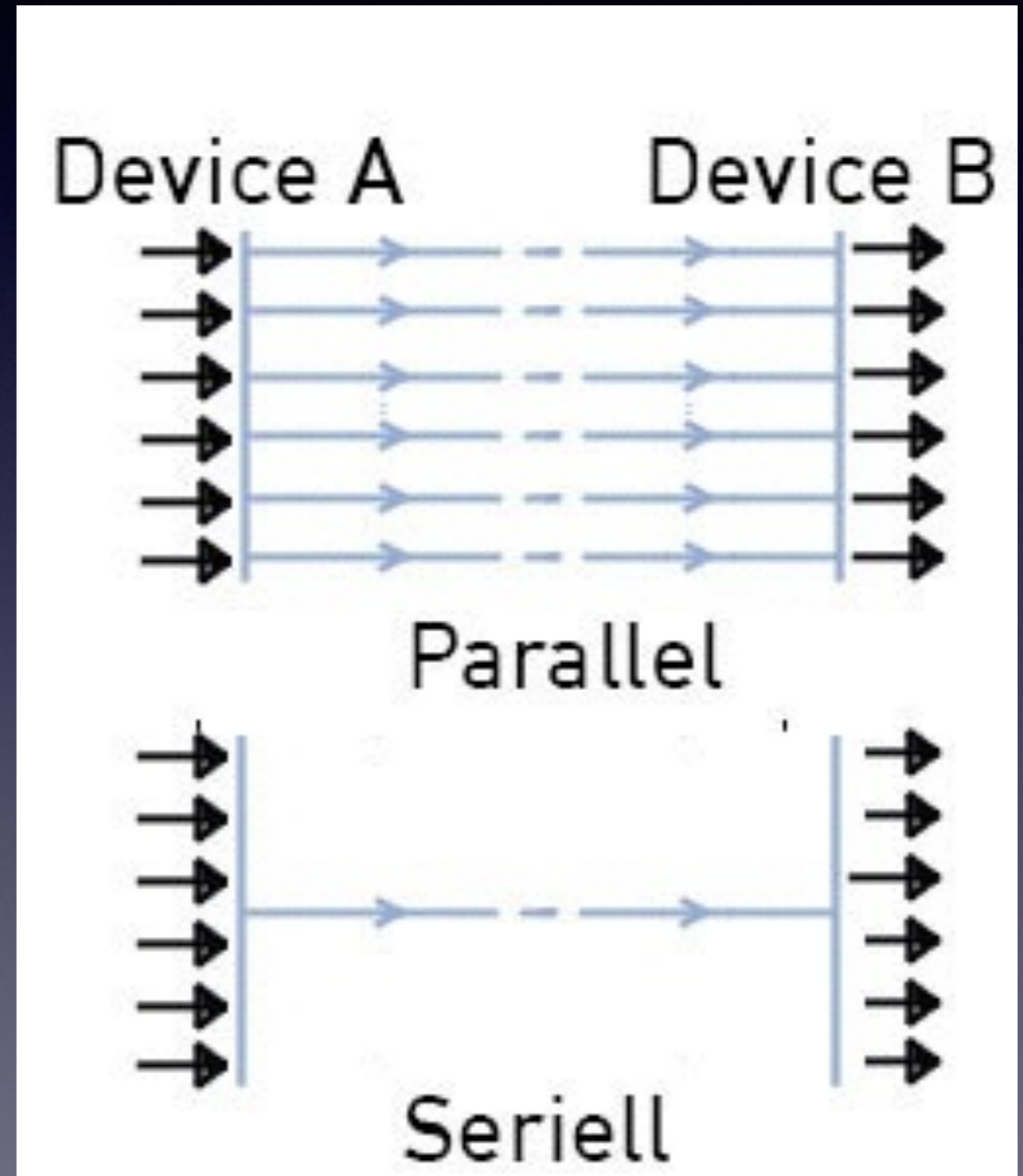


Serielle Kommunikationsprotokolle

Seriell vs. Parallel

- Ein paralleler Bus überträgt alle Bits eines Datenwortes gleichzeitig
- Ein serieller Bus überträgt die einzelnen Bits nacheinander



Merkmale serieller Kommunikation

- Synchron / Asynchron
- Full Duplex / Half Duplex
- Single Ended / Differential

UART

Universal Asynchronous Receiver Transmitter

- Asynchron, Full Duplex
- Point-to-Point Verbindung
- 2 Leitungen (RX + TX)
- Optionaler Hardware Handshake (CTS / RTS)
- Datenraten bis zu 1MBit/s
- In RS-232 implementiert

