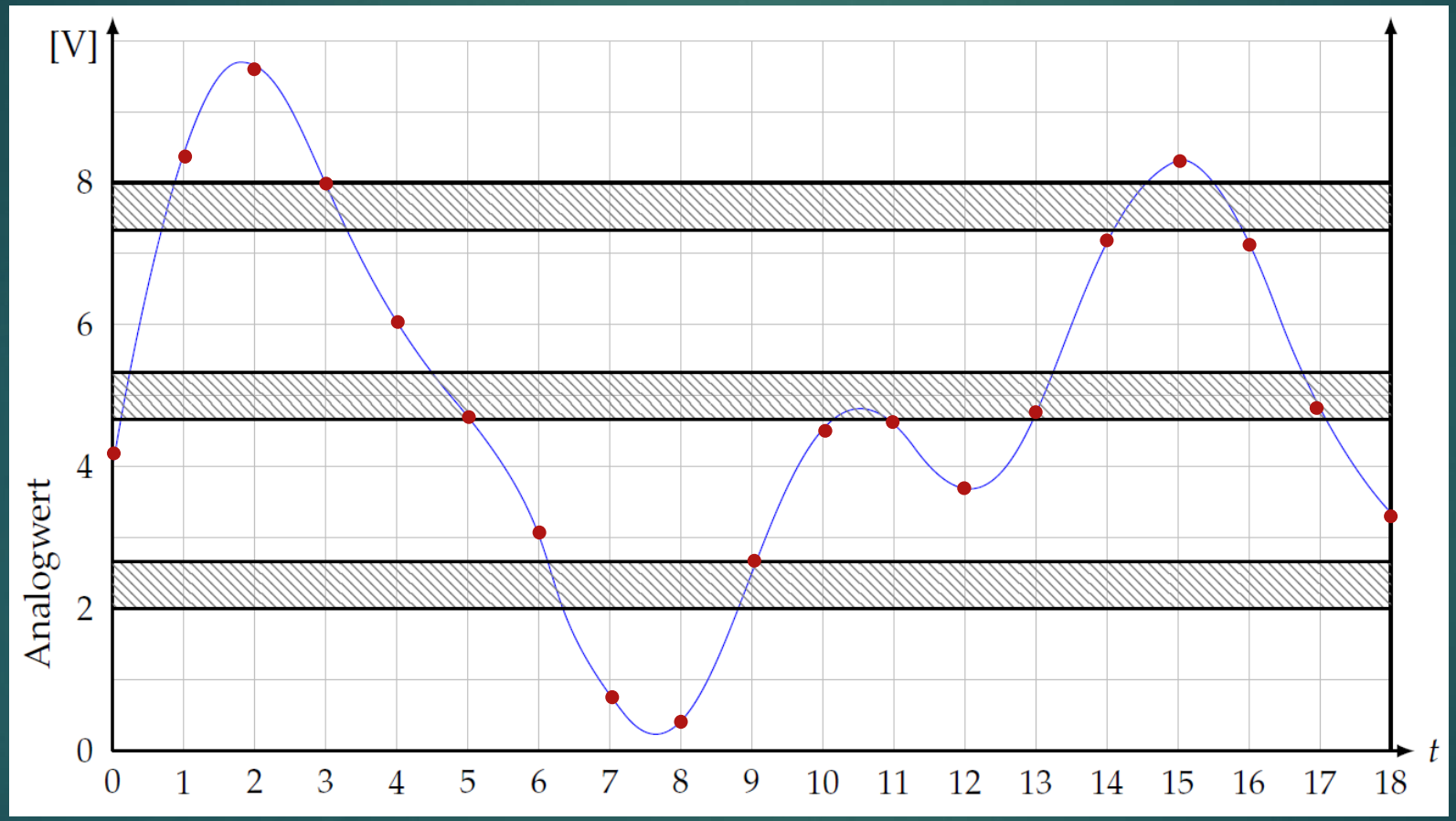
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck



Wertdiskret: wann wird ein neuer Wert angenommen

Aufgabe 1 - Diskretisierung

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

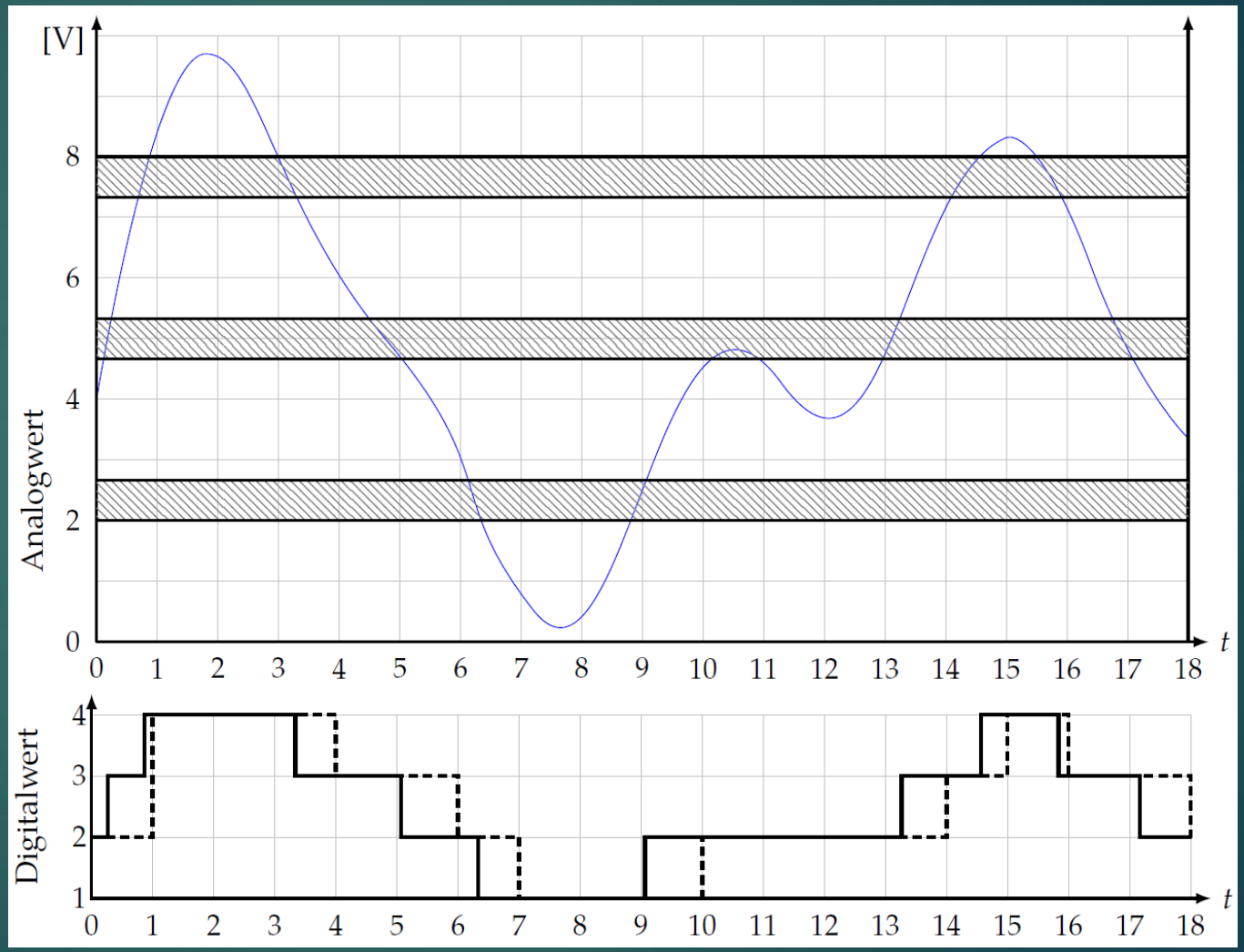


Zeitdiskret: Messen zu festgelegten Abtastzeitpunkten

Aufgabe 1 - Diskretisierung

Durchgezogene schwarze Linie:
wertediskret

Gestrichelte schwarze Linie:
wert- und zeitdiskret



Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Ende: A1

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 2 - Informationsgehalt

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Beschreibung

- Für die Bevölkerung Deutschlands wird für das Jahr 2060 folgende Altersstruktur vorausgesagt:

Achtung

Alter in Jahren	unter 20	20 – 30	30 – 50	50 – 65	20 – 65	über 65	Summe
Bevölkerung	10,93 M	6,42 M	15,6 M	12,32 M	34,34 M	22,29 M	67,56 M

(Quelle: Statistisches Bundesamt 2013: Bevölkerungsentwicklung Deutschlands bis 2060)

- Animierte Grafik: https://service.destatis.de/bevoelkerungspyramide/

Aufgabe 2 - Informationsgehalt

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Begriffsklärung:

Informationsgehalt: Größe, die den Wert einer Information eines Zeichens e beschreibt. Je seltener ein Zeichen auftritt, desto höher ist der Informationsgehalt.

Definition: $I(e)/H_e = ld\ {}^1/_p = -ld\ p$

Einheit: bit

Hinweis: $ld\ x = \frac{\ln x}{\ln 2}$ $H_e = ld\ {}^1/_p = \frac{\ln 1/p}{\ln 2}$

Aufgabe 2 - Informationsgehalt

- Die Bevölkerung soll in zwei Gruppen Alt und Jung eingeteilt werden, so dass die Aussage „Herr Müller ist alt“ einen Informationsgehalt von einem bit hat (ein Fehler von 0,85 M Einwohnern ist erlaubt).

Alter in Jahren	unter 20	20 – 30	30 – 50	50 – 65	20 – 65	über 65	Summe
Bevölkerung	10,93 M	6,42 M	15,6 M	12,32 M	34,34 M	22,29 M	67,56 M

(Quelle: Statistisches Bundesamt 2013: Bevölkerungsentwicklung Deutschlands bis 2060)

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 2 - Informationsgehalt

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Die Bevölkerung soll in zwei Gruppen Alt und Jung eingeteilt werden, so dass die Aussage „Herr Müller ist alt“ einen Informationsgehalt von einem bit hat (ein Fehler von 0,85 M Einwohnern ist erlaubt).

