

# Digitaltechnik

Prof. Dr.-Ing. Mathias Rausch  
2012

# Einführung

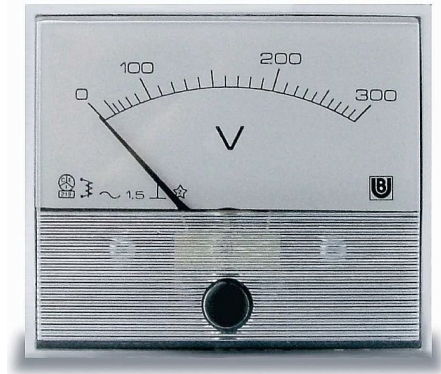
1. Einführung
2. Schaltalgebra
3. Karnaugh-Veitch-Diagramm
4. Entwurf und Realisierung kombinatorischer Schaltungen
5. Sequentielle Schaltungen
6. Flip-Flops (FF)
7. Sequentielle Grundschaltungen
8. Realisierung digitaler Schaltglieder
9. Binärcodes, CRC und fehlererkennende Codes
10. Auswahl- und Verbindungsschaltungen
12. Register- und Speicherschaltungen
13. Programmierbare Logikschaltungen
14. Mikroprozessoren

- Klaus Beuth: *Digitaltechnik*. Vogel Verlag.
- Klaus Urbanski, Roland Woitowitz: *Digitaltechnik. Ein Lehr- und Übungsbuch*. Springer Verlag.
- Jürgen Reichardt, Bernd Schwarz: *VHDL-Synthese. Entwurf digitaler Schaltungen und Systeme*. Oldenbourg Verlag.

weitere:

- Tietze, Schenk: *Halbleiter-Schaltungstechnik*. Springer Verlag.
- Borucki, Lorenz: *Grundlagen der Digitaltechnik*. Teubner Verlag.
- J. F. Wakerly: *Digital Design – Principles & Practices*. Prentice Hall, 2000.
- H. Johnson, M. Graham: *High-Speed Digital Design – A Handbook of Black Magic*. Prentice Hall, 1993.

# Analoge versus digitale Größen



## Vorteile:

- große Anschaulichkeit
- einfache Beschreib- und Realisierbarkeit

## Nachteile:

- Genauigkeit begrenzt, abhängig von der technischen Realisierung
- leicht stör- und verfälschbar
- Speicherung



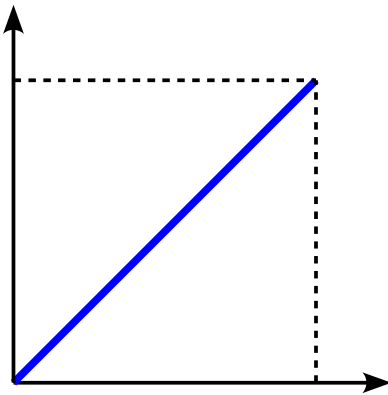
## Vorteile:

- beliebige Genauigkeit realisierbar
- eindeutig
- keine Verluste bei Übertragung und Speicherung

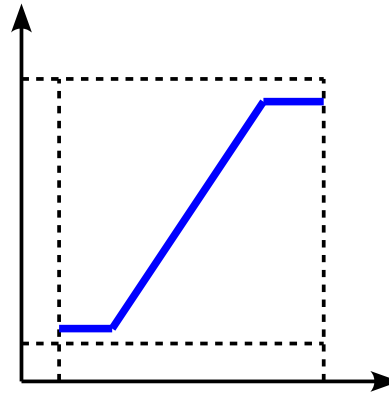
## Nachteile:

- Beschreibung/Definition aufwändig

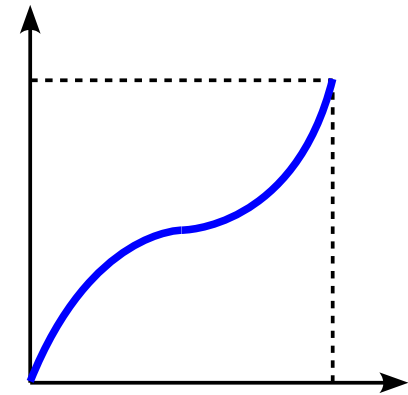
# Beispiele für verschiedene Kennlinien



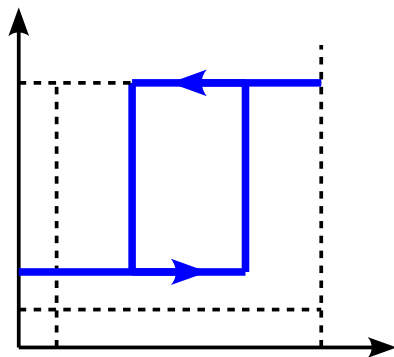
**lineare Kennlinie**



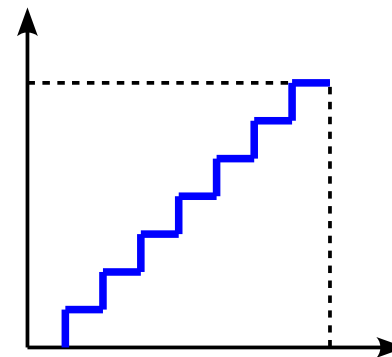
**lineare Kennlinie  
mit Begrenzung**



**nichtlineare  
Kennlinie**

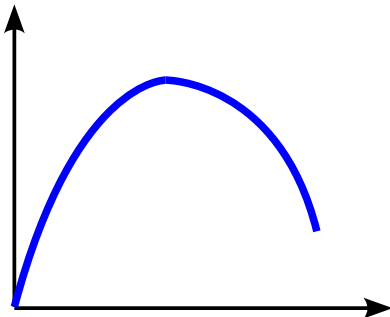


**nichtlineare Kennlinie  
mit Hysterese**

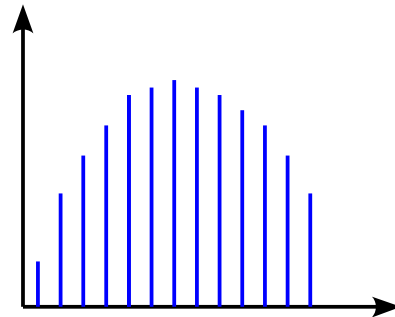


**treppenförmige Kennlinie**

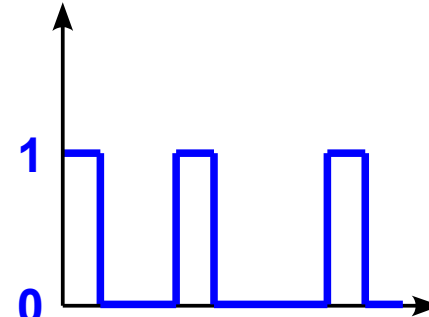
# Darstellung physikalischer Größen



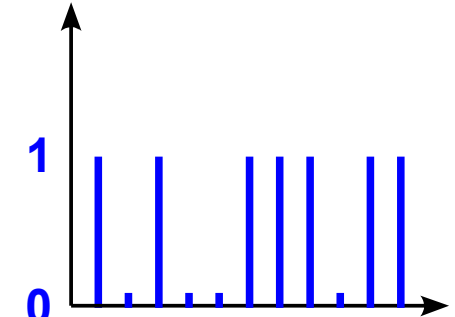
**analog  
kontinuierlich**



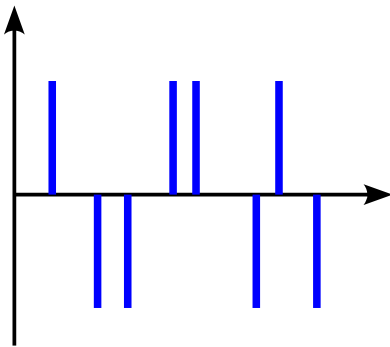
**analog  
diskontinuierlich**



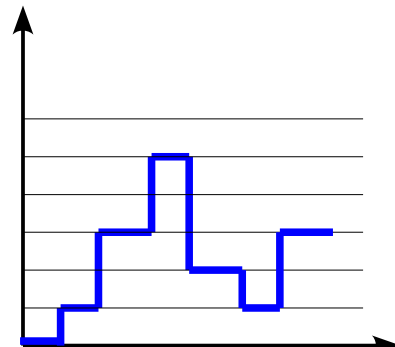
**Zweipunktsignal  
kontinuierlich**



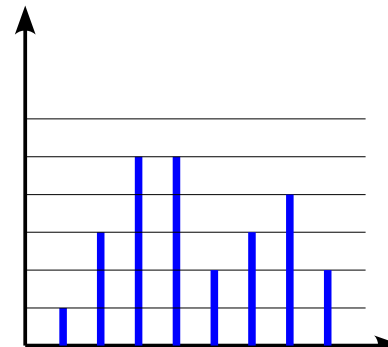
**Zweipunktsignal  
diskontinuierlich**



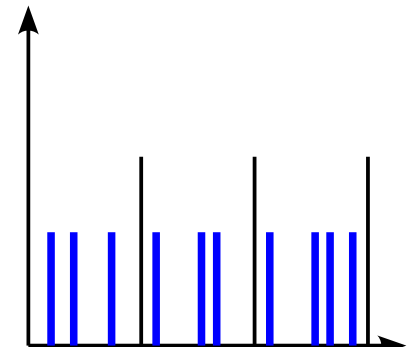
**Dreipunktsignal  
diskontinuierlich**



**Mehrpunktsignal  
kontinuierlich**



**Mehrpunktsignal  
diskontinuierlich**



**digitales Signal  
diskontinuierlich**