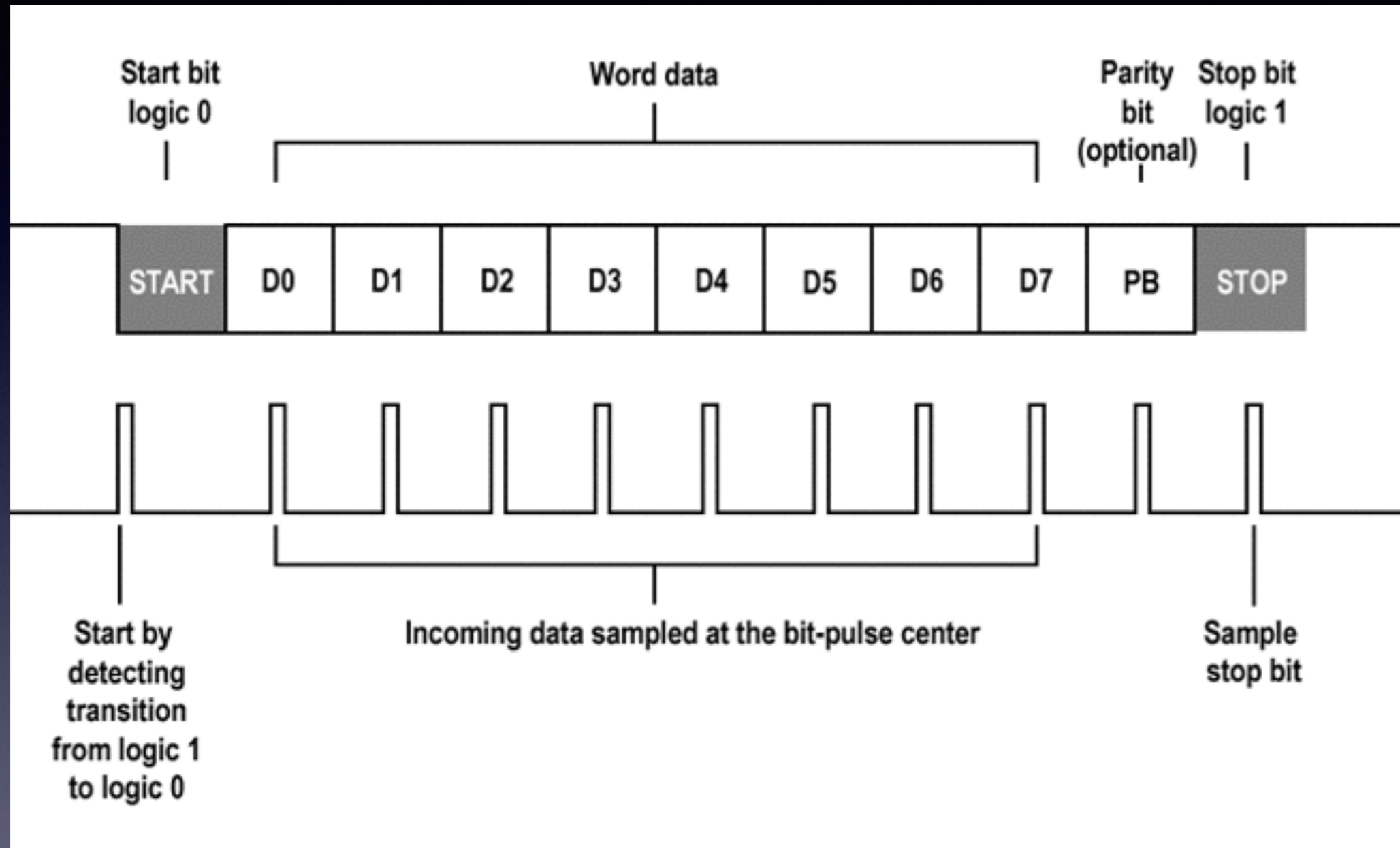
Verwendet z.B. in Arduino, Computer-Peripherie,
allgemeine Microcontroller Kommunikation

USART

*Universal Synchronous/Asynchronous
Receiver Transmitter*

- Wie UART aber mit (optionaler) Taktleitung, daher kompatibel zu UART
- In vielen Microcontrollern implementiert
- Ermöglicht höhere Datenraten als das asynchrone UART

