

# Der CAN-Bus (Controller Area Network)

Was ist das und wozu braucht man das?

Jürgen Stuber

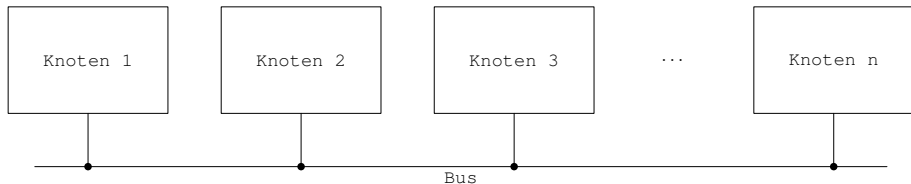
2012-10-03

- KFz

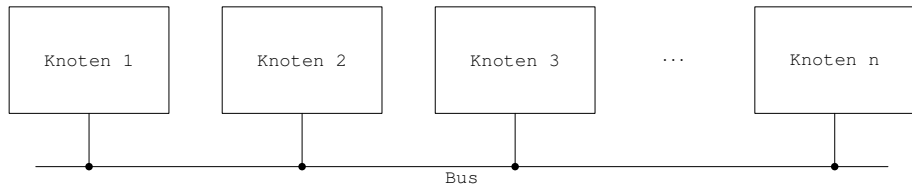
- KFz
- Lokomotiven

- KFz
- Lokomotiven
- Industriesteuerungen

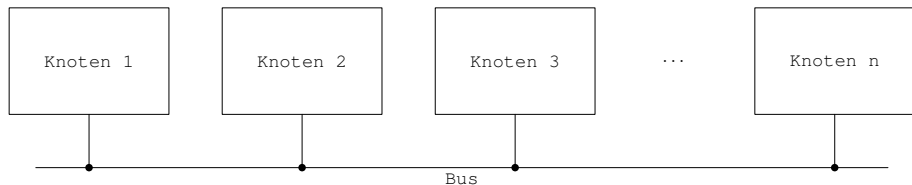
- KFz
- Lokomotiven
- Industriesteuerungen
- Hackerspaces



- (Omni-)Bus: Alle an gemeinsam genutzten Leitungen



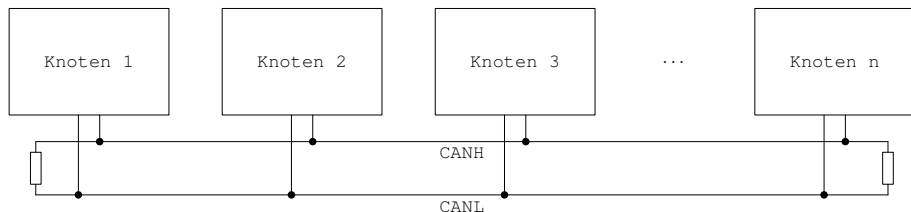
- (Omni-)Bus: Alle an gemeinsam genutzten Leitungen
- Einer sendet an alle anderen



- (Omni-)Bus: Alle an gemeinsam genutzten Leitungen
- Einer sendet an alle anderen
- Empfänger hören auf für sie interessante Pakete

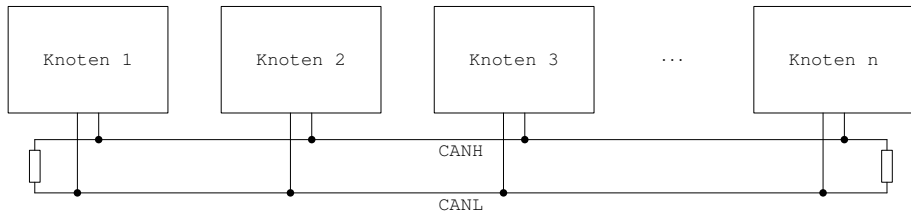


# Physikalische Schicht: Elektrisch



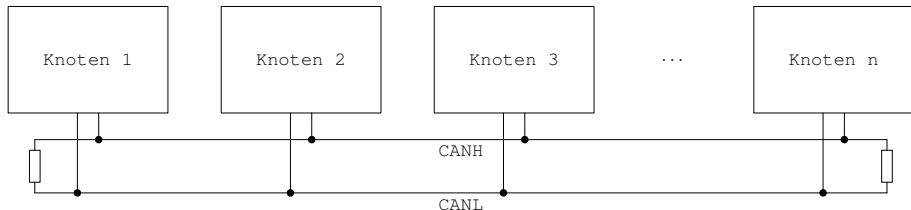
- Differentieller Bus: CANH und CANL

# Physikalische Schicht: Elektrisch



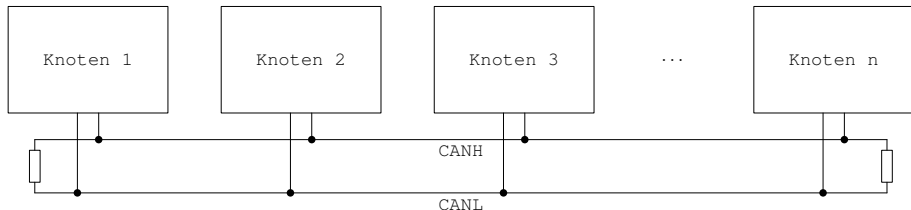
- Differentieller Bus: CANH und CANL
- Spannungen an CANH und CANL bewegen sich entgegengesetzt

