

# Übungen zur Grundlagen der Technischen Informatik

## Übung 1 – Diskretisierung, Informationsgehalt und Kodierung

Florian Frank

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Wintersemester 2018/19



# Wichtiger Hinweis

Dieser Foliensatz enthält den Inhalt der Übung zu den „Grundlagen der Technischen Informaik“ des Wintersemesters 2018/19. Für den Inhalt dieses Foliensatzes ist der Author allein verantwortlich. Der Foliensatz ist **inoffiziell** und stellt damit **keine** Veröffentlichung des Lehrstuhls dar. Bei Unstimmigkeiten und eventuell vorhandenen Fehlern bitte ich um eine E-Mail<sup>a</sup>.

---

<sup>a</sup>an [florian.ff.frank@fau.de](mailto:florian.ff.frank@fau.de)

---

# Was machen wir heute?

## Aufgabe 1 — Diskretisierung

---

# Was machen wir heute?

Aufgabe 1 — Diskretisierung

Aufgabe 2 — Informationsgehalt

---

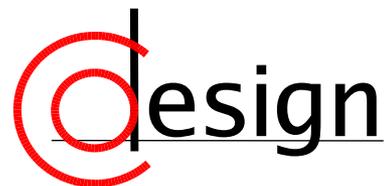
# Was machen wir heute?

Aufgabe 1 — Diskretisierung

Aufgabe 2 — Informationsgehalt

Aufgabe 3 — Kodierung

# Aufgabe 1 — Diskretisierung



# Aufgabe 1 – Diskretisierung

Das Analogsignal aus Abbildung 1 mit einem Eingangsspannungsbereich von 0-10 Volt soll in ein 4-wertiges Digitalsignal umgewandelt werden. Der undefinierte Bereich zwischen zwei Digitalwerten soll  $\frac{1}{3}$  des Intervalls eines Digitalwertes betragen.

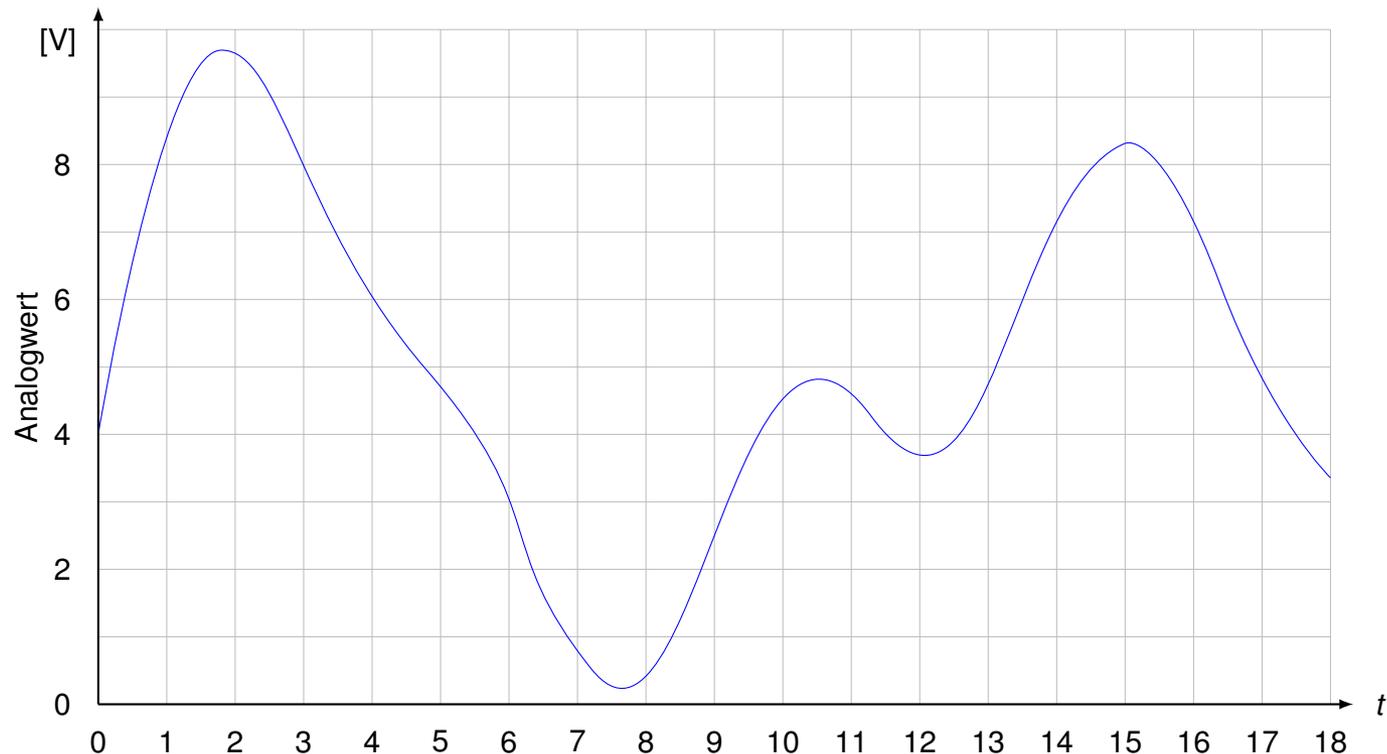


Abbildung 1: Zu konvertierendes Analogsignal

## Aufgabe 1 – Diskretisierung

Das Analogsignal aus Abbildung 1 mit einem Eingangsspannungsbereich von 0-10 Volt soll in ein 4-wertiges Digitalsignal umgewandelt werden. Der undefinierte Bereich zwischen zwei Digitalwerten soll  $\frac{1}{3}$  des Intervalls eines Digitalwertes betragen.

## Aufgabe 1 – Diskretisierung

Das Analogsignal aus Abbildung 1 mit einem Eingangsspannungsbereich von 0-10 Volt soll in ein 4-wertiges Digitalsignal umgewandelt werden. Der undefinierte Bereich zwischen zwei Digitalwerten soll  $\frac{1}{3}$  des Intervalls eines Digitalwertes betragen.

- a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.
- b) Führen Sie zuerst eine Wertdiskretisierung durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein. Beim Verlassen eines Werteintervalls soll der digitalisierte Wert so lange erhalten bleiben, bis das analoge Signal in das nächste Werteintervall eintritt. Führen Sie schließlich zusätzlich eine Zeitdiskretisierung durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Aufgabe 1 – Diskretisierung

Das Analogsignal aus Abbildung 1 mit einem Eingangsspannungsbereich von 0-10 Volt soll in ein 4-wertiges Digitalsignal umgewandelt werden. Der undefinierte Bereich zwischen zwei Digitalwerten soll  $\frac{1}{3}$  des Intervalls eines Digitalwertes betragen.

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

## Aufgabe 1 – Diskretisierung

Das Analogsignal aus Abbildung 1 mit einem Eingangsspannungsbereich von 0-10 Volt soll in ein 4-wertiges Digitalsignal umgewandelt werden. Der undefinierte Bereich zwischen zwei Digitalwerten soll  $\frac{1}{3}$  des Intervalls eines Digitalwertes betragen.

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

### Lösung

## Aufgabe 1 – Diskretisierung

Das Analogsignal aus Abbildung 1 mit einem Eingangsspannungsbereich von 0-10 Volt soll in ein 4-wertiges Digitalsignal umgewandelt werden. Der undefinierte Bereich zwischen zwei Digitalwerten soll  $\frac{1}{3}$  des Intervalls eines Digitalwertes betragen.

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

### Lösung

- Wie viele Bereiche gibt es? —

## Aufgabe 1 – Diskretisierung

Das Analogsignal aus Abbildung 1 mit einem Eingangsspannungsbereich von 0-10 Volt soll in ein **4-wertiges Digitalsignal** umgewandelt werden. Der undefinierte Bereich zwischen zwei Digitalwerten soll  $\frac{1}{3}$  des Intervalls eines Digitalwertes betragen.

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

### Lösung

- Wie viele Bereiche gibt es? —

## Aufgabe 1 – Diskretisierung

Das Analogsignal aus Abbildung 1 mit einem Eingangsspannungsbereich von 0-10 Volt soll in ein **4-wertiges Digitalsignal** umgewandelt werden. Der undefinierte Bereich zwischen zwei Digitalwerten soll  **$\frac{1}{3}$  des Intervalls** eines Digitalwertes betragen.

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

### Lösung

- Wie viele Bereiche gibt es? —

## Aufgabe 1 – Diskretisierung

Das Analogsignal aus Abbildung 1 mit einem Eingangsspannungsbereich von 0-10 Volt soll in ein **4-wertiges Digitalsignal** umgewandelt werden. Der undefinierte Bereich zwischen zwei Digitalwerten soll  **$\frac{1}{3}$  des Intervalls** eines Digitalwertes betragen.

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

### Lösung

- Wie viele Bereiche gibt es? — 4 Intervalle + 3 undefinierte Bereiche →  
 $4 + 3 \cdot \frac{1}{3} = 5$  Bereiche

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

Das Analogsignal aus Abbildung 1 mit einem Eingangsspannungsbereich von 0-10 Volt soll in ein **4-wertiges Digitalsignal** umgewandelt werden. Der undefinierte Bereich zwischen zwei Digitalwerten soll **1/3 des Intervalls** eines Digitalwertes betragen.

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

## Lösung

- Wie viele Bereiche gibt es? — 4 Intervalle + 3 undefinierte Bereiche →  $4 + 3 \cdot \frac{1}{3} = 5$  Bereiche
- Welchen Bereich gilt es zu unterteilen? —

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

Das Analogsignal aus Abbildung 1 mit einem **Eingangsspannungsbereich von 0-10 Volt** soll in ein **4-wertiges Digitalsignal** umgewandelt werden. Der undefinierte Bereich zwischen zwei Digitalwerten soll **1/3 des Intervalls** eines Digitalwertes betragen.

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

## Lösung

- Wie viele Bereiche gibt es? — 4 Intervalle + 3 undefinierte Bereiche →  $4 + 3 \cdot \frac{1}{3} = 5$  Bereiche
- Welchen Bereich gilt es zu unterteilen? — 0-10V  $\Rightarrow \Delta = 10V - 0V = 10V$

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

Das Analogsignal aus Abbildung 1 mit einem **Eingangsspannungsbereich von 0-10 Volt** soll in ein **4-wertiges Digitalsignal** umgewandelt werden. Der undefinierte Bereich zwischen zwei Digitalwerten soll **1/3 des Intervalls** eines Digitalwertes betragen.

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

## Lösung

- Wie viele Bereiche gibt es? — 4 Intervalle + 3 undefinierte Bereiche →  $4 + 3 \cdot \frac{1}{3} = 5$  Bereiche
- Welchen Bereich gilt es zu unterteilen? — 0-10V  $\Rightarrow \Delta = 10V - 0V = 10V$
- Gleichung aufstellen:  $5 \cdot d_I = 10V \Rightarrow d_I = 2V \Rightarrow d_{undefiniert} = \frac{2}{3}V$

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

Das Analogsignal aus Abbildung 1 mit einem **Eingangsspannungsbereich von 0-10 Volt** soll in ein **4-wertiges Digitalsignal** umgewandelt werden. Der undefinierte Bereich zwischen zwei Digitalwerten soll **1/3 des Intervalls** eines Digitalwertes betragen.

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

## Lösung

- Wie viele Bereiche gibt es? — 4 Intervalle + 3 undefinierte Bereiche →  $4 + 3 \cdot \frac{1}{3} = 5$  Bereiche
- Welchen Bereich gilt es zu unterteilen? — 0-10V  $\Rightarrow \Delta = 10V - 0V = 10V$
- Gleichung aufstellen:  $5 \cdot d_l = 10V \Rightarrow d_l = 2V \Rightarrow d_{undefiniert} = \frac{2}{3}V$

Intervall	Definitionsbereich
4	
3	
2	
1	[0; 2]

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

Das Analogsignal aus Abbildung 1 mit einem **Eingangsspannungsbereich von 0-10 Volt** soll in ein **4-wertiges Digitalsignal** umgewandelt werden. Der undefinierte Bereich zwischen zwei Digitalwerten soll **1/3 des Intervalls** eines Digitalwertes betragen.

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

## Lösung

- Wie viele Bereiche gibt es? — 4 Intervalle + 3 undefinierte Bereiche →  $4 + 3 \cdot \frac{1}{3} = 5$  Bereiche
- Welchen Bereich gilt es zu unterteilen? — 0-10V  $\Rightarrow \Delta = 10V - 0V = 10V$
- Gleichung aufstellen:  $5 \cdot d_I = 10V \Rightarrow d_I = 2V \Rightarrow d_{undefiniert} = \frac{2}{3}V$

Intervall	Definitionsbereich
4	
3	
2	$[2\frac{2}{3}; 4\frac{2}{3}]$
1	$[0; 2]$

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

Das Analogsignal aus Abbildung 1 mit einem **Eingangsspannungsbereich von 0-10 Volt** soll in ein **4-wertiges Digitalsignal** umgewandelt werden. Der undefinierte Bereich zwischen zwei Digitalwerten soll **1/3 des Intervalls** eines Digitalwertes betragen.

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

## Lösung

- Wie viele Bereiche gibt es? — 4 Intervalle + 3 undefinierte Bereiche →  $4 + 3 \cdot \frac{1}{3} = 5$  Bereiche
- Welchen Bereich gilt es zu unterteilen? — 0-10V  $\Rightarrow \Delta = 10V - 0V = 10V$
- Gleichung aufstellen:  $5 \cdot d_I = 10V \Rightarrow d_I = 2V \Rightarrow d_{undefiniert} = \frac{2}{3}V$

Intervall	Definitionsbereich
4	
3	$[5\frac{1}{3}; 7\frac{1}{3}]$
2	$[2\frac{2}{3}; 4\frac{2}{3}]$
1	$[0; 2]$

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

Das Analogsignal aus Abbildung 1 mit einem **Eingangsspannungsbereich von 0-10 Volt** soll in ein **4-wertiges Digitalsignal** umgewandelt werden. Der undefinierte Bereich zwischen zwei Digitalwerten soll **1/3 des Intervalls** eines Digitalwertes betragen.

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

## Lösung

- Wie viele Bereiche gibt es? — 4 Intervalle + 3 undefinierte Bereiche →  $4 + 3 \cdot \frac{1}{3} = 5$  Bereiche
- Welchen Bereich gilt es zu unterteilen? —  $0-10V \Rightarrow \Delta = 10V - 0V = 10V$
- Gleichung aufstellen:  $5 \cdot d_l = 10V \Rightarrow d_l = 2V \Rightarrow d_{undefiniert} = \frac{2}{3}V$

Intervall	Definitionsbereich
4	[8; 10]
3	$[5\frac{1}{3}; 7\frac{1}{3}]$
2	$[2\frac{2}{3}; 4\frac{2}{3}]$
1	[0; 2]