UART Protokoll



1 Start-Bit, 5-9 Datenbits, optionales Parity Bit, Stop Bit

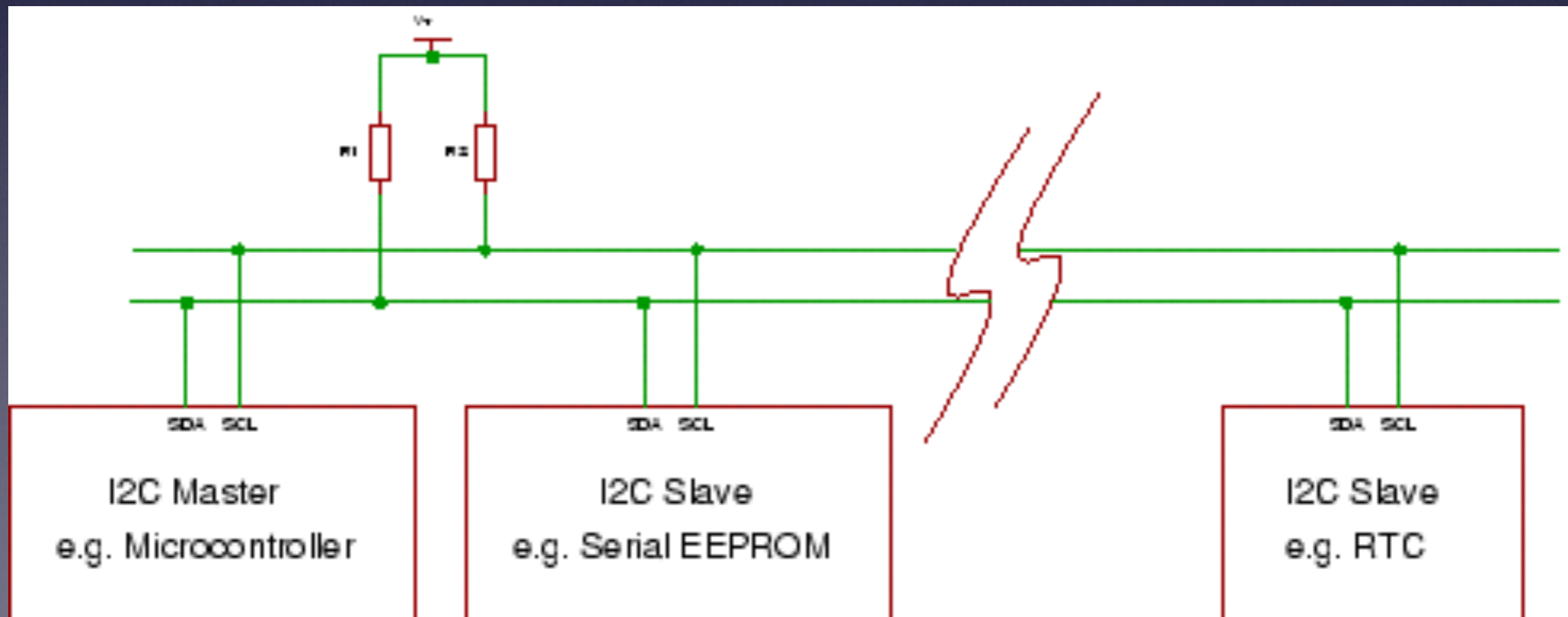
I2C

Inter-Integrated Circuit

- Wird auch als TWI (Two Wire Interface) bezeichnet
- 2 Leitungen - SDA (Daten) und SCL (Takt)
- Synchron, Half-Duplex
- Master-Slave Bus mit maximal 112 Knoten (1136 Knoten im Fast-Mode)
- Geschwindigkeit klassisch bis 100kBit/s, im „Ultra Fast-mode“ bis 5 Mbit/s
- Multimaster Betrieb möglich
- Verwendet in Sensoren, Laderegler, etc.