# Physikalische Schicht: Elektrisch



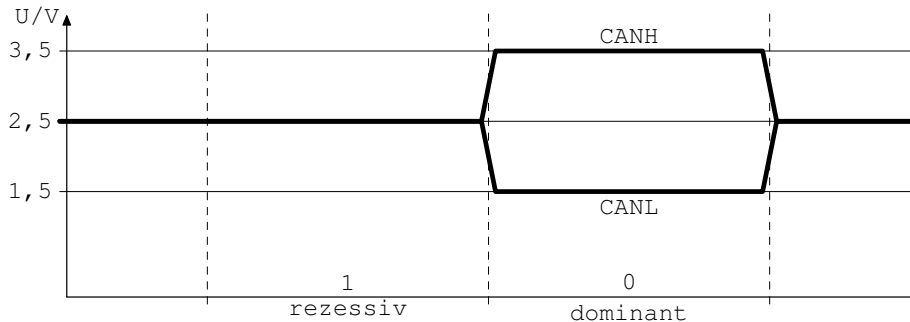
- Differentieller Bus: CANH und CANL
- Spannungen an CANH und CANL bewegen sich entgegengesetzt
- Empfänger wertet Spannungsdifferenz aus

# Physikalische Schicht: Elektrisch



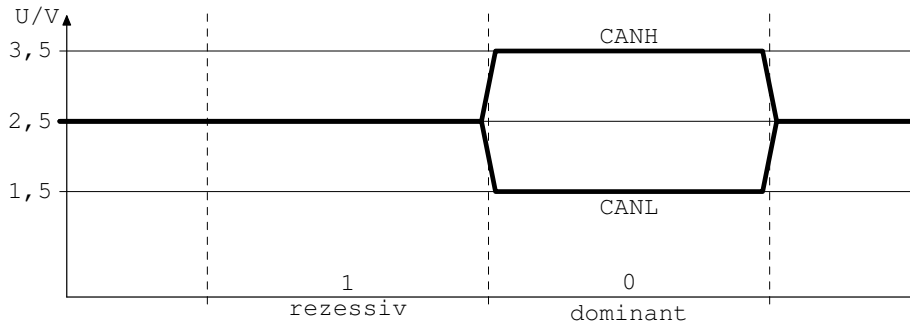
- Differentieller Bus: CANH und CANL
- Spannungen an CANH und CANL bewegen sich entgegengesetzt
- Empfänger wertet Spannungsdifferenz aus
- Störsignale wirken meist gleich gerichtet auf CANH und CANL und werden ignoriert

# Physikalische Schicht: Spannungpegel



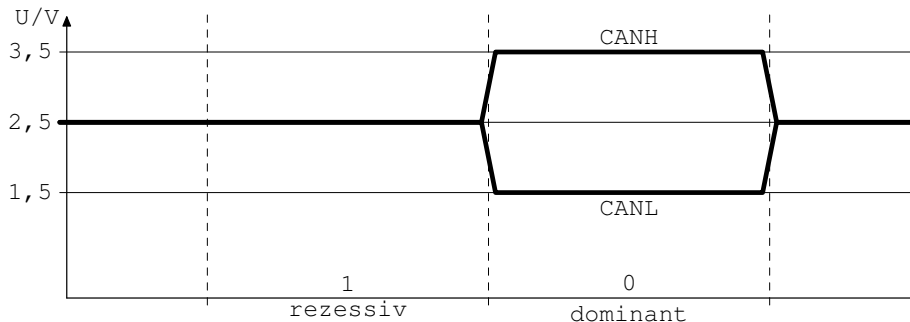
- rezessiv (logisch 1): kein Knoten tut etwas:  $CANH \sim CANL \sim 2,5V$

# Physikalische Schicht: Spannungpegel



- rezessiv (logisch 1): kein Knoten tut etwas:  $CANH \sim CANL \sim 2,5V$
- dominant (logisch 0): Mindestens ein Knoten erhöht die Spannung an CANH und senkt die Spannung an CANL:  $CANH \sim 3,5V$  und  $CANL \sim 1,5V$

# Physikalische Schicht: Spannungpegel



- rezessiv (logisch 1): kein Knoten tut etwas:  $CANH \sim CANL \sim 2,5V$
- dominant (logisch 0): Mindestens ein Knoten erhöht die Spannung an CANH und senkt die Spannung an CANL:  $CANH \sim 3,5V$  und  $CANL \sim 1,5V$
- Empfänger: logisch 0, falls  $CANH - CANL > 1V$ .