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

## Lösung

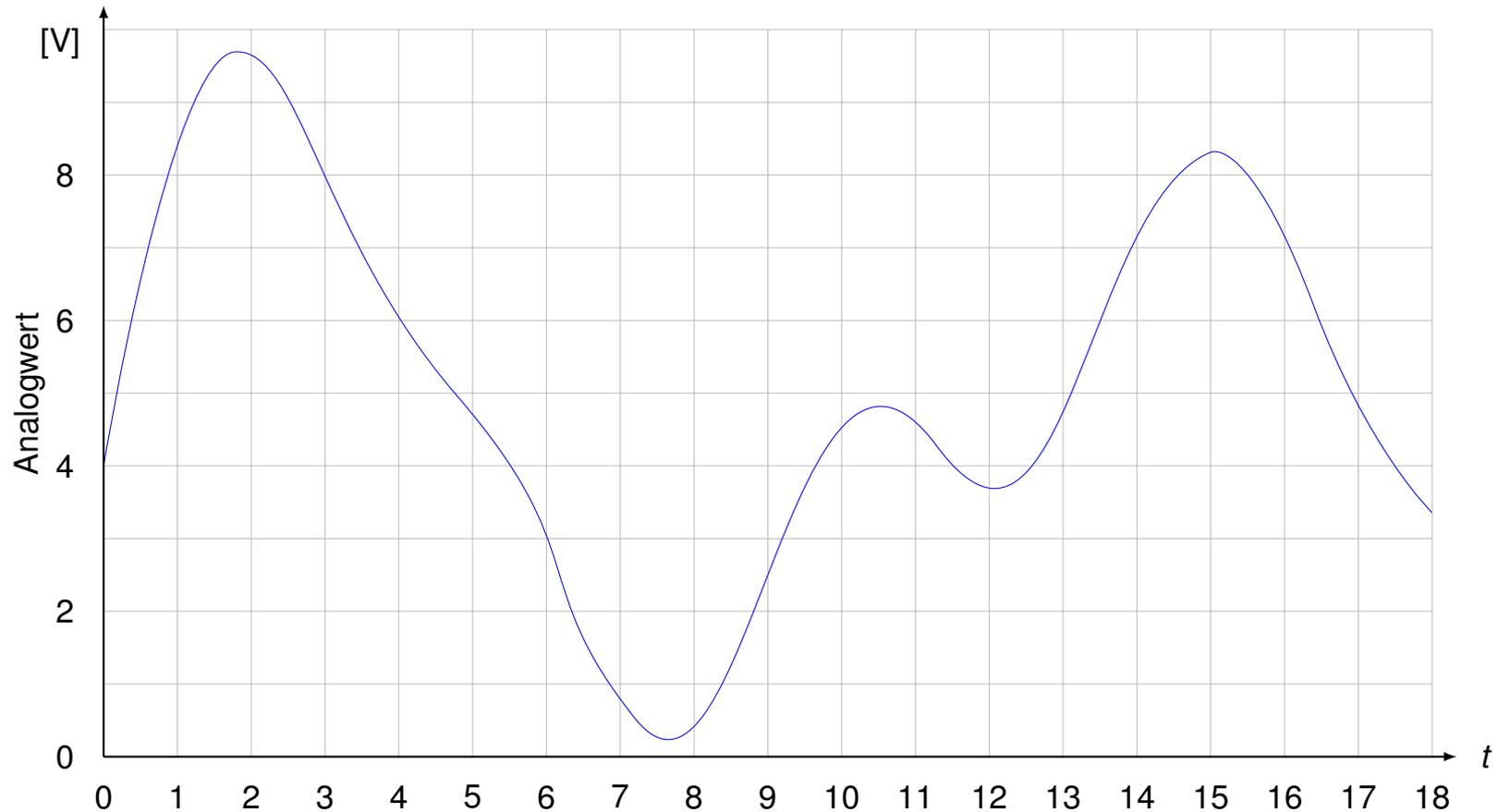


Abbildung 2: Zu diskretisierende Bereiche

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

## Lösung

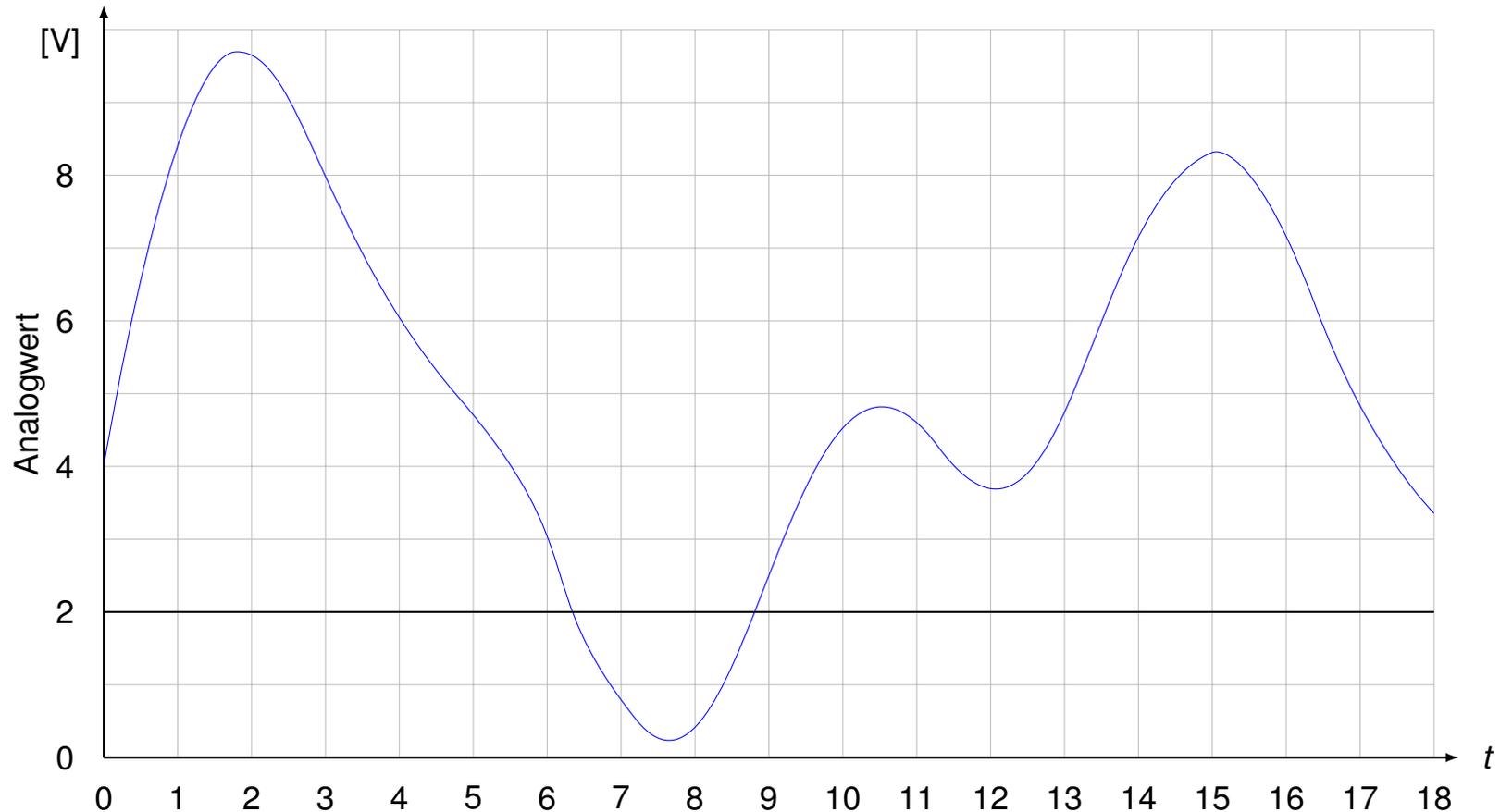


Abbildung 2: Zu diskretisierende Bereiche

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

## Lösung

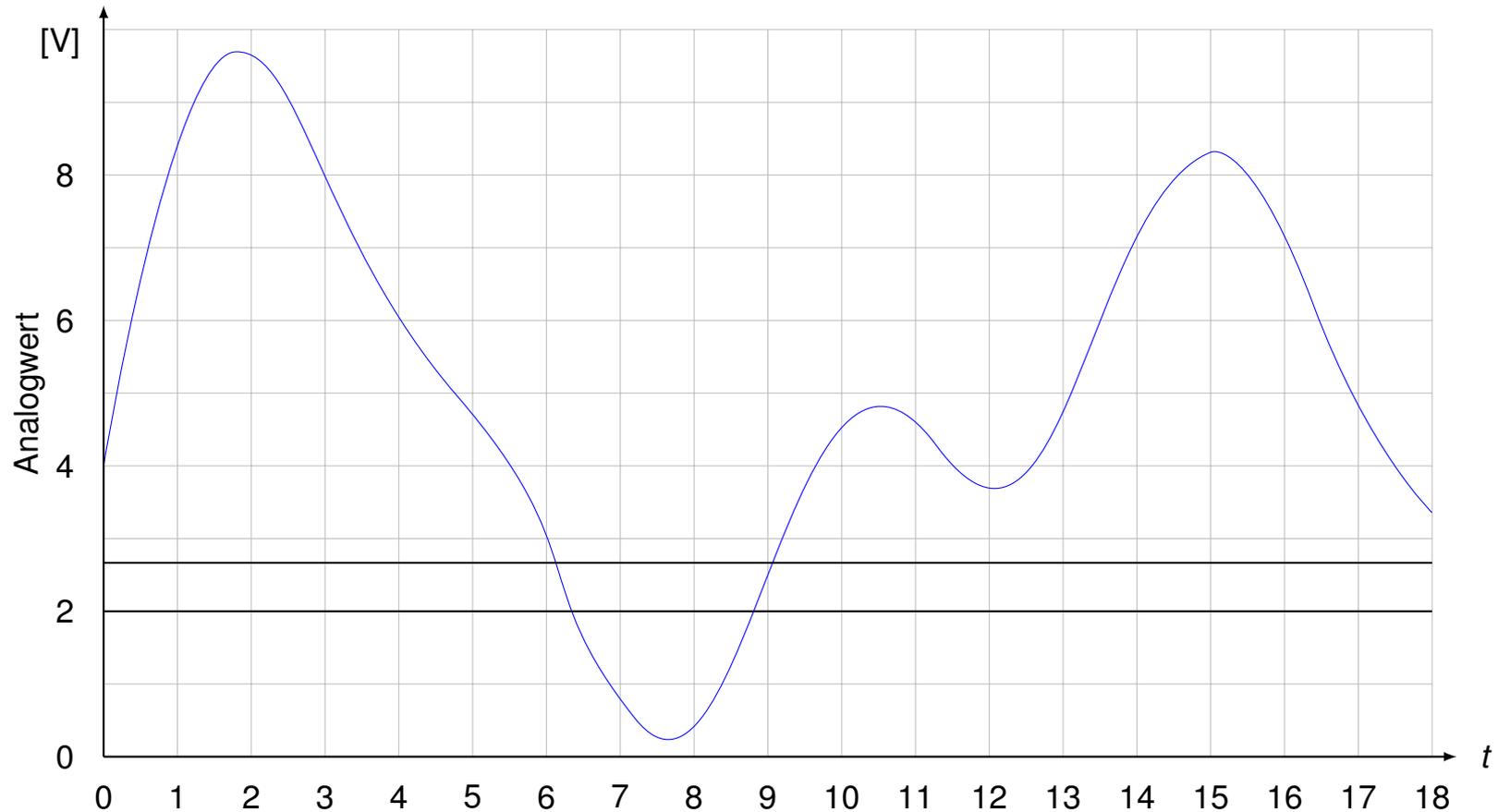


Abbildung 2: Zu diskretisierende Bereiche

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

## Lösung

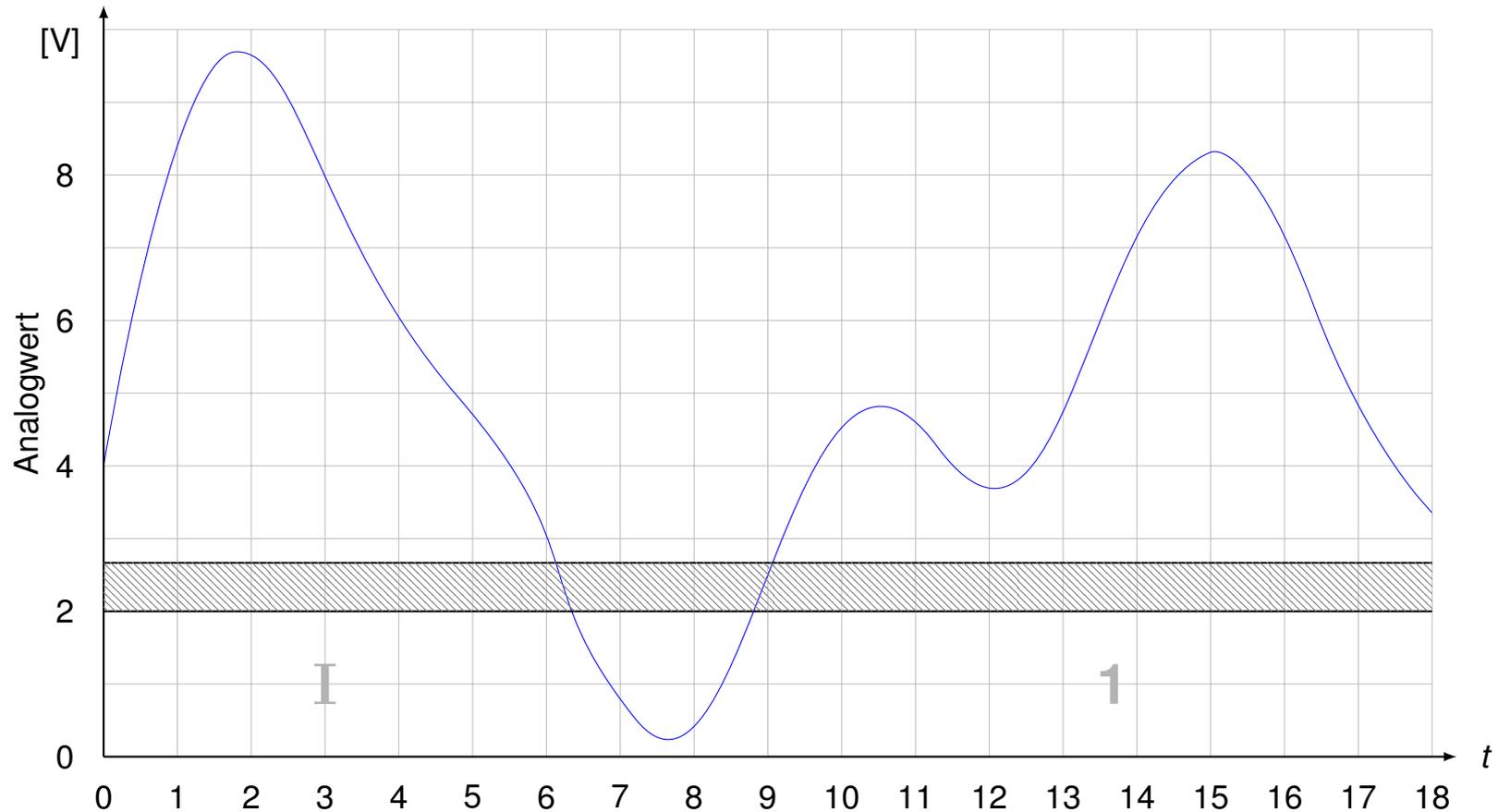


Abbildung 2: Zu diskretisierende Bereiche

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

## Lösung

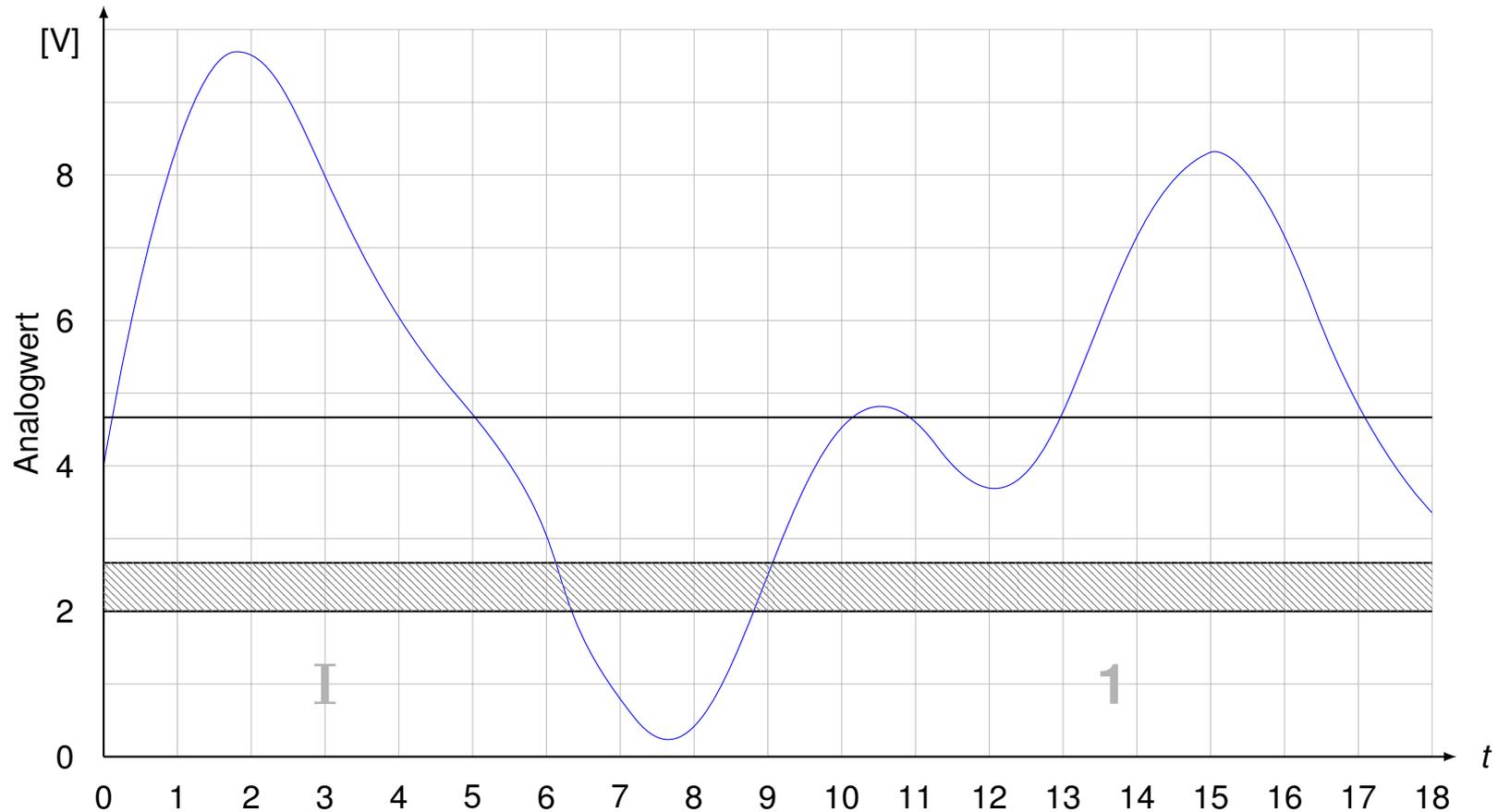


Abbildung 2: Zu diskretisierende Bereiche

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

## Lösung

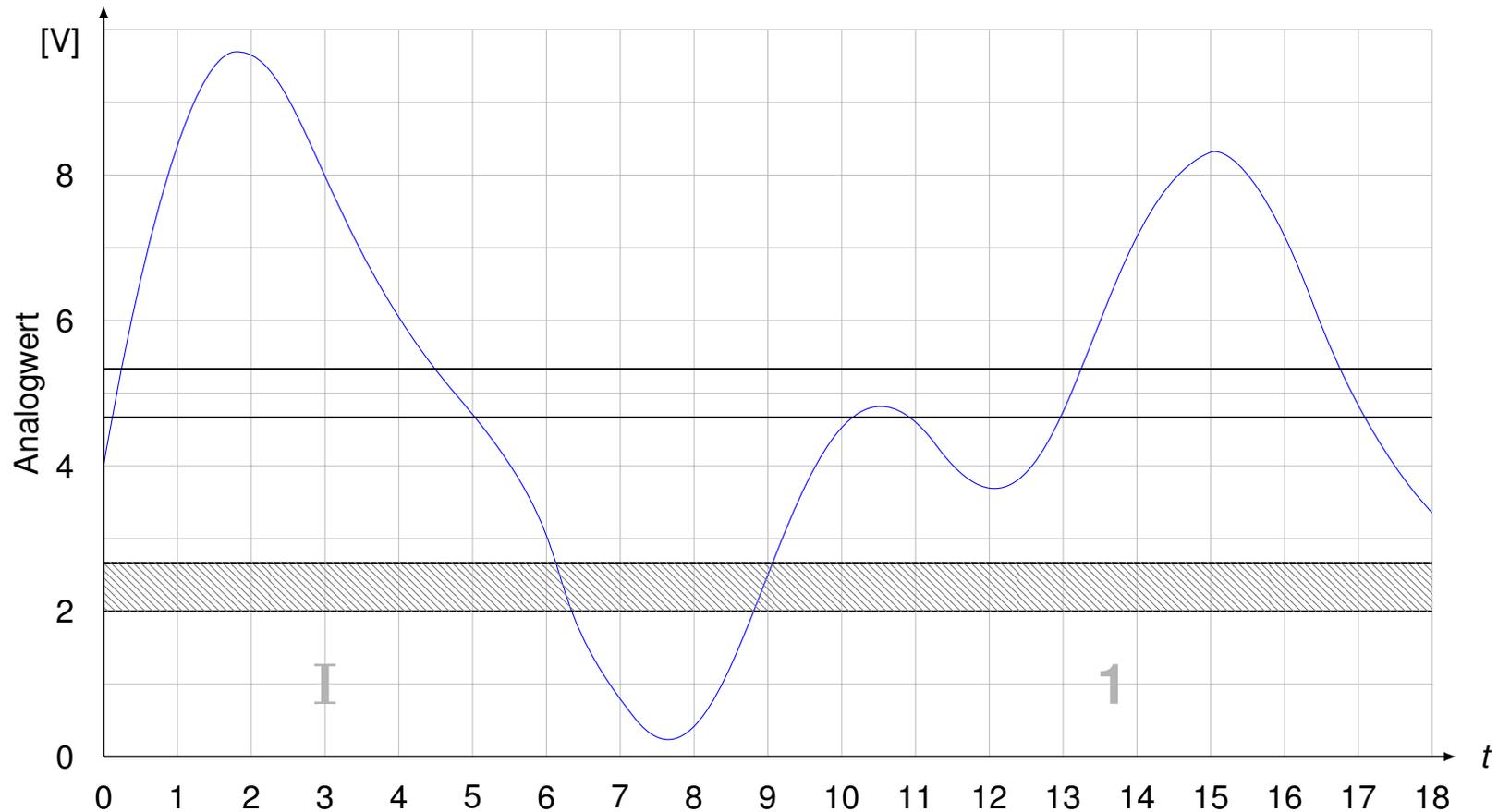


Abbildung 2: Zu diskretisierende Bereiche

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

## Lösung

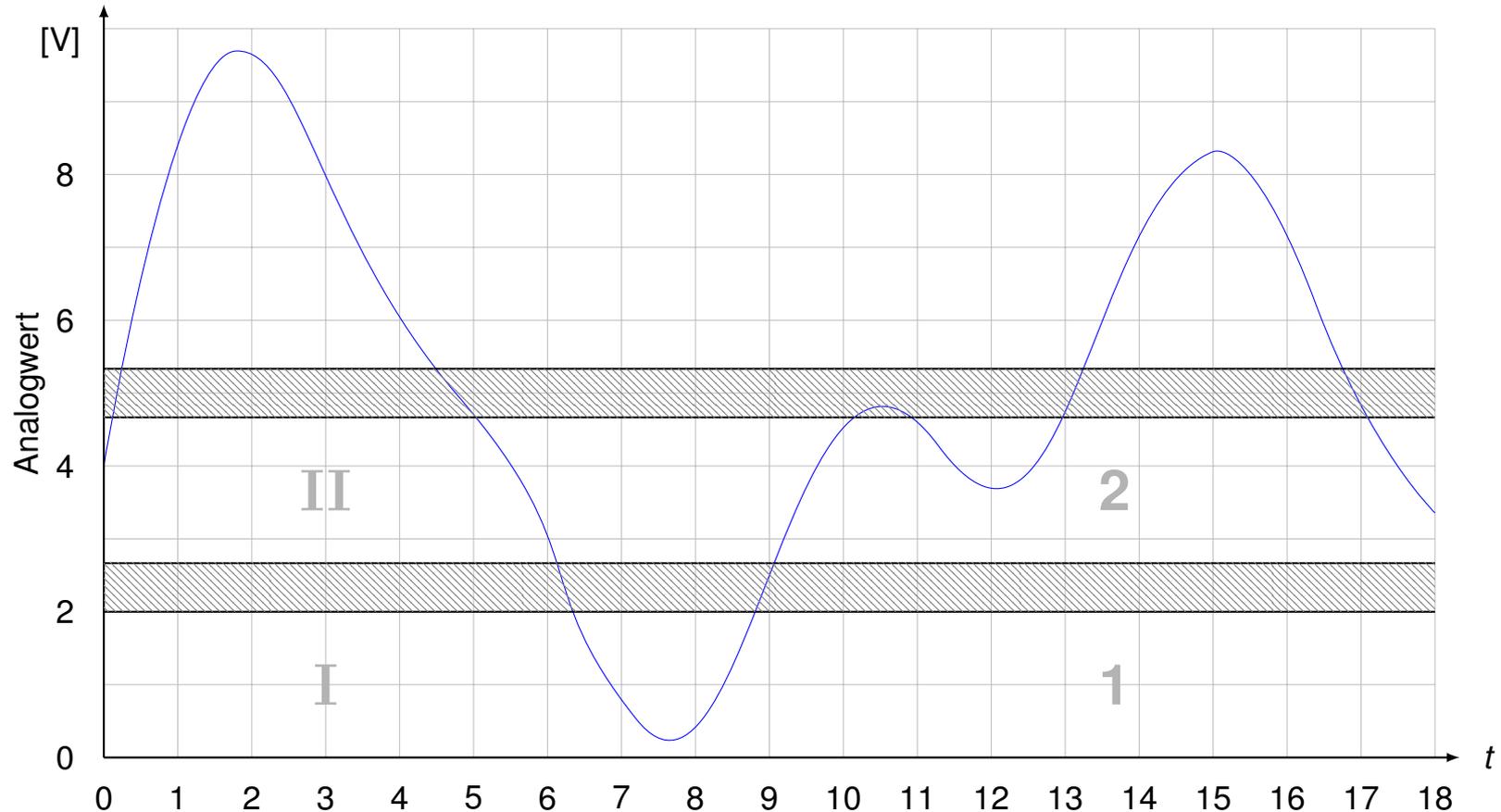


Abbildung 2: Zu diskretisierende Bereiche

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

## Lösung

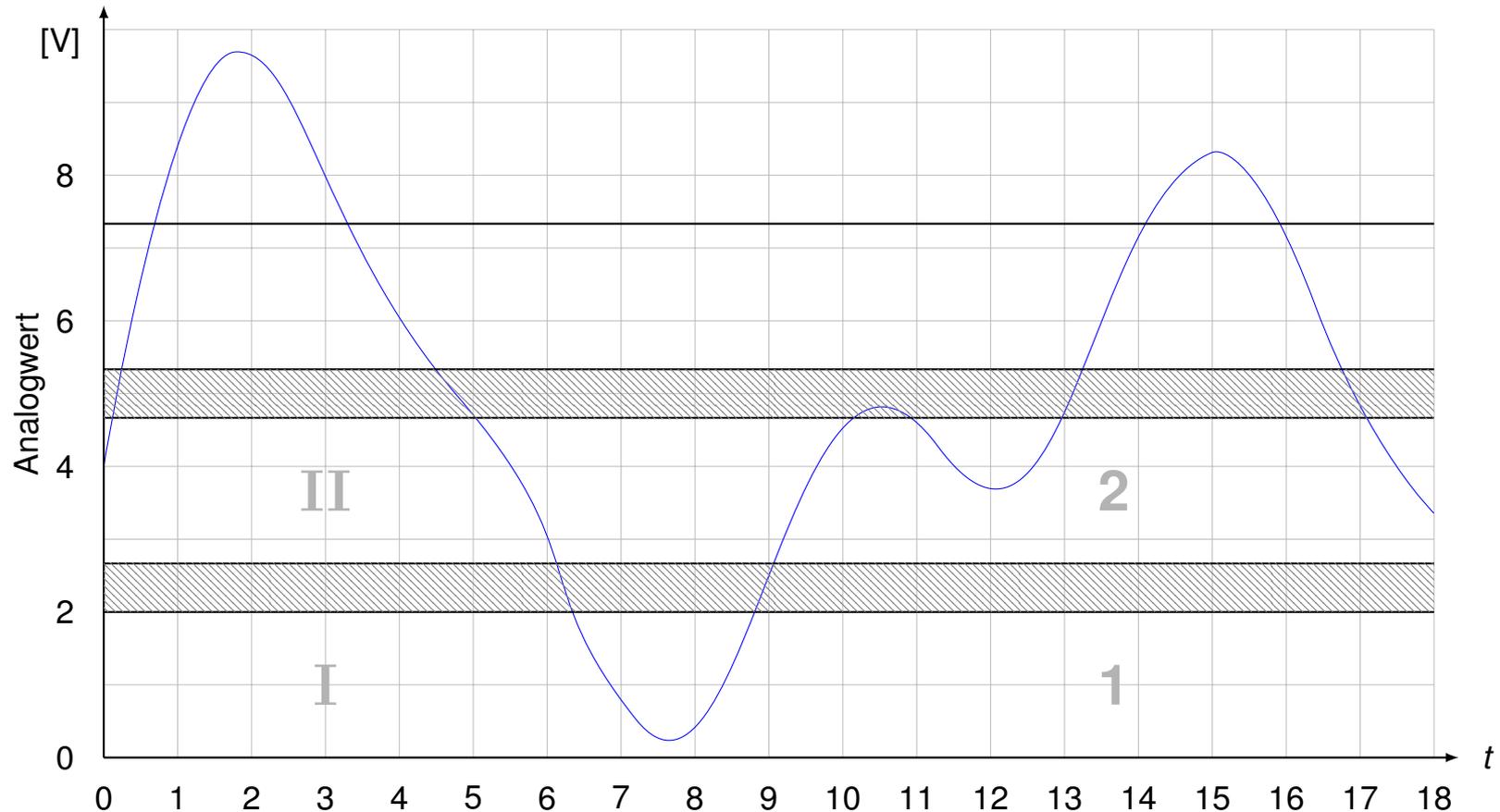


Abbildung 2: Zu diskretisierende Bereiche

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

## Lösung

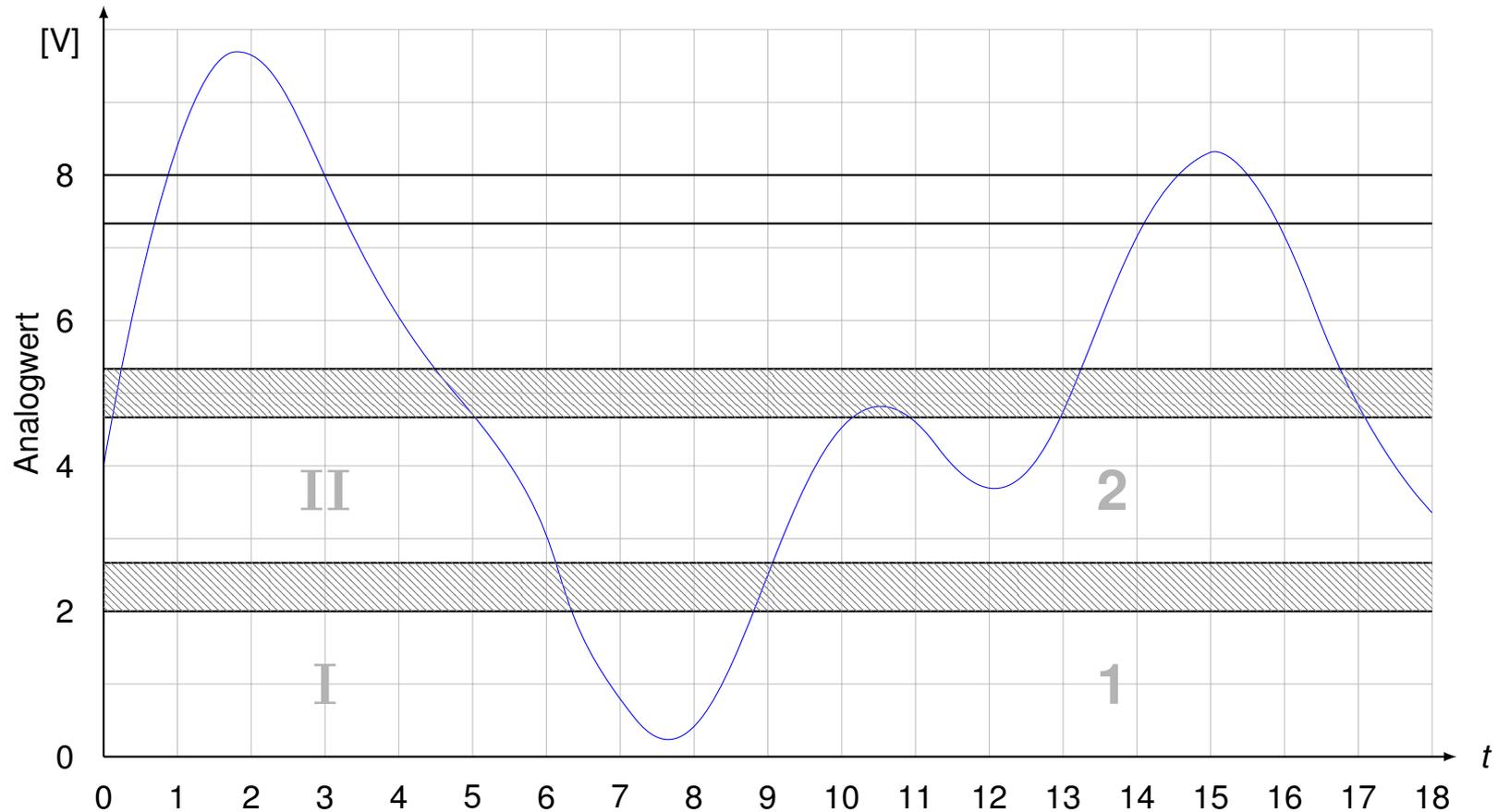


Abbildung 2: Zu diskretisierende Bereiche

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

## Lösung

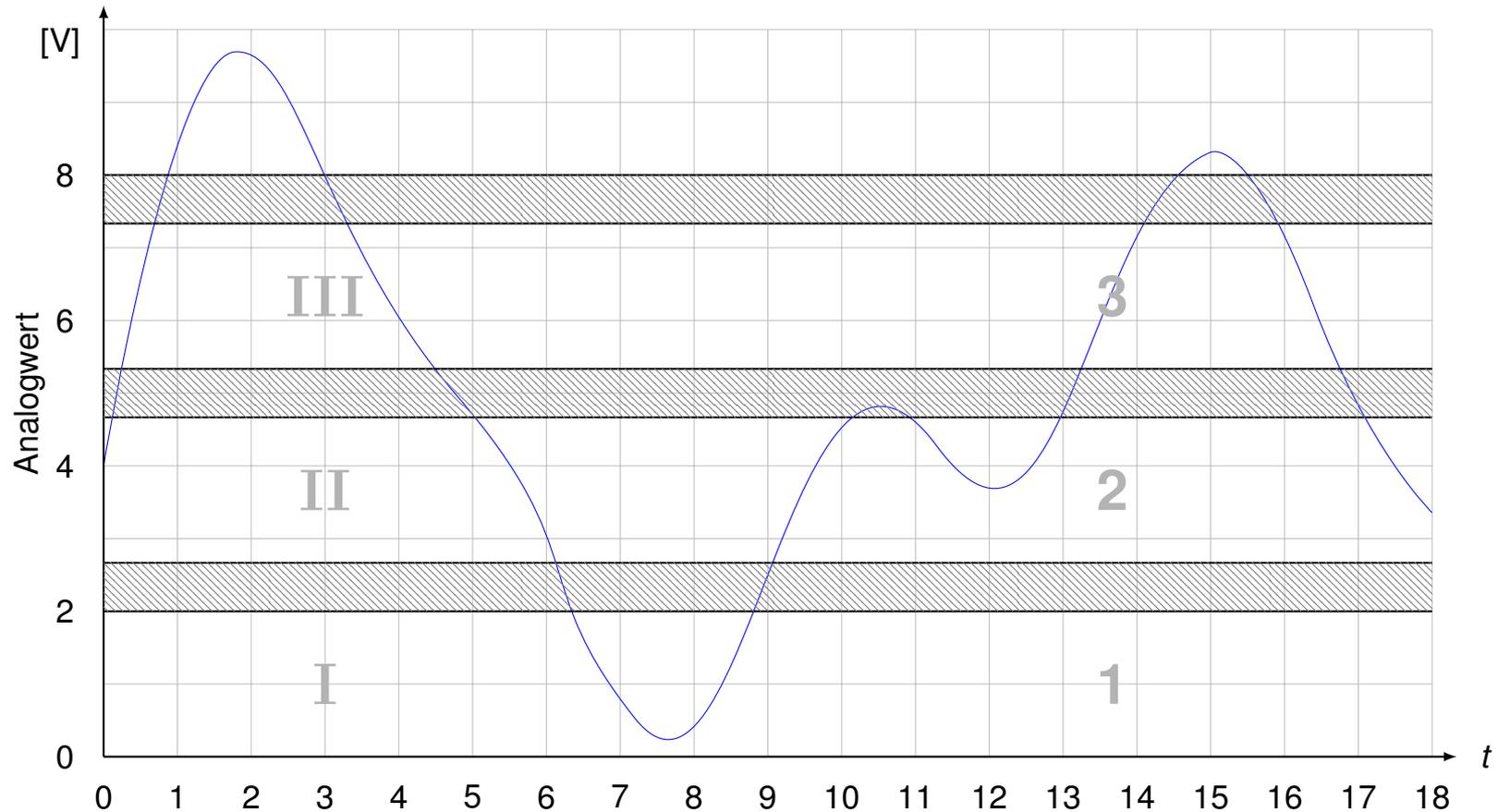


Abbildung 2: Zu diskretisierende Bereiche

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

a) Geben Sie die Intervalle für die digitalisierten Werte an.

**Lösung**

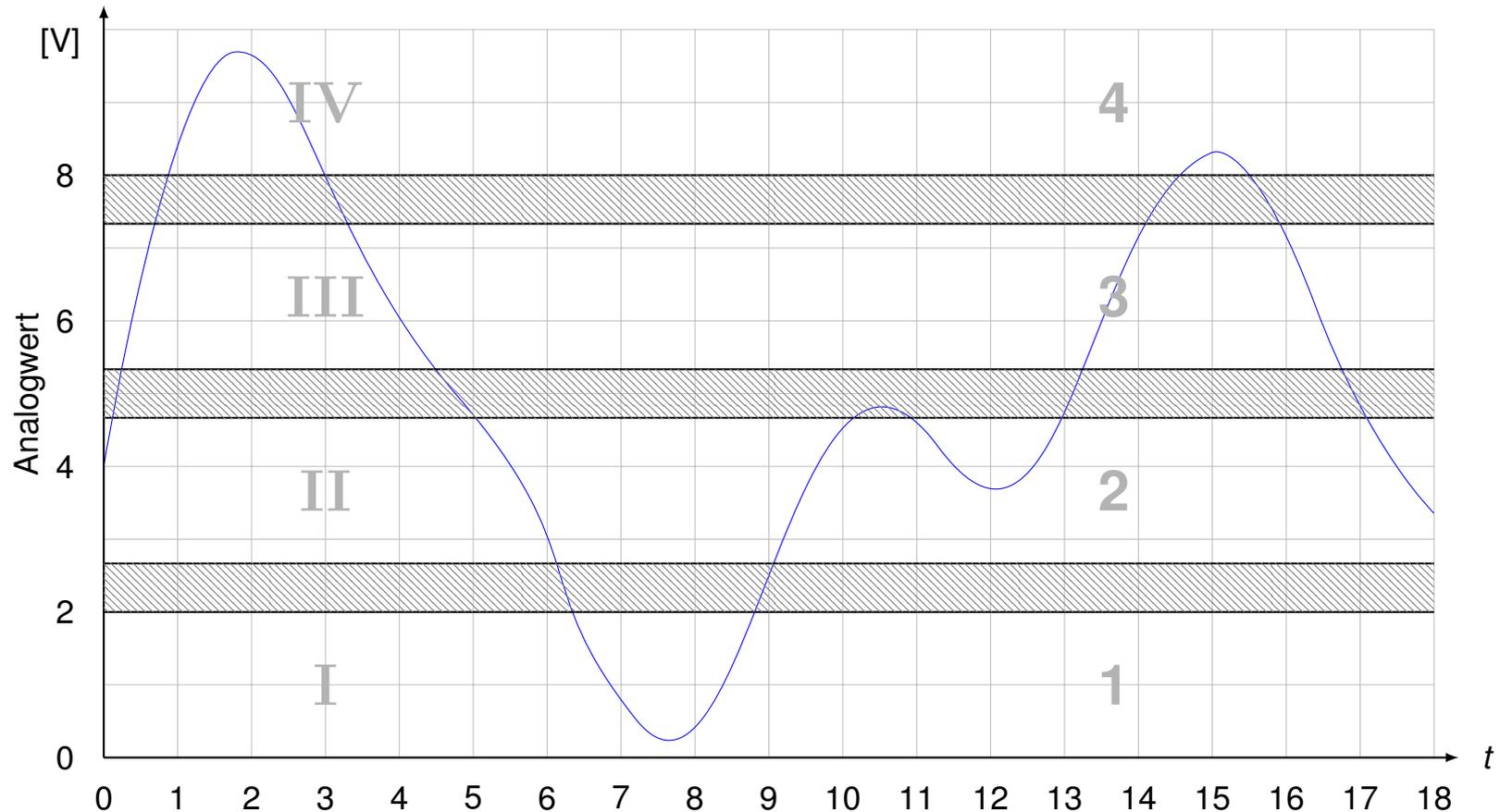


Abbildung 2: Zu diskretisierende Bereiche

## Aufgabe 1 – Diskretisierung

- b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.  
 Beim Verlassen eines Werteintervalls soll der digitalisierte Wert so lange erhalten bleiben, bis das analoge Signal in das nächste Werteintervall eintritt.

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.

## Lösung

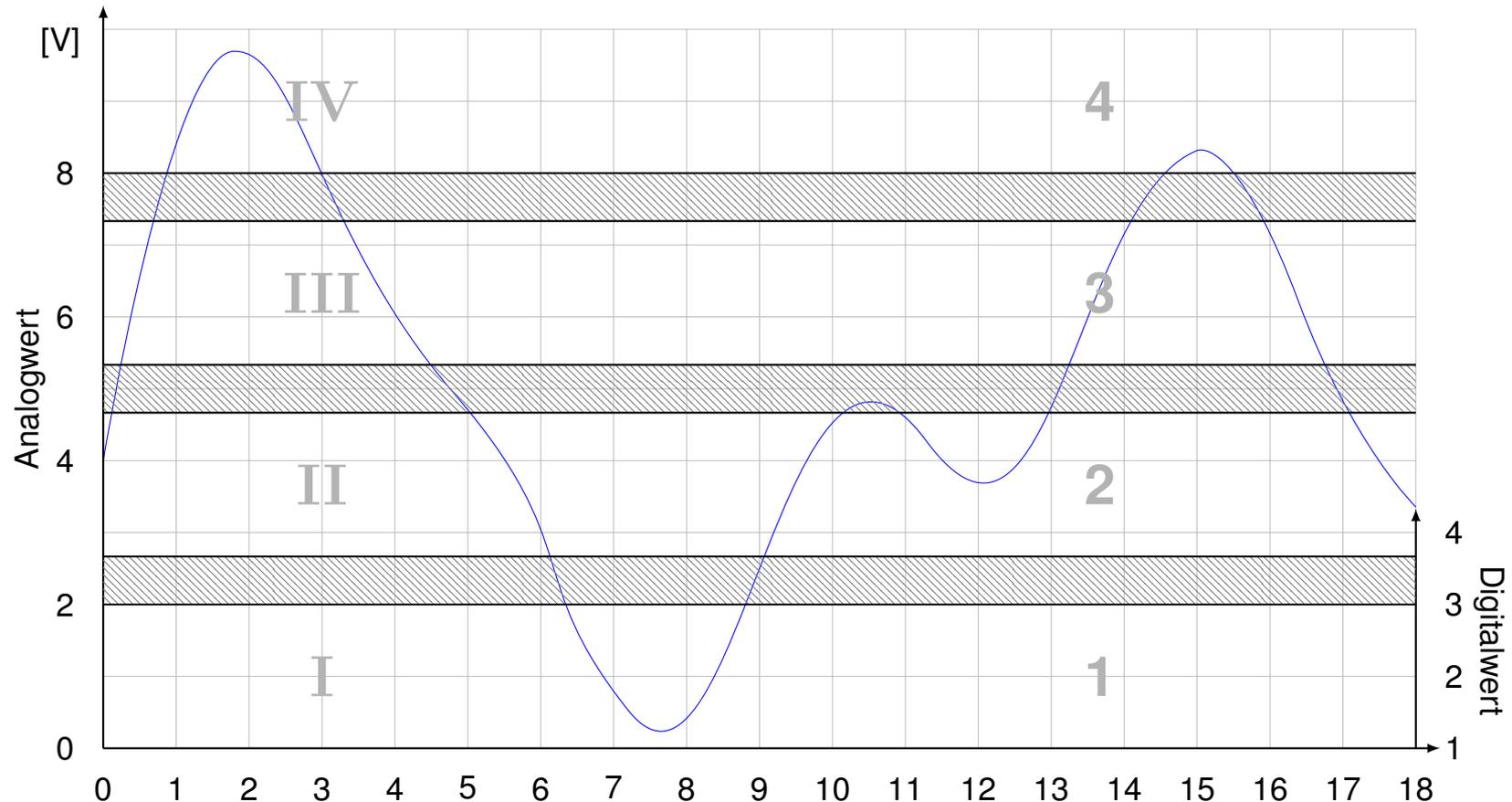


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.

## Lösung

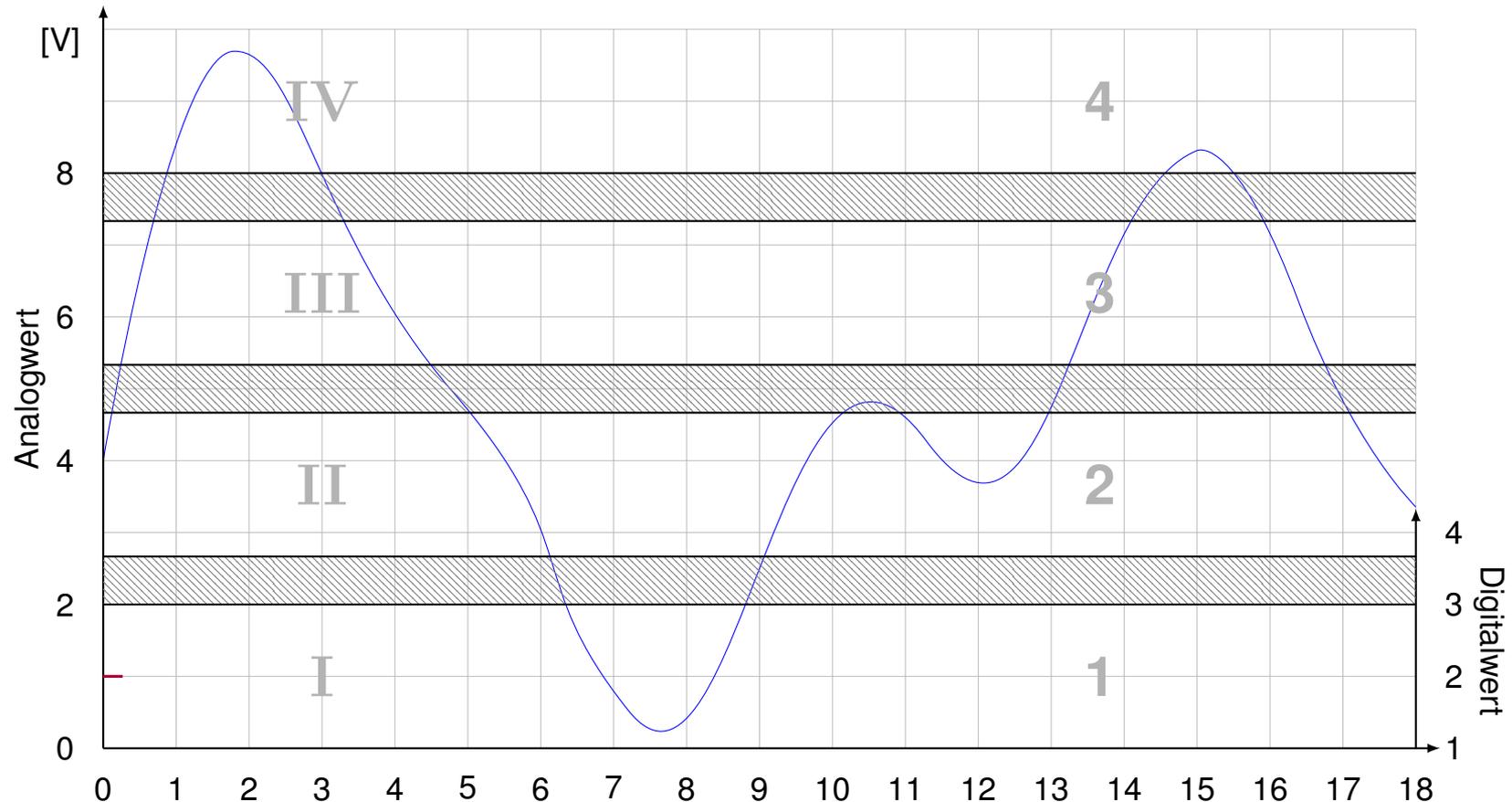


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.

## Lösung

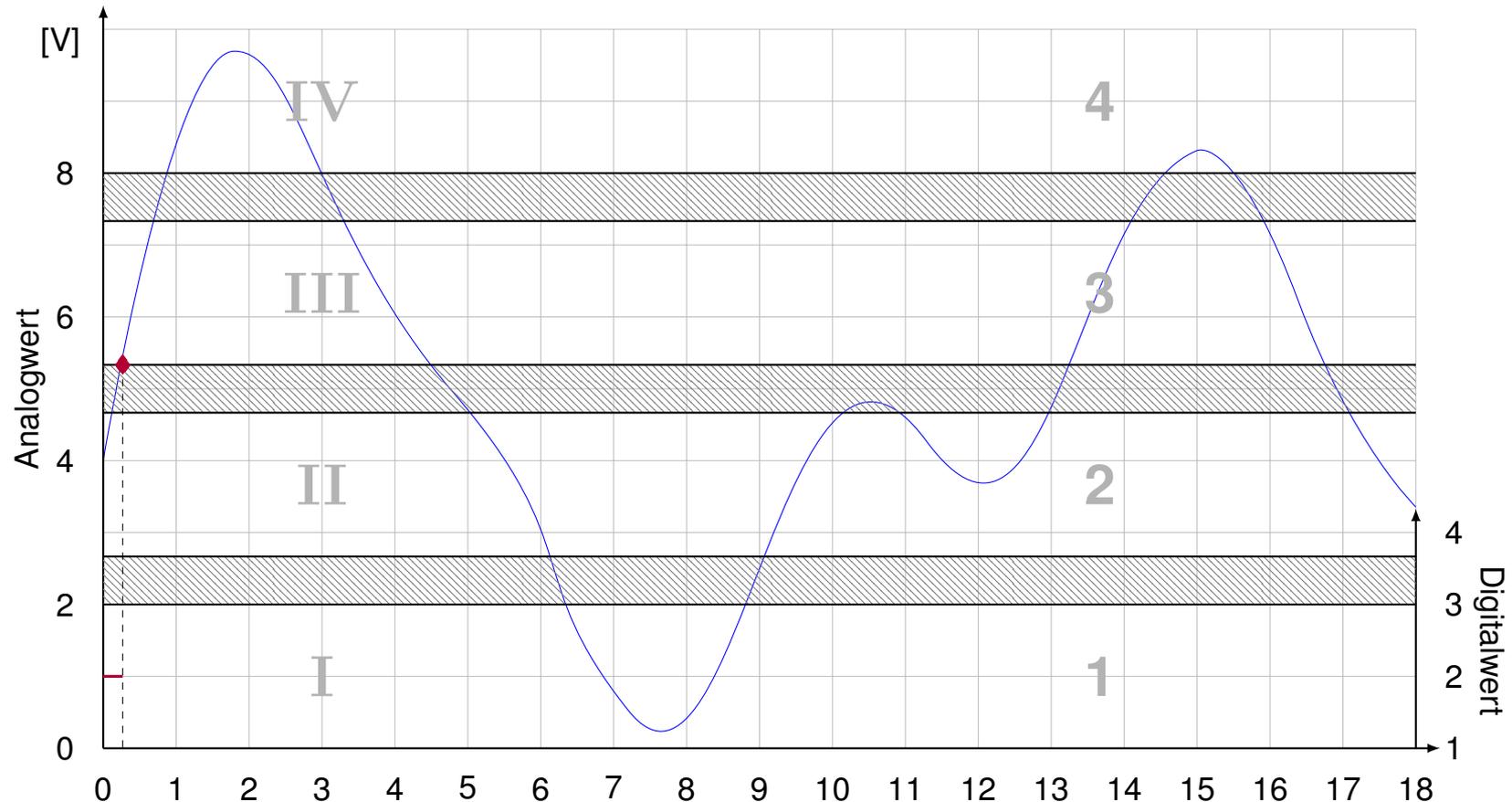


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.

## Lösung

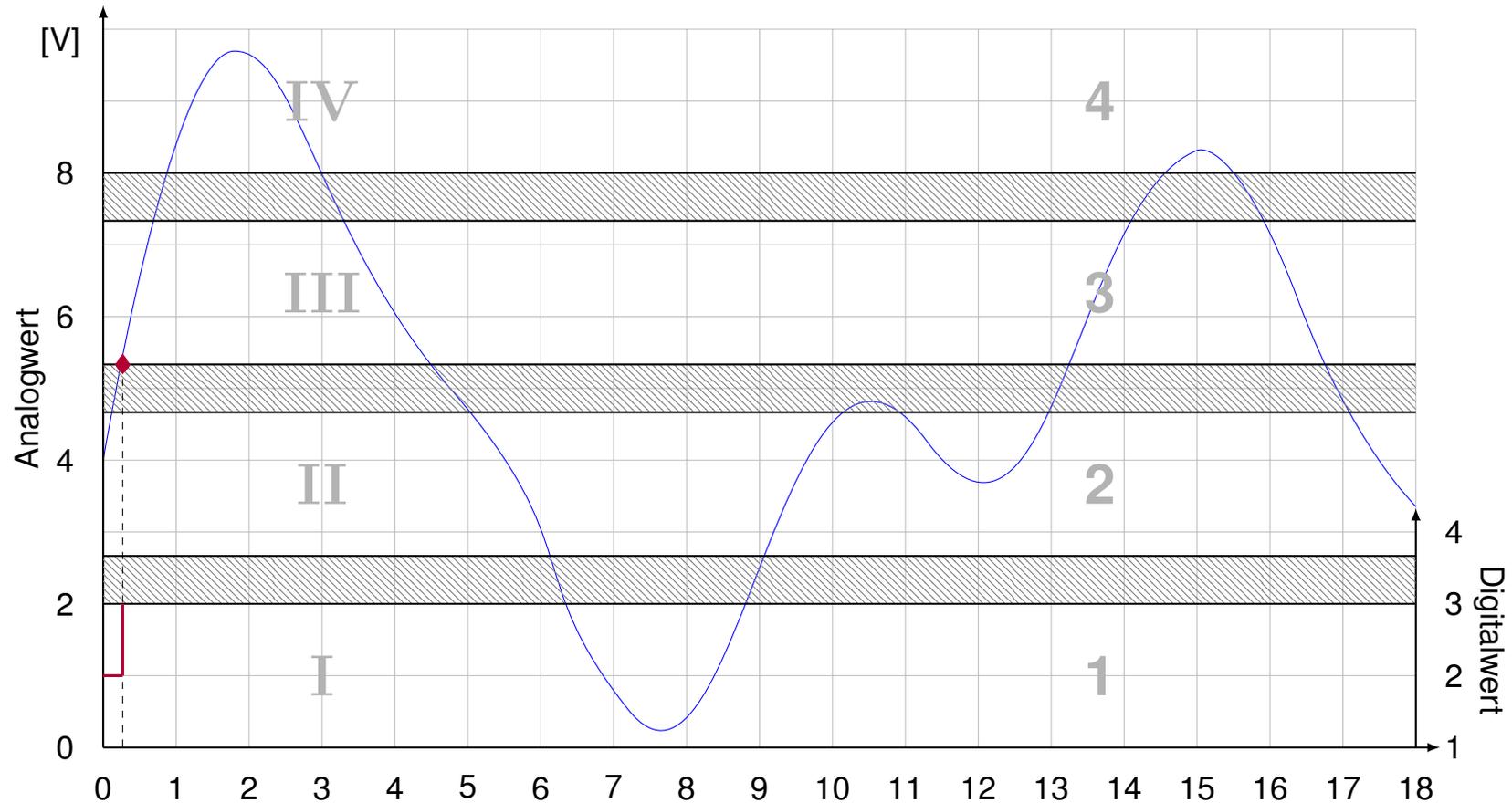


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.

## Lösung

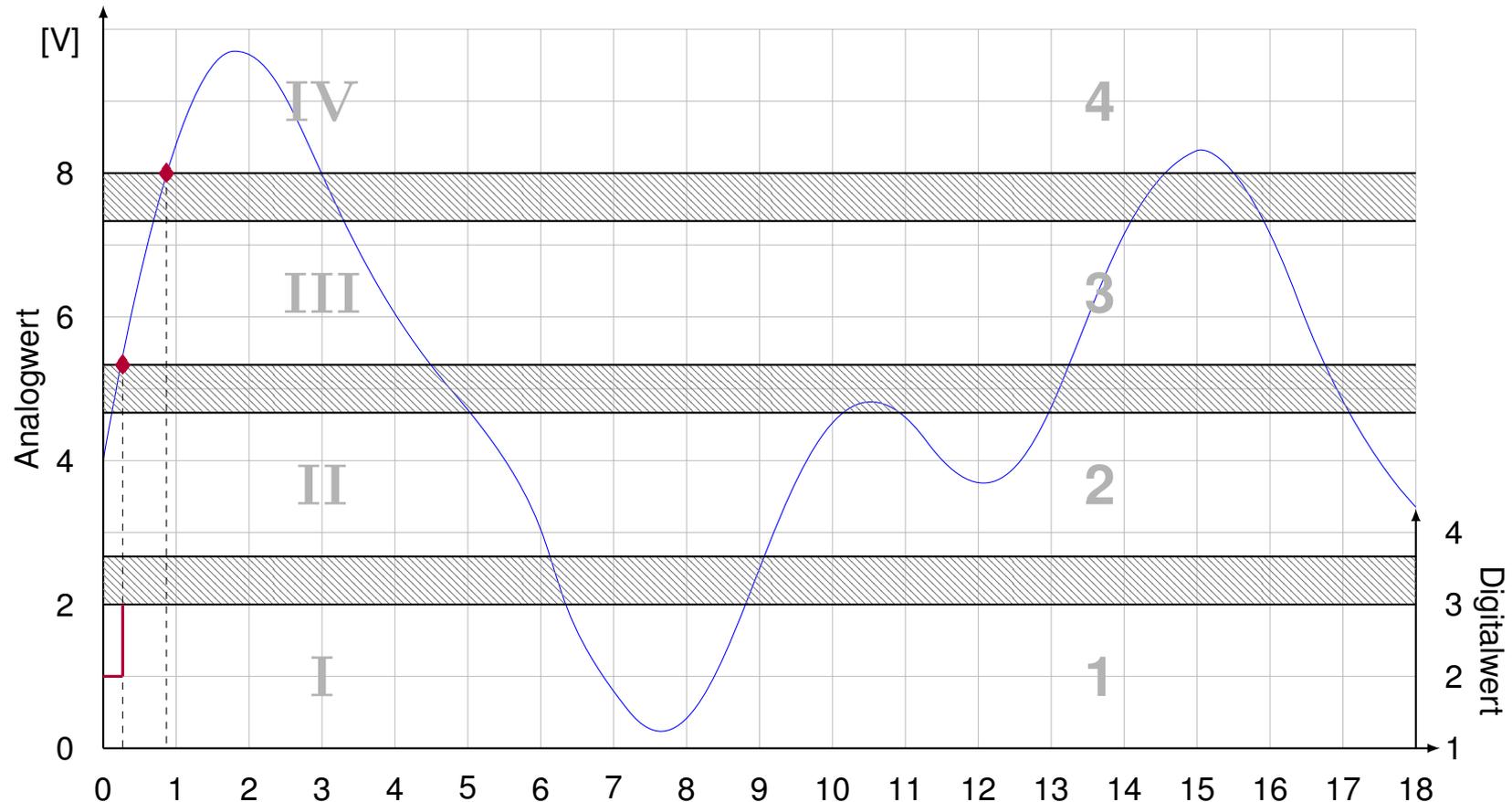


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.