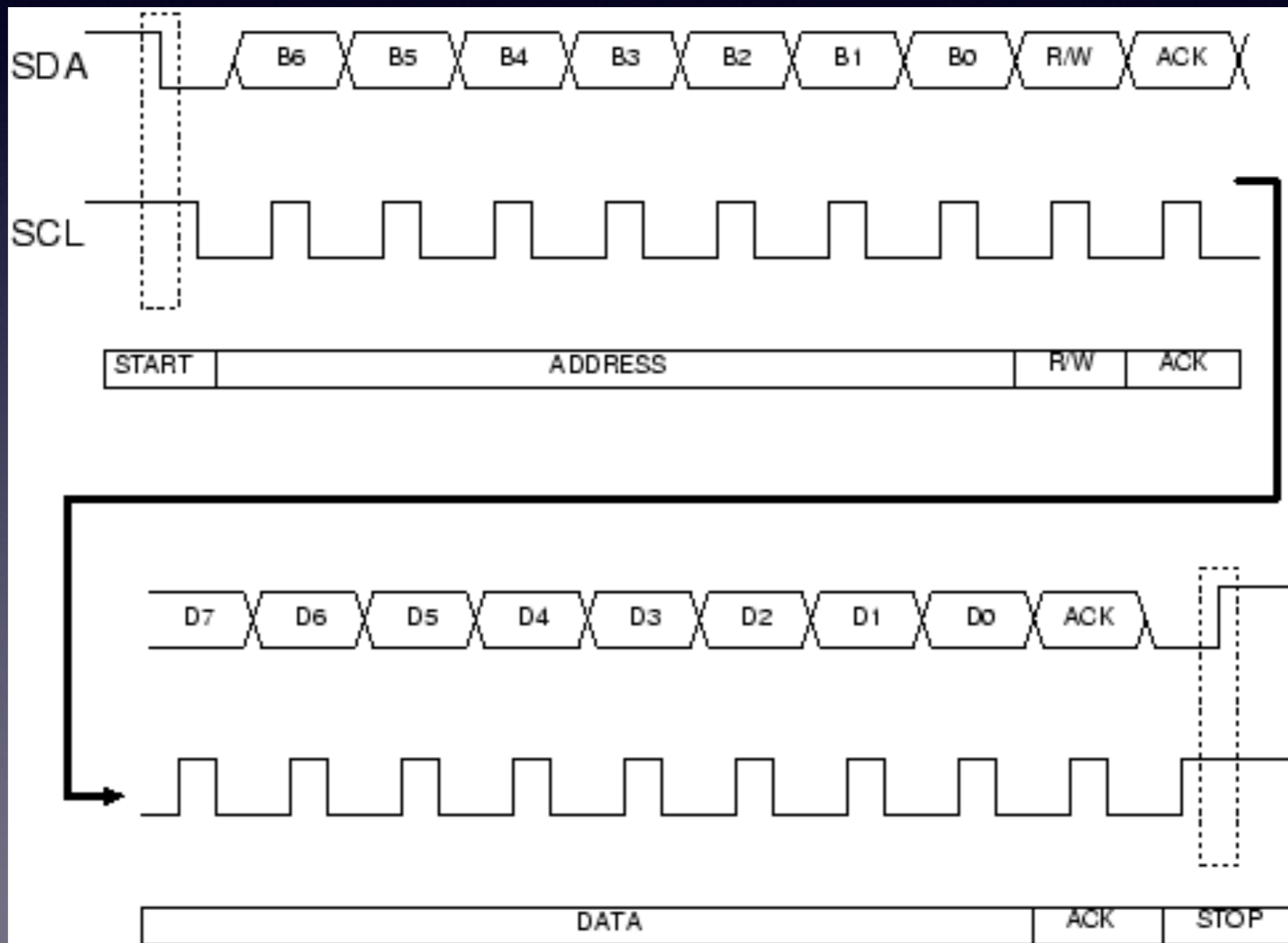
I2C - Elektrisch

- Open-Collector Anschlüsse mit Pull-Ups an VCC
- Pull-Ups typischerweise zwischen 4k7 und 22k Ohm. Je höher die Geschwindigkeit und die Anzahl der Slaves desto niedriger sollte der Widerstand sein.