# Binäre Werte

- Übliche digitale Werte haben nur zwei Werte / Zustände.
- Sie werden auch als „binäre Werte“ bzw. „Zustände“ bezeichnet.

Beispiel für binäre Zustände:

Erster binärer Zustand	Zweiter binärer Zustand
Schalter geschlossen	Schalter geöffnet
Impuls vorhanden	Impuls nicht vorhanden
Transistor leitend	Transistor gesperrt
Diode leitend	Diode gesperrt
Spannung hoch	Spannung niedrig
Strom hoch	Strom niedrig
Werkstoff magnetisch	Werkstoff nicht magnetisch
Lampe leuchtet	Lampe leuchtet nicht



# Binäre Werte

Übliche binäre Spannungszustände:

- + 2 V                      0 V (Masse)
- + 5 V                      0 V (Masse)
- + 5 V                      - 5 V
- +12 V                      0 V
- 0 V                         - 12 V

Der niedrige Spannungspegel wird mit **L** (low) der hohe mit **H** (high) bezeichnet.

Die binäre Logik hat zwei logische Zustände.

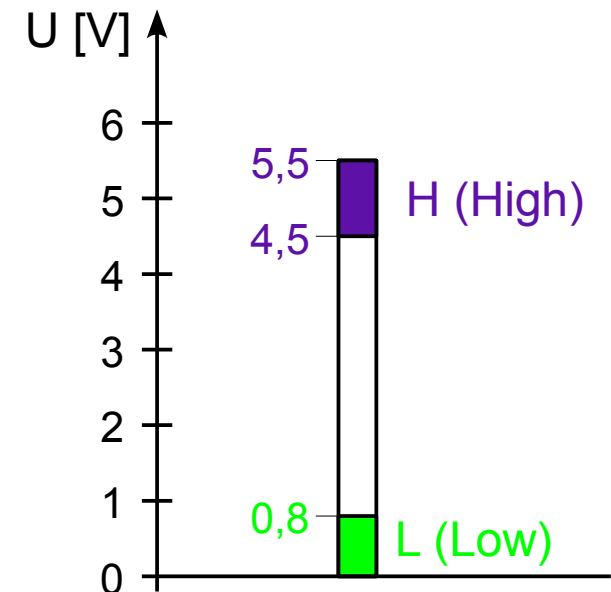
Der logische Zustand **1** bedeutet „wahr“ bzw. „zutreffend“, der logische Zustand **0** bedeutet „unwahr“ bzw. „nicht zutreffend“.