Gegeben: zwei Gruppen

H_{malt} = 1 bit

Alter in Jahren	unter 20	20 – 30	30 – 50	50 – 65	20 – 65	über 65	Summe
Bevölkerung	10,93 M	6,42 M	15,6 M	12,32 M	34,34 M	22,29 M	67,56 M

Lösung: $H_e = \text{ld } {}^1/_p$ $H_{malt} = 1 \text{ bit} = \text{ld } {}^1/_p$ $|2^x$

$2^1 = 1/p$ $p = {}^1/_2$

Relative Häufigkeit = Absolute Häufigkeit / Gesamtanzahl $p = \frac{H}{n}$ $H = p \cdot n$

$H = \frac{1}{2} \cdot 67{,}56\ M = 33{,}78\ M$ Toleranz: 0.85 M

Aufgabe 2 - Informationsgehalt

Alter in Jahren	unter 20	20 – 30	30 – 50	50 – 65	20 – 65	über 65	Summe
Bevölkerung	10,93 M	6,42 M	15,6 M	12,32 M	34,34 M	22,29 M	67,56 M

Ziel: Summe der Altersklassen = $33{,}78\ M\ \pm\ 0{,}85\ M$

Ansatz: in der untersten Altersklasse anfangen und solange Klassen summieren, bis Gesamtanzahl in den Bereich $33{,}78\ M\ \pm\ 0{,}85\ M$ kommt

$$10{,}93\ M\ + 6{,}42\ M\ +\ 15{,}6\ M\ =\ 34{,}61\ M \in [32{,}93\ M, 34{,}63\ M]$$

Ergebnis: Grenze liegt also bei etwa 50 Jahren

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 2 - Informationsgehalt

- Franz ist auf der Schwelle zum 30. Lebensjahr und hält dieses für die Grenze zum Altwerden. Franz behauptet nun „Hans ist jung“ und „Karl ist alt“. Wie hoch ist der Informationsgehalt dieser Aussagen in bit?

Alter in Jahren	unter 20	20 – 30	30 – 50	50 – 65	20 – 65	über 65	Summe
Bevölkerung	10,93 M	6,42 M	15,6 M	12,32 M	34,34 M	22,29 M	67,56 M

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 2 - Informationsgehalt

- Franz ist auf der Schwelle zum 30. Lebensjahr und hält dieses für die Grenze zum Altwerden. Franz behauptet nun „Hans ist jung“ und „Karl ist alt“. Wie hoch ist der Informationsgehalt dieser Aussagen in bit?

Alter in Jahren	unter 20	20 – 30	30 – 50	50 – 65	20 – 65	über 65	Summe
Bevölkerung	10,93 M	6,42 M	15,6 M	12,32 M	34,34 M	22,29 M	67,56 M

Aufgabenstil: Relative Verteilung → Informationsgehalt

1. Wahrscheinlichkeit der Aussage bestimmen
2. Berechnungsformel des Informationsgehalts anwenden

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 2 - Informationsgehalt

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Franz ist auf der Schwelle zum 30. Lebensjahr und hält dieses für die Grenze zum Altwerden. Franz behauptet nun „Hans ist jung“ und „Karl ist alt“. Wie hoch ist der Informationsgehalt dieser Aussagen in bit?

Alter in Jahren	unter 20	20 – 30	30 – 50	50 – 65	20 – 65	über 65	Summe
Bevölkerung	10,93 M	6,42 M	15,6 M	12,32 M	34,34 M	22,29 M	67,56 M

1. Wahrscheinlichkeit der Aussage bestimmen

P(„jung“) = (10,93 M + 6,42 M) / 67,56 M = 17,35 M/ 67,56 M = 0,257

P(„alt“) = 1 – P(„jung“) = 0,743

Berechnungsformel des Informationsgehalts anwenden

$H_1 = \text{ld } {}^{1}/_{p} = \text{ld } p^{-1} = -\text{ ld } p = -\text{ ld } 0{,}257 = 1{,}96 \text{ (bit)}$

$H_2 = \text{ld } {}^{1}/_{p} = \text{ld } p^{-1} = -\text{ ld } p = -\text{ ld } 0{,}743 = 0{,}43 \text{ (bit)}$

Erinnerung:
- $\text{ld } x = {}^{\ln x}/_{\ln 2}$
- $\text{ld } x^a = a \text{ ld } x$

Aufgabe 2 - Informationsgehalt

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Franz ist auf der Schwelle zum 30. Lebensjahr und hält dieses für die Grenze zum Altwerden. Franz behauptet nun „Hans ist jung“ und „Karl ist alt“. Wie hoch ist der Informationsgehalt dieser Aussagen in bit?

Alter in Jahren	unter 20	20 – 30	30 – 50	50 – 65	20 – 65	über 65	Summe
Bevölkerung	10,93 M	6,42 M	15,6 M	12,32 M	34,34 M	22,29 M	67,56 M

Alternativ Überschlagsrechnung:

$$0{,}257 \approx \frac{1}{4}; 0{,}743 \approx \frac{3}{4}$$

$H_1 = \mathrm{ld}\ {}^{1}/_{p} = \mathrm{ld}\ p^{-1} = \mathrm{ld}\ (1/4)^{-1} = \mathrm{ld}\ 4 = 2$ (bit)

$H_2 = \mathrm{ld}\ {}^{1}/_{p} = \mathrm{ld}\ p^{-1} = \mathrm{ld}\ (3/4)^{-1} = \mathrm{ld}\ 4/3 = \mathrm{ld}\ 4 + \mathrm{ld}\ 1/3 =$

$2 - \mathrm{ld}\ 3$ (bit)

Erinnerung:
- $\mathrm{ld}\ x = {}^{\ln x}/_{\ln 2}$
- $\mathrm{ld}\ x^a = a\ \mathrm{ld}\ x$

Denkpause

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe:

Verteile zehn Kastanien auf drei Gläser, so dass sich in jedem Glas eine ungerade Zahl an Kastanien befindet!