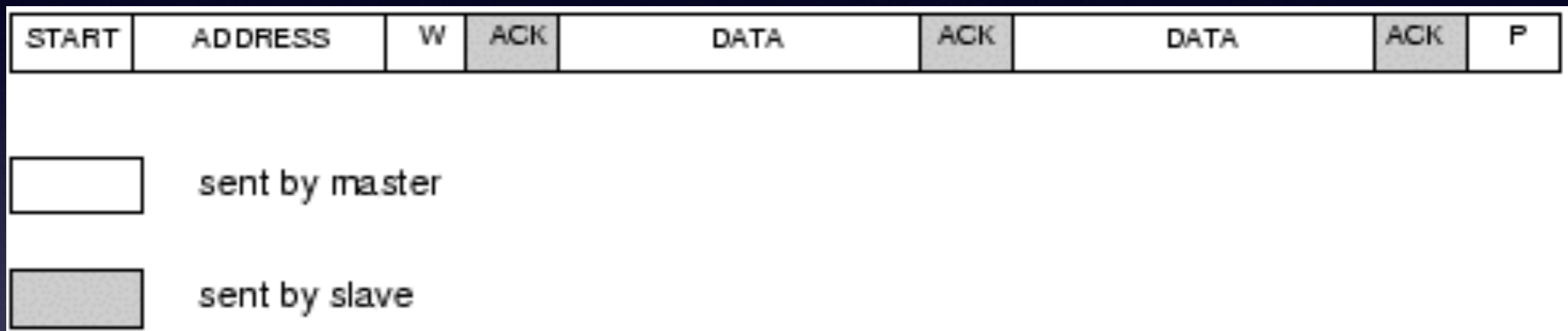
I2C - Protokoll

- Start, Adresse, R/W, Data, Stop

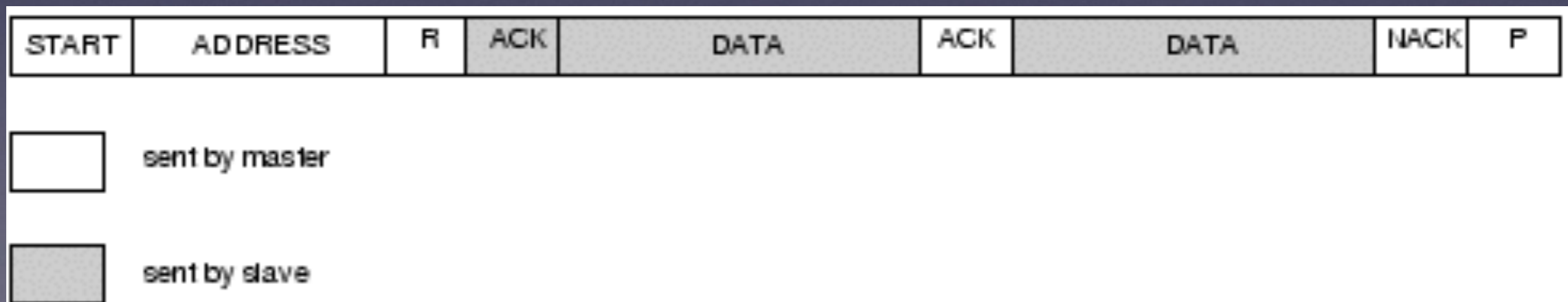


I2C - Protokoll

- Daten vom Master zum Slave



- Daten vom Slave zum Master

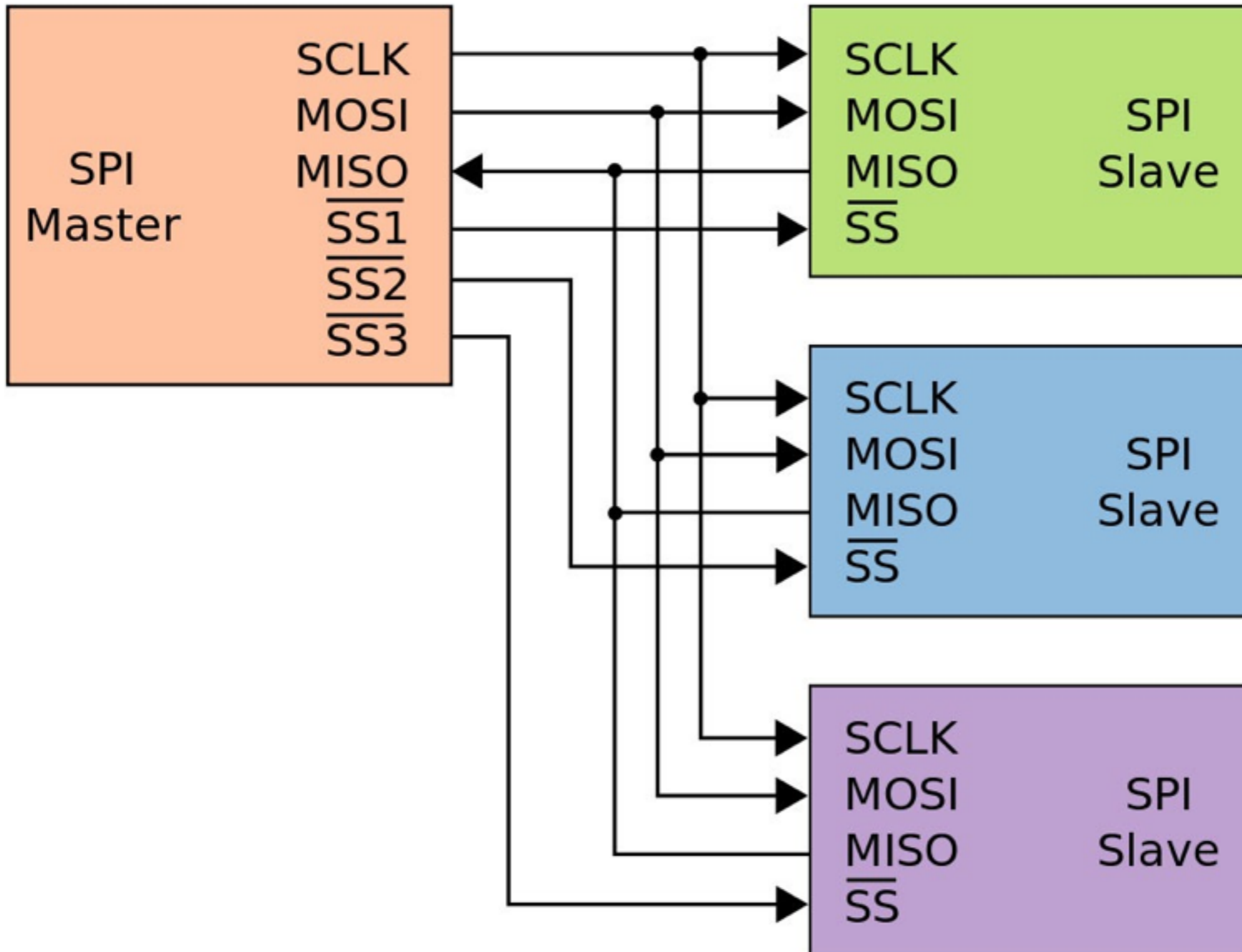


SPI

Serial Peripheral Interface

- Synchron, Full-Duplex
- 3 Leitungen (CLK, MOSI, MISO) + n Select-Leitungen für n Slaves
- Select Leitung heisst CS, SS, oder STE (invertiert)
- MOSI wird auch of als SDI, MISO als SDO am Slave gekennzeichnet
- Locker definiertes Protokoll
- Es gibt Halb-Duplex Varianten mit 2 oder 4 Half-Duplex Datenleitungen für schnellere Kommunikation (Dual SPI / Quad SPI)
- Geschwindigkeiten bis über 100 MHz. Typisch sind 10MHz.

