

# Rechnerarchitektur

Einführung in die Informatik & Rechnerarchitektur  
(EIR1/EIF1)

---

Erik Pitzer

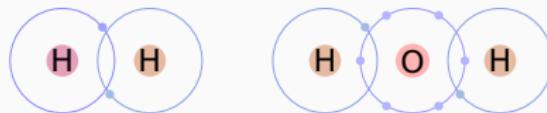
SE & MBI – FH Hagenberg – WS 2025/26

# Hintergrundwissen Elektronik

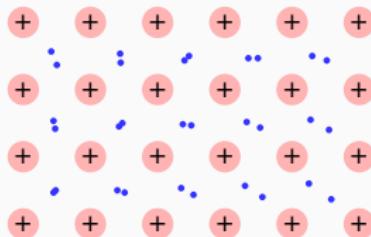
---

# Atommodell, Bindungen

- Kovalente Bindung (Elektronenpaarbindung) sehr stabil



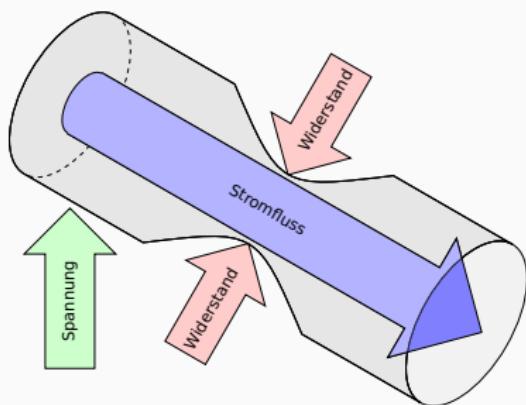
- metallische Bindung → beweglichere Elektronen



- Elektronen in Energiebändern → bestimmt Leitfähigkeit

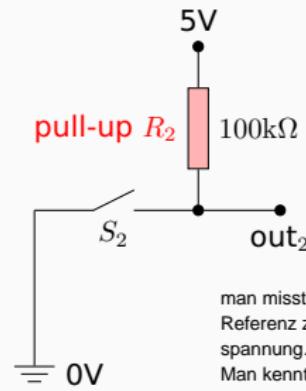
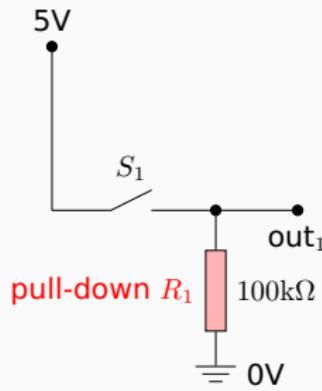
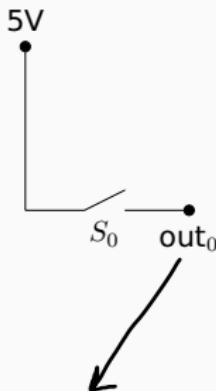
# Grundbegriffe

- elektrischer Leiter: enthält bewegliche Ladungsträger
  - Bewegung (Impuls) von Elektronen
- Spannung: ist Potentialdifferenz (unterschiedliche Ladung)
- Strom: Anzahl von Ladungsträgern pro Leiterquerschnitt
- Widerstand: Hindernisse die der Spannung entgegenstehen und den Stromfluss behindern



# Pull-Up- & Pull-Down-Widerstände

- Potential als Wert z.B. Pluspol 5V, Minuspol 0V
- nicht verbundene Leitung (floating) fängt Störungen auf
  - kann durch statische Elektrizität schwanken
- Pull-Up bringt Leitung auf hohes Potential
- Pull-Down auf niedriges



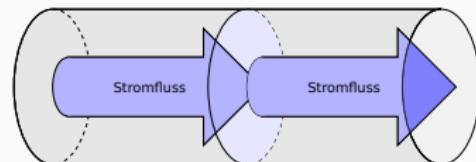
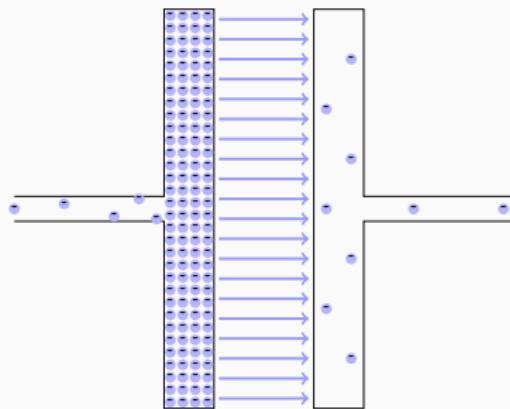
auch Störsignale sind messbar,  
da eine Leitung auch eine Antenne ist  
z.B. elektrostatische Aufladungen  
z.B. bei Reparaturen nimmt man ein Armband