Die logischen Zustände müssen Spannungspegel zugeordnet werden, z. B.:

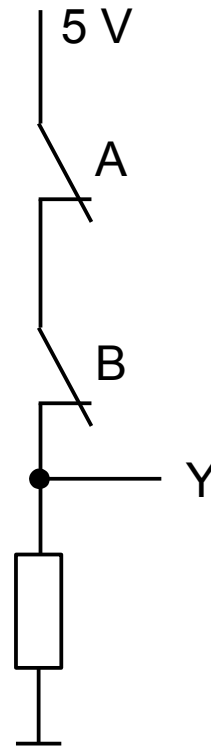
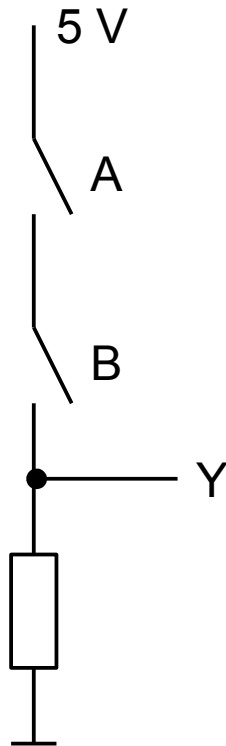
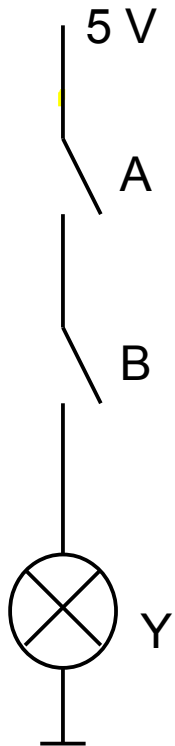
$$\begin{array}{ll} 0 \rightarrow L=0\text{ V} & \text{oder} \quad 1 \rightarrow L=0\text{ V} \\ 1 \rightarrow H=+5\text{ V} & 0 \rightarrow H=+5\text{ V} \end{array}$$

**Achtung: Pegelangaben (L und H) und logische Zustände (0 und 1) dürfen nicht miteinander verwechselt werden!**

Toleranzfeld für binäre Spannungszustände:



# Zuordnung von logischen Zuständen



A = 1 und B = 1 können bedeuten

- Schalter geschlossen
- Schalter betätigt
- Strom fließt
- Spannung durchgeschaltet

A = 0 und B = 0 können bedeuten

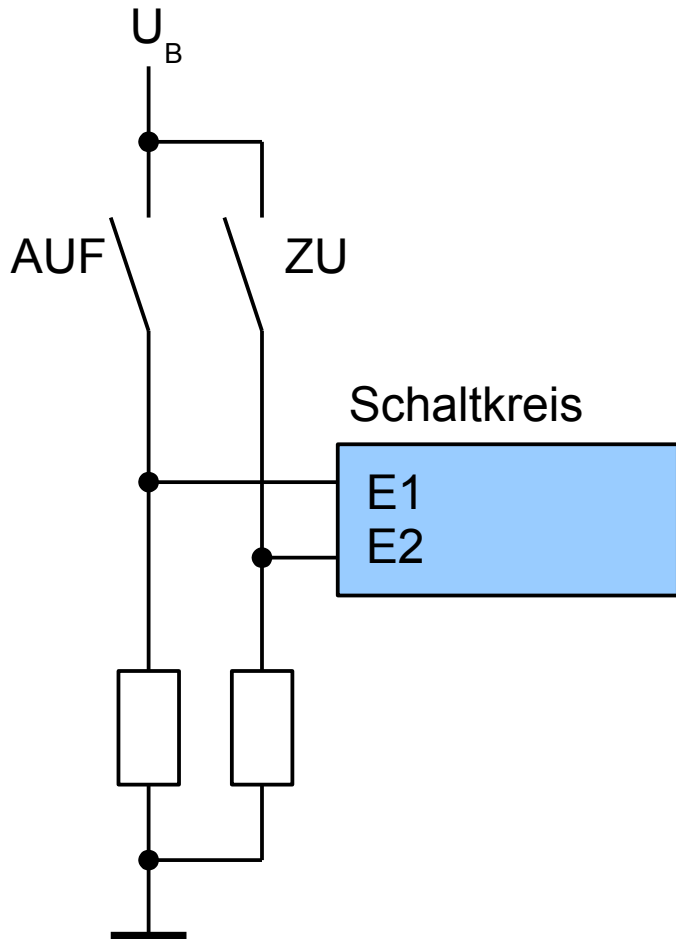
- Schalter offen
- Schalter nicht betätigt
- Strom fließt nicht
- Spannung nicht durchgeschaltet