SPI - Elektrisch



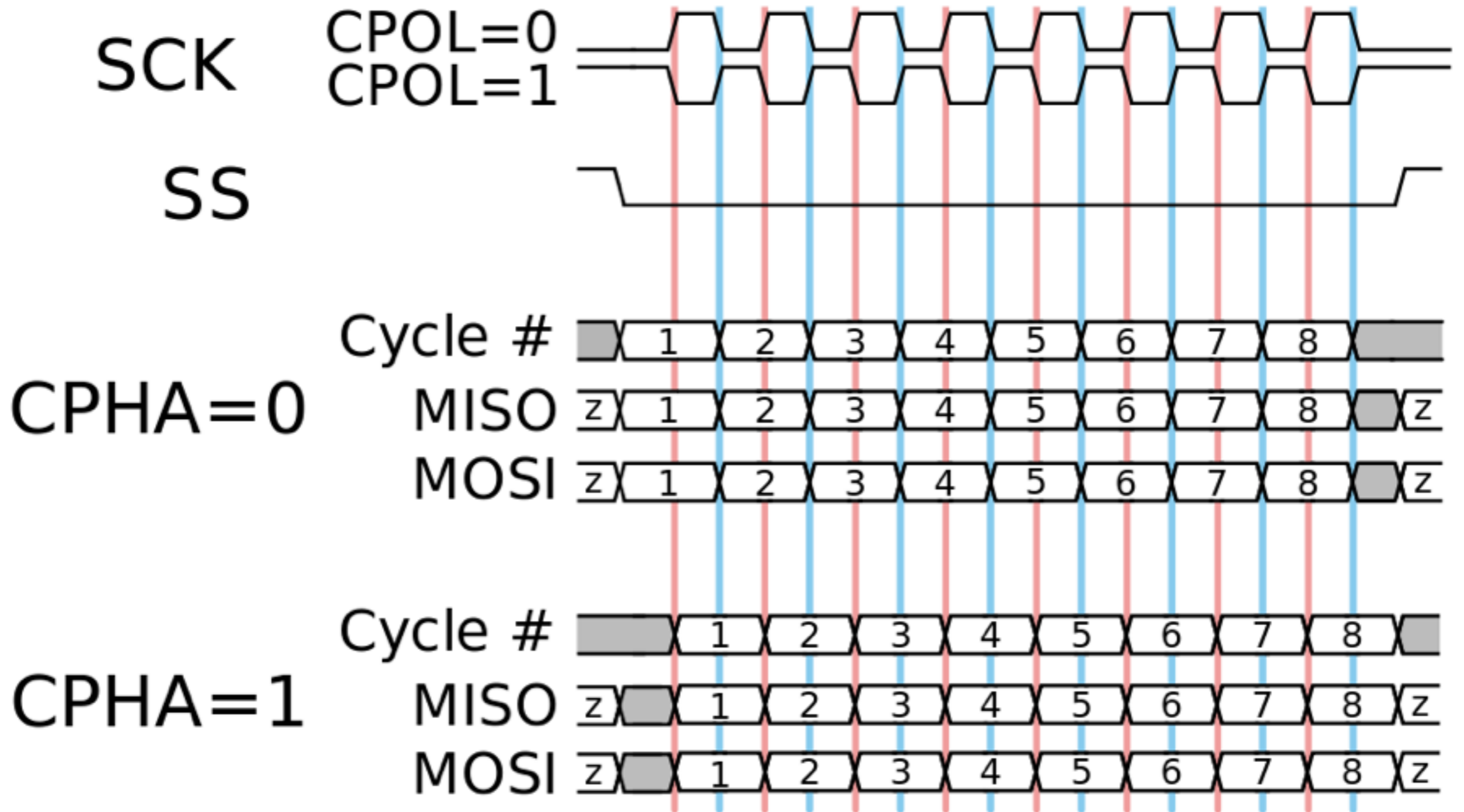
SPI Protokoll

- Verschiedene mögliche Konfigurationen von Takt-Polarisation (CPOL) und Taktphase (CPHA)
- Bei CPOL=0 ist der Clock Idle Low, bei CPOL=1 ist der Clock Idle High
- CPHA gibt an, bei der wievielten Flanke die Daten übernommen werden sollen

Für die verschiedenen Konstellationen existiert die Bezeichnung *Modes*