Denkpause

Lösung: Es gibt 15 verschiedene Möglichkeiten der Verteilung

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Wir bauen ein digitales Glücksrad

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Wie kann der Computer ohne menschliche Assistenz (z.B. Ergebnis des Drehens manuell eingeben) feststellen, welches Feld bei einem mechanischen Glücksrad erdreht wurde?

Enthüllung:

So (→) werden die Klausurnoten

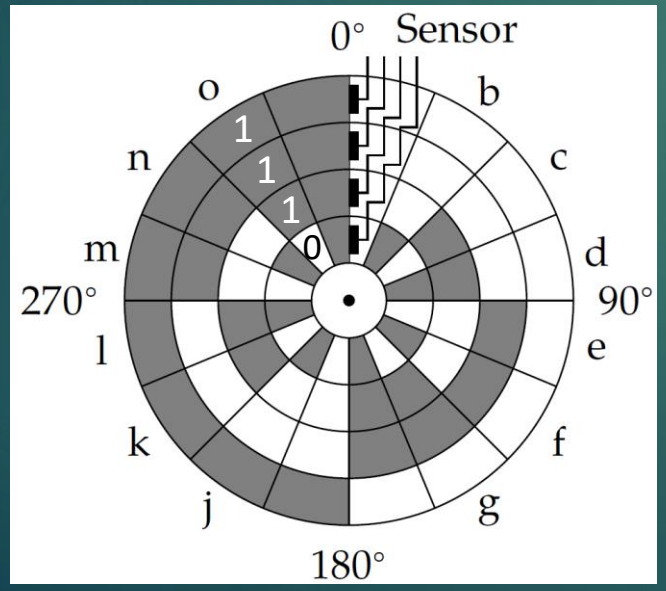
NICHT bestimmt ☺

Aufgabe 3 – Codierung

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Beschreibung

- Mit Hilfe der unten dargestellten Drehscheibe soll ein Drehwinkel erfasst werden. Die Scheibe ist in 16 Sektoren mit jeweils vier Feldern eingeteilt. Vier Schleifkontakte stellen fest, ob ein Feld leitend beschichtet ist oder nicht. Entsprechend melden sie das Signal 1 oder 0 zurück.



	Intervall	Signalwert		Intervall	Signalwert
a:	0°–22,5°	0 0 0 0	i:	180°–202,5°	1 0 0 0
b:	22,5°–45°	0 0 0 1	j:	202,5°–225°	1 0 0 1
c:	45°–67,5°	0 0 1 0	k:	225°–247,5°	1 0 1 0
d:	67,5°–90°	0 0 1 1	l:	247,5°–270°	1 0 1 1
e:	90°–112,5°	0 1 0 0	m:	270°–292,5°	1 1 0 0
f:	112,5°–135°	0 1 0 1	n:	292,5°–315°	1 1 0 1
g:	135°–157,5°	0 1 1 0	o:	315°–337,5°	1 1 1 0
h:	157,5°–180°	0 1 1 1	p:	337,5°–0°	1 1 1 1

Aufgabe 3 – Codierung

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabenklärung:

Analog- /Digitalwandlung

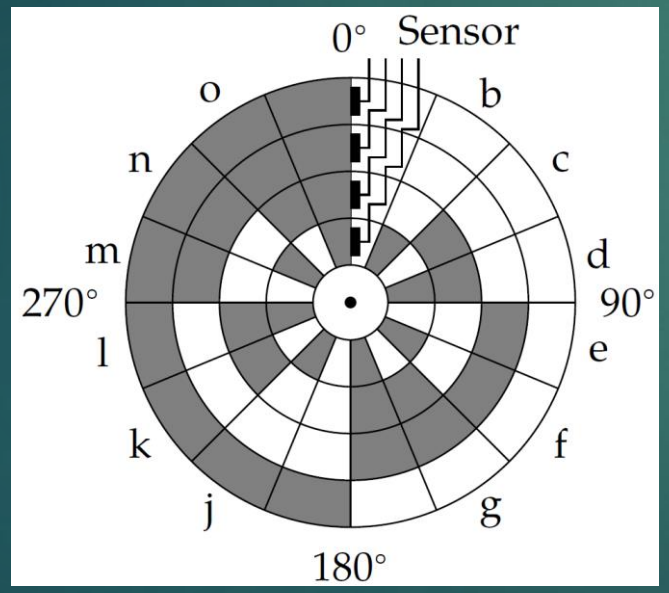
- Diskretisierung: ermöglicht generelle Überführung Analog- zu Digitalsignal
- Codierung: erlaubt effiziente, platzsparende Speicherung, sowie Fehlererkennung und -korrektur (später ausführlicher)
  - Definition: eindeutige Abbildungsvorschrift von einem Zeichenvorrat in einen anderen
  - Beispiel: Buchstaben wird Stelle im Alphabet zugeordnet

$$M_1 = \{a, b, c\},\ M_2 = \{1, 2, 3\}\ a \to 1,\ b \to 2,\ c \to 3$$

Aufgabe 3 – Codierung

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Welches entscheidende Problem ergibt sich bei dem angegebenen Codierungsverfahren der Scheibe bei einem realen Aufbau.