## Lösung

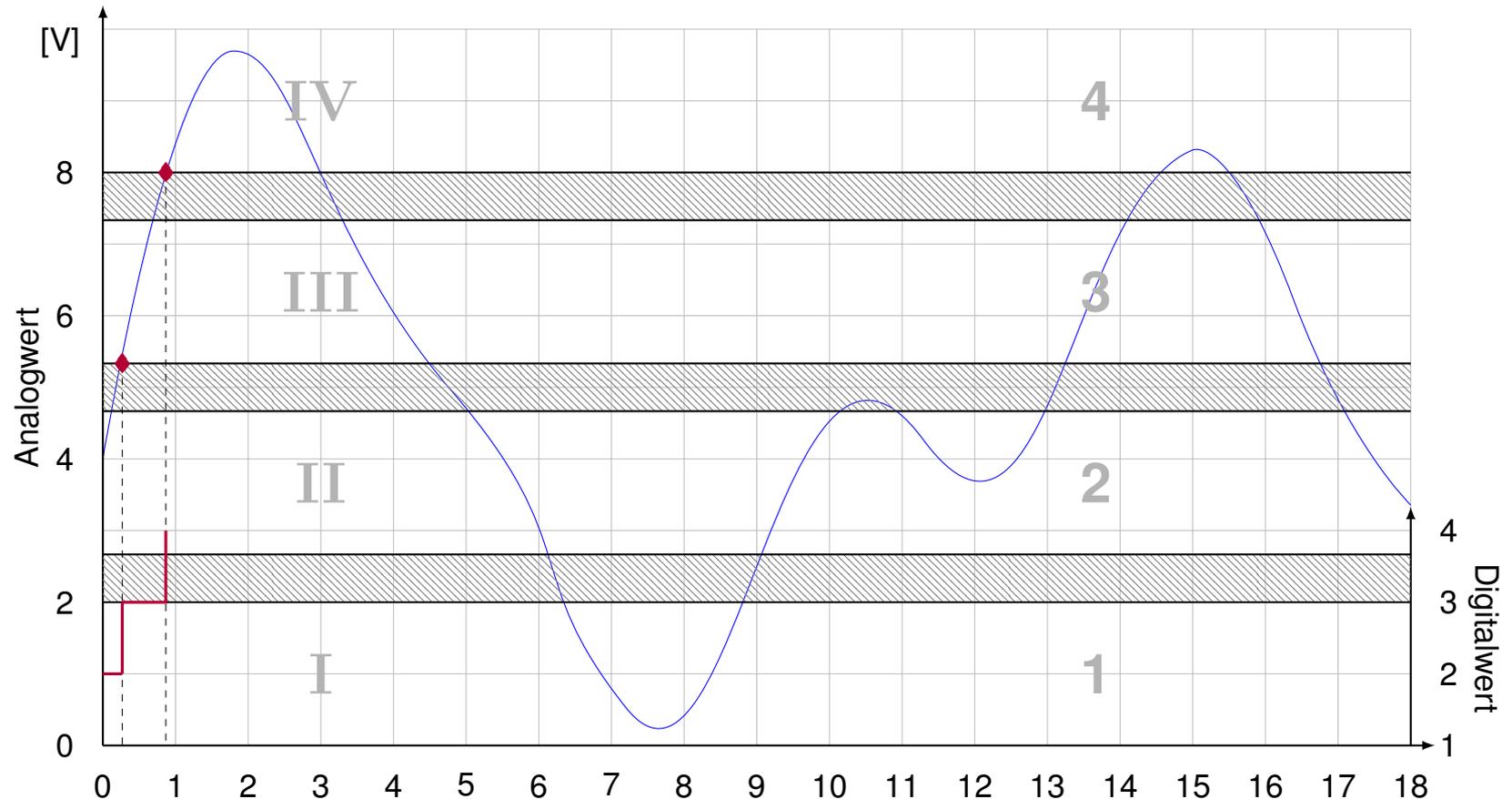


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.

## Lösung

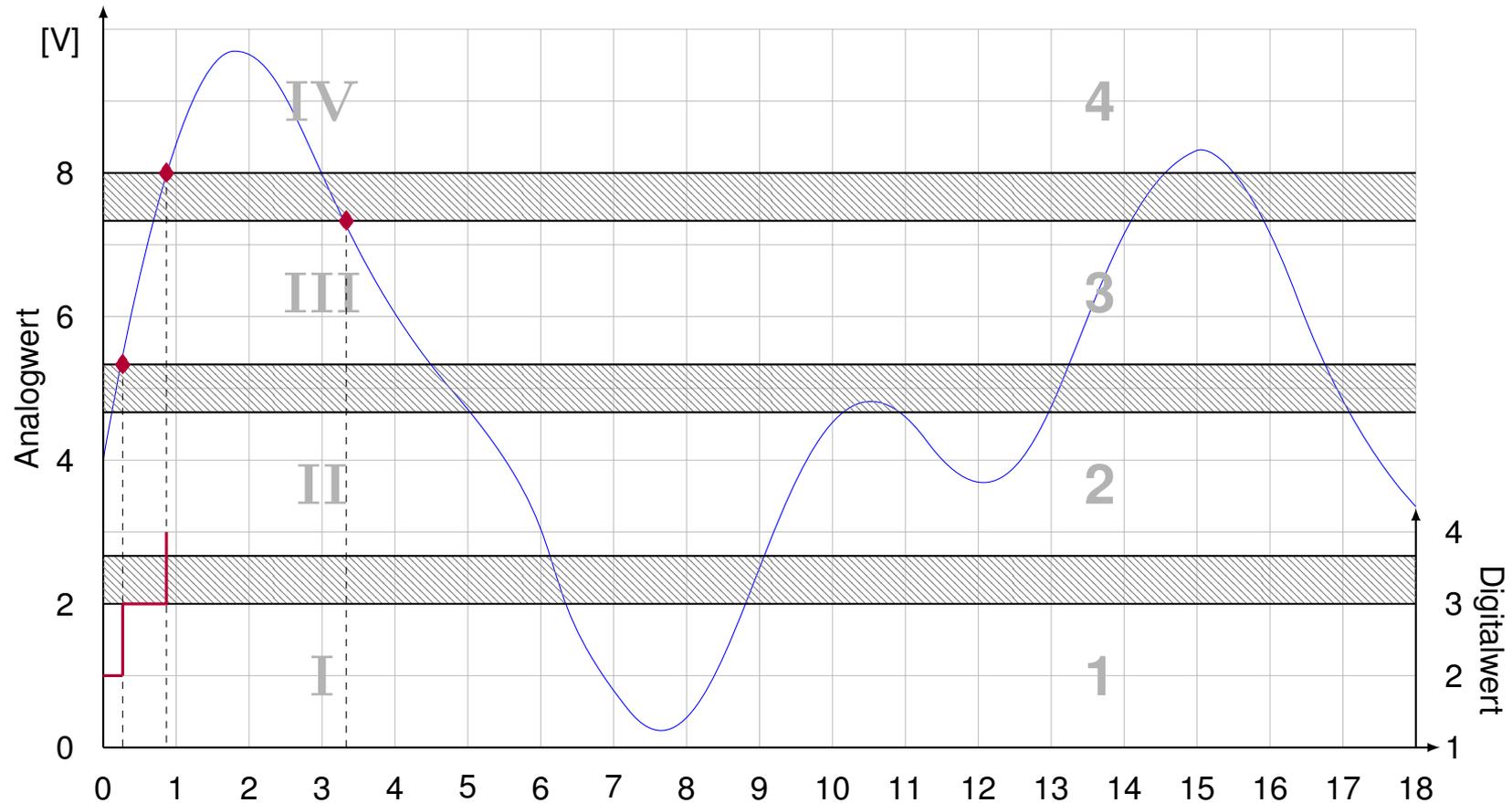


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.

## Lösung

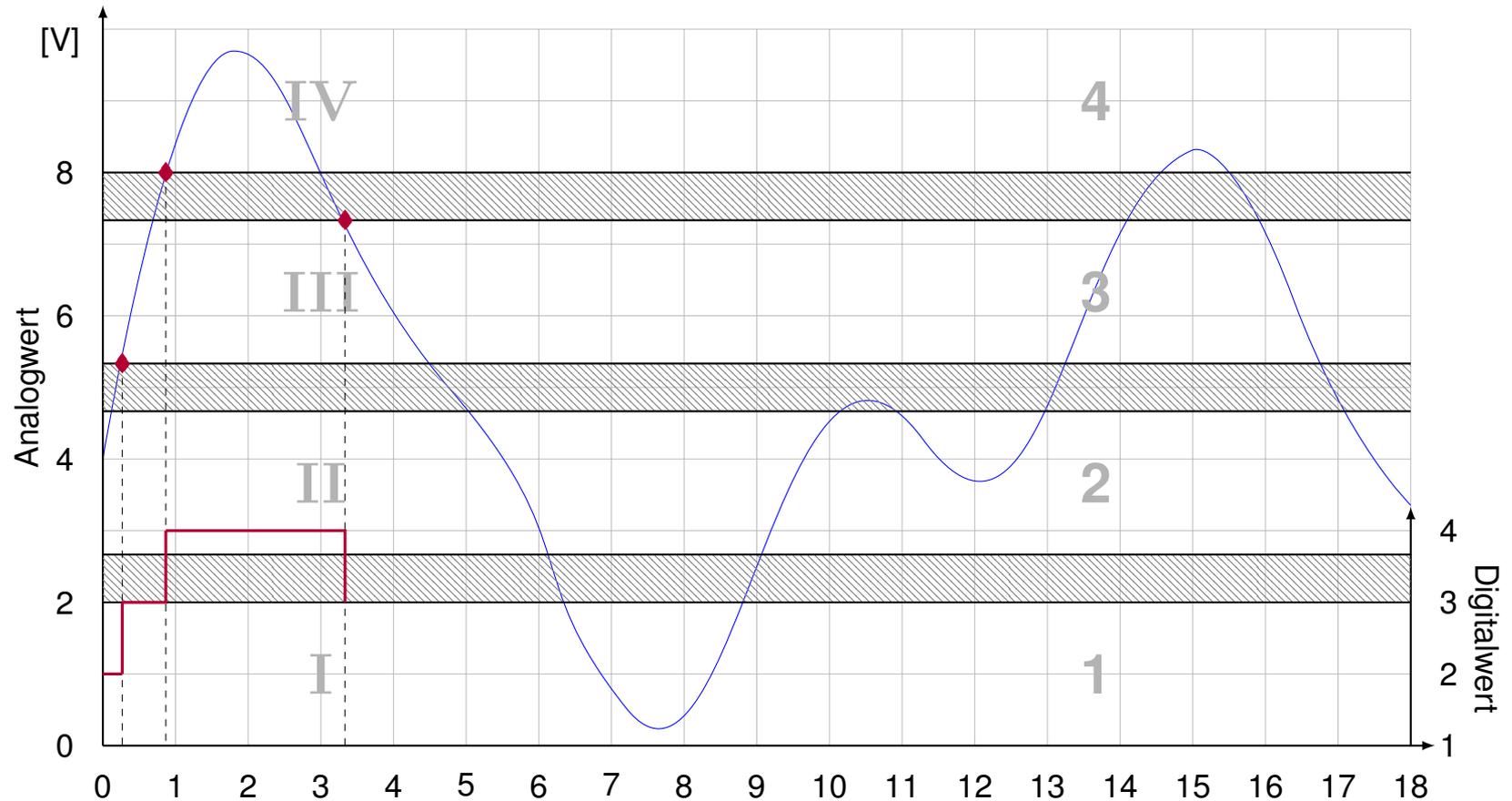


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.

## Lösung

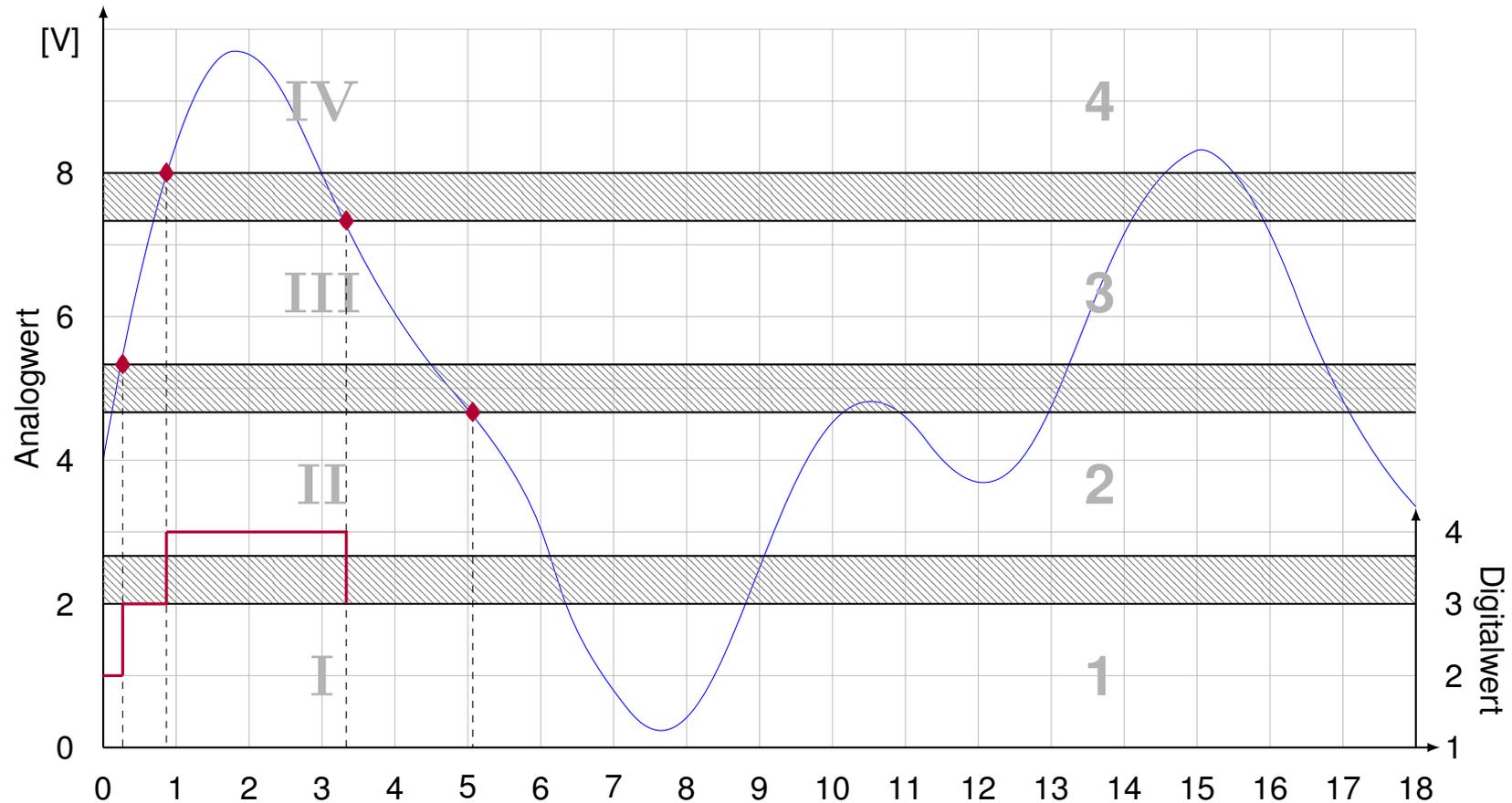


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.

## Lösung

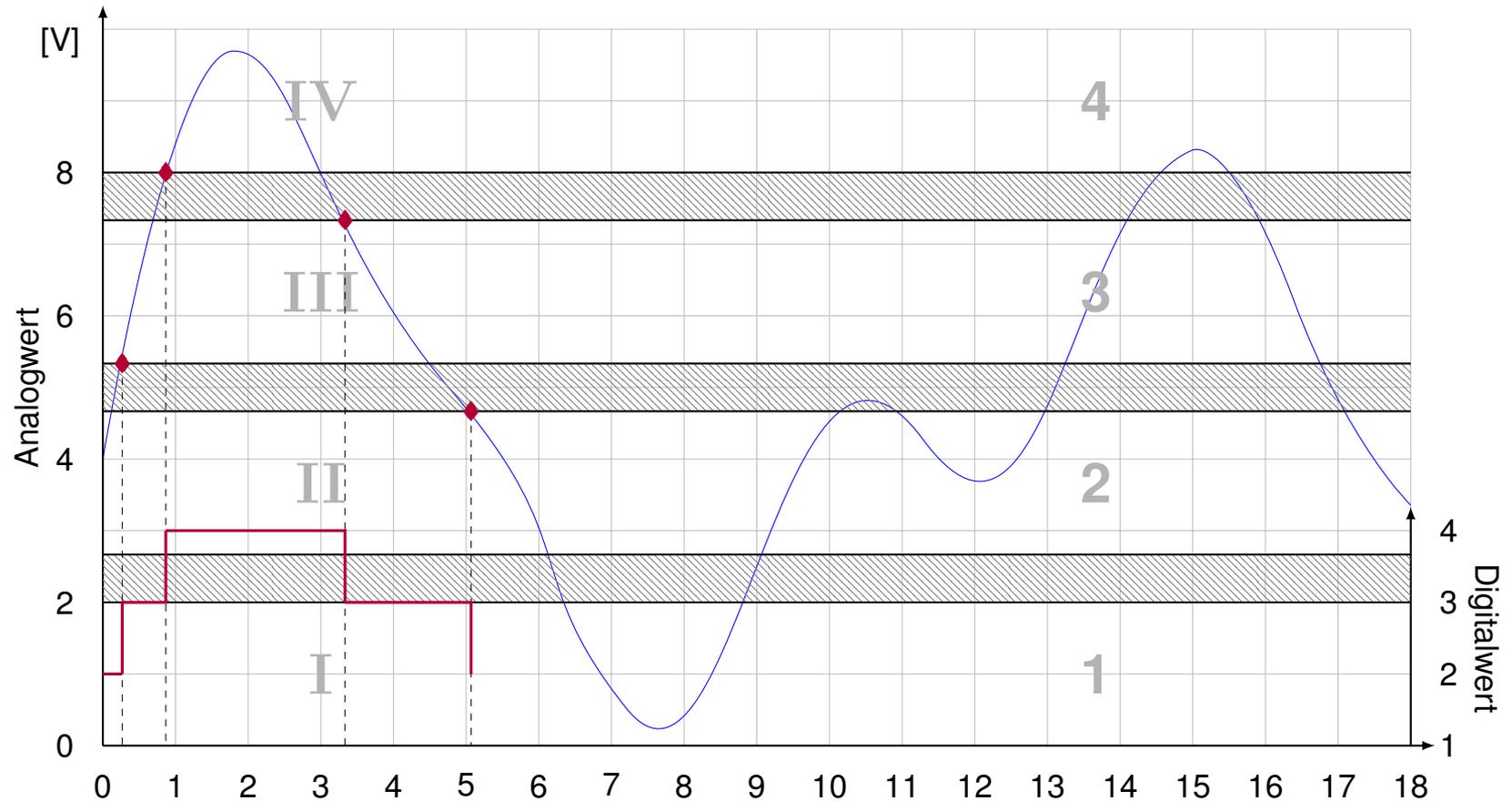


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.

## Lösung

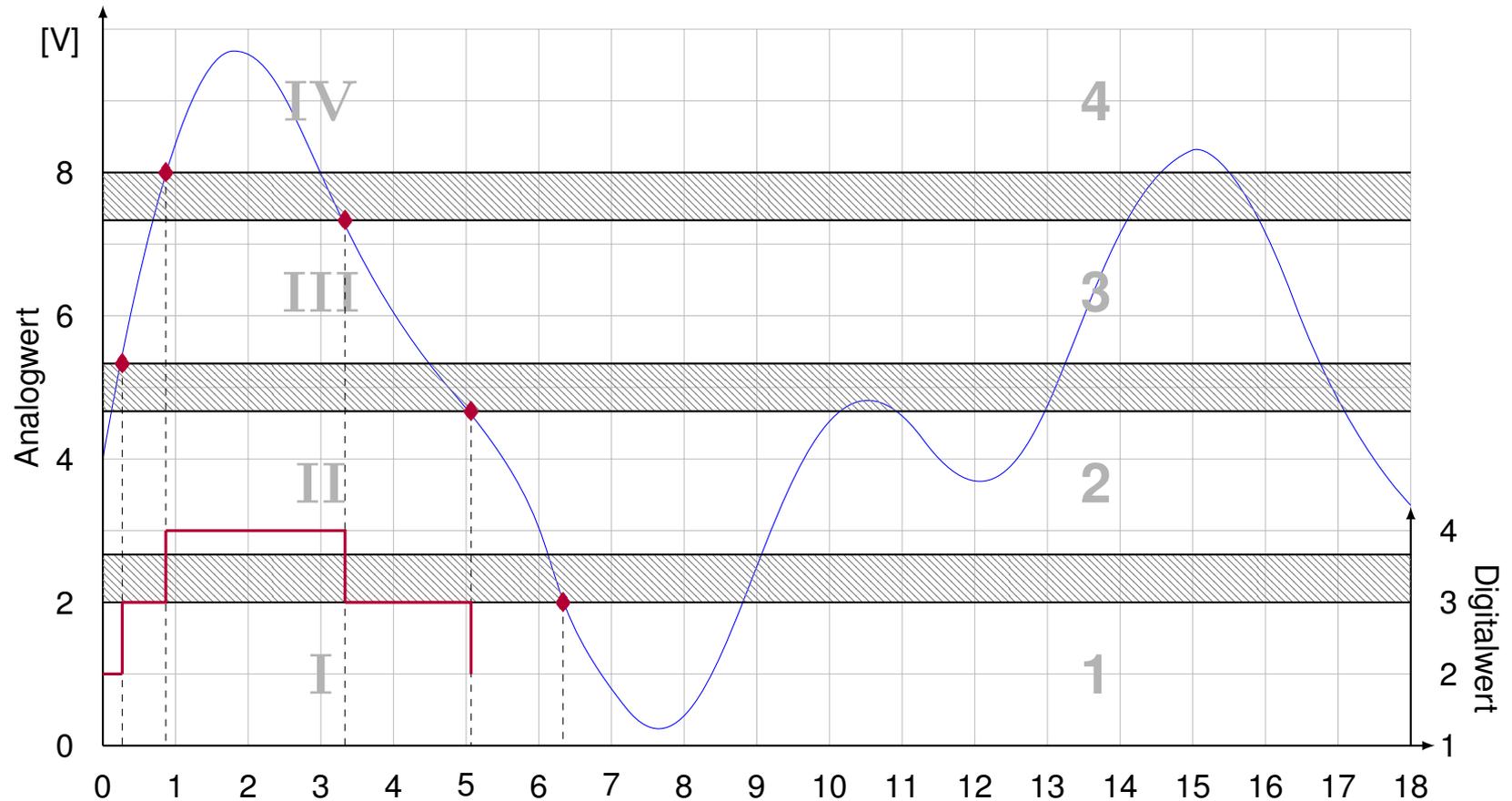


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.

## Lösung

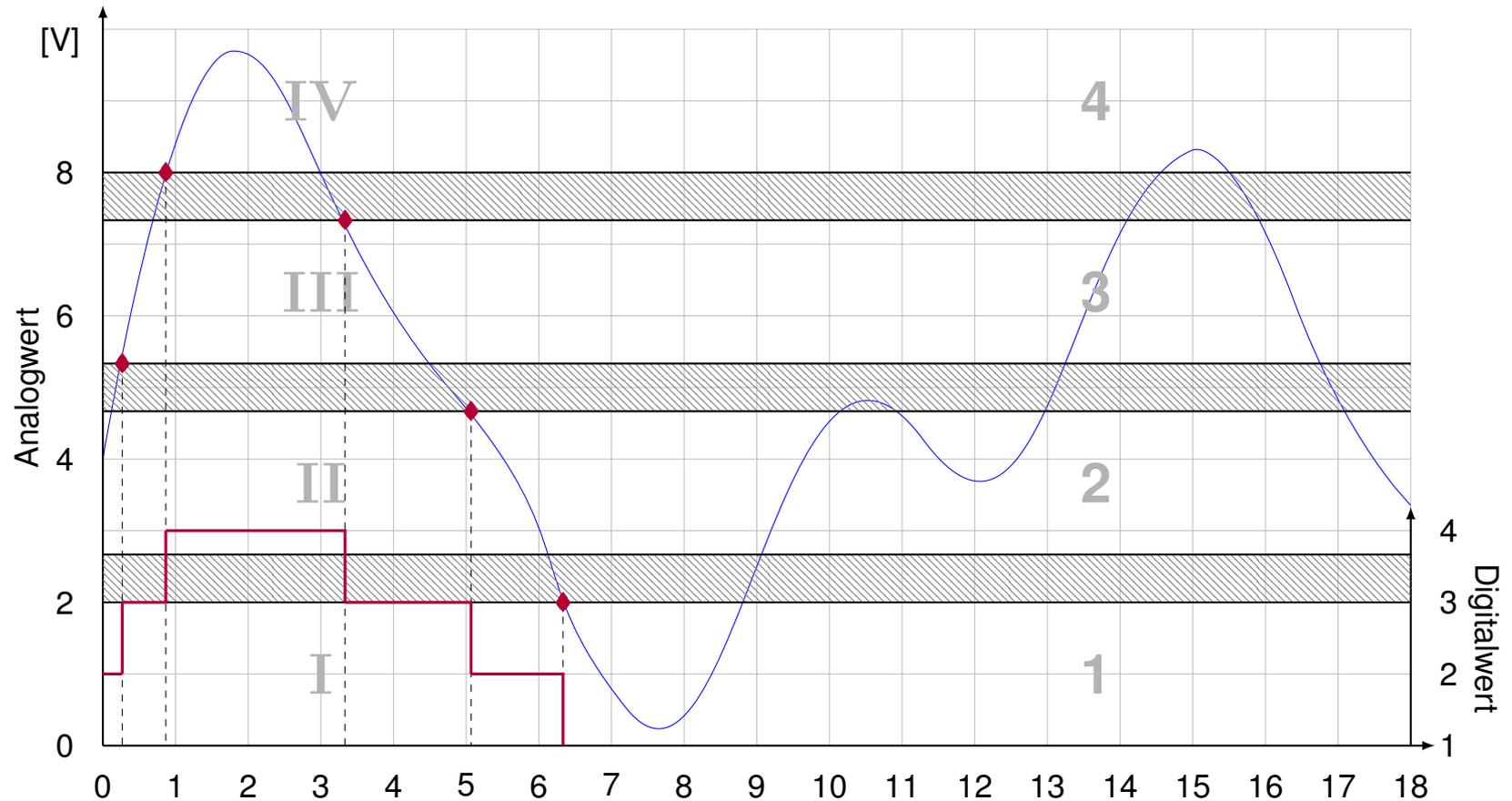


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.

## Lösung

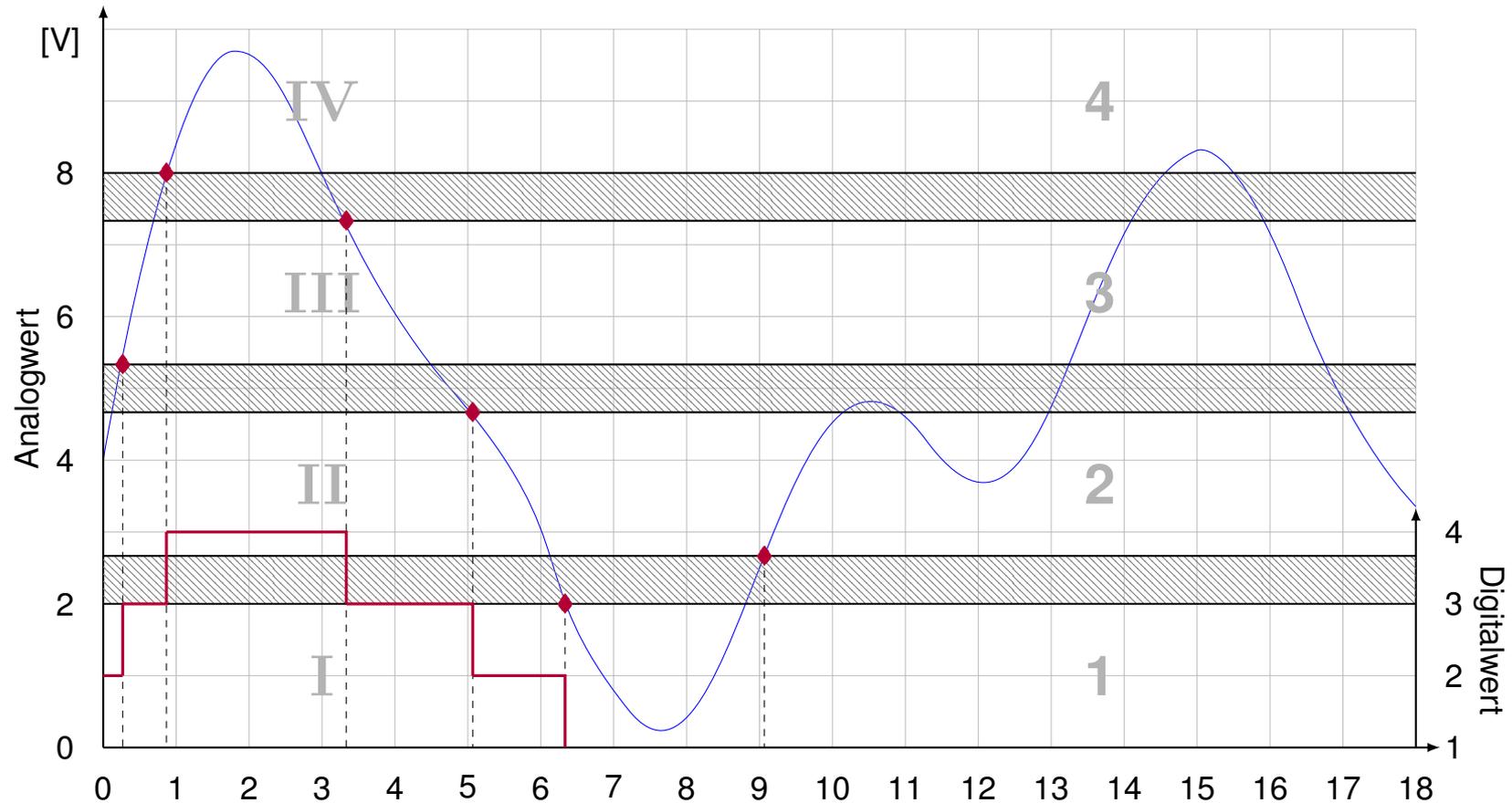


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.

## Lösung

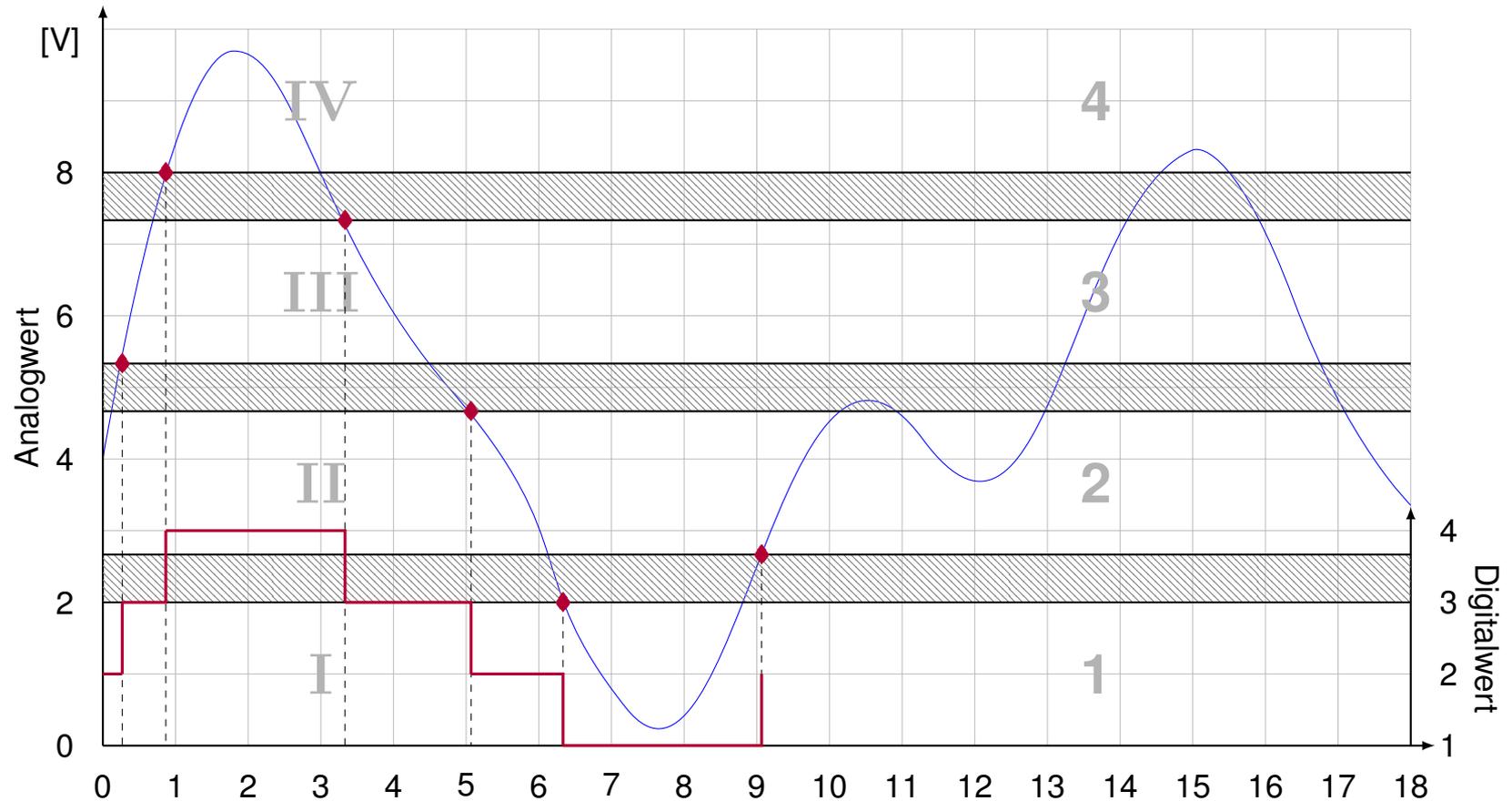


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.

## Lösung

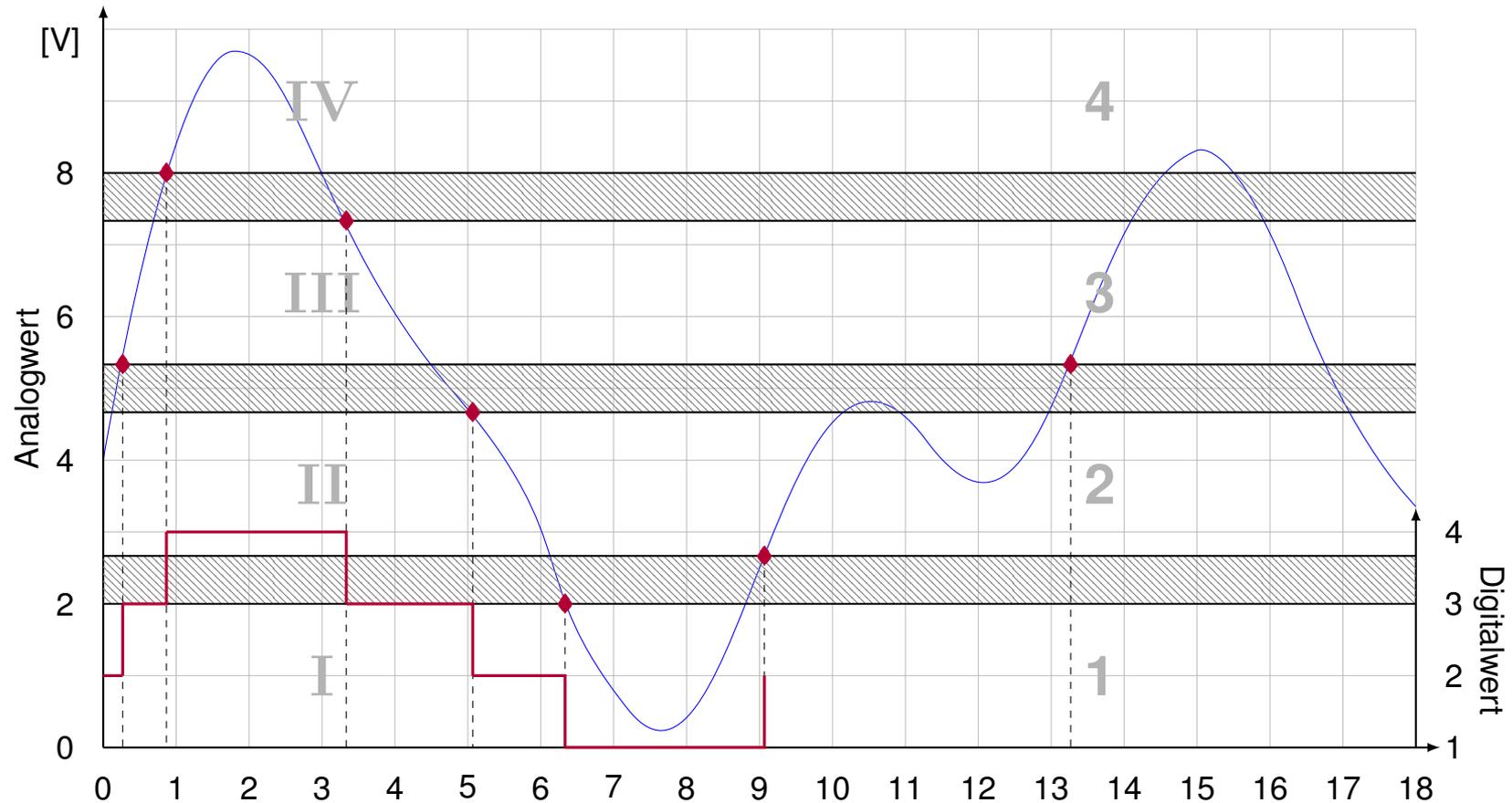


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.