Y = 1 kann bedeuten

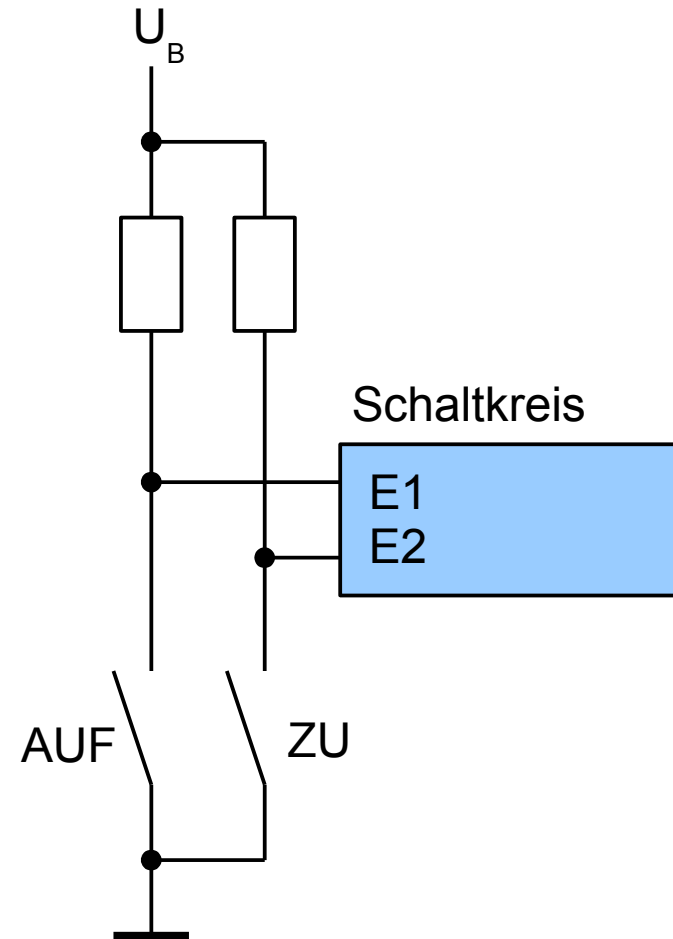
- Strom fließt
- Lampe leuchtet
- Spannung hoch

Die Zuordnung kann auch entgegen gesetzt erfolgen!

# Logische Zuordnung



Taster gedrückt  $\rightarrow E1 = 1, E2 = 1$   
 Taster nicht gedrückt  $\rightarrow E1 = 0, E2 = 0$



Taster gedrückt  $\rightarrow E1 = 0, E2 = 0$   
 Taster nicht gedrückt  $\rightarrow E1 = 1, E2 = 1$