Hinweis:

Abtaster besitzen gleich große Fläche,

aber unterschiedliche Radien

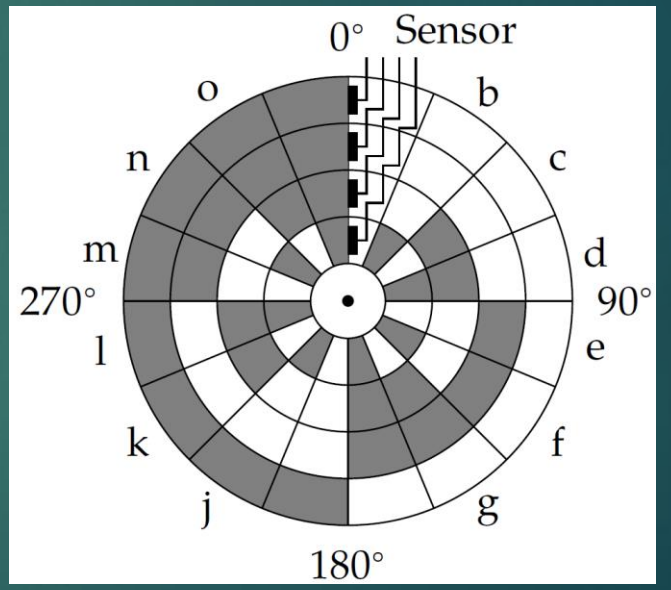
Aufgabe 3 – Codierung

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Welches entscheidende Problem ergibt sich bei dem angegebenen Codierungsverfahren der Scheibe bei einem realen Aufbau.

Lösung:

- Code nicht einschrittig (z.B. Übergang B → C)
- D.h. es kann gleichzeitig mehr als ein Bit wechseln
- Bei unterschiedlichen Ankunftszeiten der Taster kann es somit zu ungleichzeitigen Umschalten des Signals kommen
- → Abtastfehler

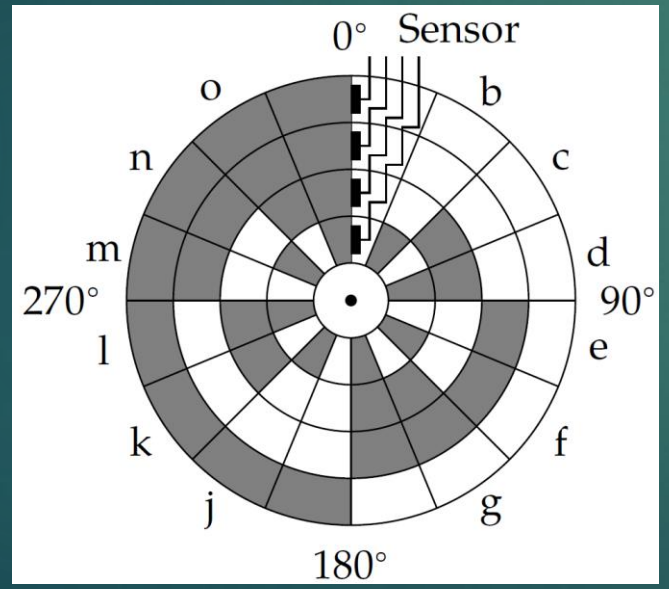


Beispiel (b→c): statt 0001 → 0010 kommt es z.B. zu 0001 → 0000 → 0010

Aufgabe 3 – Codierung

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Entwickeln Sie eine verbesserte Kodierung der Scheibe! Dabei sollen die Kodierungen von Segment a und b beibehalten werden. Auch das höchstwertigste Bit soll nicht verändert werden.



Hinweis:

einschrittiges Codierungsverfahren verwenden

Aufgabe 3 – Codierung

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Der Gray-Code
- Einschrittiges, unbegrenztes Codierungsverfahren
- Leichte Kreation durch Wiederholung desselben Prinzips

Bildungsalgorithmus 1:

1. Basis: Schreibe eine 0 über eine 1
2. Spiegele jeweils den gesamten geschriebenen Block
3. Schreibe vor jedes Element des bisherigen Blockes eine 0 und vor jedes Element der Spiegelung eine 1
4. Wiederhole Schritt 2-3 je nach Bedarf

000
001
011
010
110
111
101
100

Aufgabe 3 – Codierung

Bildungsalgorithmus 2:

1. Schreibe binär die Zahlen von 0 bis n
2. Für jede der Zahlen von 0 bis n:
   - Merke dir die binäre Zahl (a)
   - Shifte die binäre Zahl eins nach rechts (b)
   - XOR die beiden Zahlen a und b

```
String[] createGray(int n){
    String[] ergebnis = new String[n];
    for(int i = 0; i < n; i++){
        //shift number right
        int rShift = i >>> 1;
        //xor a and b
        int grey = rShift ^ i;
        ergebnis[i] =
        Integer.toBinaryString(grey);
    }
    return ergebnis;
}
```

Dieser Algorithmus ist sehr leicht zu programmieren. Für Klausuren empfiehlt sich aber der erste Algorithmus, da dieser weniger fehleranfällig und schneller hinzuzeichnen ist

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 3 – Codierung

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Für die Interessierten:

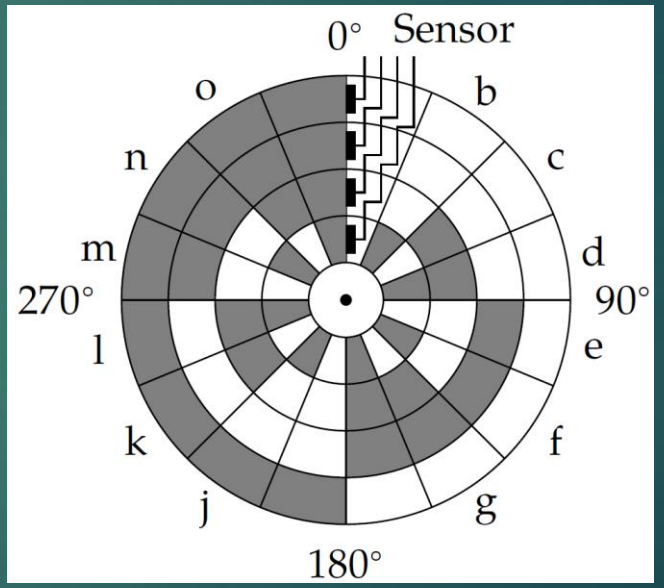
Es gibt auch einen Dekodierungsalgorithmus (Gray-Code → Binärzahl)

```
int grayDecode(int n){
    int number = n;
    while((n >>>= 1) != 0)
        number ^= n;
    return number;
}
```

Aufgabe 3 – Codierung

- Entwickeln Sie eine verbesserte Kodierung der Scheibe! Dabei sollen die Kodierungen von Segment a und b beibehalten werden. Auch das höchstwertigste Bit soll nicht verändert werden.

Intervall	Signal	Intervall	Signal
a	0 0 0 0	i	1 1 0 0
b	0 0 0 1	j	1 1 0 1
c	0 0 1 1	k	1 1 1 1
d	0 0 1 0	l	1 1 1 0
e	0 1 1 0	m	1 0 1 0
f	0 1 1 1	n	1 0 1 1
g	0 1 0 1	o	1 0 0 1
h	0 1 0 0	p	1 0 0 0

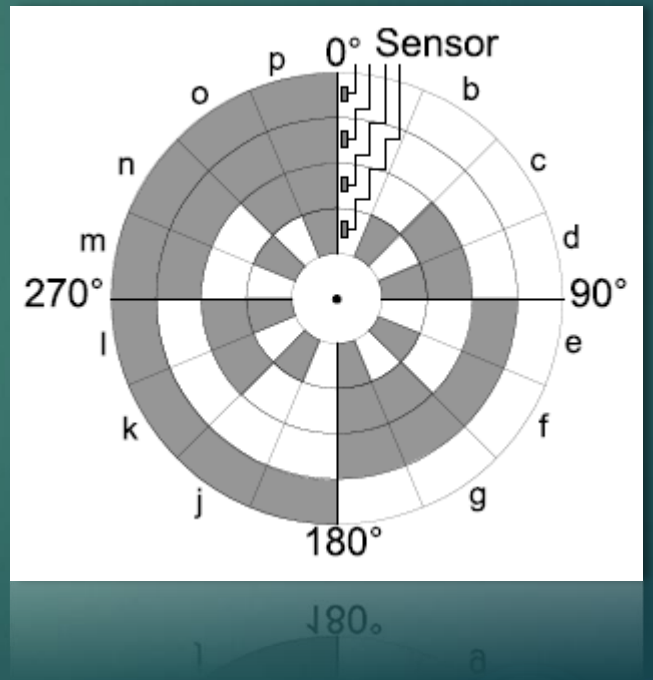


Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 3 – Codierung

- Wo liegen im Fall b) undefinierte Bereiche? Wie viele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 cm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von 1mm aufweisen?

Intervall	Signal	Intervall	Signal
a	0 0 0 0	i	1 1 0 0
b	0 0 0 1	j	1 1 0 1
c	0 0 1 1	k	1 1 1 1
d	0 0 1 0	l	1 1 1 0
e	0 1 1 0	m	1 0 1 0
f	0 1 1 1	n	1 0 1 1
g	0 1 0 1	o	1 0 0 1
h	0 1 0 0	p	1 0 0 0



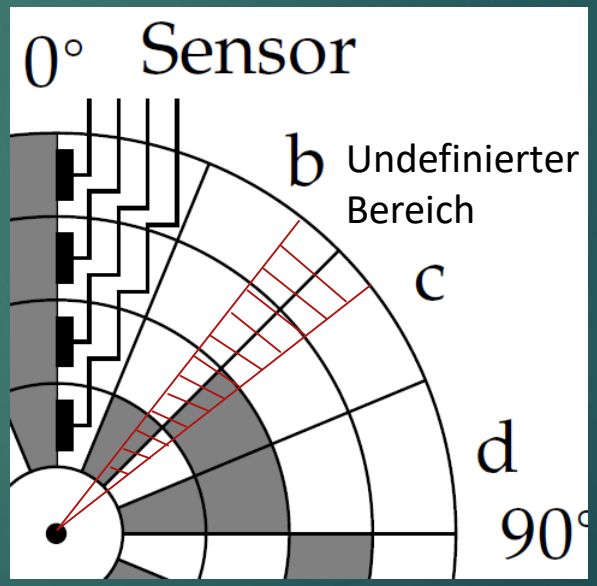
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 3 – Codierung

- Wo liegen im Fall b) undefinierte Bereiche?

An den Intervallgrenzen, da sich hier die Werte ändern.