## Lösung

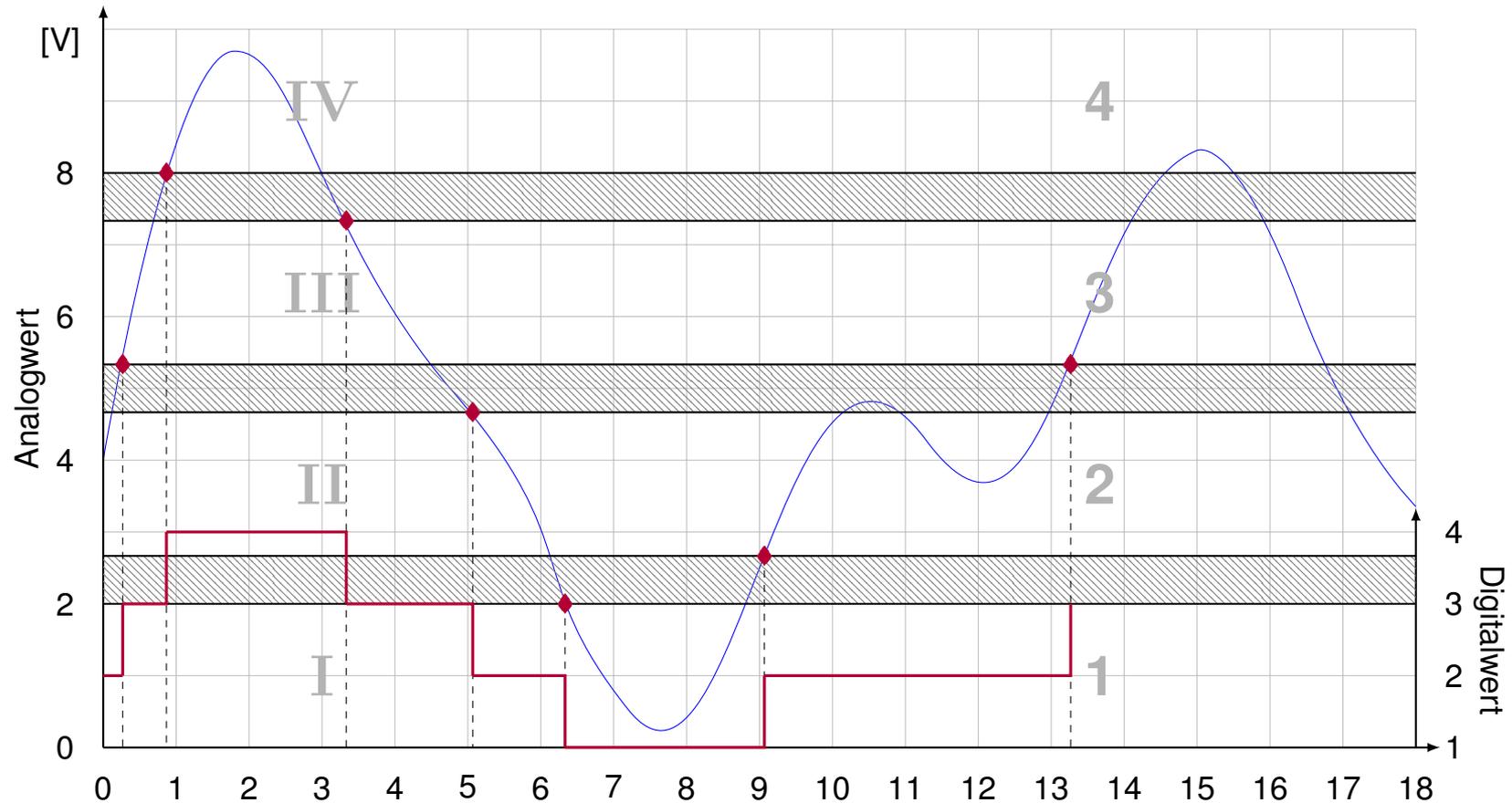


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.

## Lösung

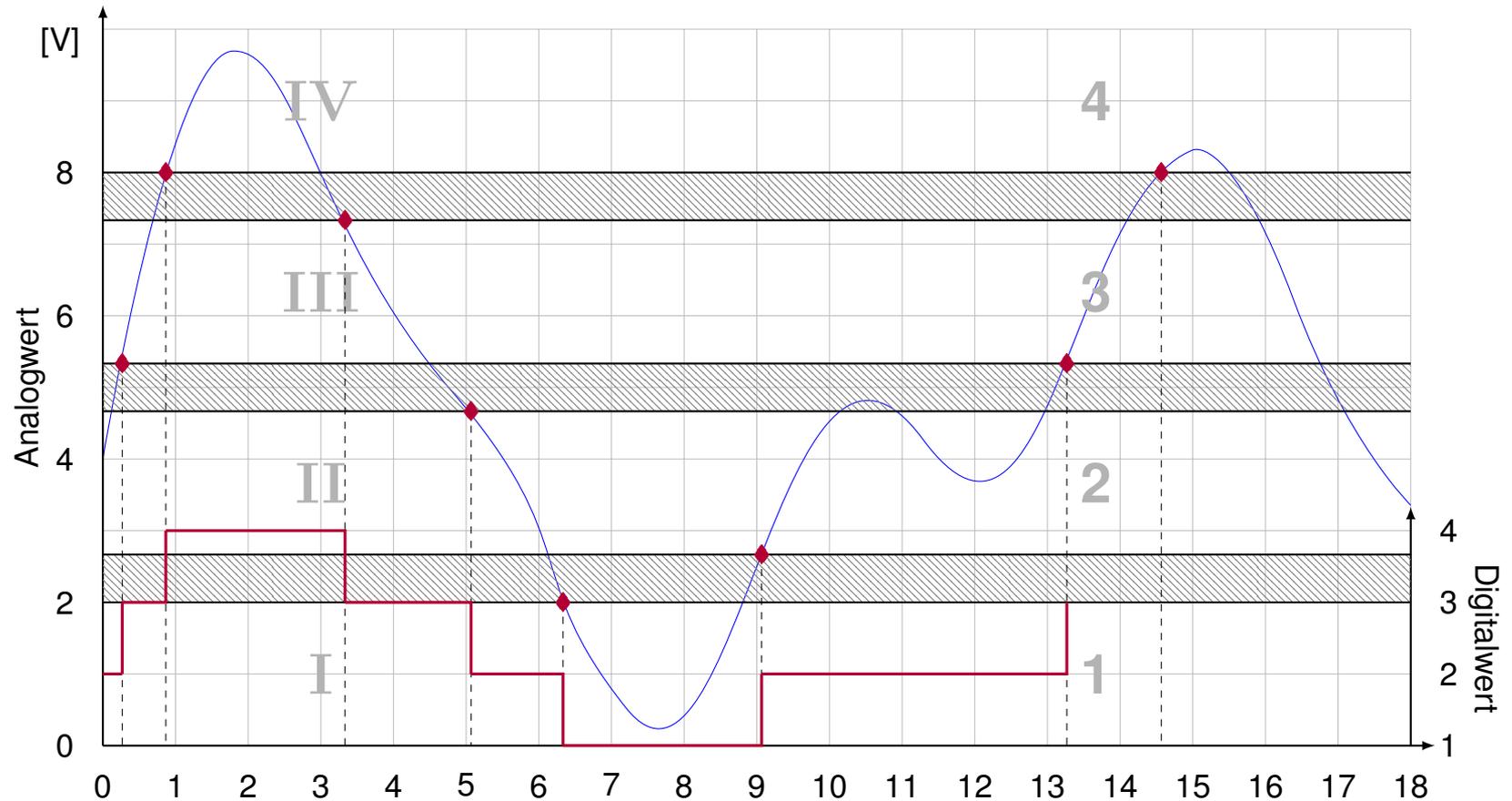


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.

## Lösung

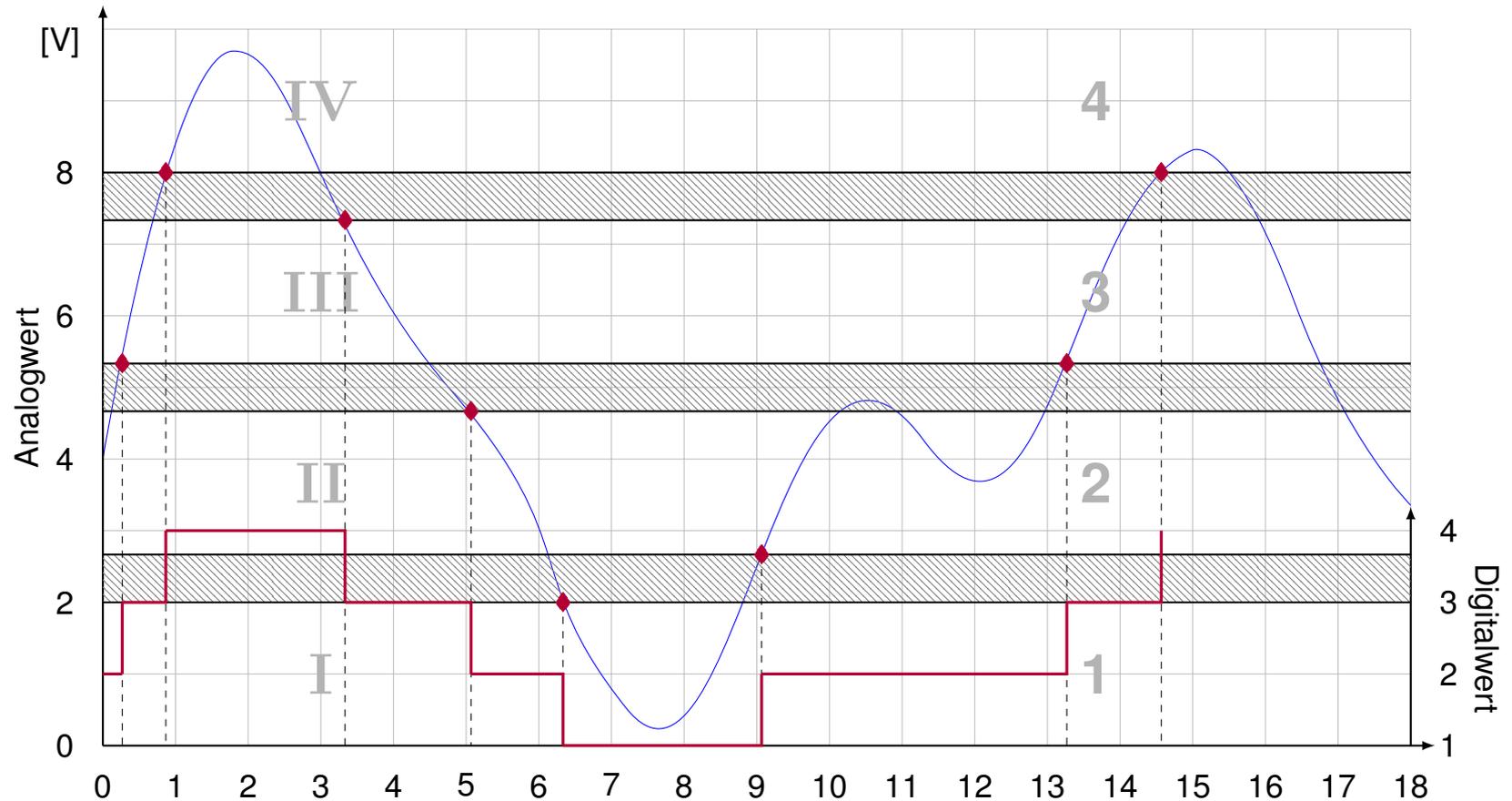


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.

## Lösung

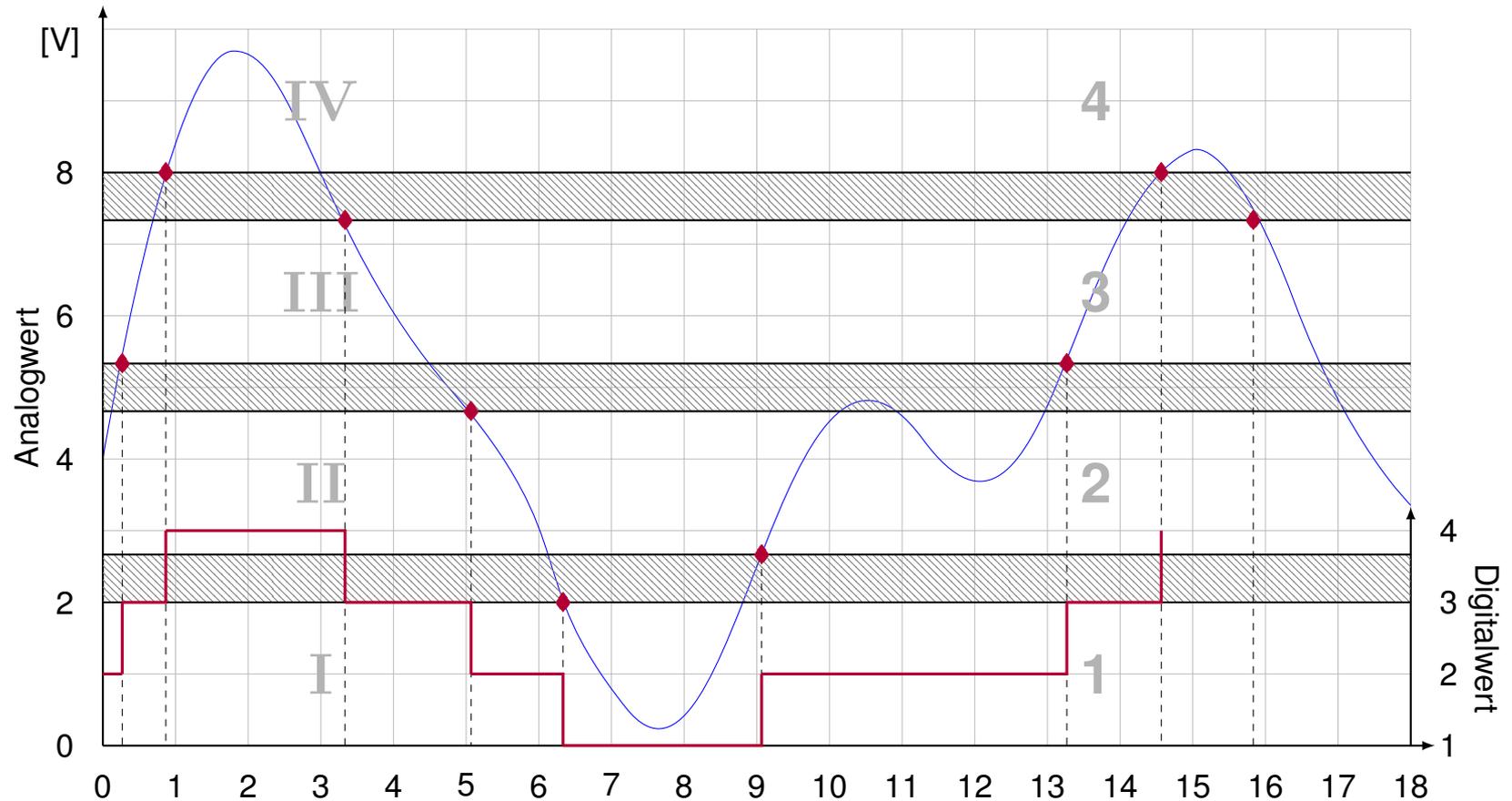


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.

## Lösung

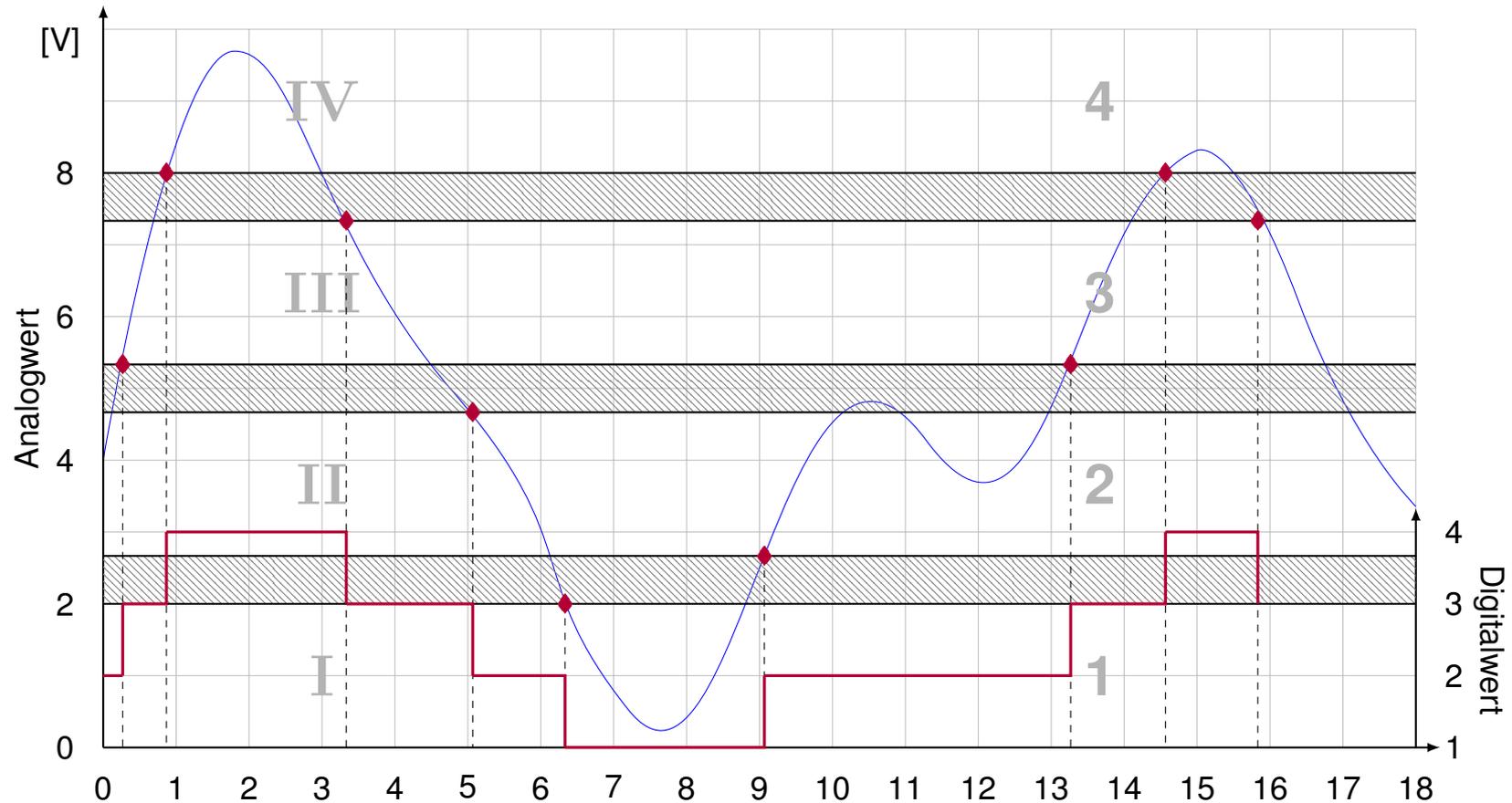


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.

## Lösung

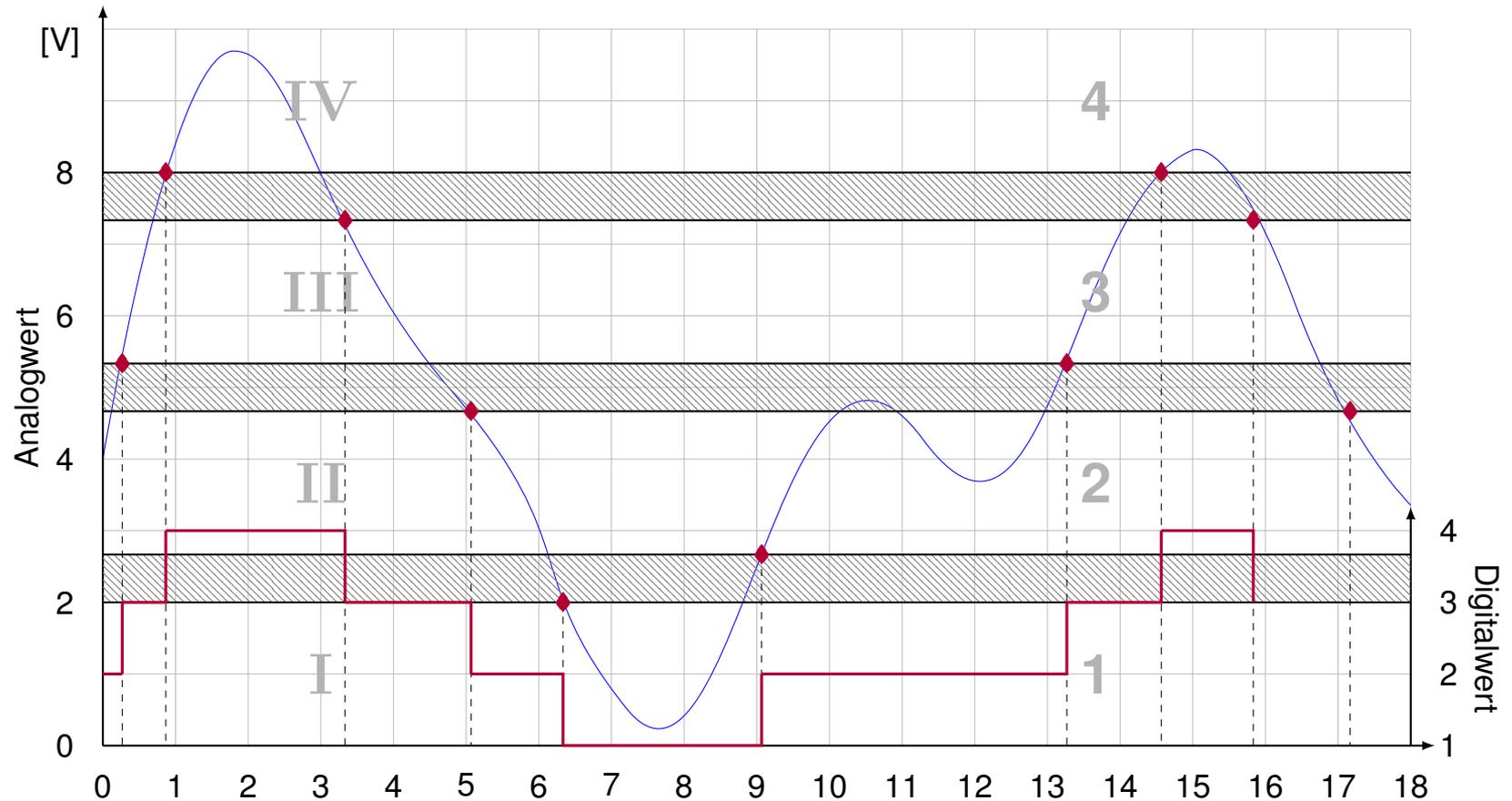


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.

## Lösung

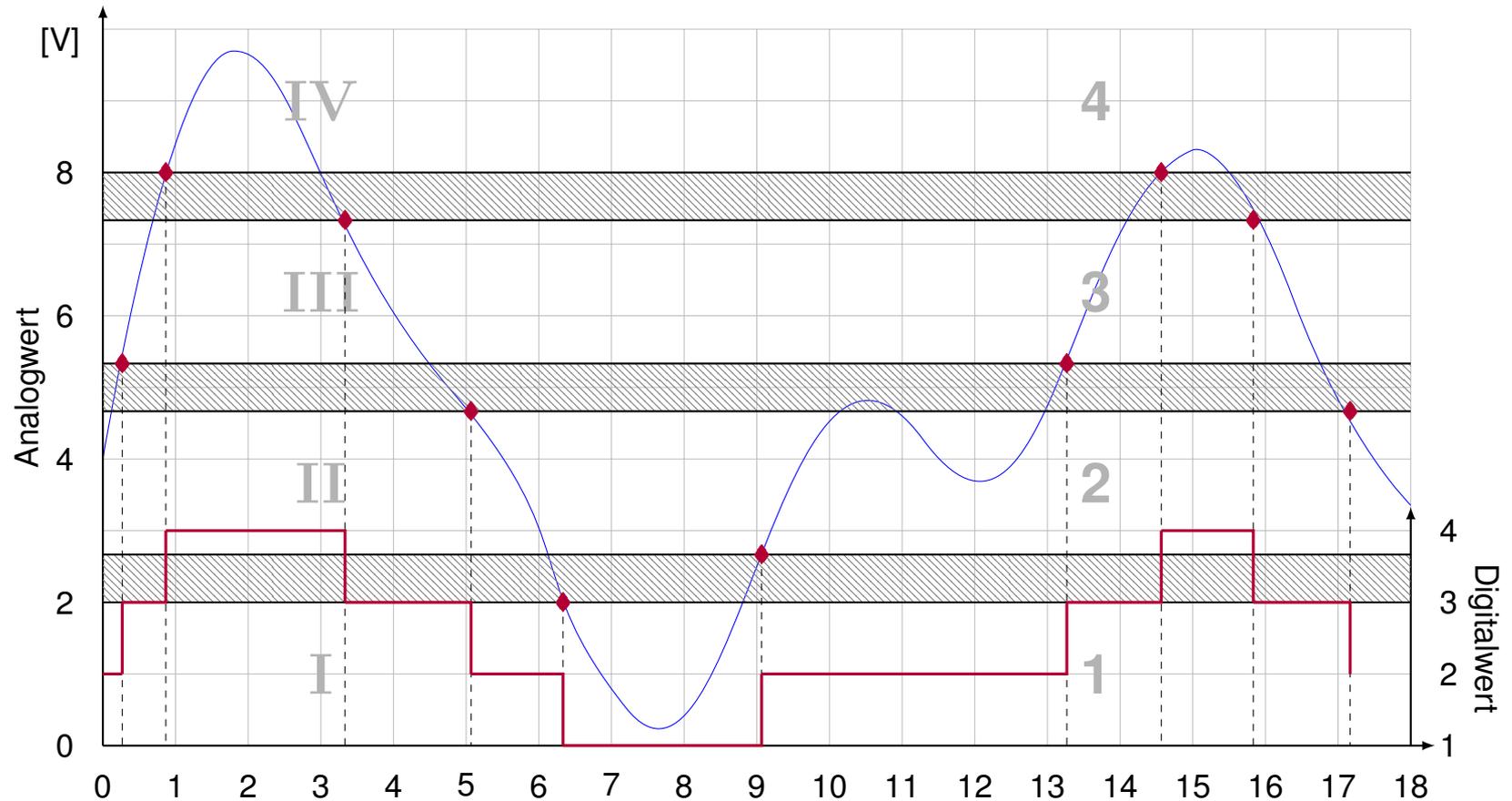


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie zuerst eine **Wertdiskretisierung** durch und zeichnen Sie das Ergebnis in das unten vorgegebene Diagramm ein.

