

Rechnerarchitektur

Einführung in die Informatik & Rechnerarchitektur
(EIR1/EIF1)

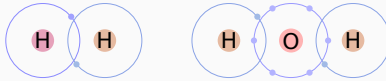
Erik Pitzer

SE & MBI – FH Hagenberg – WS 2025/26

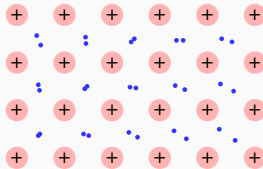
Hintergrundwissen Elektronik

Atommodell, Bindungen

- Kovalente Bindung (Elektronenpaarbindung) sehr stabil



- metallische Bindung → beweglichere Elektronen

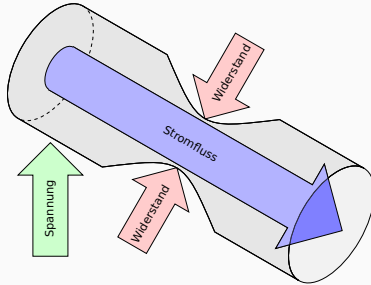


- Elektronen in Energiebändern → bestimmt Leitfähigkeit



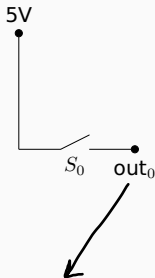
Grundbegriffe

- 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

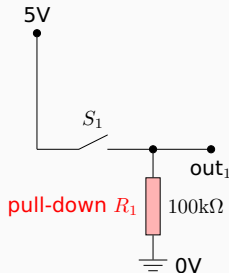


Pull-Up- & Pull-Down-Widerstände

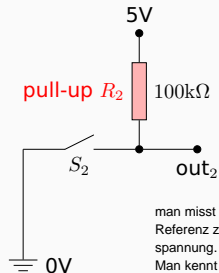
- Potential als Wert z.B. Pluspol 5V, Minuspol 0V
- nicht verbundene Leitung (floating) fängt Störungen auf
 - kann durch statische Elektrizität schwanken
- Pull-Up bringt Leitung auf hohes Potential
- Pull-Down auf niedriges



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



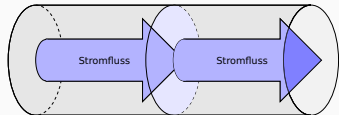
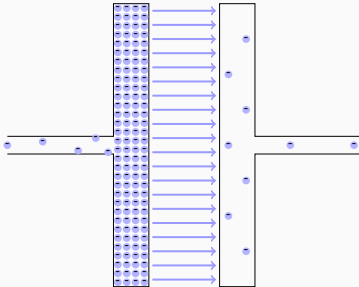
Diese Störungen gleicht man aus, durch solche Widerstände



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

	$[\Omega \text{ mm}^2 / \text{m}]$
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	$7.5 \cdot 10^{23}$

--> Äquivalent zu Durchmesser pro Länge

Leiter

Metalle werden bei Wärme schlechter leitfähig

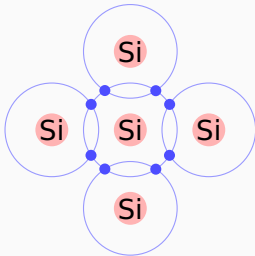
umgekehrt bei Silizium und anderen Halbleitern

Halbleiter?

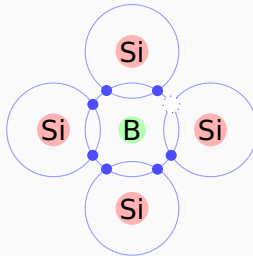
Nichtleiter
Isolator

Halbleiter & Dotierung

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

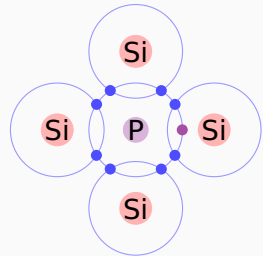


reines Silizium



Bor dotiert
(p-type)

positiv dotiert



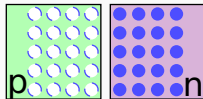
Phosphor dotiert
(n-type)

negativ dotiert

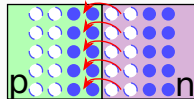
diese leiten besser

Diode

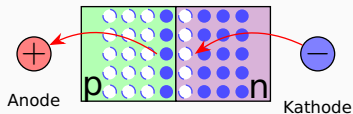
- bevorzugt Stromfluss in eine Richtung
- realisierbar z.B. mit Halbleitern



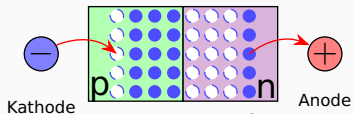
nicht verbunden



Rekombination



leitend

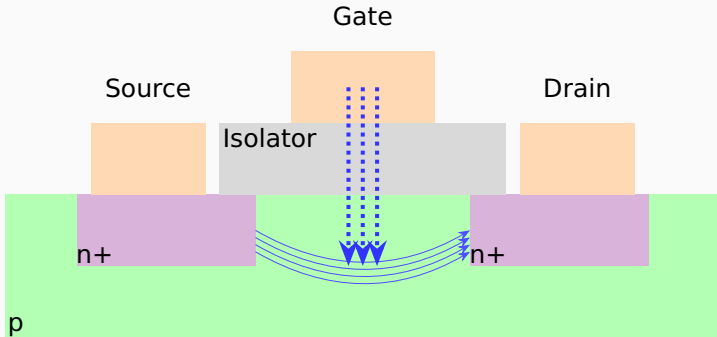


sperrend

??

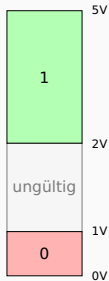
Transistor

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



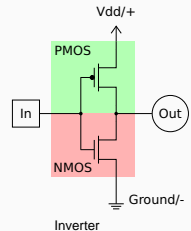
Digitale Logik

- 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 durch¹)
 - 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

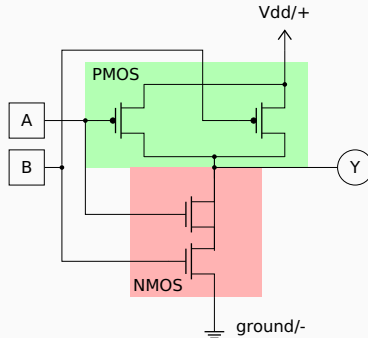


¹ umgekehrt wäre nur mit Verlusten möglich

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



NAND ist einfachste Gatter