Intervall	Signal	Intervall	Signal
a	0 0 0 0	i	1 1 0 0
b	0 0 0 1	j	1 1 0 1
c	0 0 1 1	k	1 1 1 1
d	0 0 1 0	l	1 1 1 0
e	0 1 1 0	m	1 0 1 0
f	0 1 1 1	n	1 0 1 1
g	0 1 0 1	o	1 0 0 1
h	0 1 0 0	p	1 0 0 0



Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 3 – Codierung

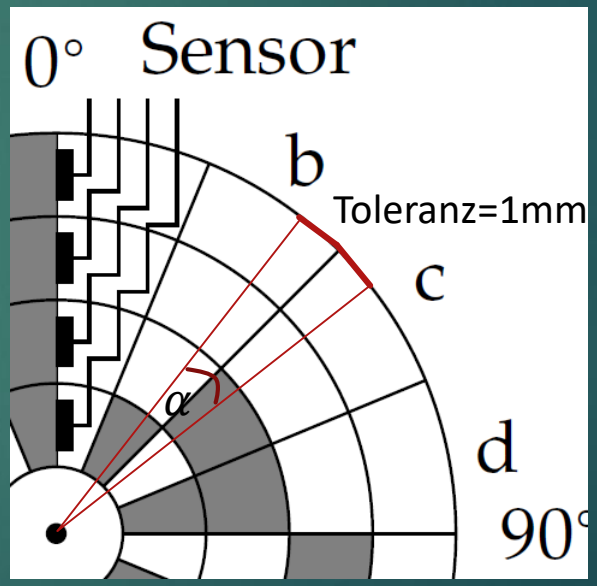
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Wie viele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 cm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von 1mm aufweisen?

Hier ist etwas mehr Denken gefragt:

- Toleranz = undefinierter Bereich
- Winkel ergibt sich je nach Radius
- Bei größerem Umfang, kleinerer Winkel

$$\frac{\text{Toleranz}}{\text{Umfang}} \approx \frac{\text{Winkel}}{360°}$$



Aufgabe 3 – Codierung

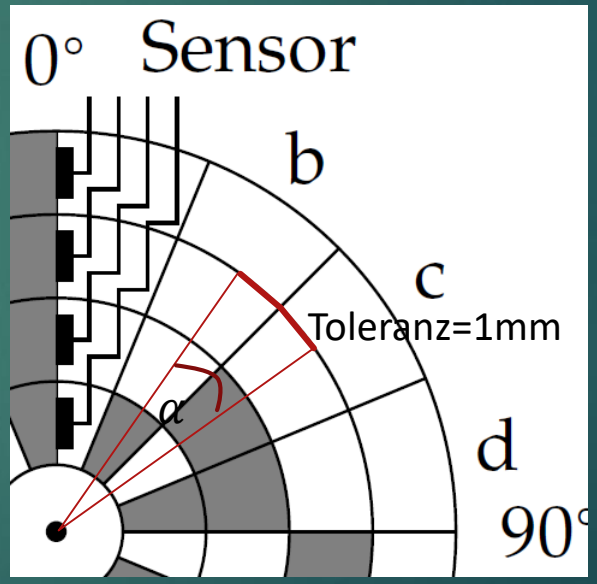
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Wie viele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 cm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von 1mm aufweisen?

Hier ist etwas mehr Denken gefragt:

- Toleranz = undefinierter Bereich
- Winkel ergibt sich je nach Radius
- Bei größerem Umfang, kleinerer Winkel

$$\frac{\text{Toleranz}}{\text{Umfang}} \approx \frac{\text{Winkel}}{360°}$$



Aufgabe 3 – Codierung

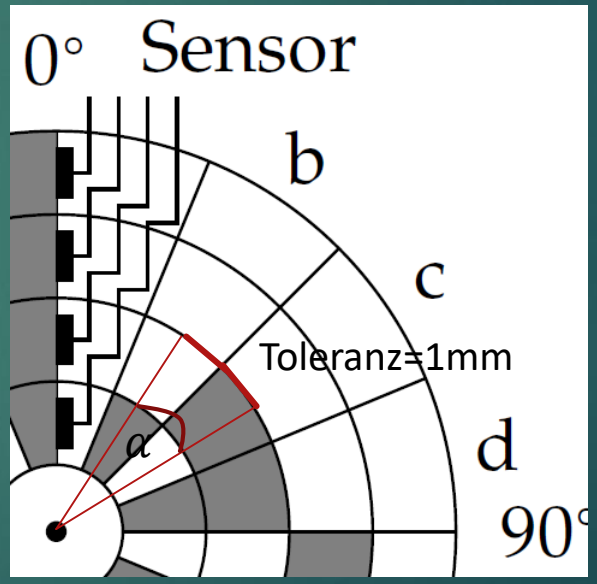
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Wie viele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 cm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von 1mm aufweisen?

Hier ist etwas mehr Denken gefragt:

- Toleranz = undefinierter Bereich
- Winkel ergibt sich je nach Radius
- Bei größerem Umfang, kleinerer Winkel

$$\frac{\text{Toleranz}}{\text{Umfang}} \approx \frac{\text{Winkel}}{360°}$$



Aufgabe 3 – Codierung

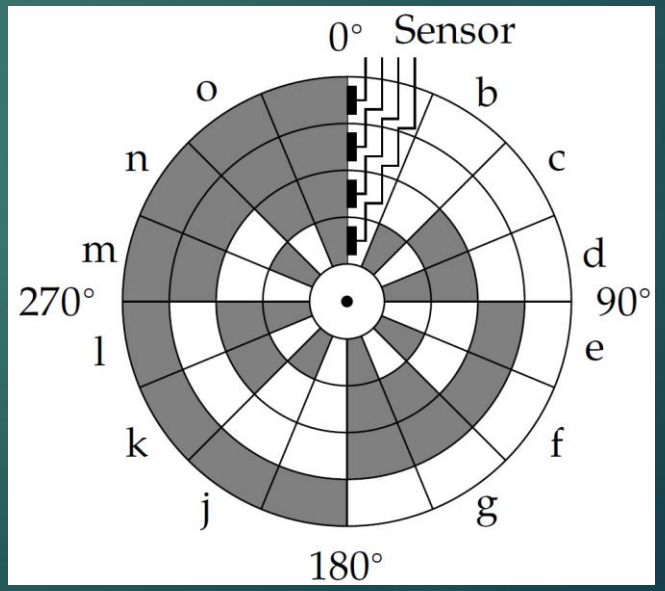
- Wie viele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 cm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von 1mm aufweisen?

$$\frac{\text{Toleranz}}{\text{Umfang}} = \frac{\text{Winkel}}{360°}$$

Lösung:

1. Umfang = $2 \cdot \pi \cdot r$
2. Winkel = $360° \cdot$ Toleranz/Umfang

Radius	Umfang	Winkel
30 mm	188 mm	+/- 1.91°
40 mm	251 mm	+/- 1.43°
50 mm	314 mm	+/- 1.15°
60 mm	377 mm	+/- 0.96°



Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 3 – Codierung

An jeder Intervallgrenze ändert sich nur eine Binärstelle (Gray-Code).

Diese Binärstelle wird durch einen Taster auf einem der vier Radien gemessen.

Intervall	Signal	undef.	Intervall	Signal	undef.
a-b	0 0 0 0	+/- 1.91°	i-j	1 1 0 0	+/- 1.91°
b-c	0 0 0 1	+/- 1.43°	j-k	1 1 0 1	+/- 1.43°
c-d	0 0 1 1	+/- 1.91°	k-l	1 1 1 1	+/- 1.91°
d-e	0 0 1 0	+/- 1.15°	l-m	1 1 1 0	+/- 1.15°
e-f	0 1 1 0	+/- 1.91°	m-n	1 0 1 0	+/- 1.91°
f-g	0 1 1 1	+/- 1.43°	n-o	1 0 1 1	+/- 1.43°
g-h	0 1 0 1	+/- 1.91°	o-p	1 0 0 1	+/- 1.91°
h-i	0 1 0 0	+/- 0.96°	p-a	1 0 0 0	+/- 0.96°

Radius	Umfang	Winkel
30 mm	188 mm	+/- 1.91°
40 mm	251 mm	+/- 1.43°
50 mm	314 mm	+/- 1.15°
60 mm	377 mm	+/- 0.96°

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 3 – Codierung

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Wie viele Schleifkontakte werden benötigt, wenn die Winkelauflösung auf 1° genau erfolgen soll? Diskutieren Sie dabei auftretende Probleme!

Hinweise:

- Wie viele Segmente ergeben sich?
- Welche Anzahl an Segmenten kann durch n Taster aufgelöst werden?
- Führen undefinierte Bereiche zu Problemen?
- Kann immer noch der zyklische Gray-Code verwendet werden?

Aufgabe 3 – Codierung

- Wie viele Schleifkontakte werden benötigt, wenn die Winkelauflösung auf 1° genau erfolgen soll?

Wie viele Segmente ergeben sich?

Anzahl = Gesamtwinkel/Auflösung = 360°/1° = 360

Welche Anzahl an Segmenten kann durch n Taster aufgelöst werden?

Jeder Taster repräsentiert eine Binärstelle: 2^n

$[ld\ 360] = [8{,}49] = 9$ → man braucht 9 Taster

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Aufgabe 3 – Codierung

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Diskutieren Sie dabei auftretende Probleme!

Radius	Umfang	Winkel
30 mm	188 mm	+/- 1.91°
40 mm	251 mm	+/- 1.43°
50 mm	314 mm	+/- 1.15°
60 mm	377 mm	+/- 0.96°

Führen undefinierte Bereiche zu Problemen?

Auflösung: 1° < 1.91° (undefinierter Bereich)

→ keine erforderliche Präzision

→ Lösung: Umfang drastisch erhöhen

Kann immer noch der zyklische Gray-Code verwendet werden?

9 Schleifenkontakte bedeuten (2^9 =) 512 Gray-Code Zahlen.

Wir wollen aber nur 360!

Übergang: Sektor 360 → 0 (mehr als eine Binärstelle wechselt sich)

Lösung: wir verschieben den Beginn der Codierung, so dass sich nur 1 BS wechselt.

Aufgabe 3 – Codierung

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

- Gray-Code verschieben

Wenn wir den Bildungsalgorithmus des Gray-Code anschauen, sehen wir, dass sich auf Grund der Symmetrieachse bei gleich weit von der Symmetrieachse befindlichen Codewörtern nur ein Bit ändert.

Wir nehmen also die Symmetrieachse, welche 256 Codewörter spiegelt und gehen von ihr aus 180 Codewörter nach oben und 180 Codewörter nach unten. Dies ist unser Gray-Code.

Der restliche Bereich wird verworfen.

000
001
011
010
110
111
101
100

Nur äußerstes Bit ändert sich

Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit!

Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg
Jan Spieck

Ein Zitat für die Faulen:

„Betri en fresta að gleyma.“

Sigur Rós
Björk
…