## Lösung

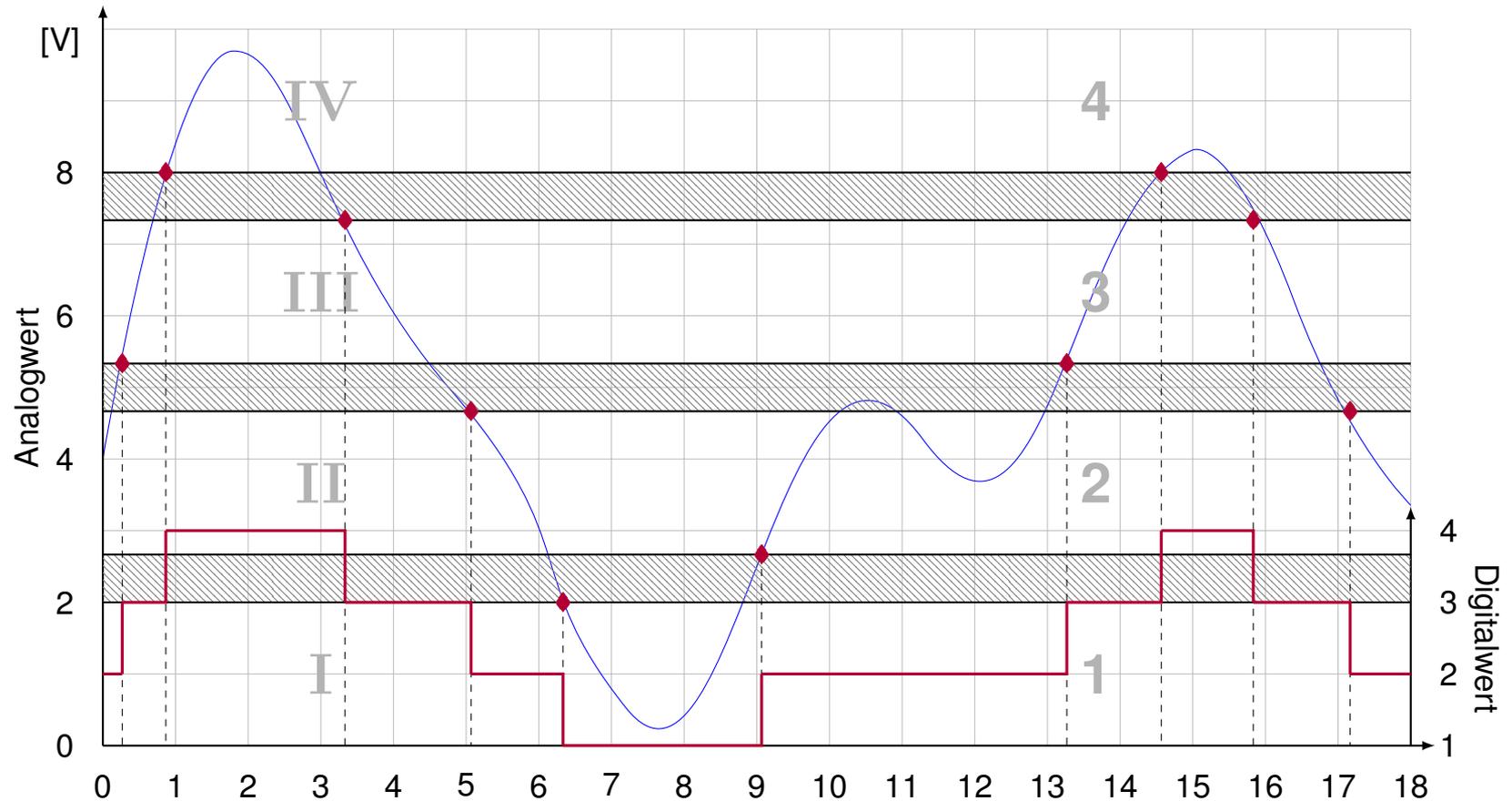


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

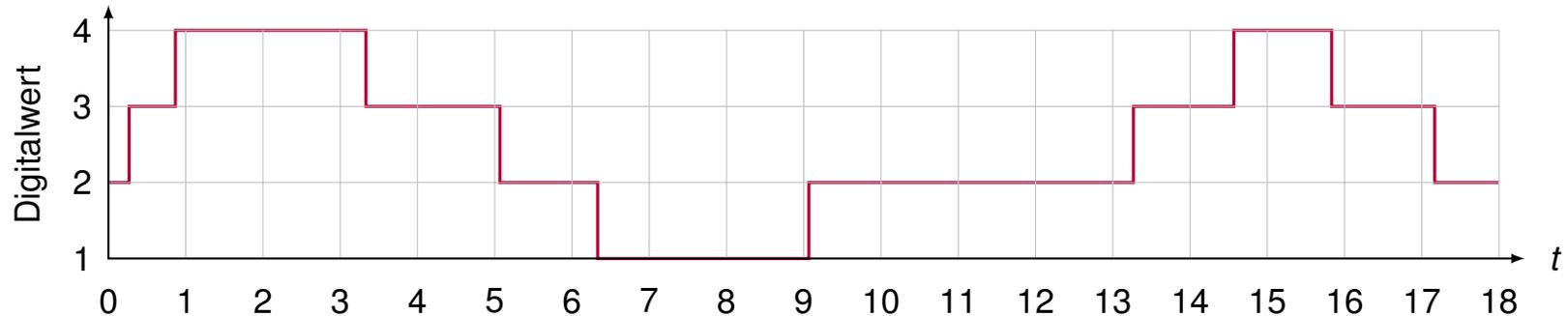


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

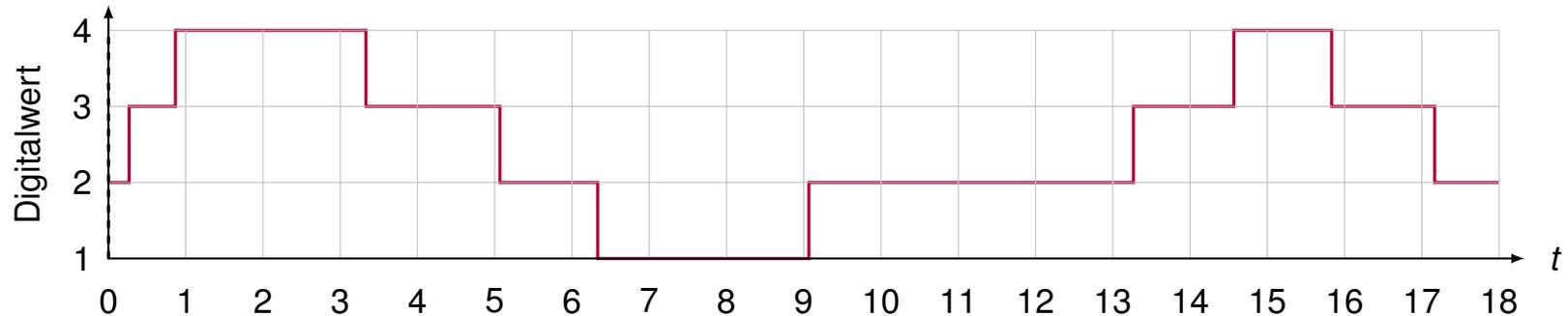


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

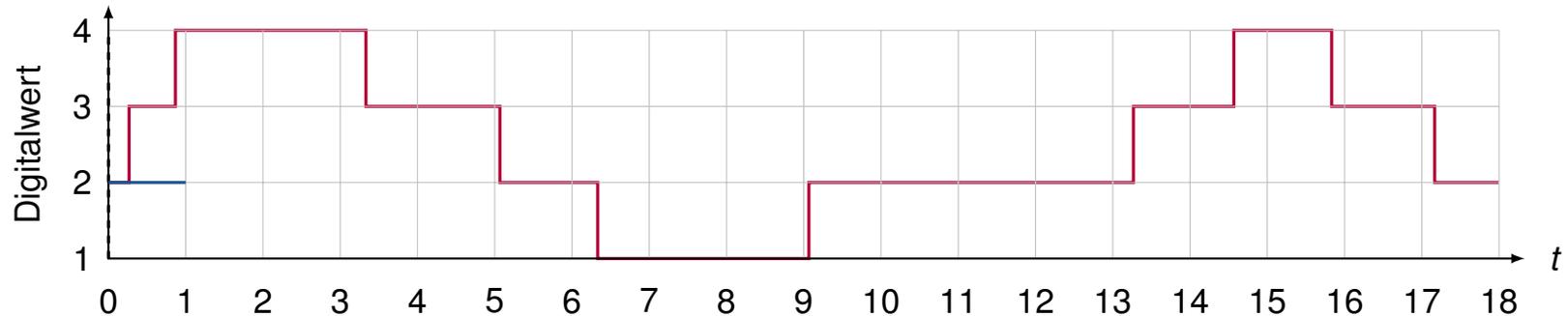


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

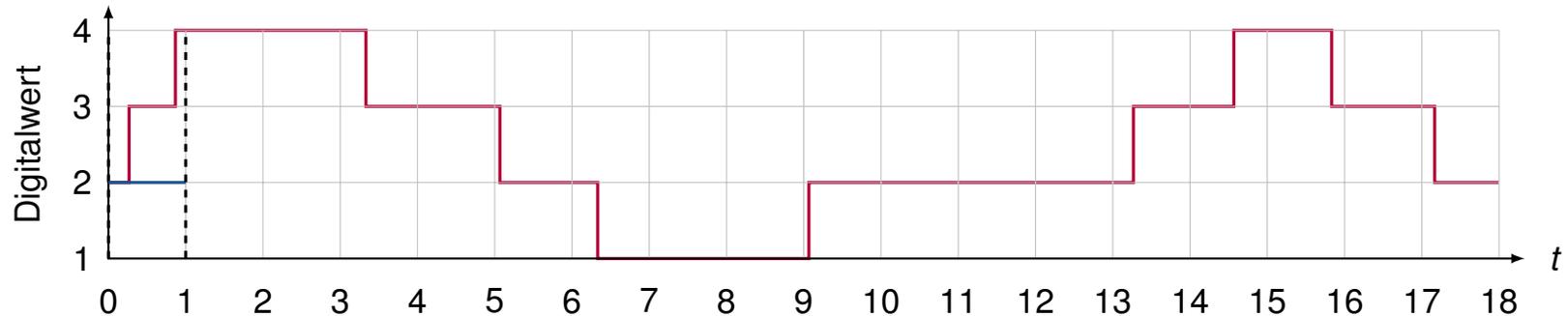


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

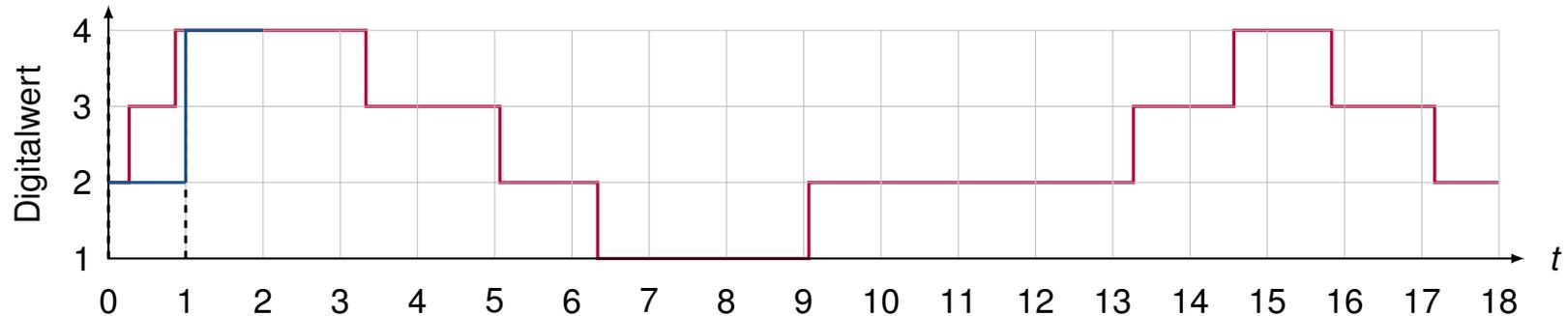


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

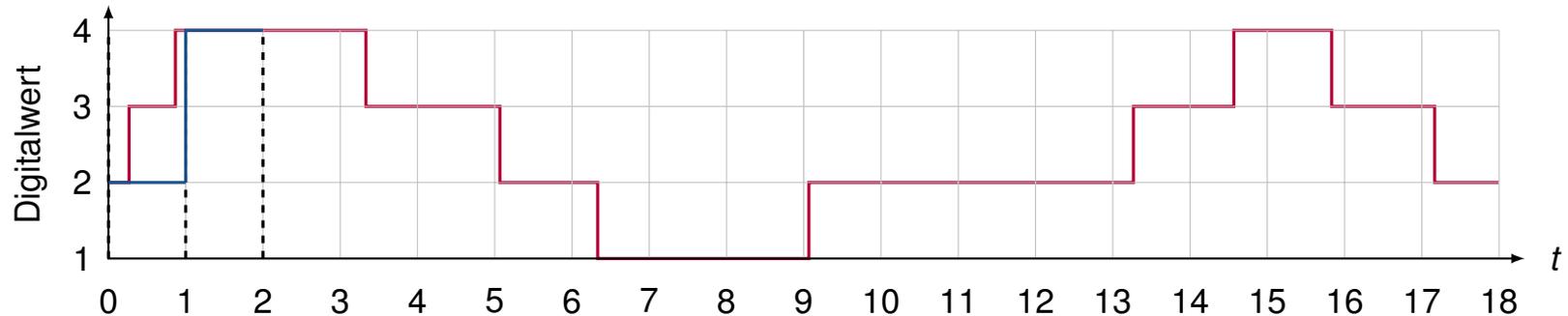


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

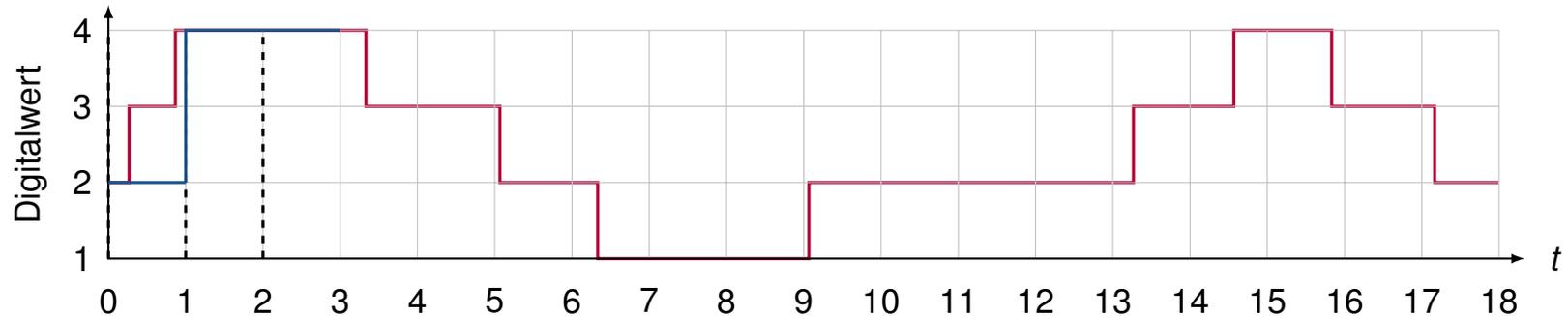


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

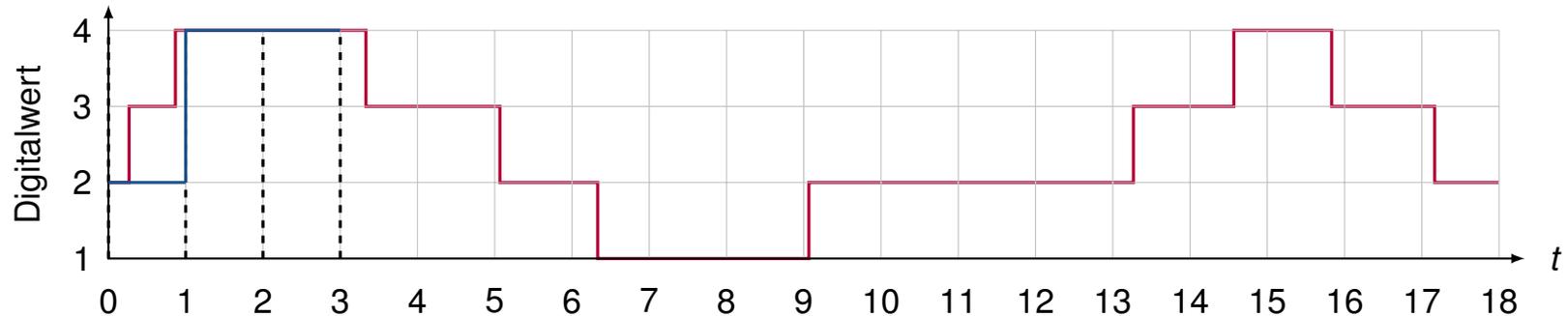


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

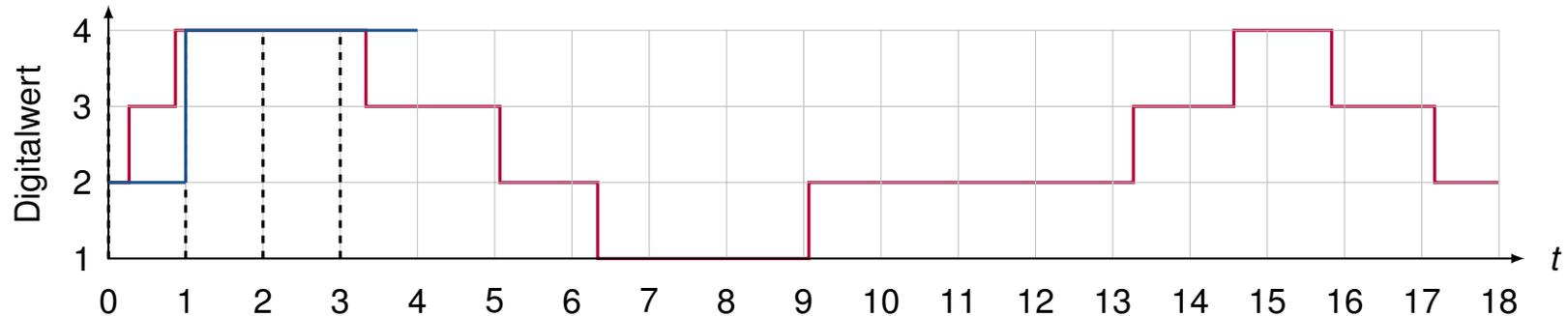


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

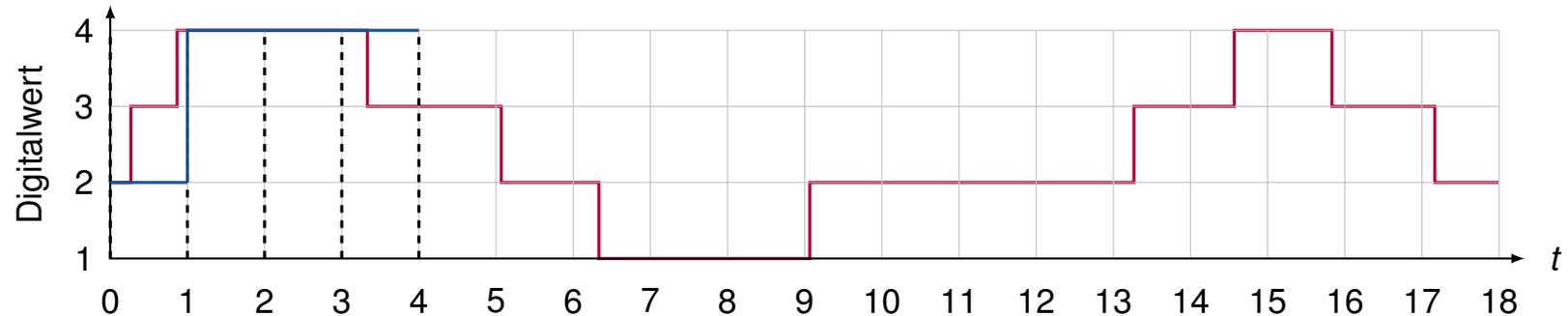


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

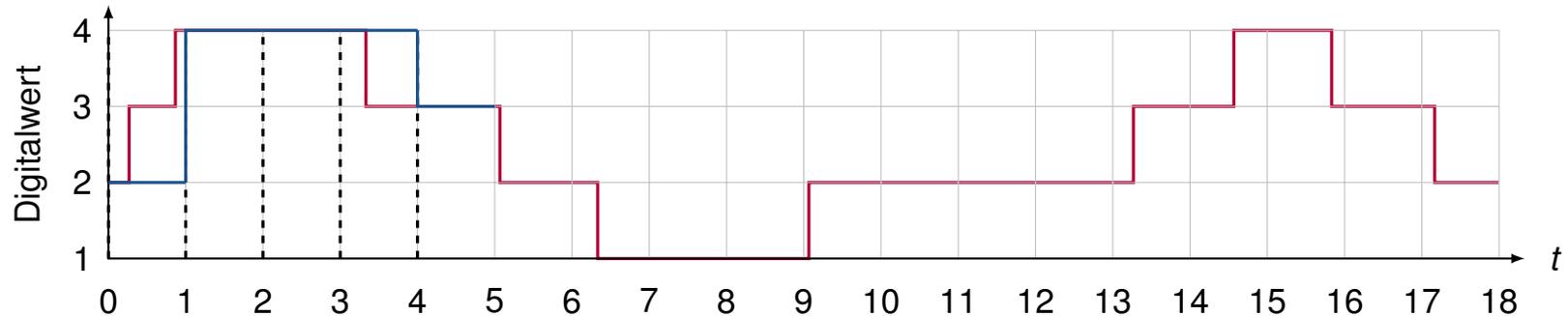


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

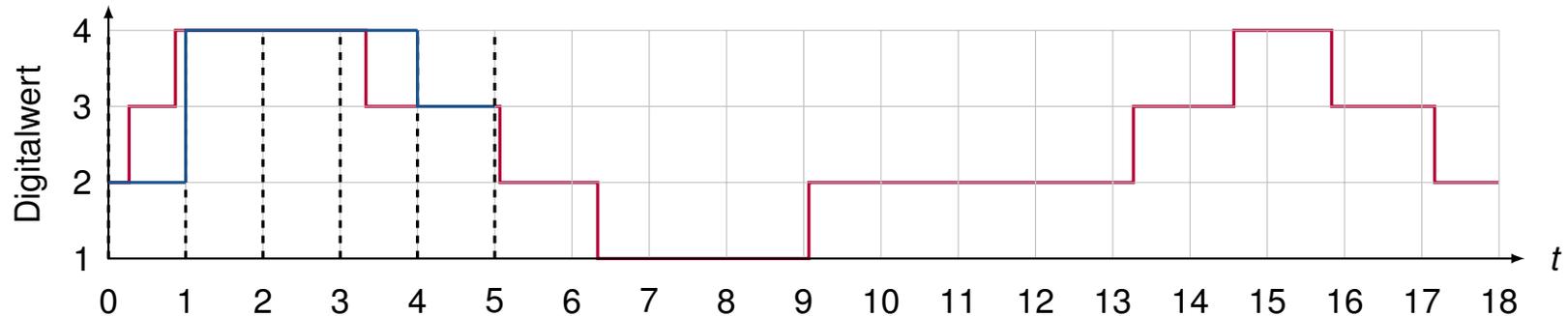


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

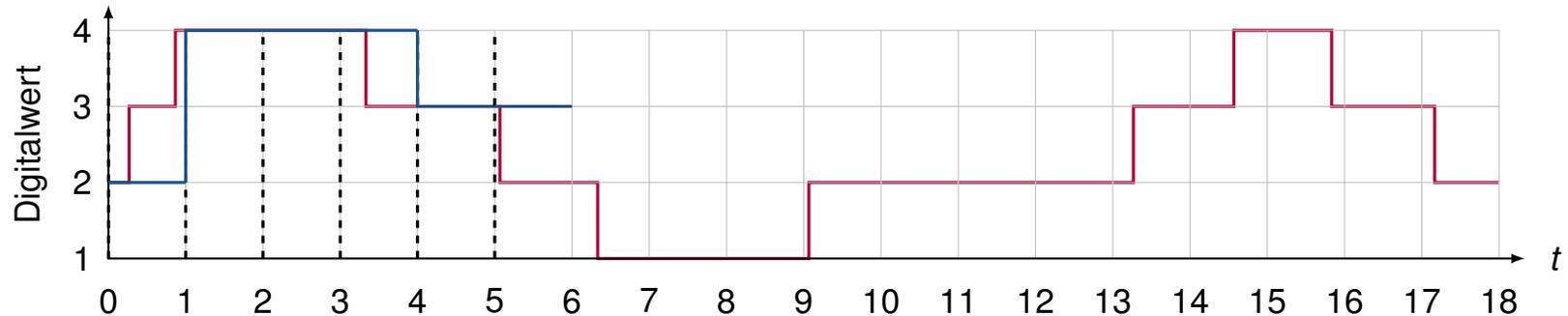


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

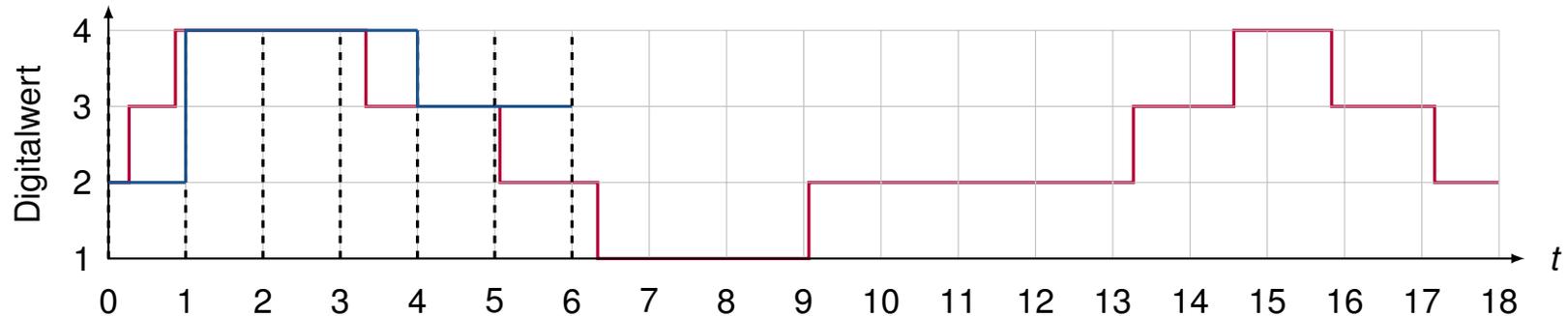


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

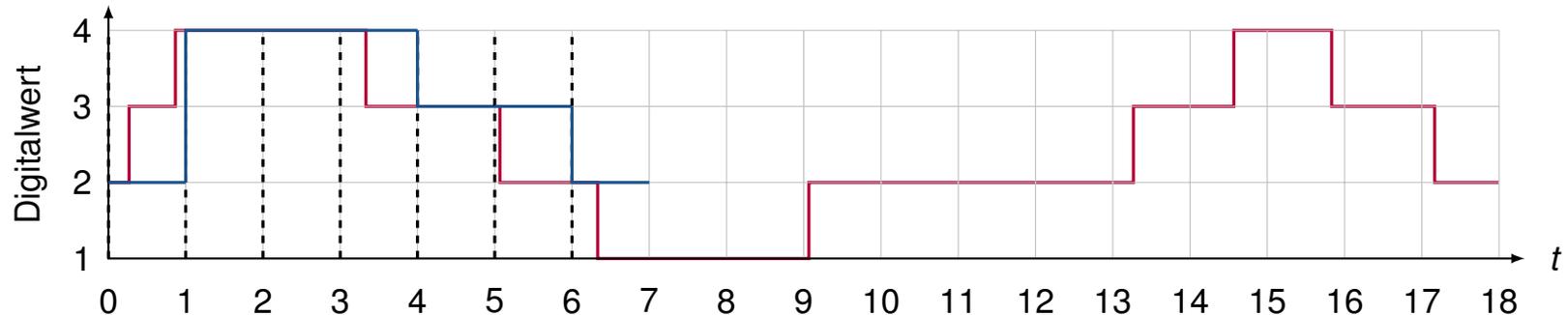


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

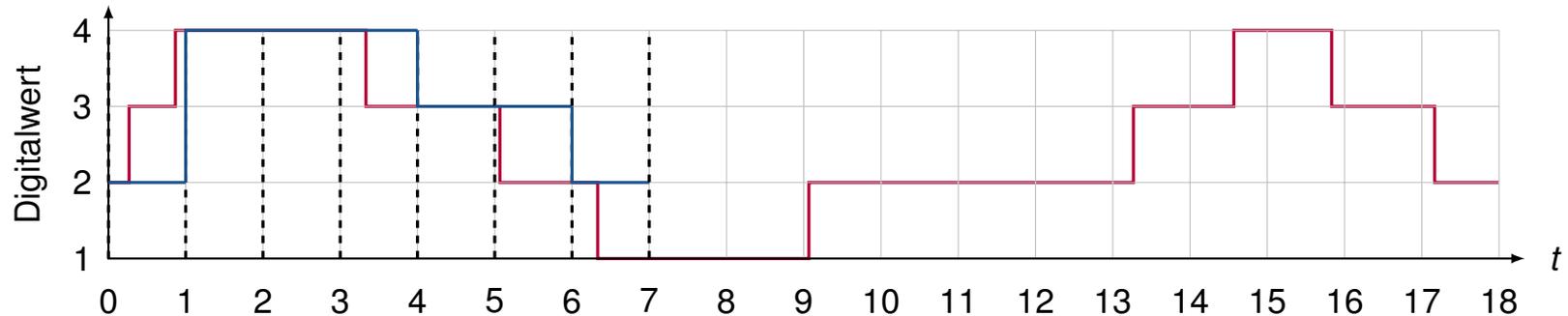


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

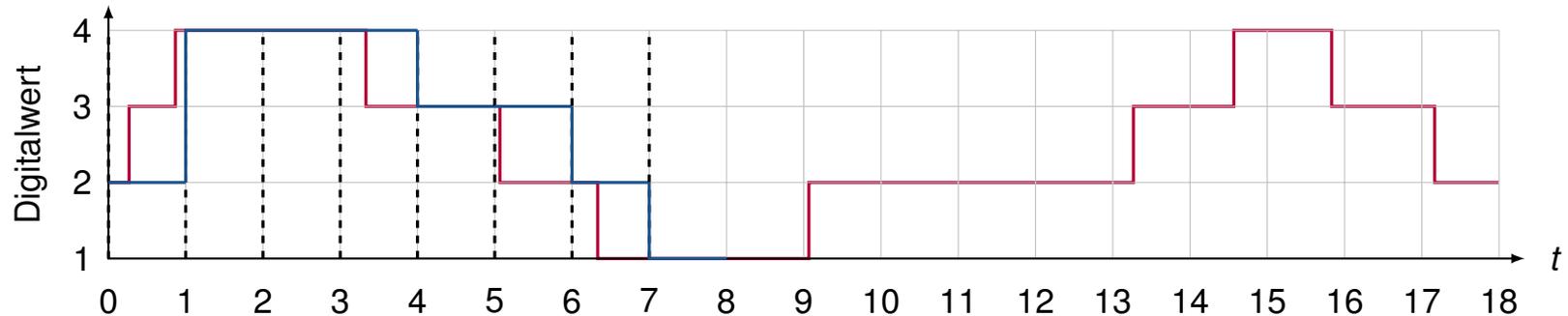


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

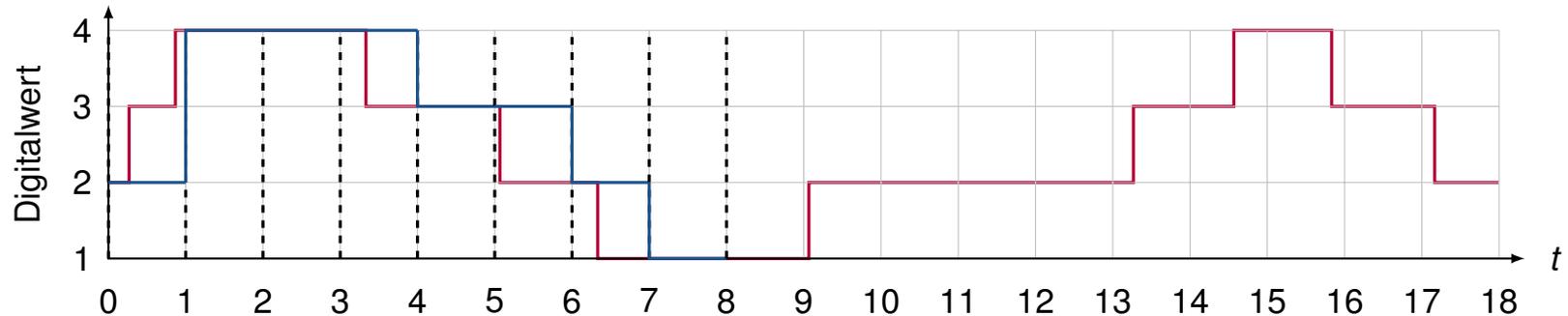


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

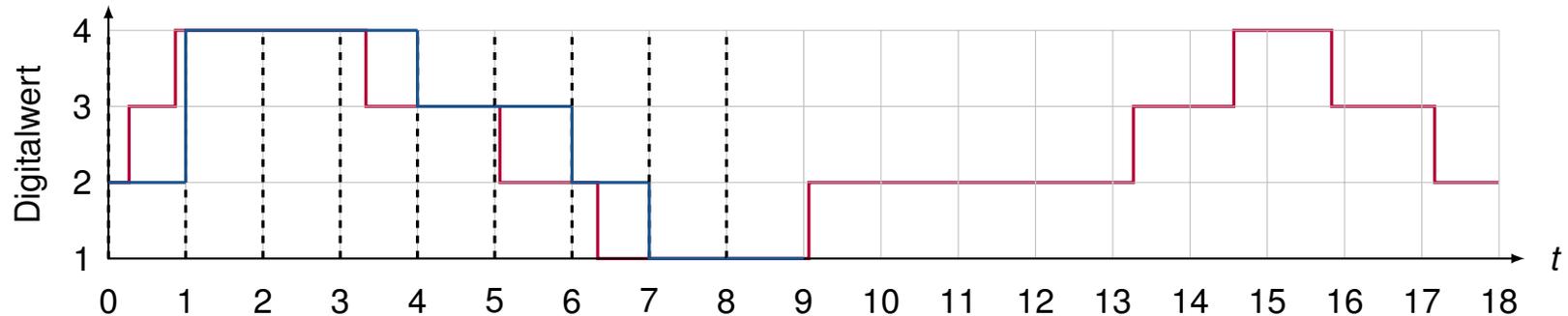


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

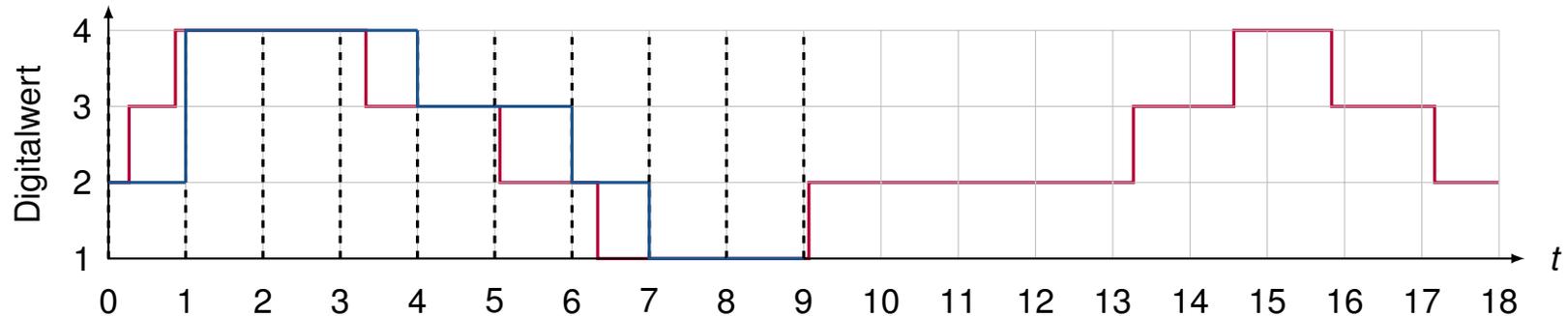


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

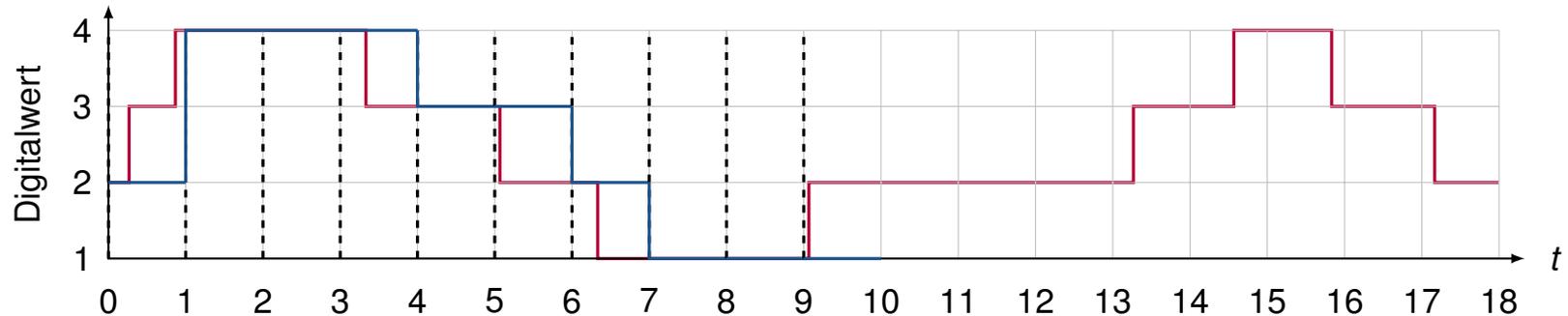


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

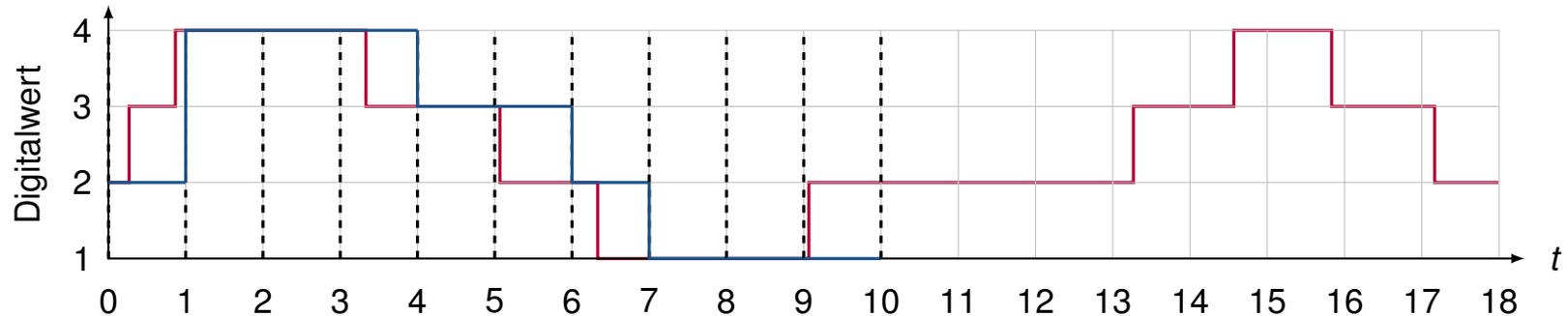


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

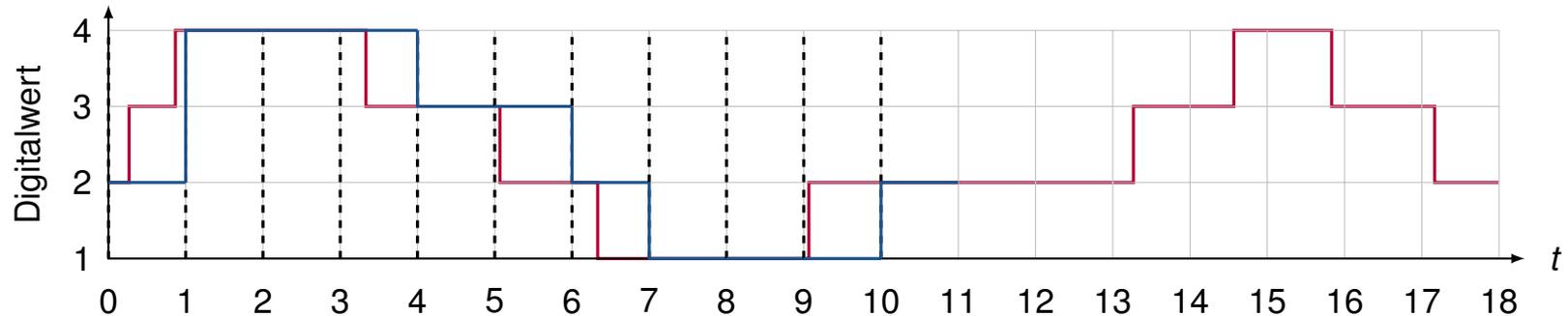


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

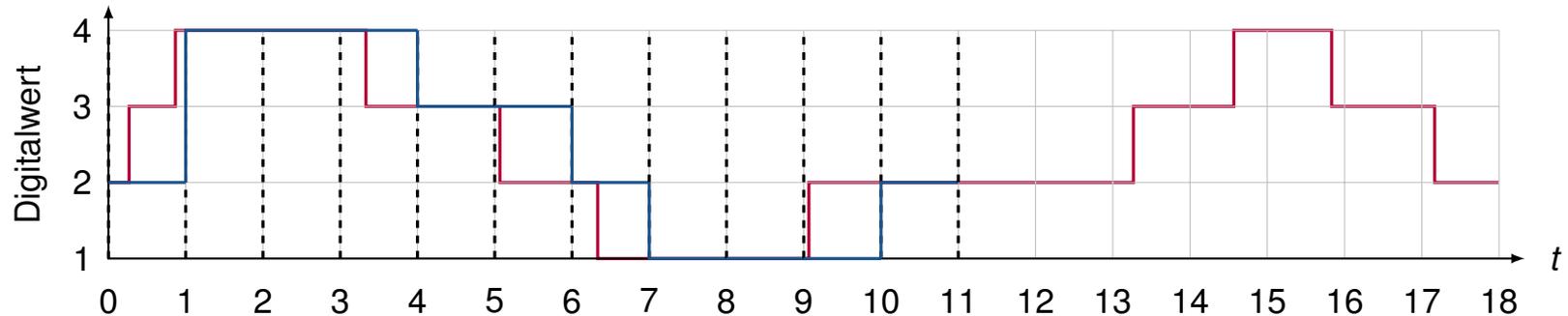


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

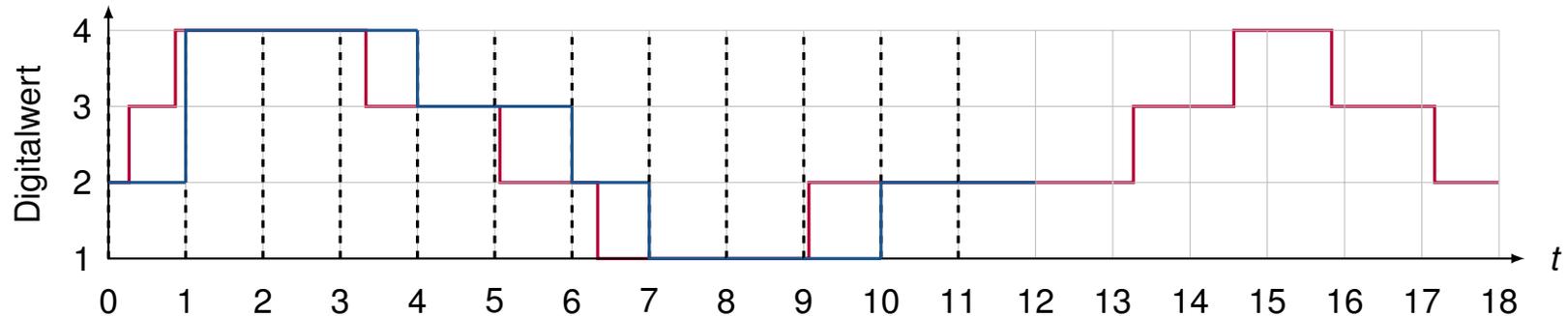


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

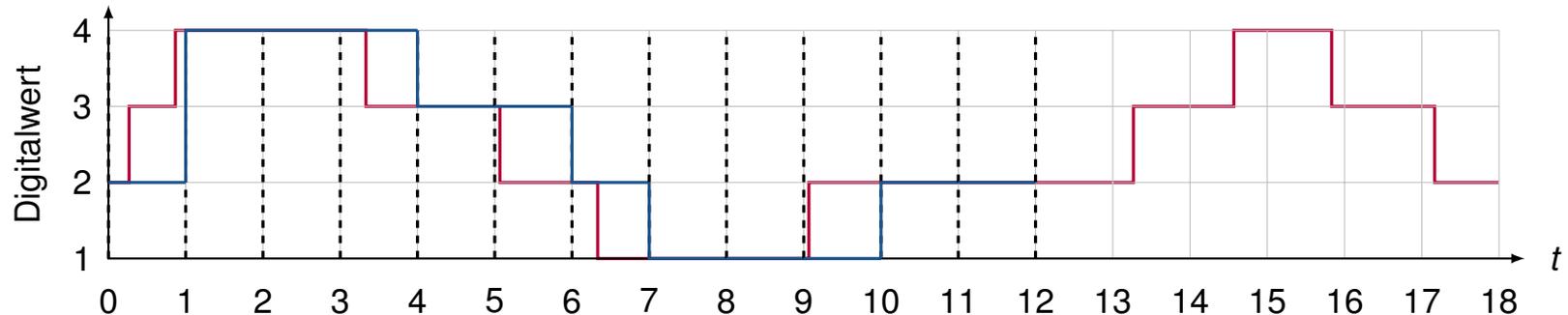


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

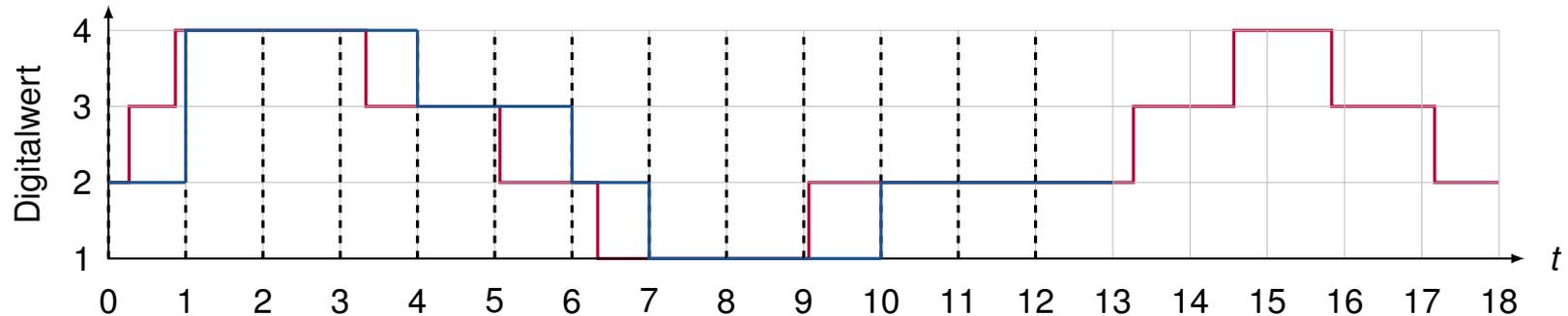


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

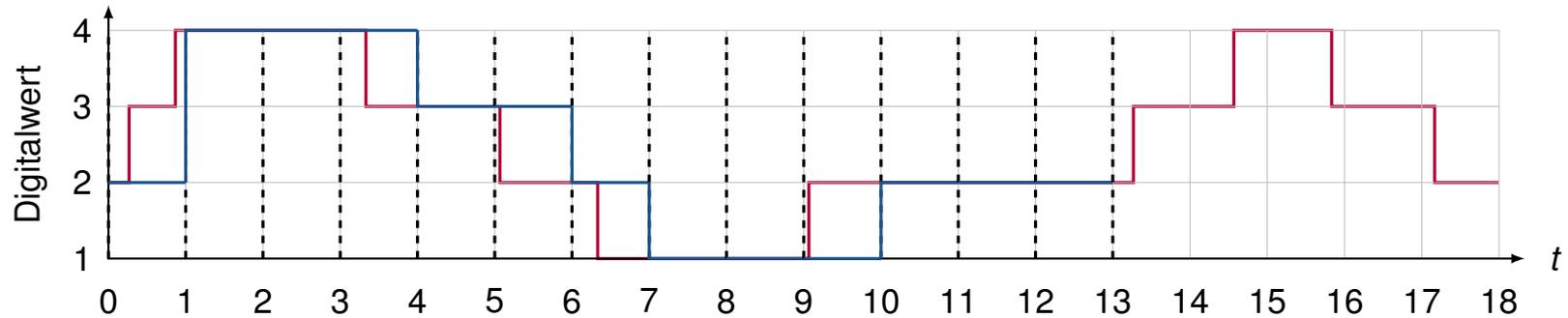


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

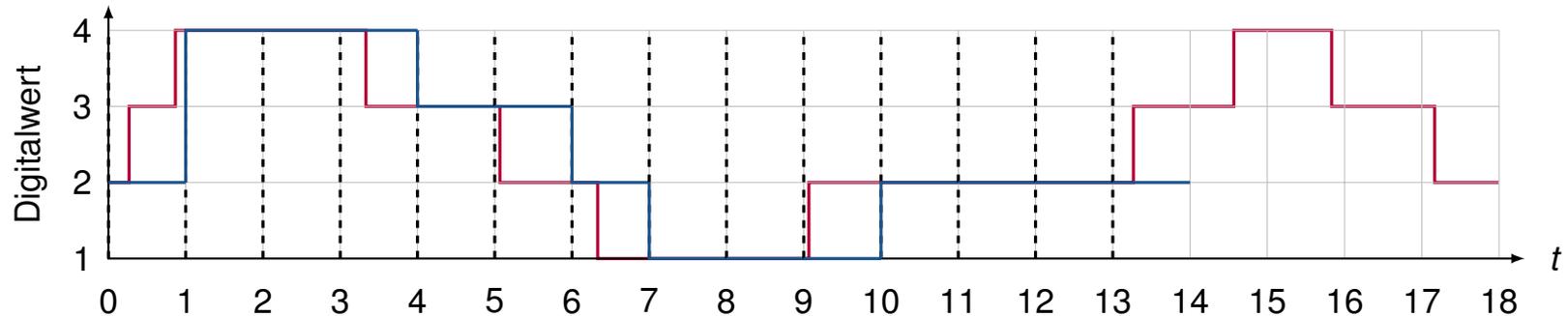


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

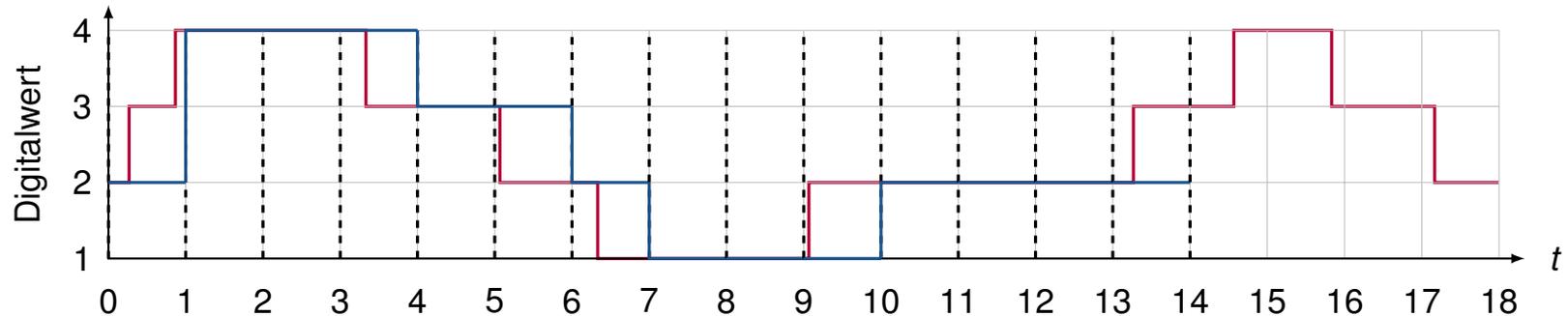


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

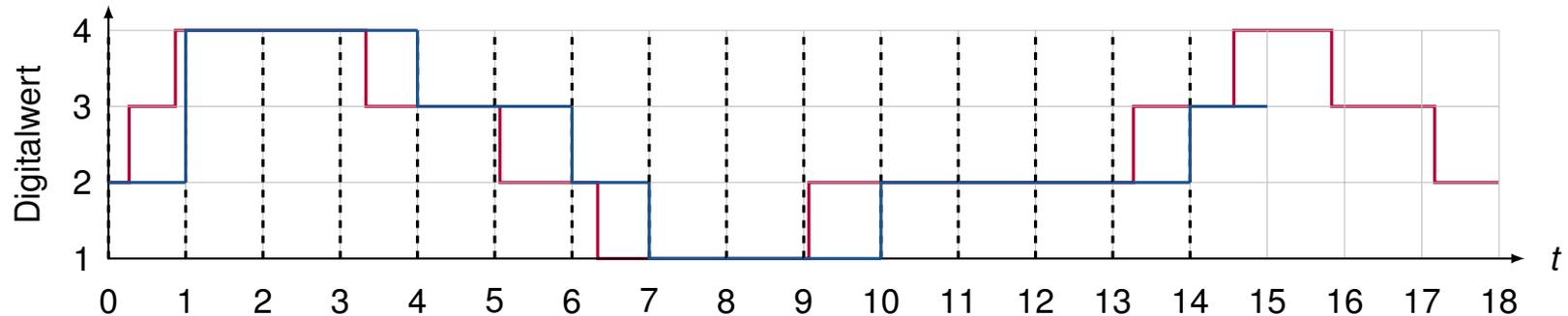


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

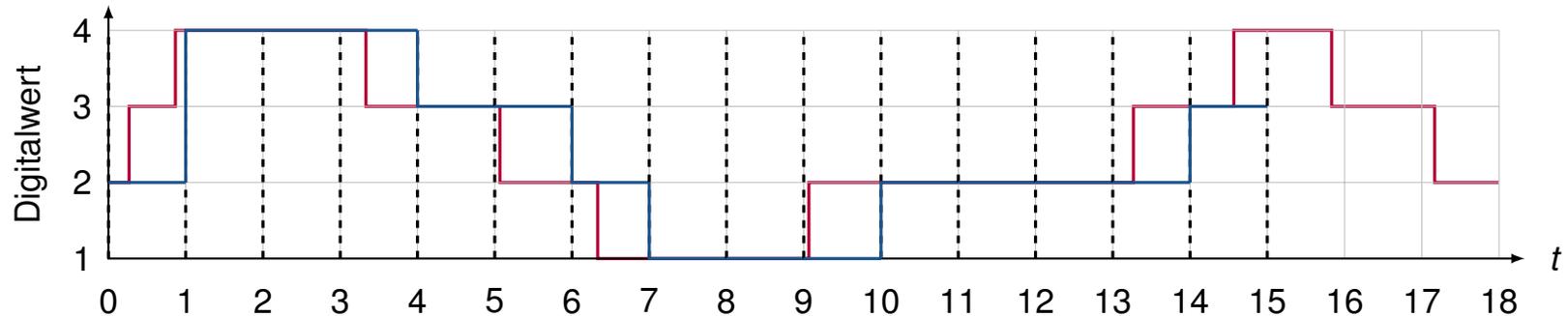


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

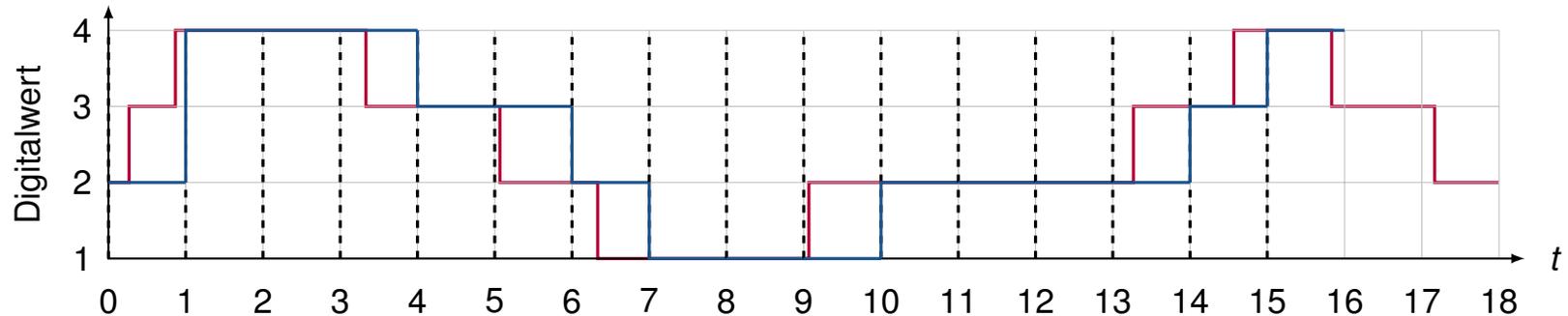


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

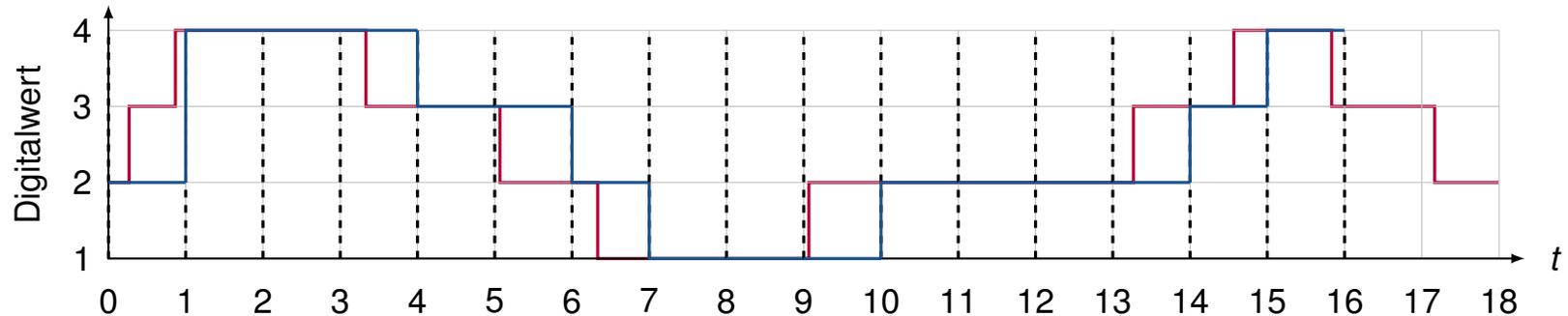


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

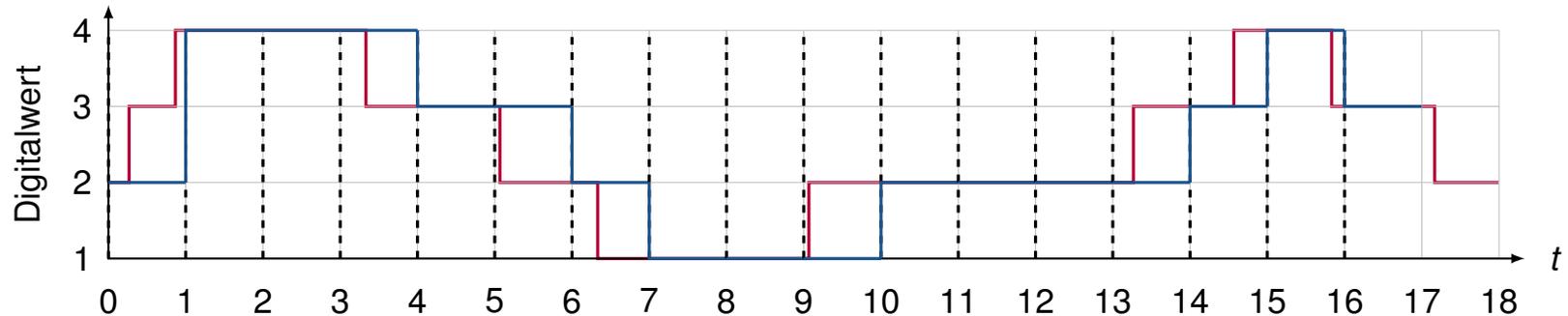


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

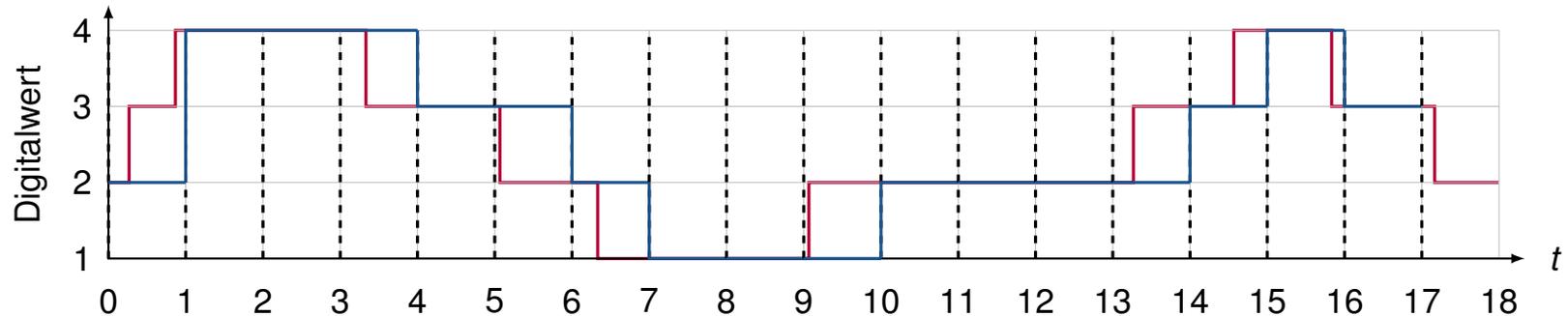


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

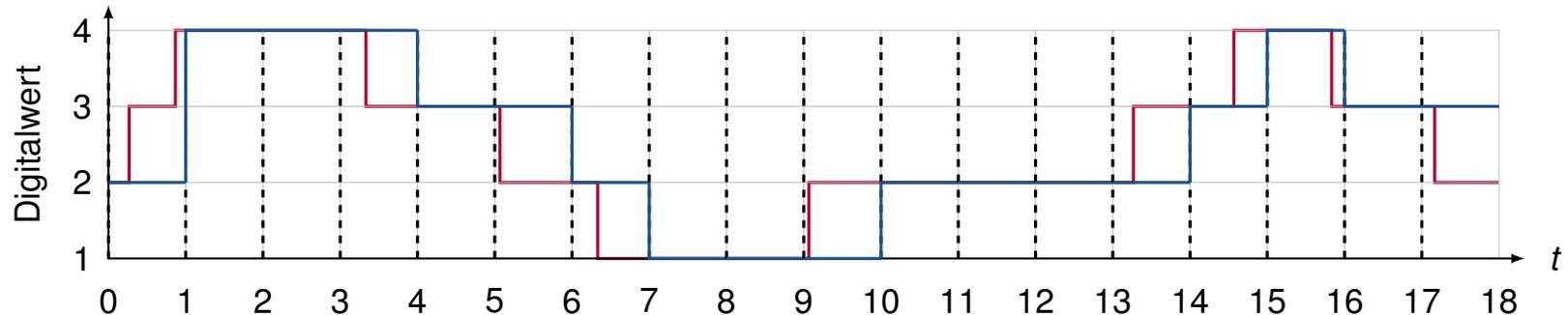


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

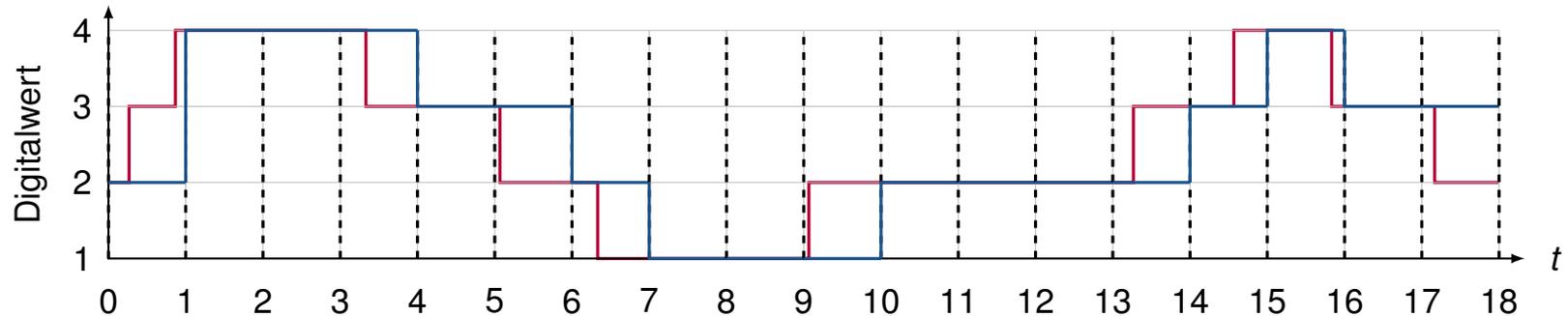


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

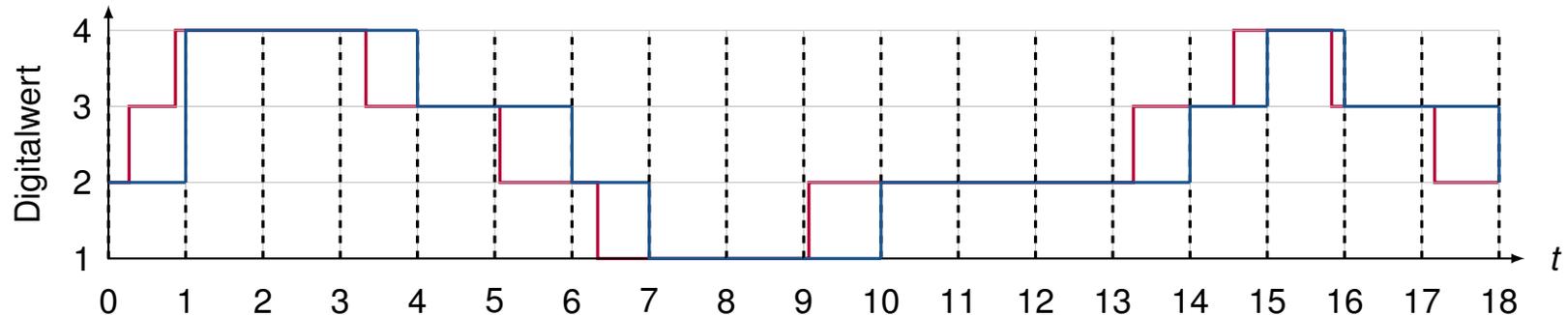


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

# Aufgabe 1 – Diskretisierung

b) Führen Sie schließlich zusätzlich eine **Zeitdiskretisierung** durch, wobei die Abtastzeitpunkte synchron zu den vorgegebenen Gitterlinien sein sollen.

## Lösung

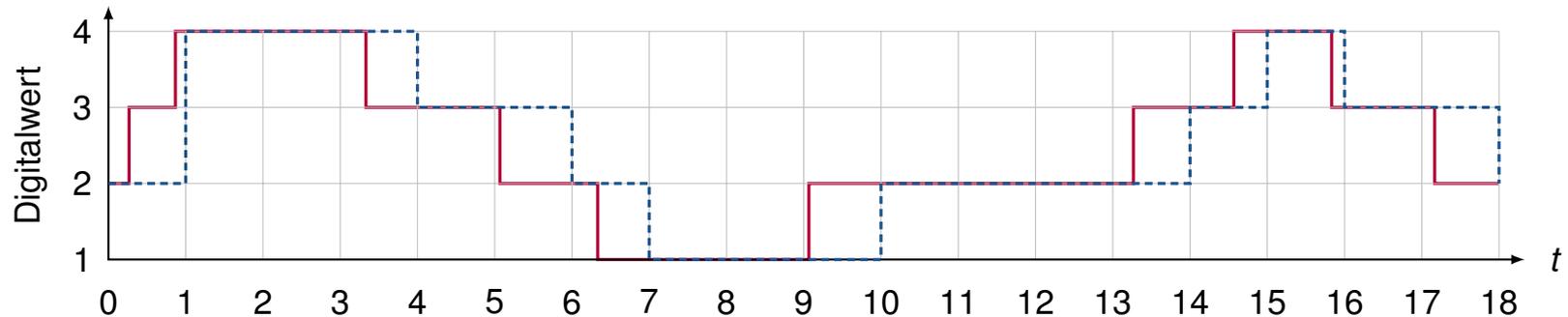
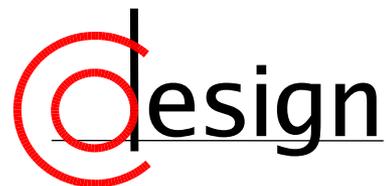


Abbildung 3: Werte- und Zeitdiskretisierung

## Aufgabe 2 — Informationsgehalt



## Aufgabe 2 — Informationsgehalt

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

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

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

## Aufgabe 2 — Informationsgehalt

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

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

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

- a) Teilen Sie die Bevölkerung in zwei Gruppen Alt und Jung ein, sodass die Aussage „Herr Müller ist alt“ einen Informationsgehalt von einem bit hat (ein Fehler von 0,85 M Einwohnern ist erlaubt).

## Aufgabe 2 — Informationsgehalt

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

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

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

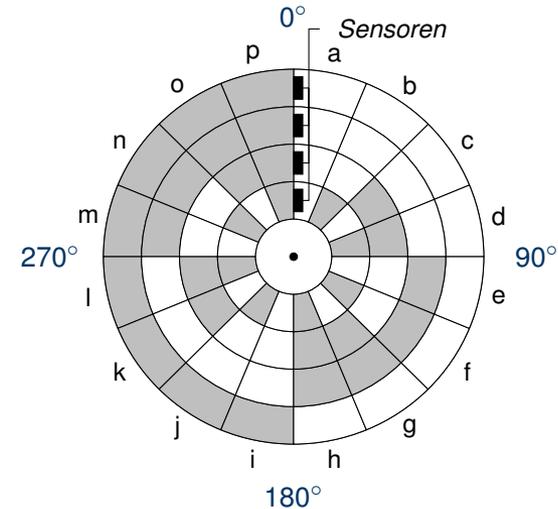
- a) Teilen Sie die Bevölkerung in zwei Gruppen Alt und Jung ein, sodass die Aussage „Herr Müller ist alt“ einen Informationsgehalt von einem bit hat (ein Fehler von 0,85 M Einwohnern ist erlaubt).
- b) Franz ist auf der Schwelle zum 30. Lebensjahr und hält dieses für die Grenze zum Altwerden. Franz behauptet nun „Hans ist jung“ und „Karl ist alt“. Wie hoch ist der Informationsgehalt dieser Aussagen in bit?

# Aufgabe 3 — Kodierung



# Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

Mithilfe der rechts dargestellten Drehscheibe soll ein Drehwinkel erfasst werden. Dafür ist die Scheibe in 16 Sektoren mit jeweils vier Feldern eingeteilt; vier Schleifkontakte stellen fest, ob ein Feld leitend beschichtet ist (grau dargestellt) oder nicht (weiß). Entsprechend melden sie das Signal 1 oder 0 zurück.