Mode	CPOL	CPHA
0	0	0
1	0	1
2	1	0
3	1	1

SPI Protokoll

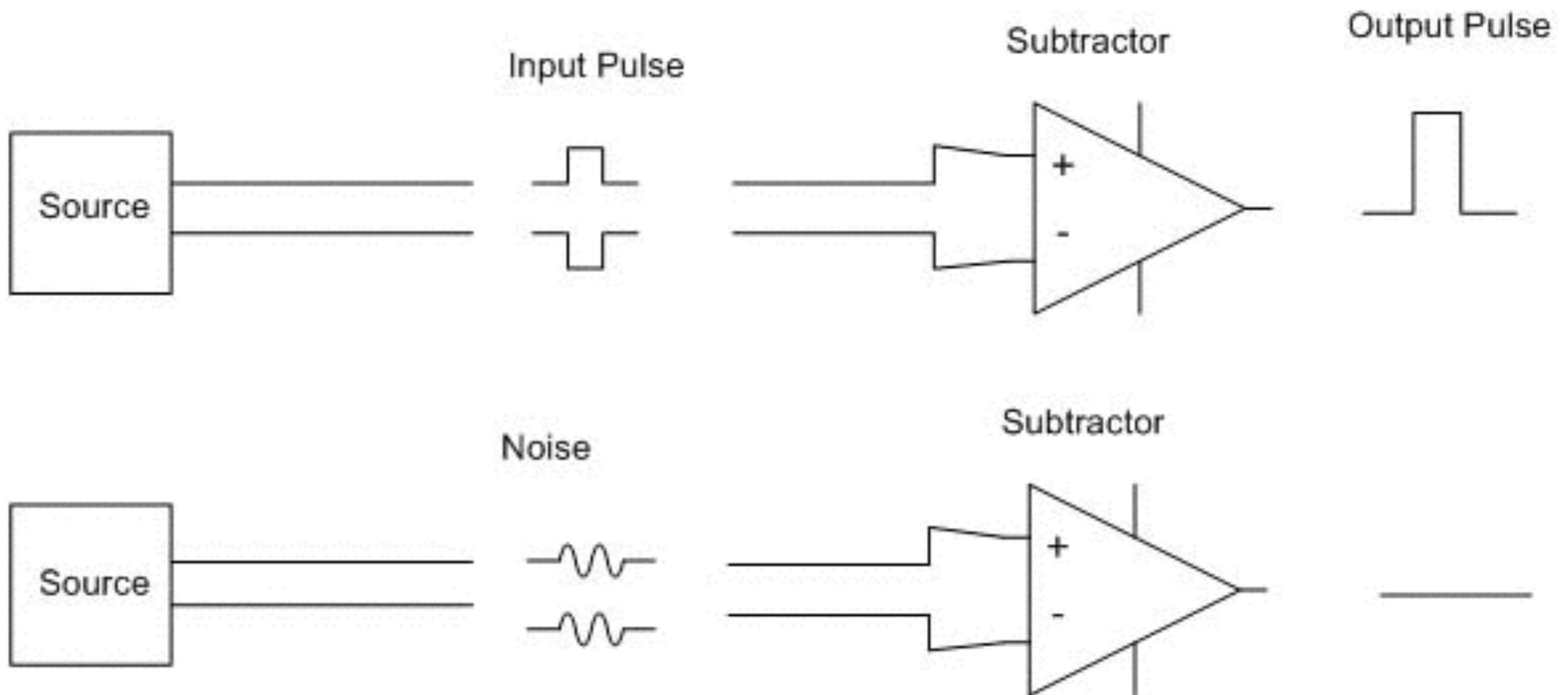


CAN Bus

- Synchron?, Half-Duplex
- Multi-Master Bussystem
- 1983-86 von Bosch für die Automobilindustrie entwickelt
- Aktuelle Standards: Can 2.0A und Can 2.0B (11Bit bzw. 29Bit Adressen)
- Highspeed-Bus: 1MBit/s (bis ca. 40m Länge)
- Lowspeed-Bus: 125kBit/s (bis ca. 500m Länge)