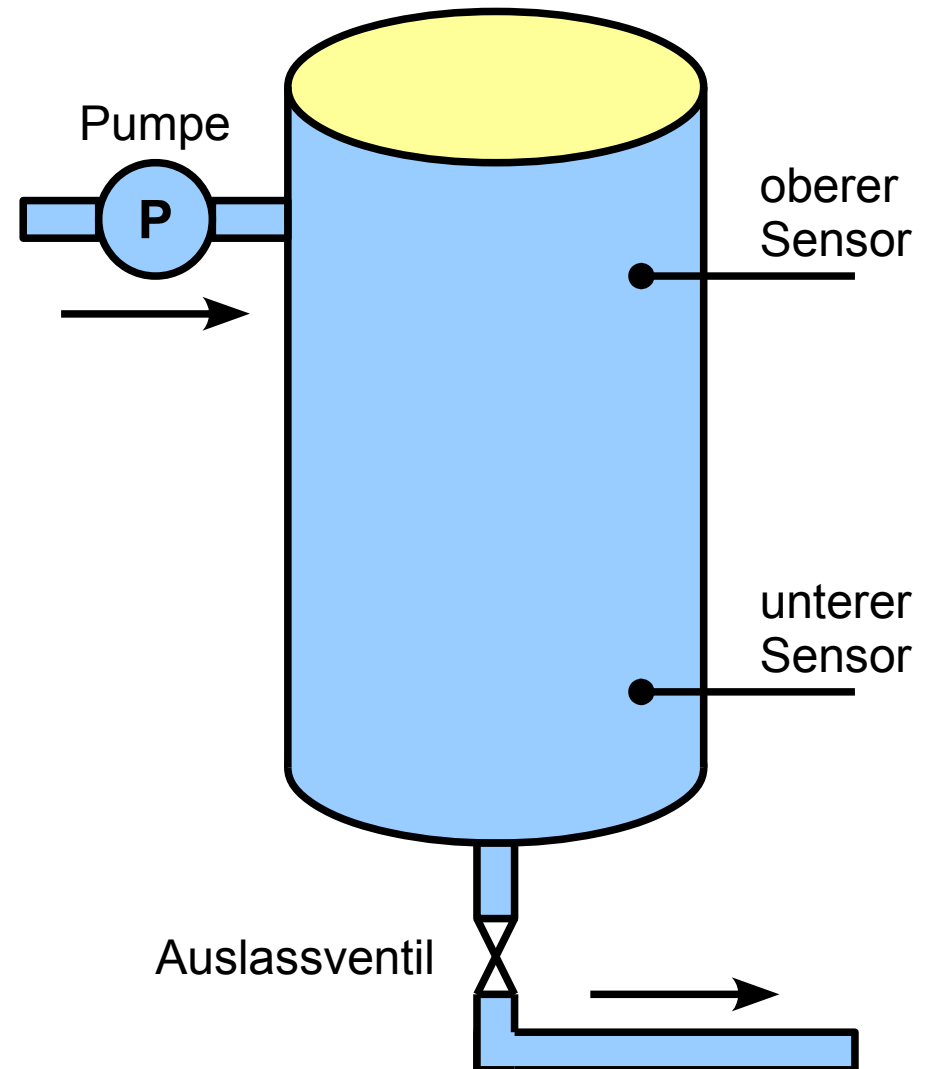
# Aufgaben

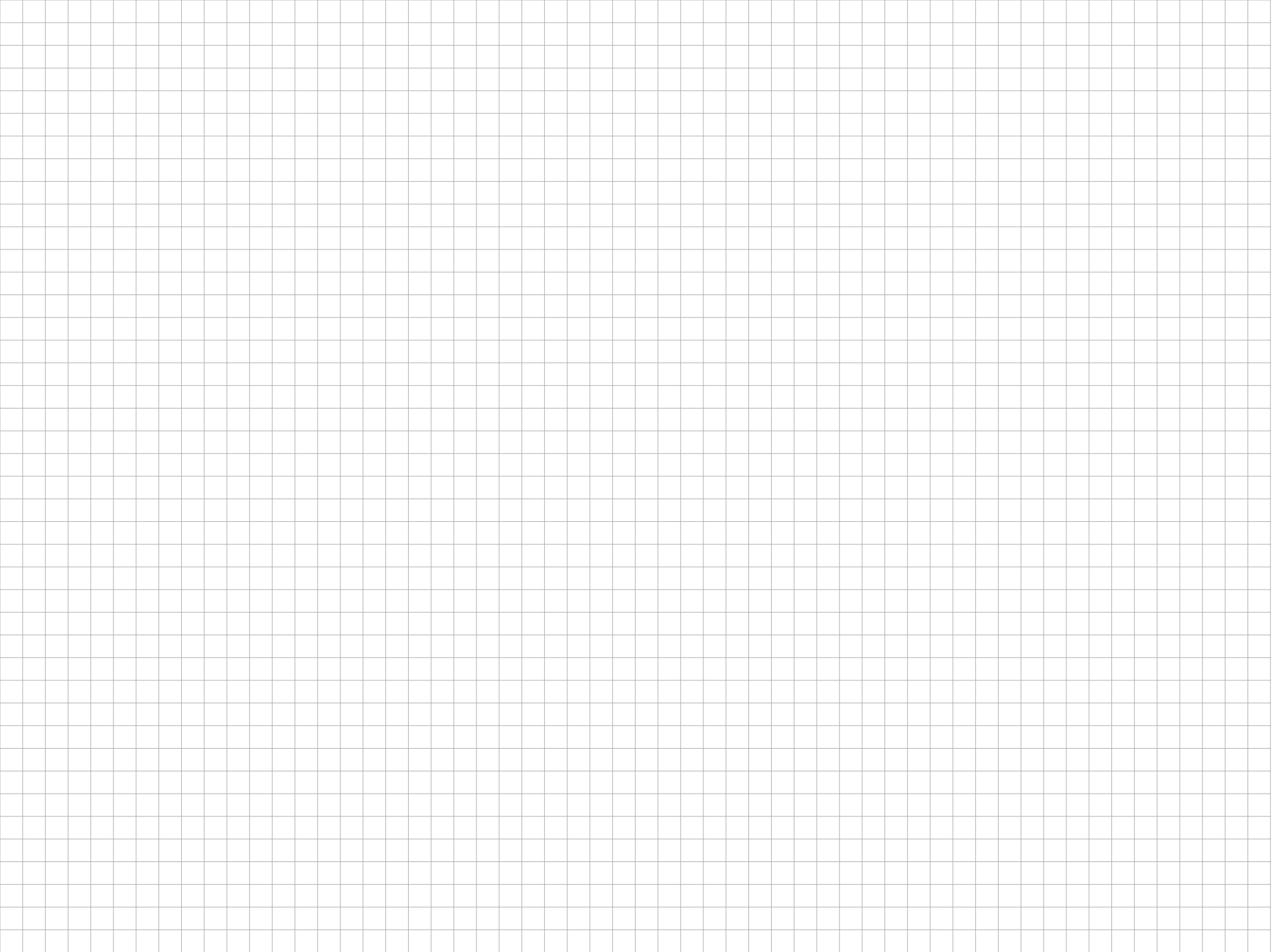
Ein Behälter hat einen unteren und einen oberen Füllstandssensor.

Wenn der Füllstand unter den oberen Füllstandssensor fällt, soll eine Pumpe zugeschaltet werden, wenn der Füllstand darüber ist, soll sie abgeschaltet werden.

Wenn der Füllstand unter den unteren Füllstandssensor fällt, soll das Auslassventil geschlossen werden, wenn der Füllstand über dem unteren Füllstandssensor liegt, soll es geöffnet werden.

1. Welche Zustände sind möglich?
2. Legen Sie logische Zustände fest und ordnen Sie diesen den physikalischen Größen zu.
3. Was sind Ein- und was sind Ausgangsgrößen?





# Kontrollfragen

1. Wie unterscheidet sich eine digitale Größe von einer analogen Größe?
2. Nennen Sie Vor- und Nachteile der analogen Größendarstellung!
3. Was versteht man unter binären Größen?
4. Welche Genauigkeit ist bei der digitalen Größendarstellung erreichbar?
5. Welche Bedeutung haben die Bezeichnungen „L“ und „H“?
6. Was sind logische Zustände und durch welche Zeichen werden sie ausgedrückt?