Diese Störungen gleicht man aus, durch solche Widerstände

man misst bei  $out_2$  auch in  
Referenz zu einer Grund-  
spannung.  
Man kennt also, dass die  
Grundspannung 0V ist

# Kondensator

- Elektronen erzeugen elektrisches Feld → Fernwirkung möglich
- Kondensator kann kurzzeitig Energie speichern (Bereich von Sekunden, entlädt sich wieder)
- Gedankenmodell: Membran in Wasserleitung



# Spezifischer elektrischer Widerstand

	[ $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ ]	--> Äquivalent zu Durchmesser pro Länge
Silber	$1.6 \cdot 10^{-2}$	
Kupfer	$1.7 \cdot 10^{-2}$	
Gold	$2.2 \cdot 10^{-2}$	
Graphit	$8 \cdot 10^0$	
Gallium Nitrid	$2 \cdot 10^4$	
Meerwasser	$1 \cdot 10^5$	
Germanium	$1 \cdot 10^6$	
Leitungswasser	$1 \cdot 10^7$	
Silizium	$2.3 \cdot 10^9$	
reines Wasser	$1 \cdot 10^{12}$	
Papier	$1 \cdot 10^{17}$	
Gummi	$1 \cdot 10^{19}$	
Quarzglas	$7.5 \cdot 10^{23}$	

Leiter

Metalle werden bei Wärme schlechter leitfähig

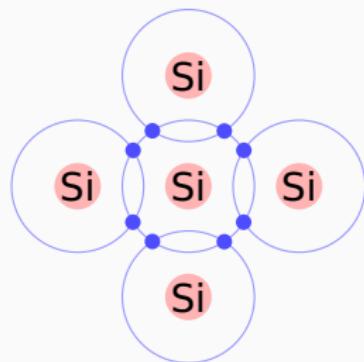
umgekehrt bei Silizium und anderen Halbleitern

Halbleiter?

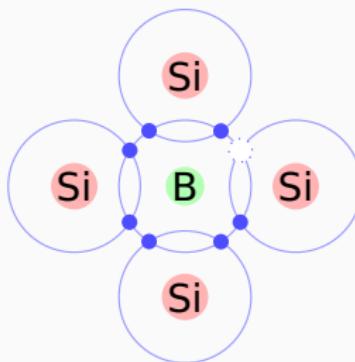
Nichtleiter  
Isolator

# Halbleiter & Dotierung

- mittelmäßiger spezifischen elektrischen Widerstand
- aber negativer Temperaturkoeffizient → bessere Leitfähigkeit erst bei höherer Temperatur
- durch Dotierung verbesserte Leitfähigkeit bei Raumtemperatur

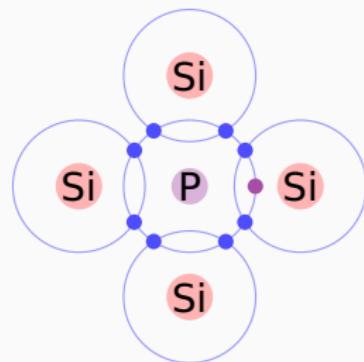


reines Silizium



Bor dotiert  
(p-type)

positiv  
dotiert



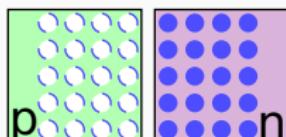
Phosphor dotiert  
(n-type)

negativ  
dotiert

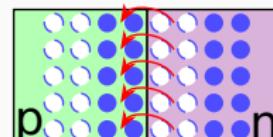
diese leiten besser

# Diode

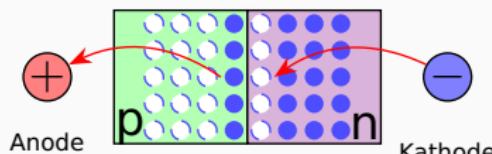
- bevorzugt Stromfluss in eine Richtung
- realisierbar z.B. mit Halbleitern