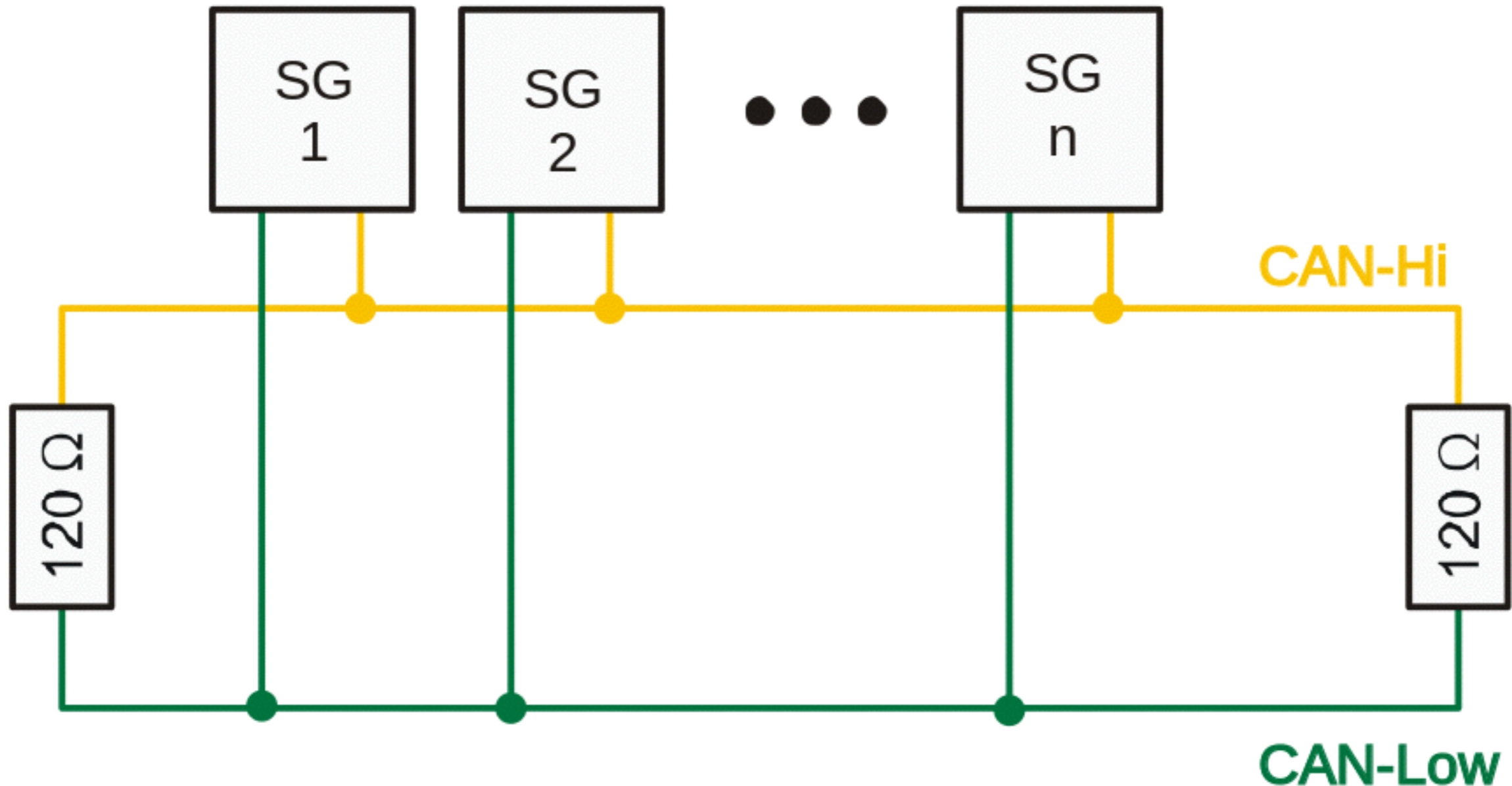
CAN-Bus Elektrisch

- Differentielle Signalübertragung
- Spezielle Transceiver benötigt



CAN-Bus Elektrisch

- Twisted-Pair Verkabelung mit einer Leitung (Keine Sternverkabelung)
- 120 Ohm Widerstände an den Leitungsenden zur Terminierung



CAN-Bus Protokoll (2.0A)

- 11 Addressbits
- Max 64 Datenbits
- 120 Ohm Widerstände an den Leitungsenden zur Terminierung