Intervall	Wert	Intervall	Wert
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°-360°	1 1 1 1

a) Welches entscheidende Problem ergibt sich bei der angegebenen Kodierung der Intervalle bei einem realen Aufbau?

## Aufgabe 3 – Kodierung, Gray-Kode

Der Gray-Kode ist ein einschrittiges, unbegrenztes Kodierungsverfahren.  
Folgender Bildungsalgorithmus:

1. Basisfall: 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 solange bis die gewünschte Länge erreicht ist.

Algorithmus:

## Aufgabe 3 – Kodierung, Gray-Kode

Der Gray-Kode ist ein einschrittiges, unbegrenztes Kodierungsverfahren.  
Folgender Bildungsalgorithmus:

1. Basisfall: 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 solange bis die gewünschte Länge erreicht ist.

Algorithmus:

0

1

## Aufgabe 3 – Kodierung, Gray-Kode

Der Gray-Kode ist ein einschrittiges, unbegrenztes Kodierungsverfahren.  
Folgender Bildungsalgorithmus:

1. Basisfall: 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 solange bis die gewünschte Länge erreicht ist.

Algorithmus:

$$\begin{array}{c} 0 \\ 1 \\ \hline \end{array}$$

## Aufgabe 3 – Kodierung, Gray-Kode

Der Gray-Kode ist ein einschrittiges, unbegrenztes Kodierungsverfahren.  
Folgender Bildungsalgorithmus:

1. Basisfall: 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 solange bis die gewünschte Länge erreicht ist.

Algorithmus:

$$\begin{array}{r}
 0 \\
 1 \\
 \hline
 1 \\
 0
 \end{array}$$

## Aufgabe 3 – Kodierung, Gray-Kode

Der Gray-Kode ist ein einschrittiges, unbegrenztes Kodierungsverfahren.  
Folgender Bildungsalgorithmus:

1. Basisfall: 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 solange bis die gewünschte Länge erreicht ist.

Algorithmus:

```

    00
    01
    ---
    11
    10
  
```

## Aufgabe 3 – Kodierung, Gray-Kode

Der Gray-Kode ist ein einschrittiges, unbegrenztes Kodierungsverfahren.  
Folgender Bildungsalgorithmus:

1. Basisfall: 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 solange bis die gewünschte Länge erreicht ist.

Algorithmus:

00

01

11

10

## Aufgabe 3 – Kodierung, Gray-Kode

Der Gray-Kode ist ein einschrittiges, unbegrenztes Kodierungsverfahren.  
Folgender Bildungsalgorithmus:

1. Basisfall: 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 solange bis die gewünschte Länge erreicht ist.

Algorithmus:

```

    00
    01
    11
    10
    -----
    10
    11
    01
    00
  
```

## Aufgabe 3 – Kodierung, Gray-Kode

Der Gray-Kode ist ein einschrittiges, unbegrenztes Kodierungsverfahren.  
Folgender Bildungsalgorithmus:

1. Basisfall: 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 solange bis die gewünschte Länge erreicht ist.

Algorithmus:

000

001

011

010

---

110

111

101

100

## Aufgabe 3 – Kodierung, Gray-Kode

Der Gray-Kode ist ein einschrittiges, unbegrenztes Kodierungsverfahren.  
Folgender Bildungsalgorithmus:

1. Basisfall: 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 solange bis die gewünschte Länge erreicht ist.

Algorithmus:

```

000
001
011
010
110
111
101
100
    
```

## Aufgabe 3 – Kodierung, Gray-Kode

Der Gray-Kode ist ein einschrittiges, unbegrenztes Kodierungsverfahren.  
Es gibt auch einen anderen Bildungsalgorithmus:

```

1 String[] createGray(int n) {
2     String[] ergebnis = new String[n];
3     for(int i = 0; i < n; i++) {
4         int rShift = i >>> 1;
5         int gray = rShift ^ i;
6         ergebnis[i] = Integer.toBinaryString(gray);
7     }
8     return ergebnis;
9 }

```

Dekodierungsalgorithmus:

1. Schreibe binär die Zahlen von 0 bis n
2. Für jede der Zahlen von 0 bis n:
  - 2.1 Man merke sich die binäre Zahl ( $i_b$ )
  - 2.2 Shifte die binäre Zahl eins nach rechts ( $i_{rb}$ )
  - 2.3 Ver-XOR-e die beiden Zahlen  $i_b$  und  $i_{rb}$ .

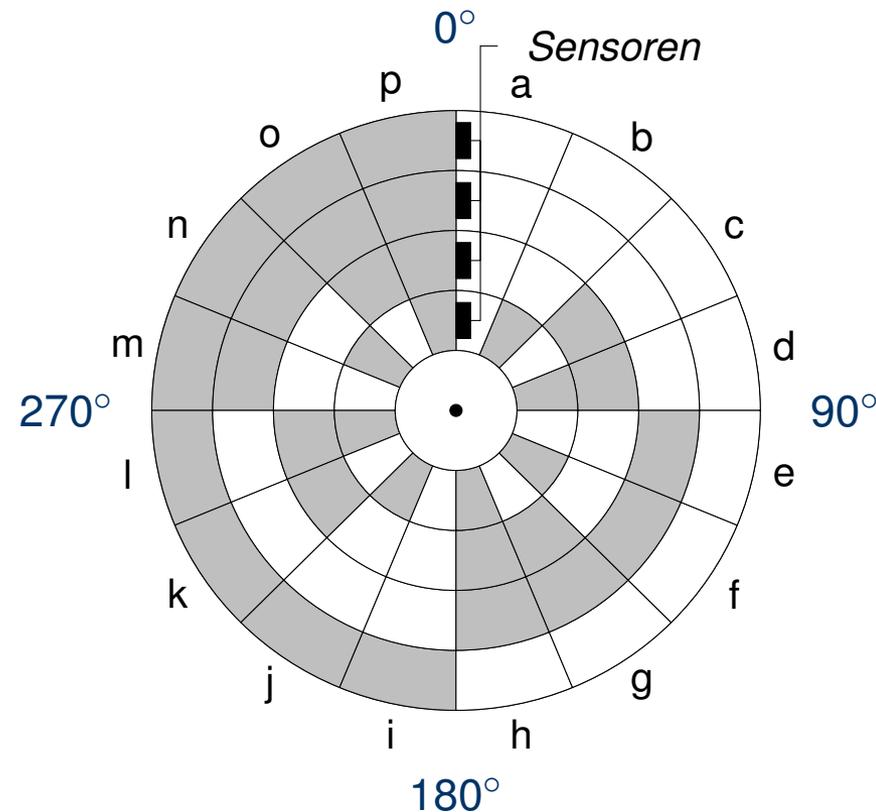
```

1 int grayDecode(int n) {
2     int number = n;
3     while((n >>>= 1) != 0)
4         number ^= n;
5     return number;
6 }

```

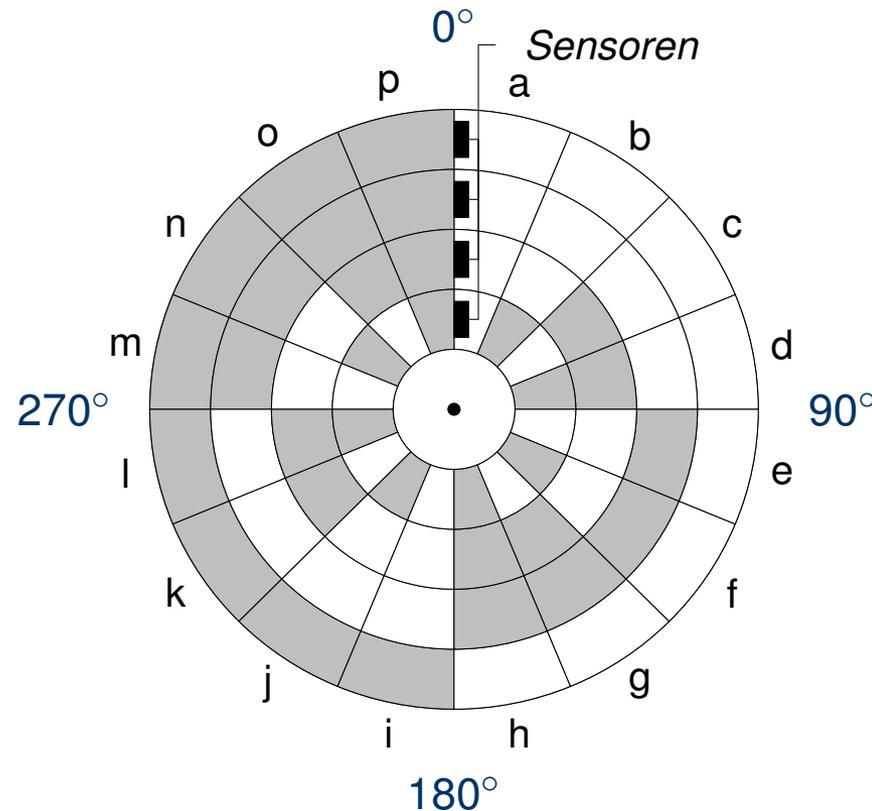
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

- b) Entwickeln Sie eine verbesserte Kodierung. Dabei sollen die Kodierungen der Segmente *a* und *b* beibehalten und das höchstwertige Bit nicht verändert werden.

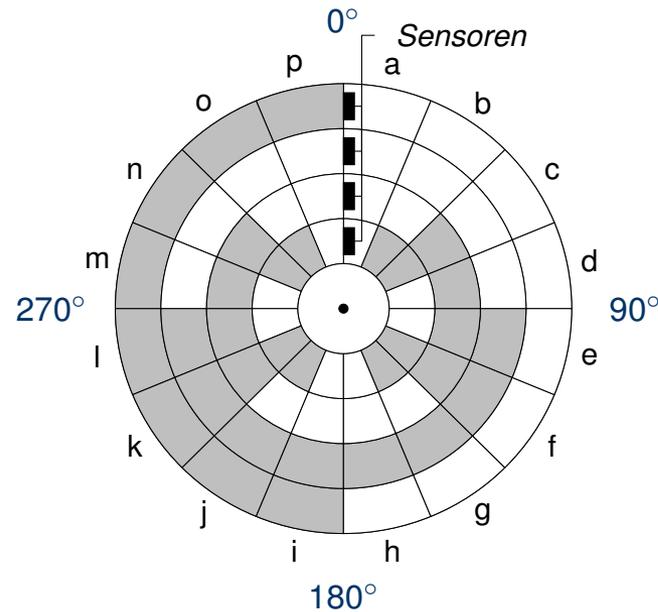


## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

- b) Entwickeln Sie eine **verbesserte** Kodierung. Dabei sollen die Kodierungen der Segmente *a* und *b* beibehalten und das höchstwertige Bit nicht verändert werden.  $\rightsquigarrow$  Gray-Code



# Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung



Intervall	Wert	Intervall	Wert
a: 0°-22,5°	0 0 0 0	i: 180°-202,5°	1 1 0 0
b: 22,5°-45°	0 0 0 1	j: 202,5°-225°	1 1 0 1
c: 45°-67,5°	0 0 1 1	k: 225°-247,5°	1 1 1 1
d: 67,5°-90°	0 0 1 0	l: 247,5°-270°	1 1 1 0
e: 90°-112,5°	0 1 1 0	m: 270°-292,5°	1 0 1 0
f: 112,5°-135°	0 1 1 1	n: 292,5°-315°	1 0 1 1
g: 135°-157,5°	0 1 0 1	o: 315°-337,5°	1 0 0 1
h: 157,5°-180°	0 1 0 0	p: 337,5°-360°	1 0 0 0

---

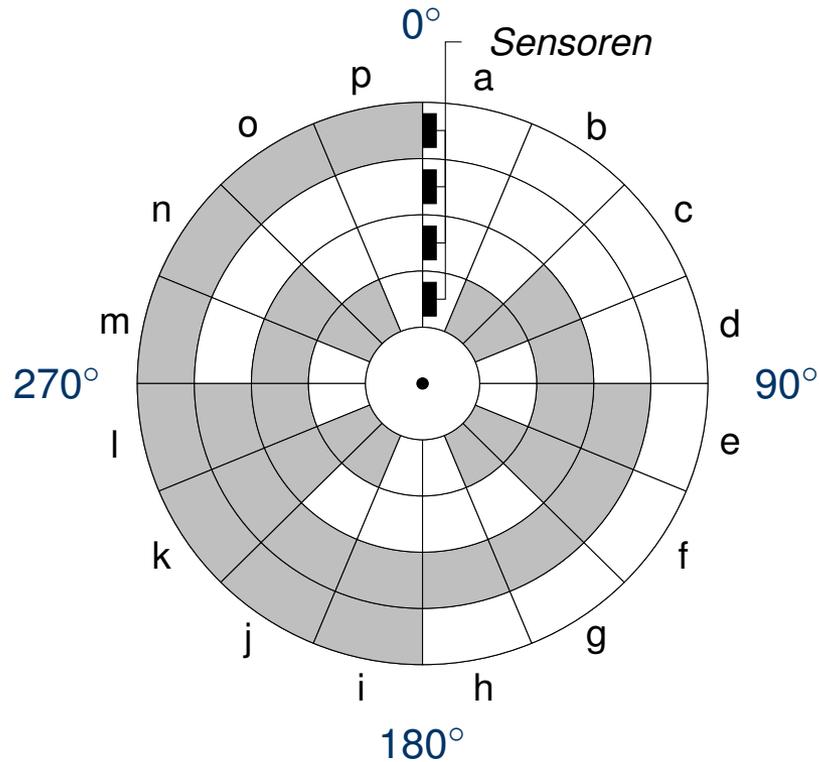
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wo liegen im Fall b) undefinierte Bereiche?

# Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wo liegen im Fall b) undefinierte Bereiche?

## Lösung

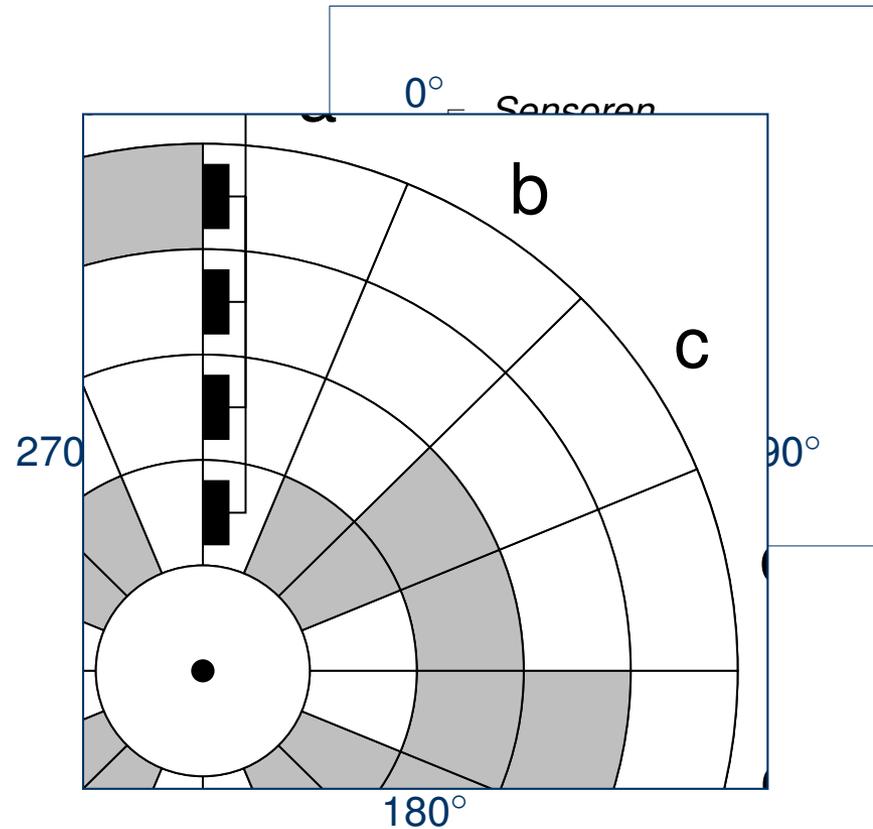


## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wo liegen im Fall b) undefinierte Bereiche?

### Lösung

Die undefinierten Bereiche liegen genau zwischen den Intervallgrenzen.

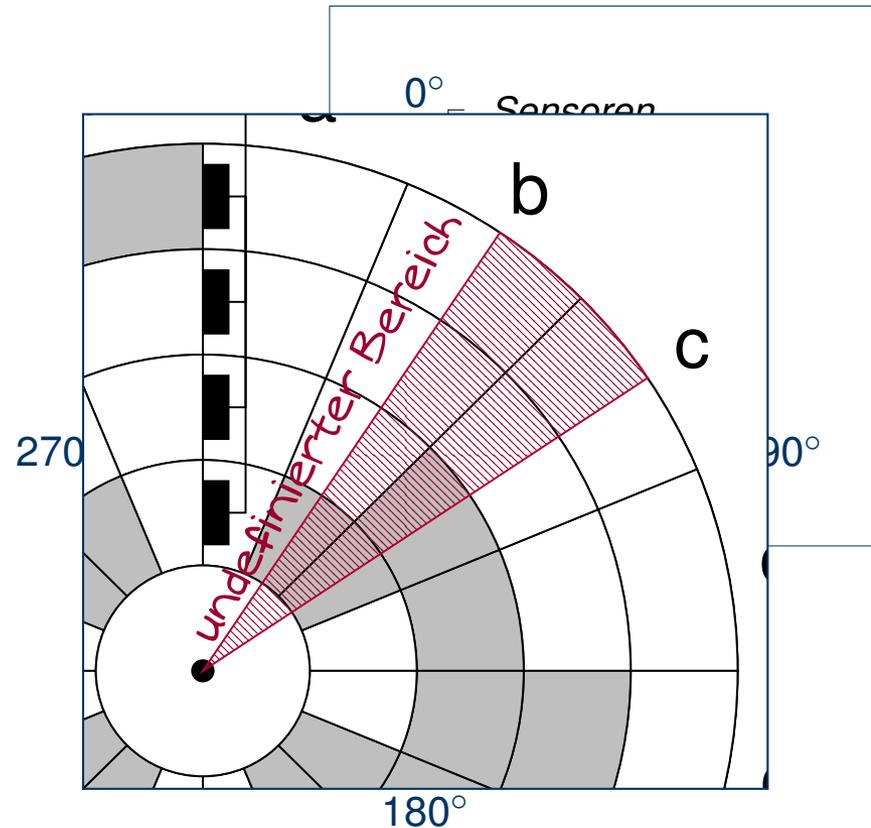


## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wo liegen im Fall b) undefinierte Bereiche?

### Lösung

Die undefinierten Bereiche liegen genau zwischen den Intervallgrenzen.