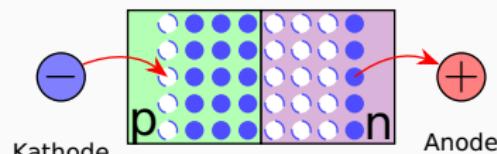
**nicht verbunden**



**Rekombination**



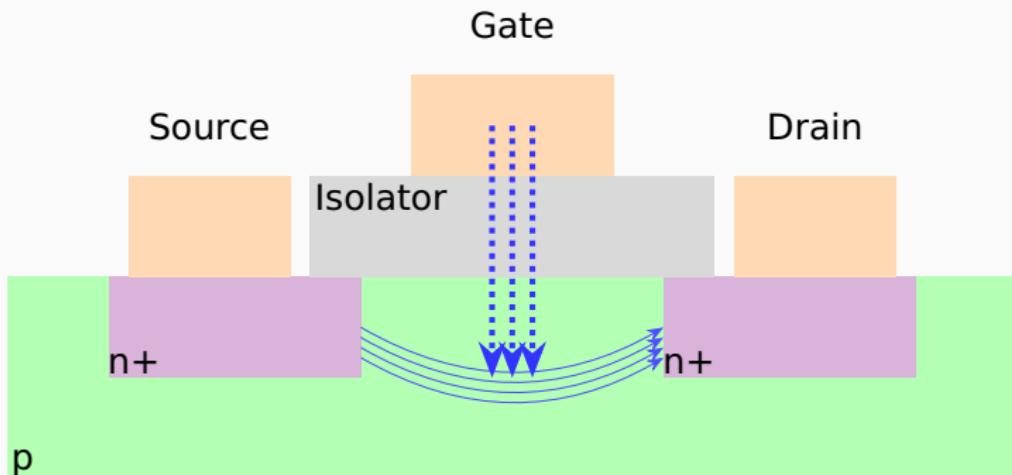
**leitend**



**sperrend**

# Transistor

- elektrisch gesteuerter Widerstand (durch Strom oder Spannung)
- kann als Schalter verwendet werden
- z.B. Feld-Effekt-Transistor (FET)



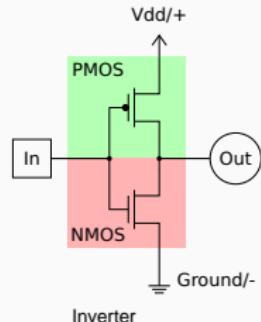
# Digitale Logik

- Spannung repräsentiert logische Zustände
  - hohe Spannung: 1/wahr/high, z.B. Voltage at Drains/Collectors ( $V_{dd}$  /  $V_{cc}$ )
  - niedrige Spannung: 0/falsch/low, z.B. Ground (**GND**) oder Voltage at Sources/Emitters ( $V_{ss}$  /  $V_{ee}$ )
- zwischen Bauelementen immer wieder Verstärkung notwendig



# Complementary Metal Oxide Semiconductor (CMOS)

- Logische Schaltung wird ohne Widerstände implementiert
- Schaltung wird verdoppelt (PMOS: schaltet hohe Spannungsniveau durch, NMOS: schaltet niedriges Spannungsniveau durch<sup>1</sup>)
- immun gegen Rauschen, Spannungsverbrauch nur beim umschalten, da immer eine Seite sperrt, z.B. CMOS Inverter
- hohes Potential an Eingang (In)
  - NMOS Transistor schaltet **Ground** durch
  - PMOS Transistor sperrt
- niedriges Potential an Eingang
  - PMOS Transistor schaltet **Vdd** durch
  - NMOS Transistor sperrt



<sup>1</sup> umgekehrt wäre nur mit Verlusten möglich

wie erkennt der ob er einen 1 oder 0 kriegt

# Gatter Implementierung

- Gatter bestehen oft aus Transistoren
- diese müssen permanent mit Spannung versorgt werden
- in logischen Diagrammen wird die Spannungsversorgung meist weggelassen
- Beispiel CMOS NAND-Gatter [demos/memory.circ](#) NAND