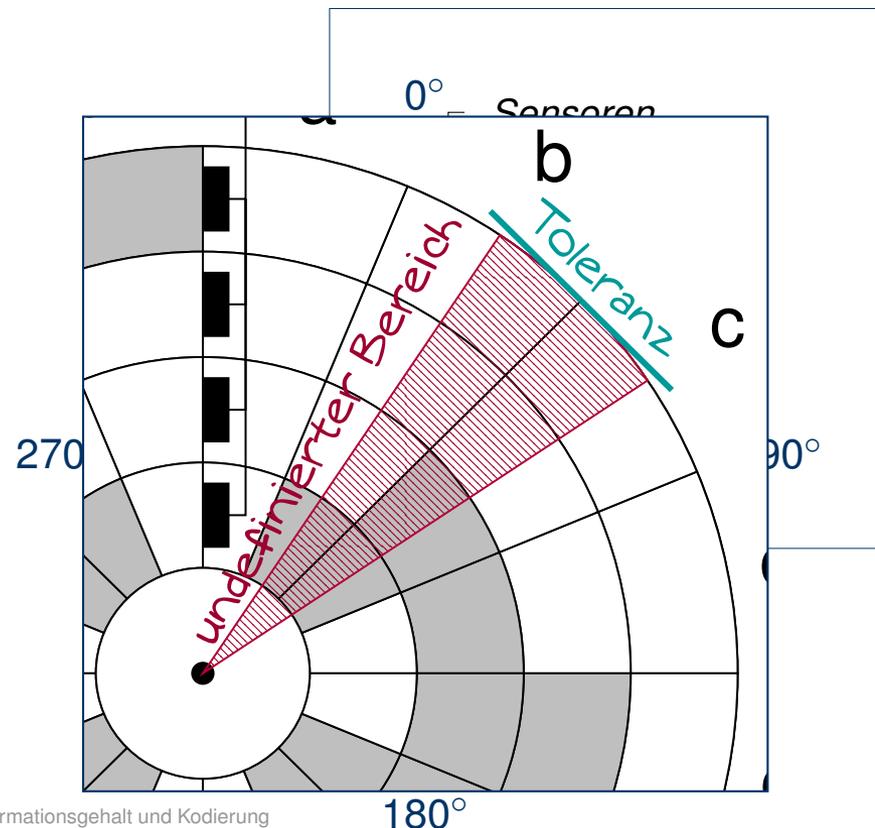


## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

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

### Lösung

Die undefinierten Bereiche liegen genau zwischen den Intervallgrenzen.



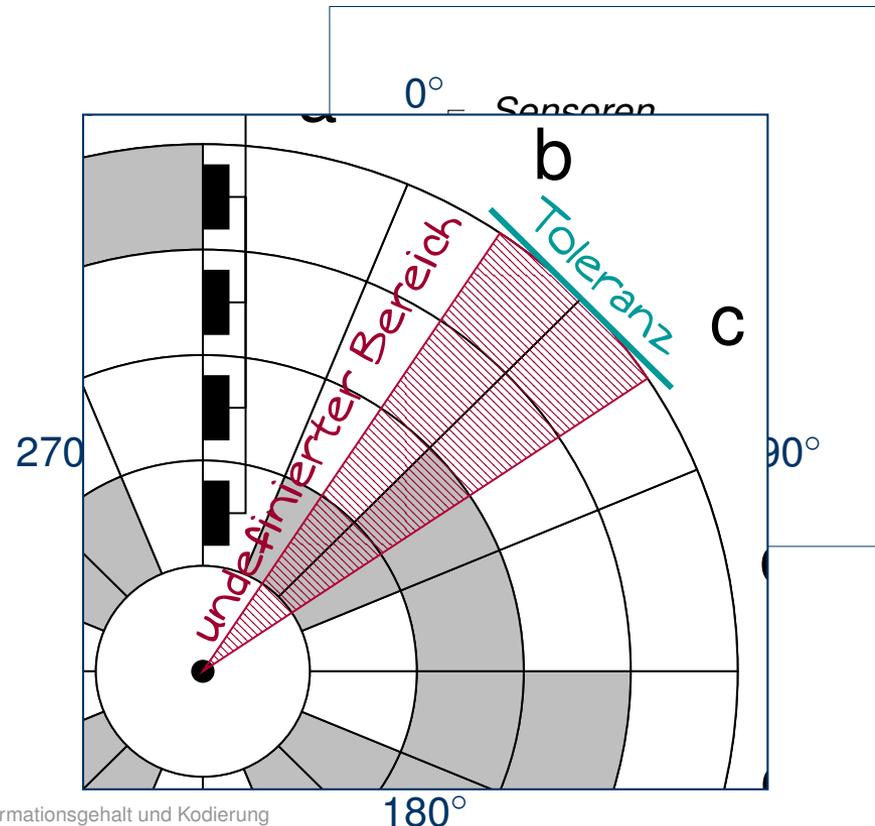
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

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

### Lösung

Die undefinierten Bereiche liegen genau zwischen den Intervallgrenzen.

Wir schätzen die Tangente aufgrund von kleineren Winkeln durch die Bogenlänge ab.



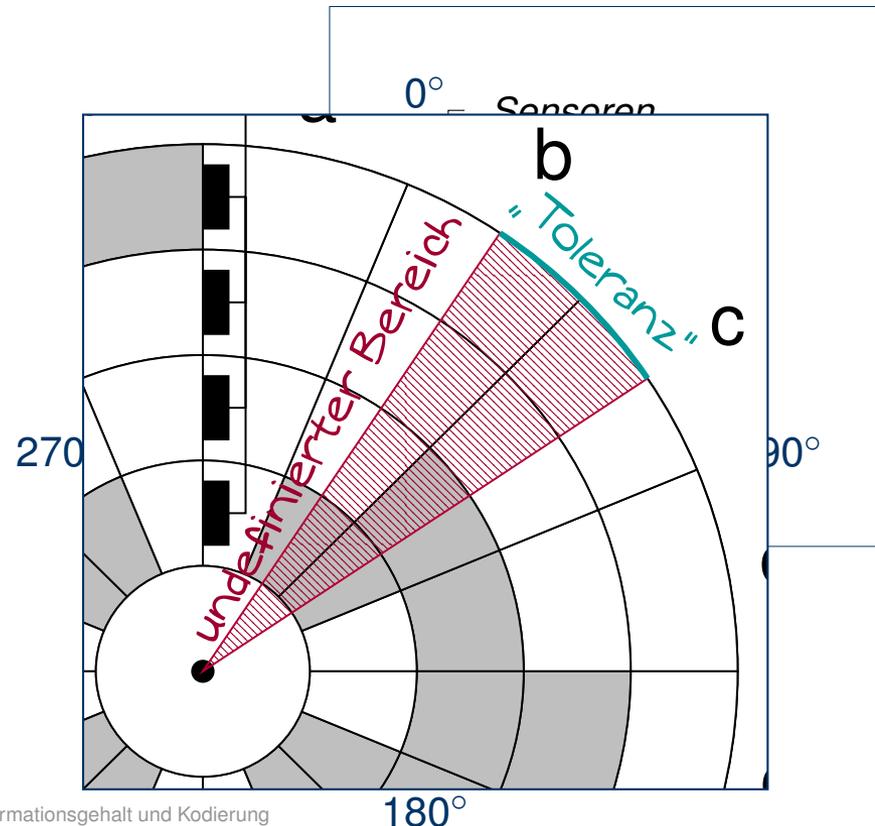
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

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

### Lösung

Die undefinierten Bereiche liegen genau zwischen den Intervallgrenzen.

Wir schätzen die Tangente aufgrund von kleineren Winkeln durch die Bogenlänge ab.



## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

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

### Lösung

Wir wissen über die Bogenlänge  $b$  eines Kreises, dass

$$b = \frac{2\pi \cdot r \cdot \alpha}{360^\circ} \quad (1)$$

Wir sehen mit  $b = \pm 0,1$  mm und aufgelöst nach  $\alpha$ , dass:

$$\alpha \approx 360^\circ \cdot \frac{\pm 0,1 \text{ cm}}{2\pi \cdot \{3, 4, 5, 6\} \text{ cm}}$$

### Hinweis

Die Approximation ( $\approx$ ) kommt von der Abschätzung der Tangente durch die Bogenlänge!

## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

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

### Lösung

$$\alpha \approx 360^\circ \cdot \frac{\pm 0,1 \text{ cm}}{2\pi \cdot \{3, 4, 5, 6\} \text{ cm}}$$

Wir setzen ein und erhalten für die verschiedenen Radien:

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	
4	
5	
6	

## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

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

### Lösung

$$\alpha \approx 360^\circ \cdot \frac{\pm 0,1 \text{ cm}}{2\pi \cdot \{3, 4, 5, 6\} \text{ cm}}$$

Wir setzen ein und erhalten für die verschiedenen Radien:

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\alpha \approx \pm \frac{0,1 \text{ cm}}{2\pi \cdot 3 \text{ cm}}$
4	
5	
6	

## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

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

### Lösung

$$\alpha \approx 360^\circ \cdot \frac{\pm 0,1 \text{ cm}}{2\pi \cdot \{3, 4, 5, 6\} \text{ cm}}$$

Wir setzen ein und erhalten für die verschiedenen Radien:

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\alpha \approx \pm \frac{0,1 \text{ cm}}{2\pi \cdot 4 \text{ cm}}$
5	
6	

## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

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

### Lösung

$$\alpha \approx 360^\circ \cdot \frac{\pm 0,1 \text{ cm}}{2\pi \cdot \{3, 4, 5, 6\} \text{ cm}}$$

Wir setzen ein und erhalten für die verschiedenen Radien:

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\alpha \approx \pm \frac{0,1 \text{ cm}}{2\pi \cdot 5 \text{ cm}}$
6	

## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

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

### Lösung

$$\alpha \approx 360^\circ \cdot \frac{\pm 0,1 \text{ cm}}{2\pi \cdot \{3, 4, 5, 6\} \text{ cm}}$$

Wir setzen ein und erhalten für die verschiedenen Radien:

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\alpha \approx \pm \frac{0,1 \text{ cm}}{2\pi \cdot 6 \text{ cm}}$

## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

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

### Lösung

$$\alpha \approx 360^\circ \cdot \frac{\pm 0,1 \text{ cm}}{2\pi \cdot \{3, 4, 5, 6\} \text{ cm}}$$

Wir setzen ein und erhalten für die verschiedenen Radien:

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

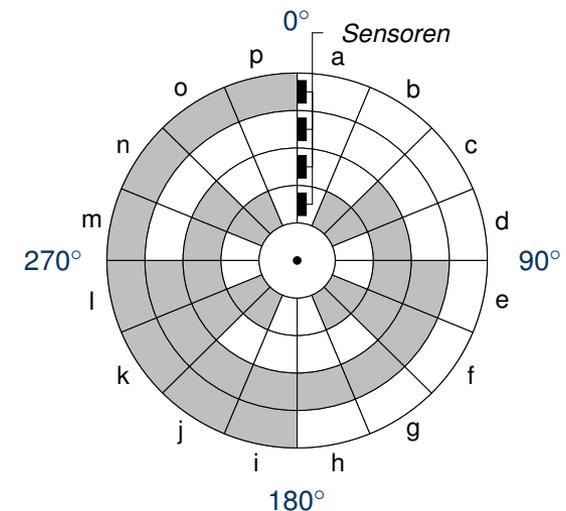
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

- c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Wir betrachten nun noch einmal die Drehscheibe und sehen, welche Sektoren sich ändern. Das Minimum des Winkels, dessen Bereich sich ändert, ist unser undefinierter Bereich.



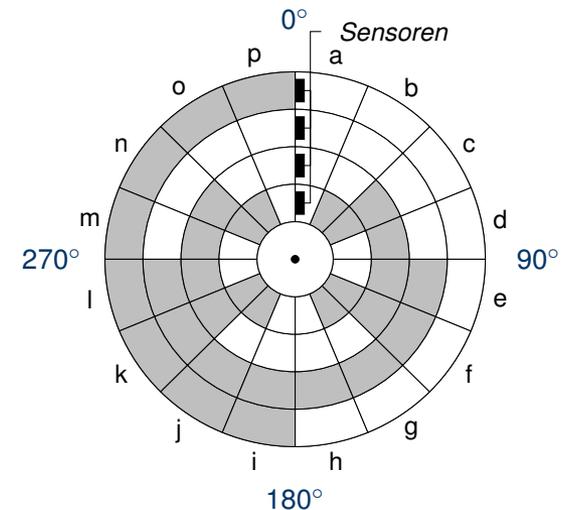
# Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

## Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b		i ↔ j	
b ↔ c		j ↔ k	
c ↔ d		k ↔ l	
d ↔ e		l ↔ m	
e ↔ f		m ↔ n	
f ↔ g		n ↔ o	
g ↔ h		o ↔ p	
h ↔ i		p ↔ a	



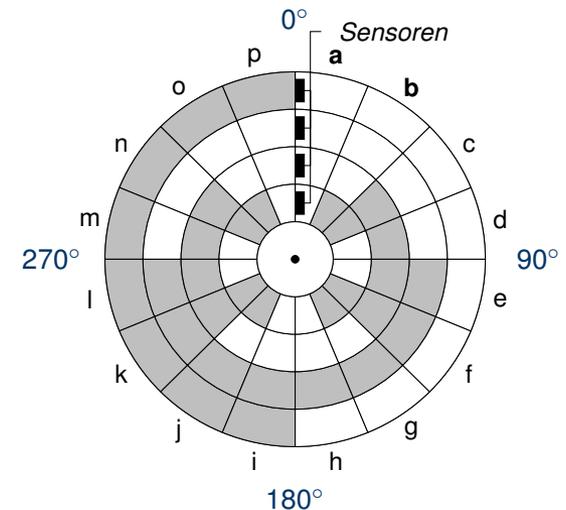
# Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

## Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b		i ↔ j	
b ↔ c		j ↔ k	
c ↔ d		k ↔ l	
d ↔ e		l ↔ m	
e ↔ f		m ↔ n	
f ↔ g		n ↔ o	
g ↔ h		o ↔ p	
h ↔ i		p ↔ a	



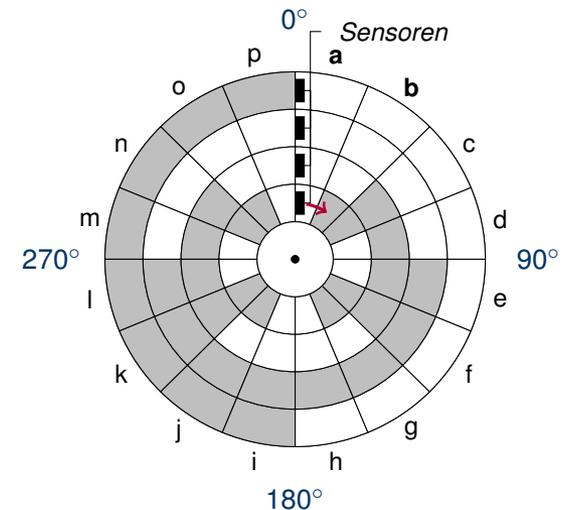
# Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

## Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b		i ↔ j	
b ↔ c		j ↔ k	
c ↔ d		k ↔ l	
d ↔ e		l ↔ m	
e ↔ f		m ↔ n	
f ↔ g		n ↔ o	
g ↔ h		o ↔ p	
h ↔ i		p ↔ a	



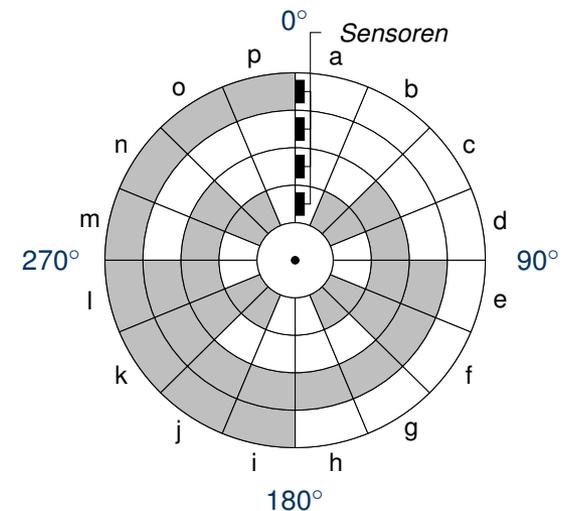
# Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

## Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b		i ↔ j	
b ↔ c		j ↔ k	
c ↔ d		k ↔ l	
d ↔ e		l ↔ m	
e ↔ f		m ↔ n	
f ↔ g		n ↔ o	
g ↔ h		o ↔ p	
h ↔ i		p ↔ a	



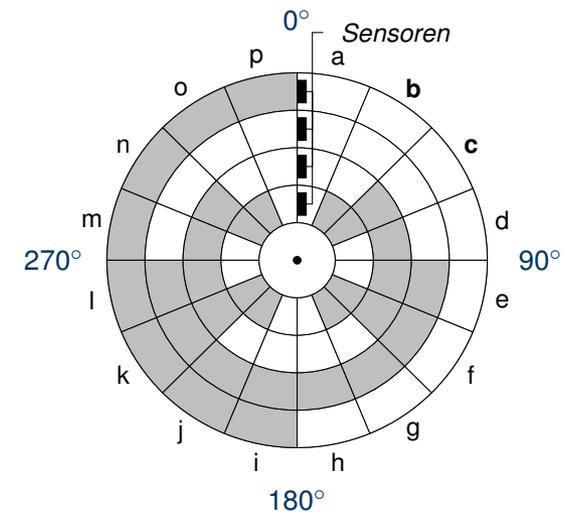
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	
b ↔ c		j ↔ k	
c ↔ d		k ↔ l	
d ↔ e		l ↔ m	
e ↔ f		m ↔ n	
f ↔ g		n ↔ o	
g ↔ h		o ↔ p	
h ↔ i		p ↔ a	



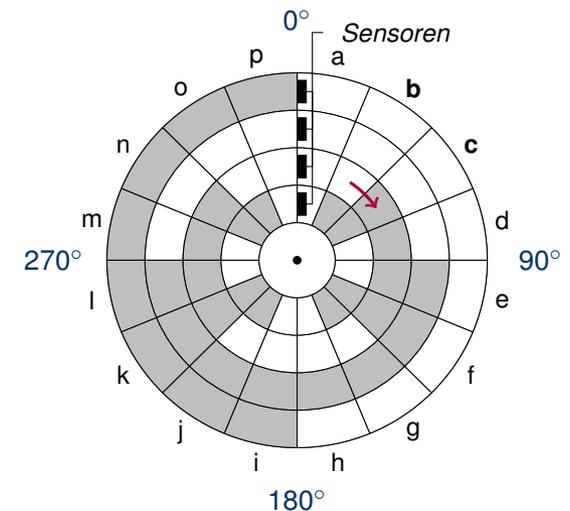
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	
b ↔ c		j ↔ k	
c ↔ d		k ↔ l	
d ↔ e		l ↔ m	
e ↔ f		m ↔ n	
f ↔ g		n ↔ o	
g ↔ h		o ↔ p	
h ↔ i		p ↔ a	



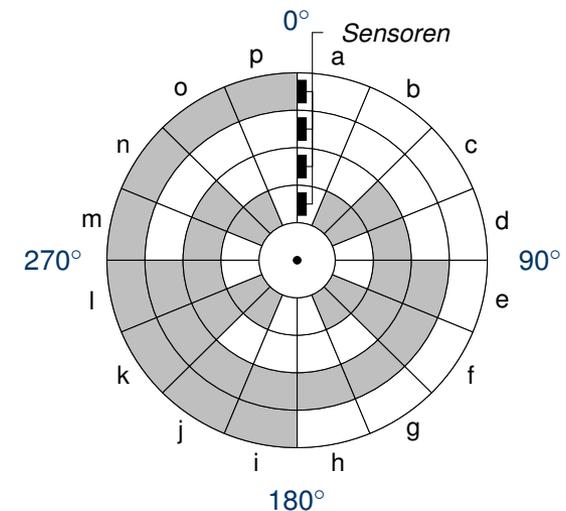
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	
c ↔ d		k ↔ l	
d ↔ e		l ↔ m	
e ↔ f		m ↔ n	
f ↔ g		n ↔ o	
g ↔ h		o ↔ p	
h ↔ i		p ↔ a	



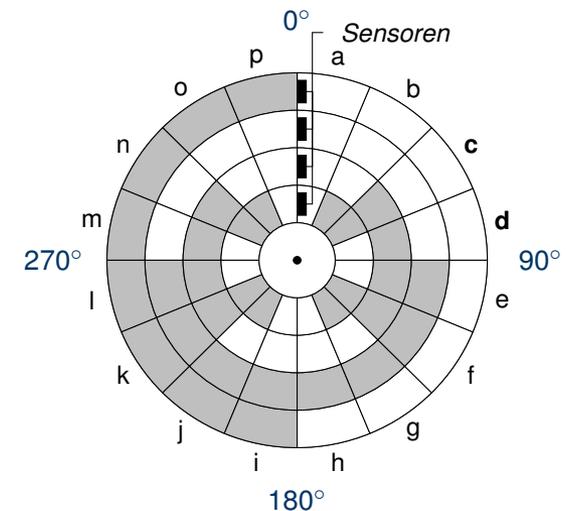
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	
c ↔ d		k ↔ l	
d ↔ e		l ↔ m	
e ↔ f		m ↔ n	
f ↔ g		n ↔ o	
g ↔ h		o ↔ p	
h ↔ i		p ↔ a	



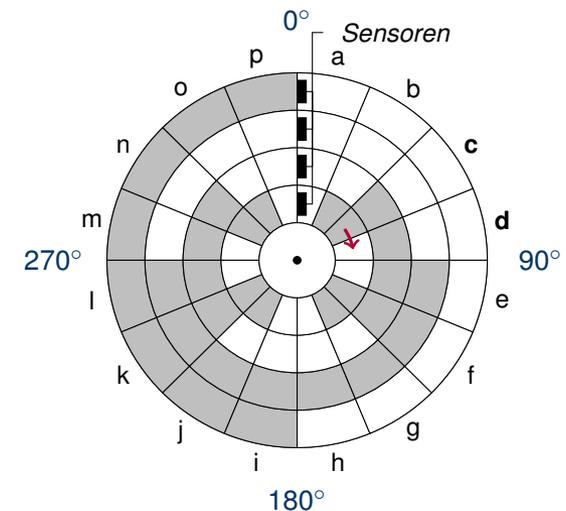
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	
c ↔ d		k ↔ l	
d ↔ e		l ↔ m	
e ↔ f		m ↔ n	
f ↔ g		n ↔ o	
g ↔ h		o ↔ p	
h ↔ i		p ↔ a	



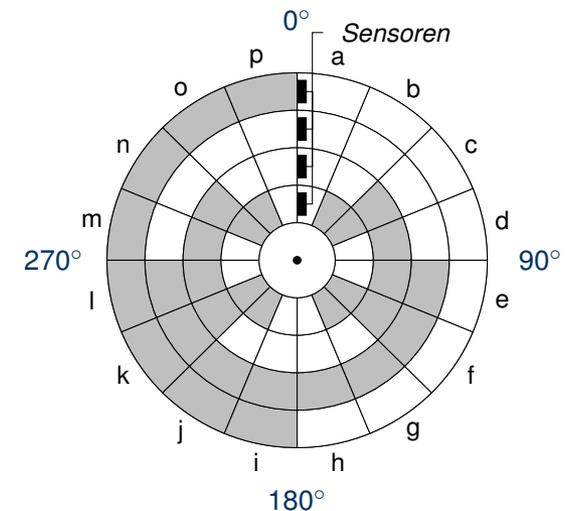
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	
d ↔ e		l ↔ m	
e ↔ f		m ↔ n	
f ↔ g		n ↔ o	
g ↔ h		o ↔ p	
h ↔ i		p ↔ a	



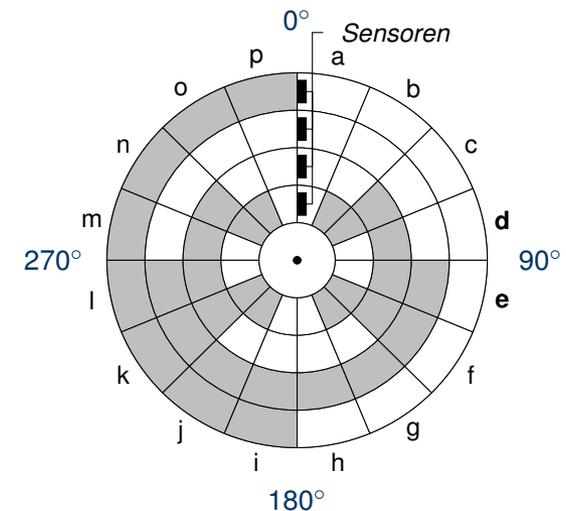
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	
d ↔ e		l ↔ m	
e ↔ f		m ↔ n	
f ↔ g		n ↔ o	
g ↔ h		o ↔ p	
h ↔ i		p ↔ a	



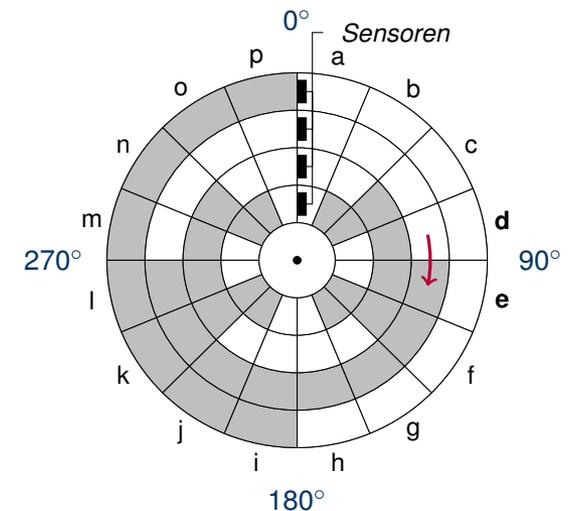
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	
d ↔ e		l ↔ m	
e ↔ f		m ↔ n	
f ↔ g		n ↔ o	
g ↔ h		o ↔ p	
h ↔ i		p ↔ a	





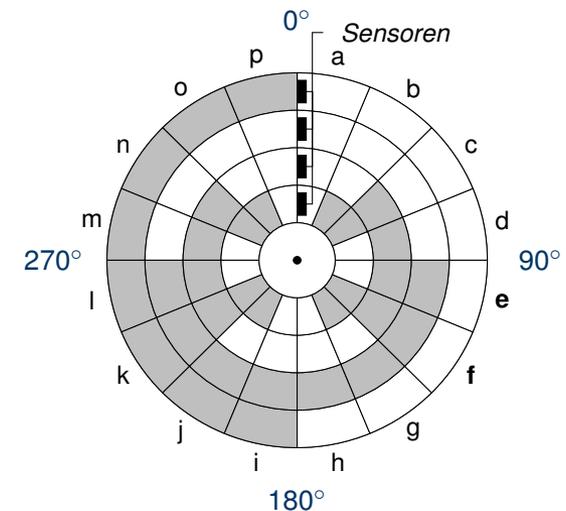
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	
e ↔ f		m ↔ n	
f ↔ g		n ↔ o	
g ↔ h		o ↔ p	
h ↔ i		p ↔ a	



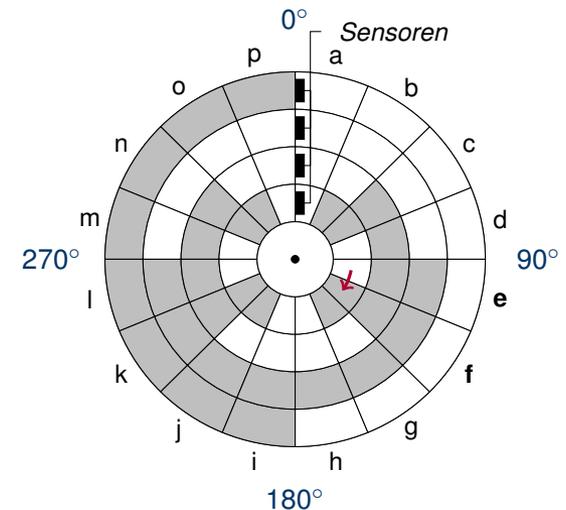
# Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

## Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	
e ↔ f		m ↔ n	
f ↔ g		n ↔ o	
g ↔ h		o ↔ p	
h ↔ i		p ↔ a	



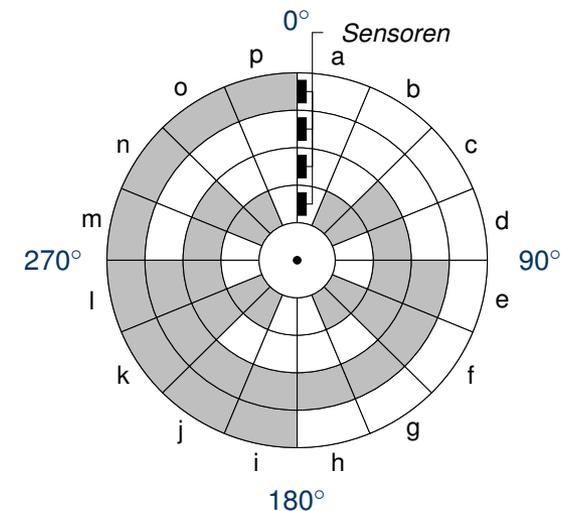
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	
f ↔ g		n ↔ o	
g ↔ h		o ↔ p	
h ↔ i		p ↔ a	



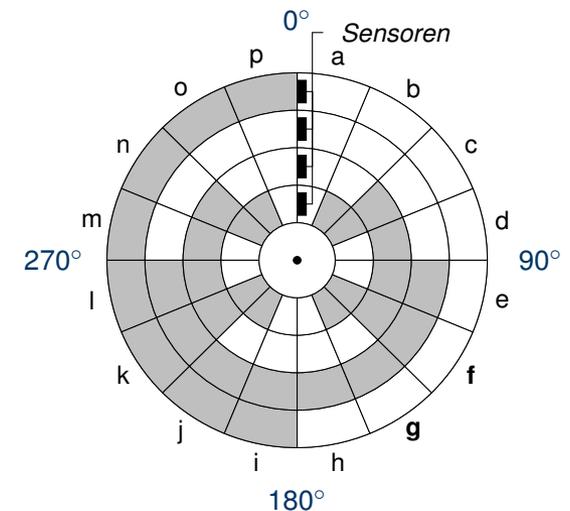
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	
f ↔ g		n ↔ o	
g ↔ h		o ↔ p	
h ↔ i		p ↔ a	



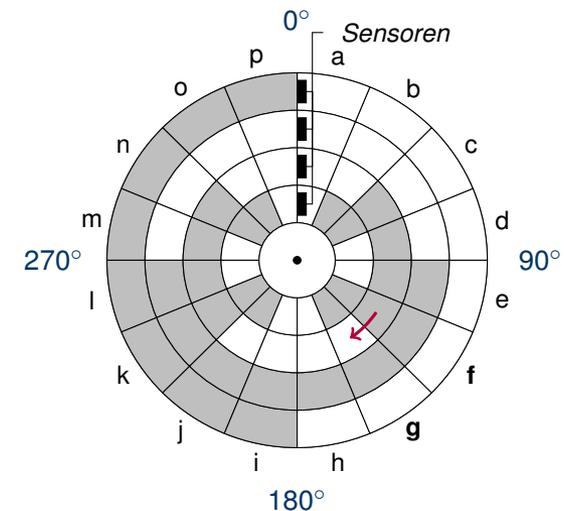
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	
f ↔ g		n ↔ o	
g ↔ h		o ↔ p	
h ↔ i		p ↔ a	



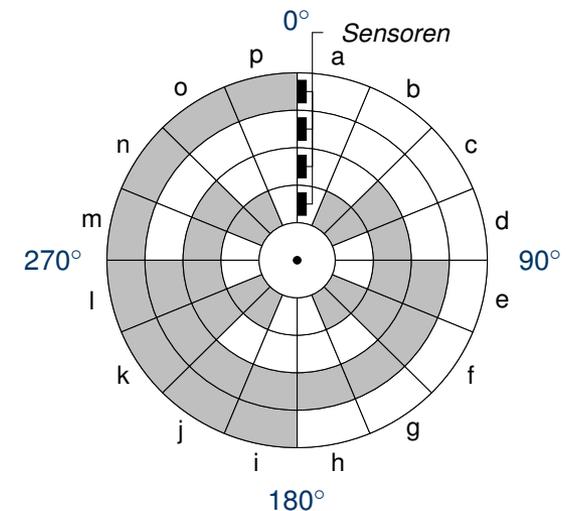
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	
g ↔ h		o ↔ p	
h ↔ i		p ↔ a	





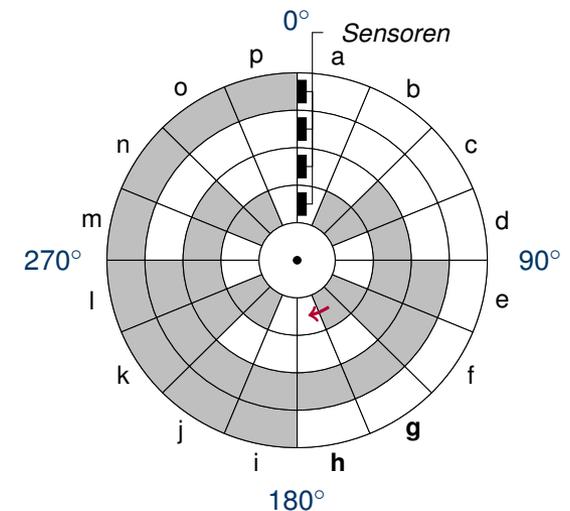
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	
g ↔ h		o ↔ p	
h ↔ i		p ↔ a	





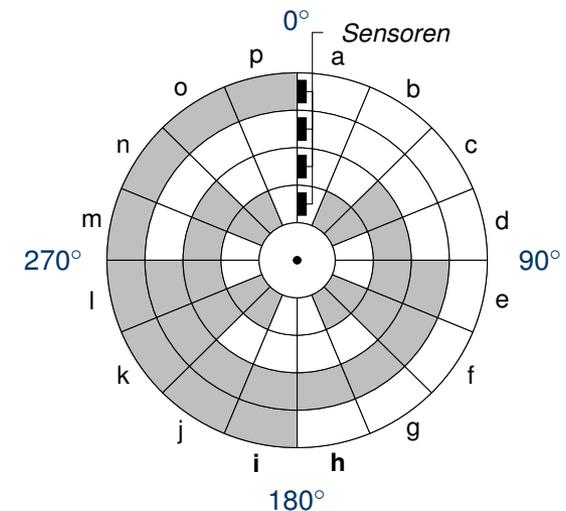
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	
h ↔ i		p ↔ a	



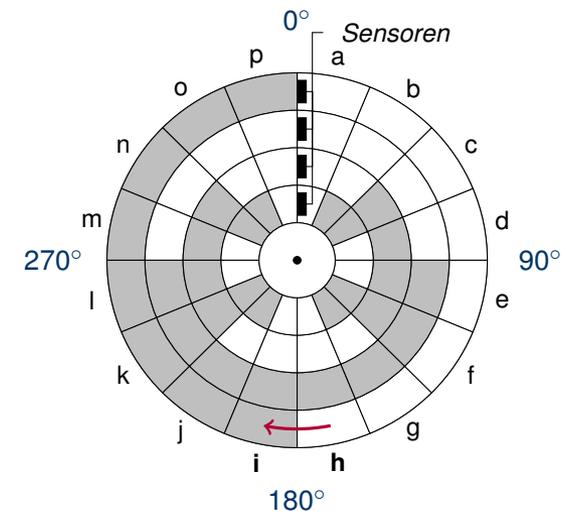
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	
h ↔ i		p ↔ a	



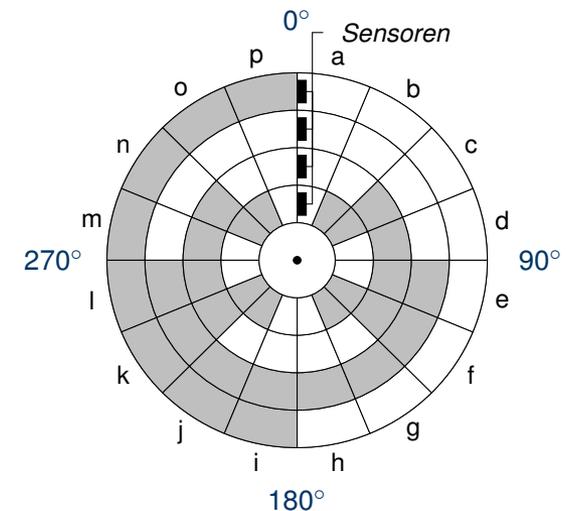
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	



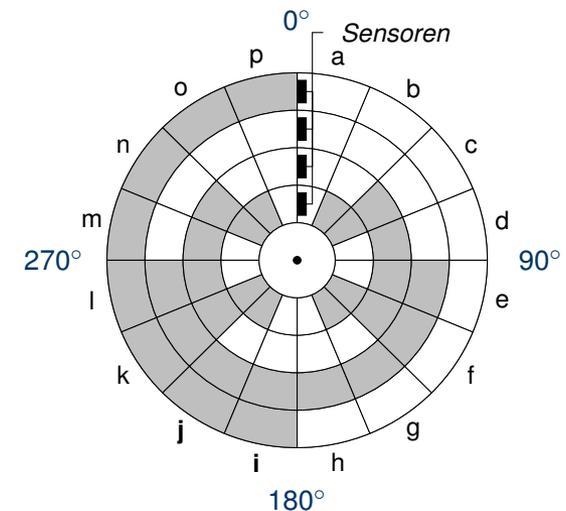
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	



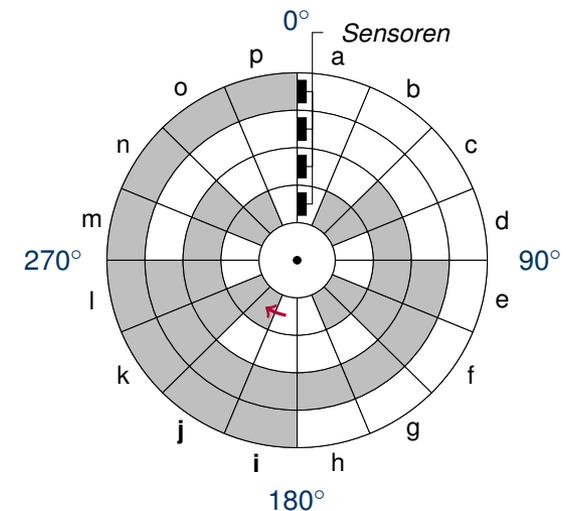
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	



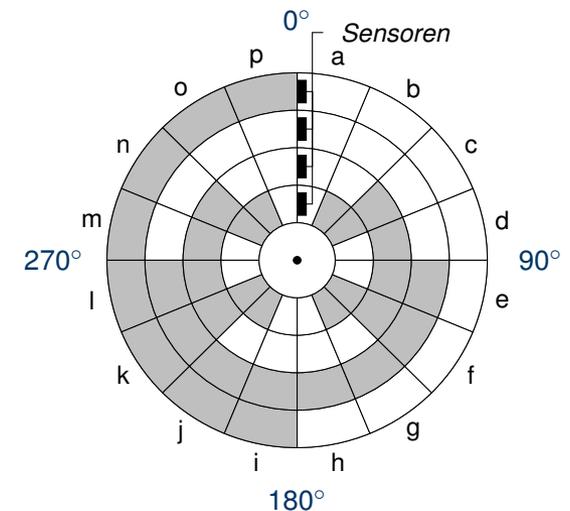
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	$\pm 1,91^\circ$
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	



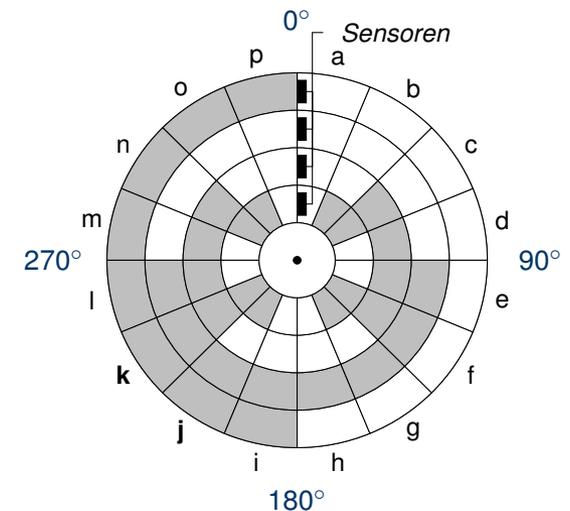
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	$\pm 1,91^\circ$
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	



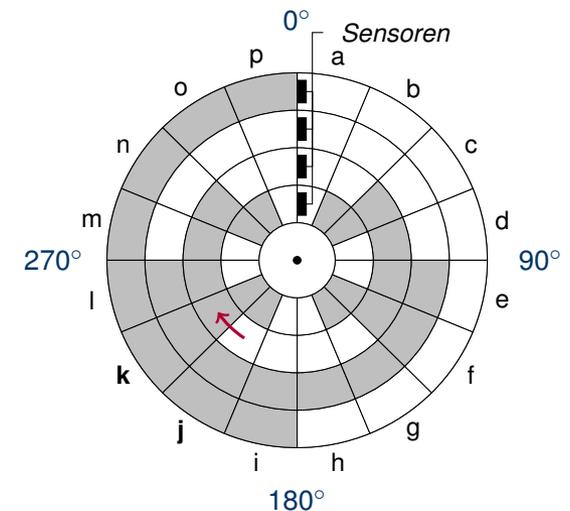
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	$\pm 1,91^\circ$
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	



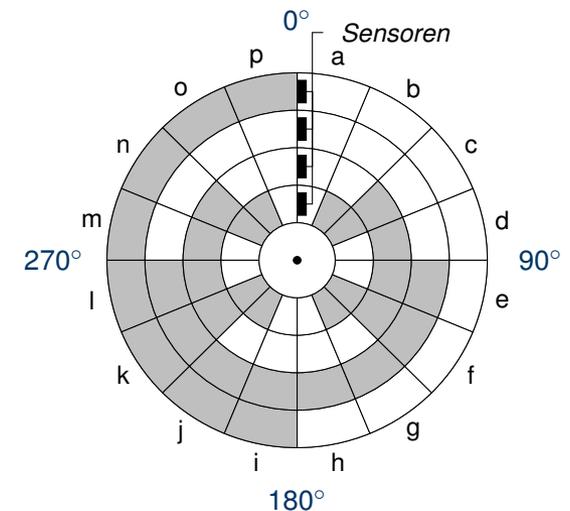
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	$\pm 1,91^\circ$
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	$\pm 1,42^\circ$
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	



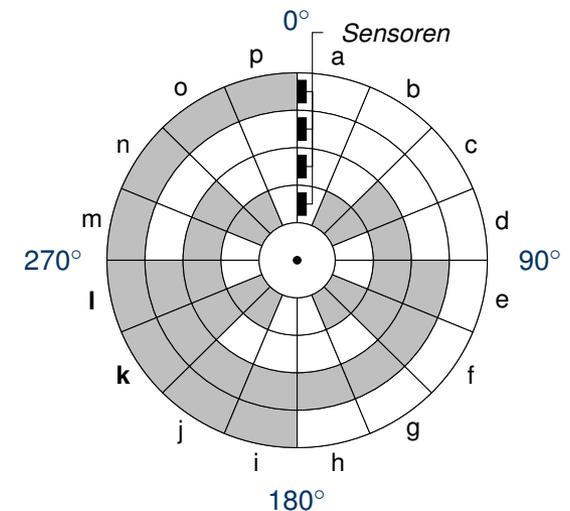
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	$\pm 1,91^\circ$
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	$\pm 1,42^\circ$
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	



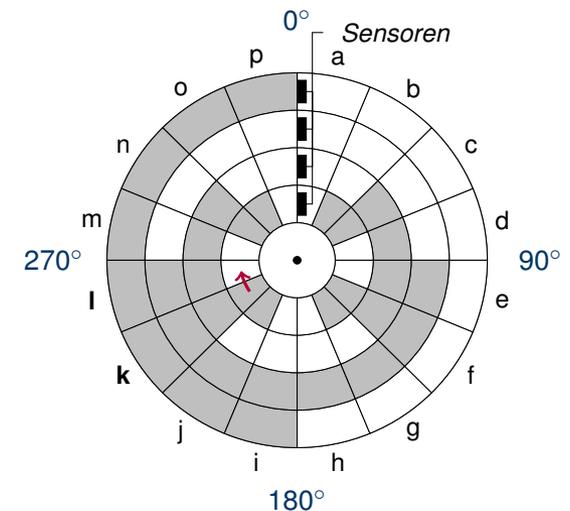
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	$\pm 1,91^\circ$
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	$\pm 1,42^\circ$
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	



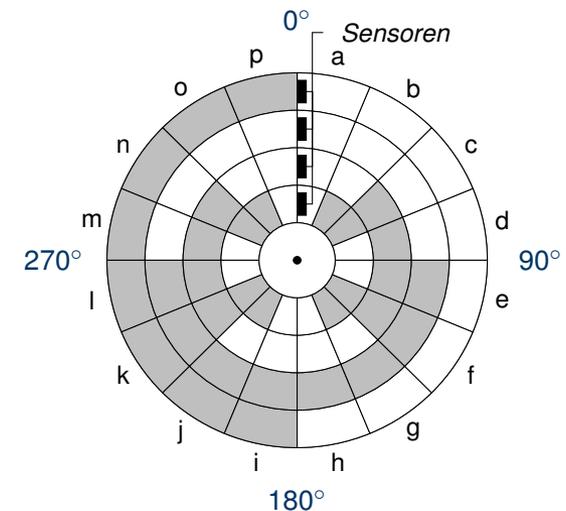
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	$\pm 1,91^\circ$
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	$\pm 1,42^\circ$
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	$\pm 1,91^\circ$
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	



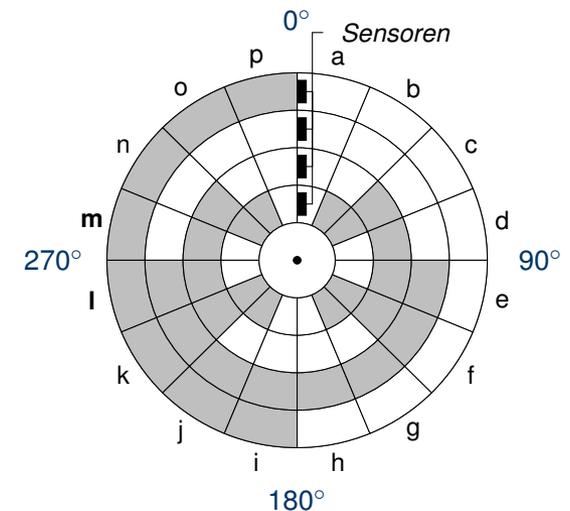
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	$\pm 1,91^\circ$
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	$\pm 1,42^\circ$
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	$\pm 1,91^\circ$
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	



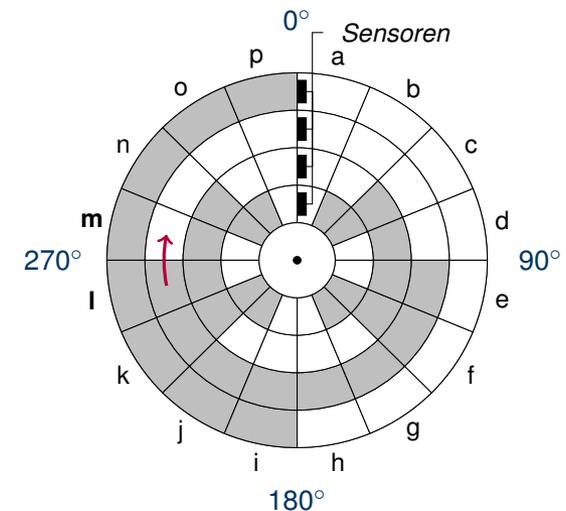
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	$\pm 1,91^\circ$
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	$\pm 1,42^\circ$
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	$\pm 1,91^\circ$
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	



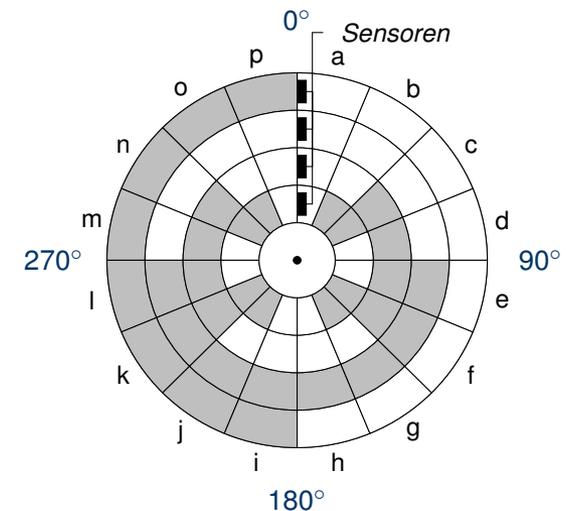
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	$\pm 1,91^\circ$
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	$\pm 1,42^\circ$
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	$\pm 1,91^\circ$
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	$\pm 1,15^\circ$
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	



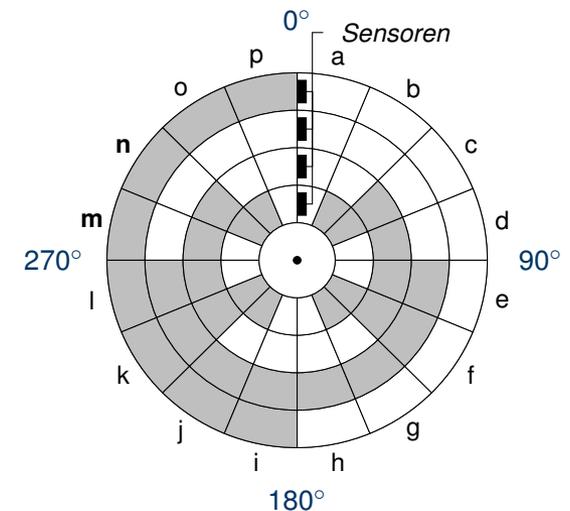
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	$\pm 1,91^\circ$
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	$\pm 1,42^\circ$
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	$\pm 1,91^\circ$
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	$\pm 1,15^\circ$
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	



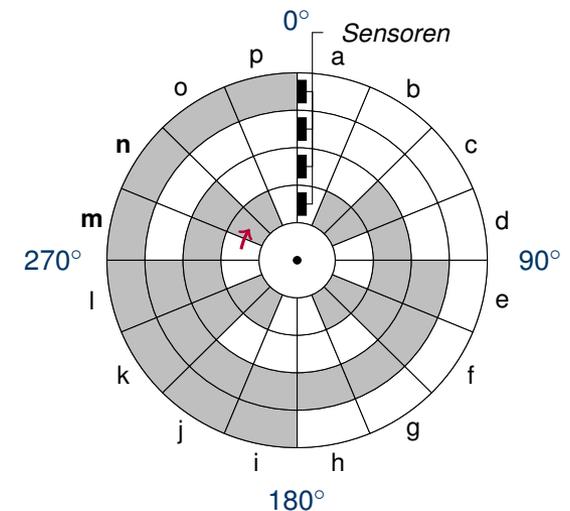
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	$\pm 1,91^\circ$
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	$\pm 1,42^\circ$
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	$\pm 1,91^\circ$
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	$\pm 1,15^\circ$
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	



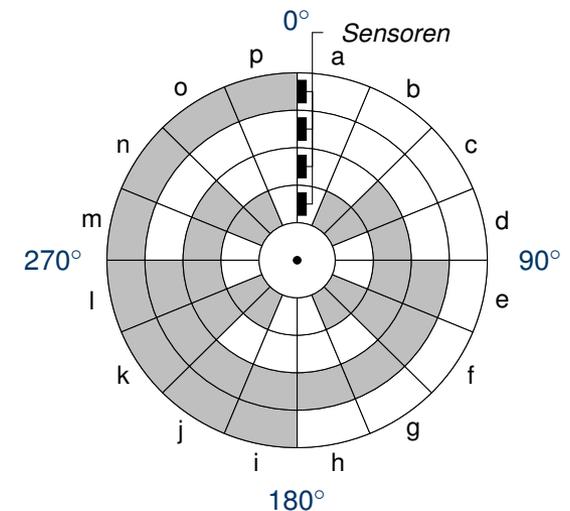
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	$\pm 1,91^\circ$
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	$\pm 1,42^\circ$
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	$\pm 1,91^\circ$
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	$\pm 1,15^\circ$
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	$\pm 1,91^\circ$
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	



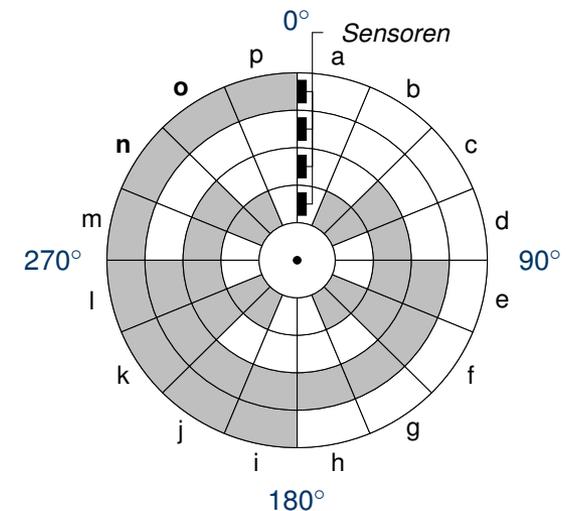
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	$\pm 1,91^\circ$
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	$\pm 1,42^\circ$
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	$\pm 1,91^\circ$
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	$\pm 1,15^\circ$
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	$\pm 1,91^\circ$
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	



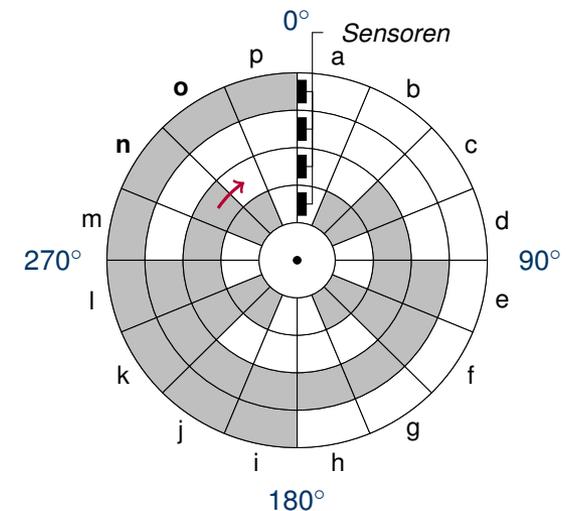
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	$\pm 1,91^\circ$
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	$\pm 1,42^\circ$
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	$\pm 1,91^\circ$
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	$\pm 1,15^\circ$
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	$\pm 1,91^\circ$
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	



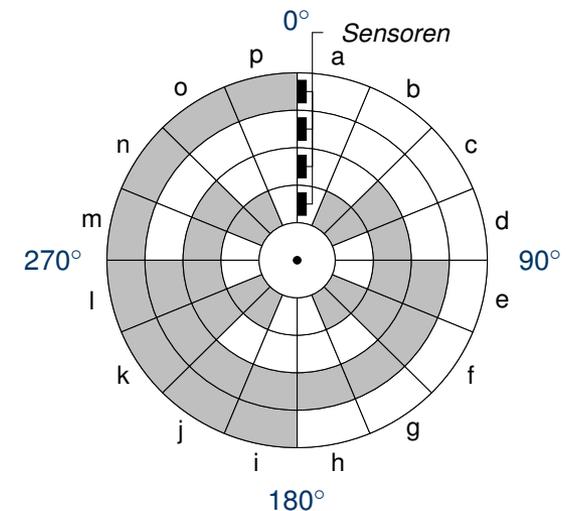
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	$\pm 1,91^\circ$
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	$\pm 1,42^\circ$
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	$\pm 1,91^\circ$
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	$\pm 1,15^\circ$
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	$\pm 1,91^\circ$
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	$\pm 1,42^\circ$
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	$\pm 1,91^\circ$
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	$\pm 0,96^\circ$



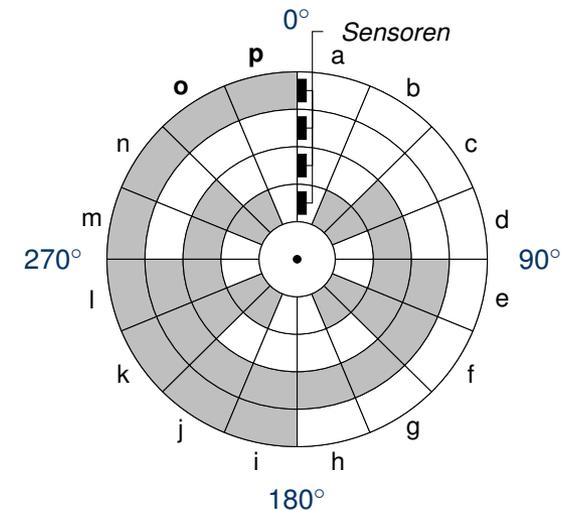
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	$\pm 1,91^\circ$
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	$\pm 1,42^\circ$
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	$\pm 1,91^\circ$
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	$\pm 1,15^\circ$
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	$\pm 1,91^\circ$
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	$\pm 1,42^\circ$
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	$\pm 1,91^\circ$
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	$\pm 0,96^\circ$



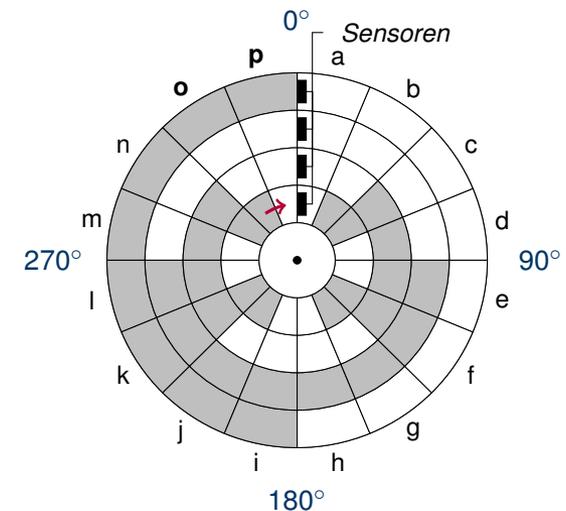
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	$\pm 1,91^\circ$
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	$\pm 1,42^\circ$
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	$\pm 1,91^\circ$
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	$\pm 1,15^\circ$
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	$\pm 1,91^\circ$
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	$\pm 1,42^\circ$
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	$\pm 1,91^\circ$
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	$\pm 0,96^\circ$



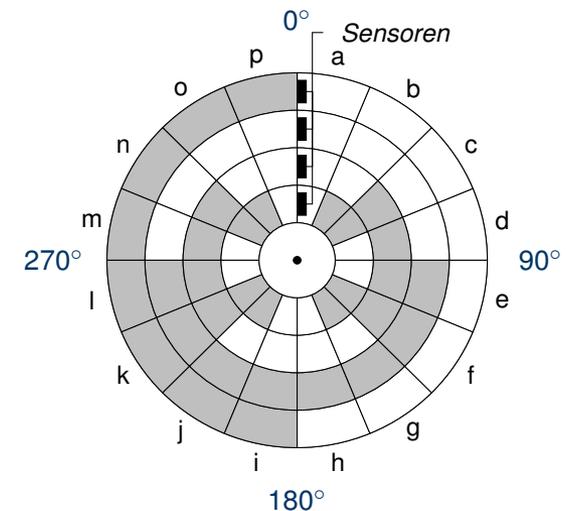
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	$\pm 1,91^\circ$
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	$\pm 1,42^\circ$
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	$\pm 1,91^\circ$
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	$\pm 1,15^\circ$
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	$\pm 1,91^\circ$
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	$\pm 1,42^\circ$
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	$\pm 1,91^\circ$
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	



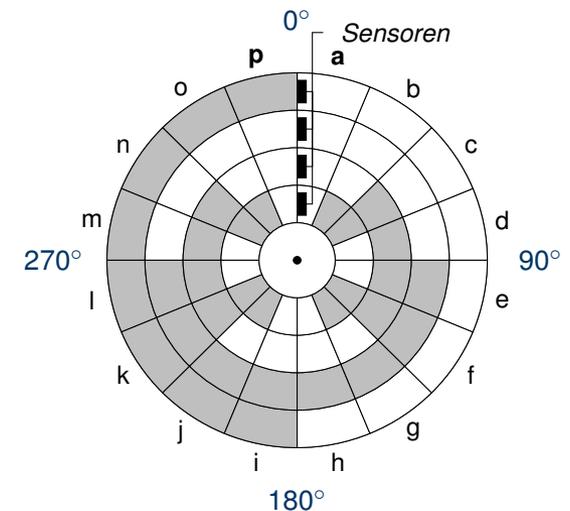
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	$\pm 1,91^\circ$
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	$\pm 1,42^\circ$
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	$\pm 1,91^\circ$
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	$\pm 1,15^\circ$
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	$\pm 1,91^\circ$
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	$\pm 1,42^\circ$
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	$\pm 1,91^\circ$
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	



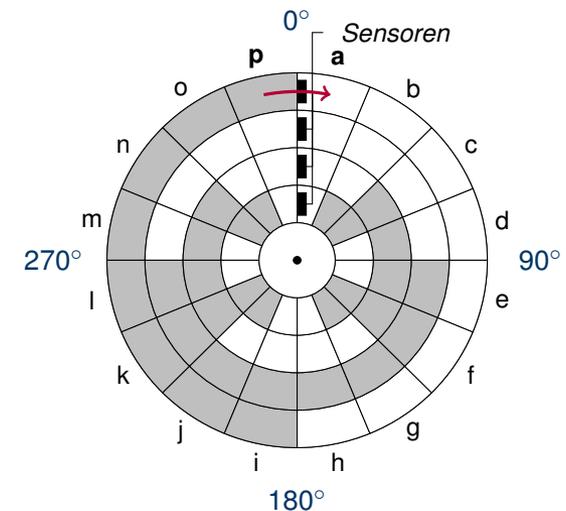
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	$\pm 1,91^\circ$
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	$\pm 1,42^\circ$
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	$\pm 1,91^\circ$
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	$\pm 1,15^\circ$
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	$\pm 1,91^\circ$
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	$\pm 1,42^\circ$
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	$\pm 1,91^\circ$
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	



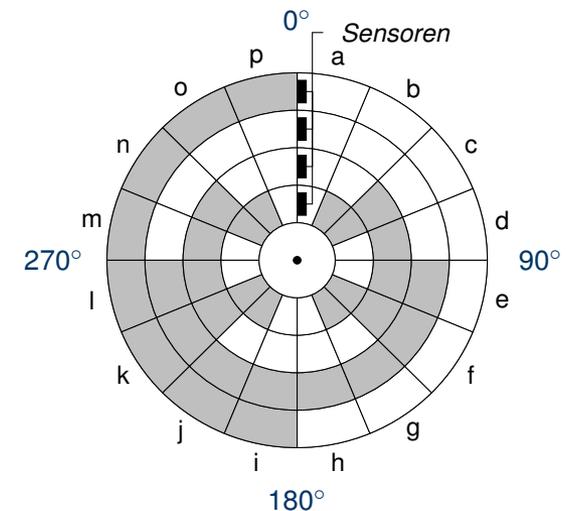
## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

c) Wieviele Winkelgrade umfassen die undefinierten Bereiche jeweils, wenn man annimmt, dass die Schleifkontakte auf den Radien 3, 4, 5 und 6 mm liegen und in tangentialer Richtung eine Toleranz von  $\pm 1$  mm aufweisen?

### Lösung

Radius $r$	Winkel $\alpha$
3	$\pm 1,91^\circ$
4	$\pm 1,42^\circ$
5	$\pm 1,15^\circ$
6	$\pm 0,96^\circ$

Übergang	$\alpha$	Übergang	$\alpha$
a ↔ b	$\pm 1,91^\circ$	i ↔ j	$\pm 1,91^\circ$
b ↔ c	$\pm 1,42^\circ$	j ↔ k	$\pm 1,42^\circ$
c ↔ d	$\pm 1,91^\circ$	k ↔ l	$\pm 1,91^\circ$
d ↔ e	$\pm 1,15^\circ$	l ↔ m	$\pm 1,15^\circ$
e ↔ f	$\pm 1,91^\circ$	m ↔ n	$\pm 1,91^\circ$
f ↔ g	$\pm 1,42^\circ$	n ↔ o	$\pm 1,42^\circ$
g ↔ h	$\pm 1,91^\circ$	o ↔ p	$\pm 1,91^\circ$
h ↔ i	$\pm 0,96^\circ$	p ↔ a	$\pm 0,96^\circ$



---

## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

d) Wie viele Schleifkontakte werden benötigt, wenn die Winkelauflösung auf  $1^\circ$  genau erfolgen soll? Diskutieren Sie dabei auftretende Probleme.

## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

d) Wie viele Schleifkontakte werden benötigt, wenn die Winkelauflösung auf  $1^\circ$  genau erfolgen soll?

**Lösung**

## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

d) Wie viele Schleifkontakte werden benötigt, wenn die Winkelauflösung auf  $1^\circ$  genau erfolgen soll?

### Lösung

Als erstes ist die Anzahl an benötigten Segmenten gesucht.

## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

d) Wie viele Schleifkontakte werden benötigt, wenn die Winkelauflösung auf  $1^\circ$  genau erfolgen soll?

### Lösung

Als erstes ist die Anzahl an benötigten Segmenten gesucht. Es gilt:

$$\#\text{Segmente} = \frac{\varphi_{\text{Gesamt}}}{\text{Auflösung}} = \frac{360^\circ}{1^\circ} = 360$$

## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

d) Wie viele Schleifkontakte werden benötigt, wenn die Winkelauflösung auf  $1^\circ$  genau erfolgen soll?

### Lösung

Als erstes ist die Anzahl an benötigten Segmenten gesucht. Es gilt:

$$\# \text{Segmente} = \frac{\varphi_{\text{Gesamt}}}{\text{Auflösung}} = \frac{\overbrace{360^\circ}^{\text{Ein Vollkreis}}}{1^\circ} = 360$$

## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

d) Wie viele Schleifkontakte werden benötigt, wenn die Winkelauflösung auf  $1^\circ$  genau erfolgen soll?

### Lösung

Für die 360 Segmente braucht man dann  $n$  Taster, welche wiederum jeweils eine Binärstelle repräsentieren.

## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

d) Wie viele Schleifkontakte werden benötigt, wenn die Winkelauflösung auf  $1^\circ$  genau erfolgen soll?

### Lösung

Für die 360 Segmente braucht man dann  $n$  Taster, welche wiederum jeweils eine Binärstelle repräsentieren.

$$360 = 2^n \quad \equiv \quad n = \lceil \log_2 360 \rceil = 9$$

## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

d) Wie viele Schleifkontakte werden benötigt, wenn die Winkelauflösung auf  $1^\circ$  genau erfolgen soll?

### Lösung

Für die 360 Segmente braucht man dann  $n$  Taster, welche wiederum jeweils eine Binärstelle repräsentieren.

$$360 = 2^n \quad \equiv \quad n = \lceil \log_2 360 \rceil = 9$$

~> Man benötigt 9 Schleifkontakte

## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

d) Wie viele Schleifkontakte werden benötigt, wenn die Winkelauflösung auf  $1^\circ$  genau erfolgen soll? Diskutieren Sie dabei auftretende Probleme.

### Lösung

Für die 360 Segmente braucht man dann  $n$  Taster, welche wiederum jeweils eine Binärstelle repräsentieren.

$$360 = 2^n \quad \equiv \quad n = \lceil \log_2 360 \rceil = 9$$

~> Man benötigt 9 Schleifkontakte

### Probleme:

## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

d) Wie viele Schleifkontakte werden benötigt, wenn die Winkelauflösung auf  $1^\circ$  genau erfolgen soll? Diskutieren Sie dabei auftretende Probleme.

### Lösung

Für die 360 Segmente braucht man dann  $n$  Taster, welche wiederum jeweils eine Binärstelle repräsentieren.

$$360 = 2^n \quad \equiv \quad n = \lceil \log_2 360 \rceil = 9$$

~> Man benötigt 9 Schleifkontakte

### Probleme:

Ein Problem stellen die undefinierten Bereiche der Schleifkontakte da (siehe ein paar Folien zurück, denn  $1^\circ \ll 1,91^\circ$ )

~> Lösungsmöglichkeit ist eine drastische Erhöhung des Umfangs (eventuell aufgrund von Anforderungen aber nicht möglich)!

## Aufgabe 3 – Genauigkeit und Kodierung

d) Wie viele Schleifkontakte werden benötigt, wenn die Winkelauflösung auf  $1^\circ$  genau erfolgen soll? Diskutieren Sie dabei auftretende Probleme.

### Lösung

Für die 360 Segmente braucht man dann  $n$  Taster, welche wiederum jeweils eine Binärstelle repräsentieren.

$$360 = 2^n \quad \equiv \quad n = \lceil \log_2 360 \rceil = 9$$

↪ Man benötigt 9 Schleifkontakte

### Probleme:

Ein Problem stellen die undefinierten Bereiche der Schleifkontakte da (siehe ein paar Folien zurück, denn  $1^\circ \ll 1,91^\circ$ )

↪ Lösungsmöglichkeit ist eine drastische Erhöhung des Umfangs (eventuell aufgrund von Anforderungen aber nicht möglich)!

Ein weiteres Problem ist, dass unser wunderbarer Gray-Kode nicht mehr ohne Anpassung funktioniert ( $2^9 = 512 > 360$ ).

↪ Lösungsmöglichkeit: Wir verschieben unseren Gray-Kode

# Aufgabe 3 – Exkurs: Verschieben des Gray-Kodes

- Wir sehen rechts einen „normalen“ Gray-Kode mit 4 Binärstellen, also insgesamt  $2^4 = 16$  Wörter.

0000  
 0001  
 0011  
 0010  
 0110  
 0111  
 0101  
 0100

---

1100  
 1101  
 1111  
 1110  
 1010  
 1011  
 1001  
 1000

## Aufgabe 3 – Exkurs: Verschieben des Gray-Kodes

- Wir sehen rechts einen „normalen“ Gray-Kode mit 4 Binärstellen, also insgesamt  $2^4 = 16$  Wörter.
- Wir sehen, dass aufgrund der Symmetrie sich bei zwei Wörtern, welche den gleichen Abstand zur Achse haben, sich auch nur ein Bit ändert (das äußerste).

0000  
0001  
0011  
0010  
0110  
0111  
0101  
0100

---

1100  
1101  
1111  
1110  
1010  
1011  
1001  
1000

# Aufgabe 3 – Exkurs: Verschieben des Gray-Kodes

- Wir sehen rechts einen „normalen“ Gray-Kode mit 4 Binärstellen, also insgesamt  $2^4 = 16$  Wörter.
- Wir sehen, dass aufgrund der Symmetrie sich bei zwei Wörtern, welche den gleichen Abstand zur Achse haben, sich auch **nur ein Bit ändert** (das äußerste).

```

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

# Aufgabe 3 – Exkurs: Verschieben des Gray-Kodes

- Wir sehen rechts einen „normalen“ Gray-Kode mit 4 Binärstellen, also insgesamt  $2^4 = 16$  Wörter.
- Wir sehen, dass aufgrund der Symmetrie sich bei zwei Wörtern, welche den gleichen Abstand zur Achse haben, sich auch nur ein Bit ändert (das äußerste).
- Möchte man also bei einem  $n$ -Bit Gray-Kode (mit  $2^n$  Wörtern) nur  $m$  Wörter eigentlich kodieren und das nach Gray, so geht man genau  $\frac{2^n - m}{2}$  Wörter von der Symmetrieachse sowohl nach oben als auch nach unten und lässt diese aus.

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

# Aufgabe 3 – Exkurs: Verschieben des Gray-Kodes

- Wir sehen rechts einen „normalen“ Gray-Kode mit 4 Binärstellen, also insgesamt  $2^4 = 16$  Wörter.
 

0000
0001
0011
0010
0110
0111
0101
0100
- Wir sehen, dass aufgrund der Symmetrie sich bei zwei Wörtern, welche den gleichen Abstand zur Achse haben, sich auch nur ein Bit ändert (das äußerste).
- Möchte man also bei einem  $n$ -Bit Gray-Kode (mit  $2^n$  Wörtern) nur  $m$  Wörter eigentlich kodieren und das nach Gray, so geht man genau  $\frac{2^n - m}{2}$  Wörter von der Symmetrieachse sowohl nach oben als auch nach unten und lässt diese aus.
 

1100
1101
1111
1110
1010
1011
1001
1000
- Beispiel: Wir wollen mit 4 Bits nur 10 Wörter kodieren  $\rightsquigarrow$  Wir gehen  $\frac{2^4 - 10}{2} = 3$  Wörter nach oben und unten und entfernen diese.

# Aufgabe 3 – Exkurs: Verschieben des Gray-Kodes

- Wir sehen rechts einen „normalen“ Gray-Kode mit 4 Binärstellen, also insgesamt  $2^4 = 16$  Wörter.
 

0000
0001
0011
0010
0110
0111
0101
0100
- Wir sehen, dass aufgrund der Symmetrie sich bei zwei Wörtern, welche den gleichen Abstand zur Achse haben, sich auch nur ein Bit ändert (das äußerste).
- Möchte man also bei einem  $n$ -Bit Gray-Kode (mit  $2^n$  Wörtern) nur  $m$  Wörter eigentlich kodieren und das nach Gray, so geht man genau  $\frac{2^n - m}{2}$  Wörter von der Symmetrieachse sowohl nach oben als auch nach unten und lässt diese aus.
 

<del>1100</del>
1101
1111
1110
1010
1011
1001
1000
- Beispiel: Wir wollen mit 4 Bits nur 10 Wörter kodieren  $\rightsquigarrow$  Wir gehen  $\frac{2^4 - 10}{2} = 3$  Wörter nach oben und unten und entfernen diese.

## Aufgabe 3 – Exkurs: Verschieben des Gray-Kodes

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wir sehen rechts einen „normalen“ Gray-Kode mit 4 Binärstellen, also insgesamt <math>2^4 = 16</math> Wörter.</li> <li>■ Wir sehen, dass aufgrund der Symmetrie sich bei zwei Wörtern, welche den gleichen Abstand zur Achse haben, sich auch nur ein Bit ändert (das äußerste).</li> <li>■ Möchte man also bei einem <math>n</math>-Bit Gray-Kode (mit <math>2^n</math> Wörtern) nur <math>m</math> Wörter eigentlich kodieren und das nach Gray, so geht man genau <math>\frac{2^n - m}{2}</math> Wörter von der Symmetrieachse sowohl nach oben als auch nach unten und lässt diese aus.</li> <li>■ Beispiel: Wir wollen mit 4 Bits nur 10 Wörter kodieren <math>\rightsquigarrow</math> Wir gehen <math>\frac{2^4 - 10}{2} = 3</math> Wörter nach oben und unten und entfernen diese.</li> </ul> | <pre> 0000 0001 0011 0010 0110 0111 0101 0100 ----- 1100 1101 1111 1110 1010 1011 1001 1000 </pre> |
|--|--|

# Aufgabe 3 – Exkurs: Verschieben des Gray-Kodes

- Wir sehen rechts einen „normalen“ Gray-Kode mit 4 Binärstellen, also insgesamt  $2^4 = 16$  Wörter.
- Wir sehen, dass aufgrund der Symmetrie sich bei zwei Wörtern, welche den gleichen Abstand zur Achse haben, sich auch nur ein Bit ändert (das äußerste).
- Möchte man also bei einem  $n$ -Bit Gray-Kode (mit  $2^n$  Wörtern) nur  $m$  Wörter eigentlich kodieren und das nach Gray, so geht man genau  $\frac{2^n - m}{2}$  Wörter von der Symmetrieachse sowohl nach oben als auch nach unten und lässt diese aus.
- Beispiel: Wir wollen mit 4 Bits nur 10 Wörter kodieren  $\rightsquigarrow$  Wir gehen  $\frac{2^4 - 10}{2} = 3$  Wörter nach oben und unten und entfernen diese.

0000  
 0001  
 0011  
 0010  
 0110  
 0111  
 0101  
 0100

---

1100  
 1101  
 1111  
 1110  
 1010  
 1011  
 1001  
 1000

# Aufgabe 3 – Exkurs: Verschieben des Gray-Kodes

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wir sehen rechts einen „normalen“ Gray-Kode mit 4 Binärstellen, also insgesamt <math>2^4 = 16</math> Wörter.</li> <li>■ Wir sehen, dass aufgrund der Symmetrie sich bei zwei Wörtern, welche den gleichen Abstand zur Achse haben, sich auch nur ein Bit ändert (das äußerste).</li> <li>■ Möchte man also bei einem <math>n</math>-Bit Gray-Kode (mit <math>2^n</math> Wörtern) nur <math>m</math> Wörter eigentlich kodieren und das nach Gray, so geht man genau <math>\frac{2^n - m}{2}</math> Wörter von der Symmetrieachse sowohl nach oben als auch nach unten und lässt diese aus.</li> <li>■ Beispiel: Wir wollen mit 4 Bits nur 10 Wörter kodieren <math>\rightsquigarrow</math> Wir gehen <math>\frac{2^4 - 10}{2} = 3</math> Wörter nach oben und unten und entfernen diese.</li> <li>■ Problem: Es funktioniert nur für gerade Zahlen!</li> </ul> | <pre> 0000 0001 0011 0010 0110 0111 0101 0100 ----- 1100 1101 1111 1110 1010 1011 1001 1000 </pre> |
|---|--|