# Physikalische Schicht: Kabel und Stecker

- Kabel  
Industrie: verdrehte Zweidrahtleitung CANH und CANL



# Physikalische Schicht: Kabel und Stecker

- Kabel

Industrie: verdrehte Zweidrahtleitung CANH und CANL

Labor-CAN: 10-poliges Flachbandkabel

# Physikalische Schicht: Kabel und Stecker

- Kabel

Industrie: verdrehte Zweidrahtleitung CANH und CANL

Labor-CAN: 10-poliges Flachbandkabel

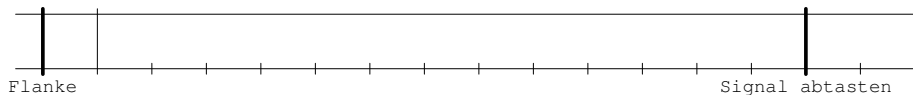
- Stecker

Industrie: DSUB9

Labor-CAN: 10-polig (2x5 für Pfostenleisten)

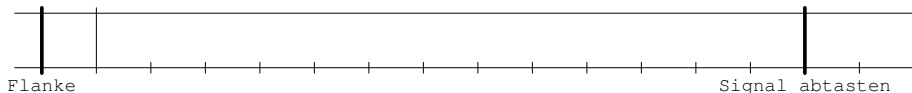
2	4	6	8	10
GND	CANL	GND	15V	15V
1	3	5	7	9
GND	CANH	GND	15V	15V

# Datenübertragung: Bits



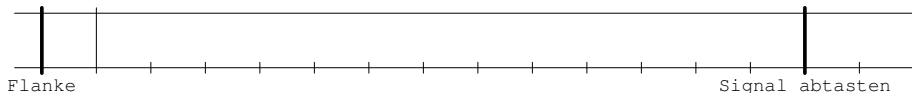
- Typische Datenraten: 125kBit/s, 250kBit/s, 500kBit/s, 1MBit/s

# Datenübertragung: Bits



- Typische Datenraten: 125kBit/s, 250kBit/s, 500kBit/s, 1MBit/s
- Maximale Länge umgekehrt proportional zur Bitrate  
Typisch mehrere hundert Meter

# Datenübertragung: Bits



- Typische Datenraten: 125kBit/s, 250kBit/s, 500kBit/s, 1MBit/s
- Maximale Länge umgekehrt proportional zur Bitrate  
Typisch mehrere hundert Meter
- Bit timing: Empfänger synchronisieren sich auf Bit-Takt  
Timingparameter einstellbar  
Typisch 16 Quanta, Abtastung bei 87,5% (14/16)

- Inhalt:

- Inhalt:
  - ID: 11 bzw. 29 Bit (Standard bzw. Extended)

- Inhalt:

- ID: 11 bzw. 29 Bit (Standard bzw. Extended)

- Datenlänge: 0 bis 8 (DLC: Data Length Code)



- Inhalt:

- ID: 11 bzw. 29 Bit (Standard bzw. Extended)

- Datenlänge: 0 bis 8 (DLC: Data Length Code)

- Daten: 0 bis 8 Bytes (meistens 8)

- Inhalt:

- ID: 11 bzw. 29 Bit (Standard bzw. Extended)

- Datenlänge: 0 bis 8 (DLC: Data Length Code)

- Daten: 0 bis 8 Bytes (meistens 8)

- sonstiges: Start, Verwaltungsdaten, CRC, ACK

- Inhalt:
  - ID: 11 bzw. 29 Bit (Standard bzw. Extended)
  - Datenlänge: 0 bis 8 (DLC: Data Length Code)
  - Daten: 0 bis 8 Bytes (meistens 8)
  - sonstiges: Start, Verwaltungsdaten, CRC, ACK
- Die ID ist keine Adresse!
  - Beschreibt Art der Daten
  - Z.B. Uhrzeit, gemessene Spannungen, Statusbits

- Was passiert wenn zwei Knoten gleichzeitig senden?

- Was passiert wenn zwei Knoten gleichzeitig senden?
- Gesendete Bits bei beiden gleich: kein Problem, weitermachen

- Was passiert wenn zwei Knoten gleichzeitig senden?
- Gesendete Bits bei beiden gleich: kein Problem, weitermachen
- Bits unterschiedlich: 0 gewinnt (“dominant”)

- Was passiert wenn zwei Knoten gleichzeitig senden?
- Gesendete Bits bei beiden gleich: kein Problem, weitermachen
- Bits unterschiedlich: 0 gewinnt (“dominant”)
- Sender der 1 merkt das und hört auf zu senden

Niedrigere ID hat Priorität

- Remote-Frame: Fordert Daten an



- Remote-Frame: Fordert Daten an
- Error-Frame: Wird bei erkanntem Fehler erzeugt, zerstört Datenpaket

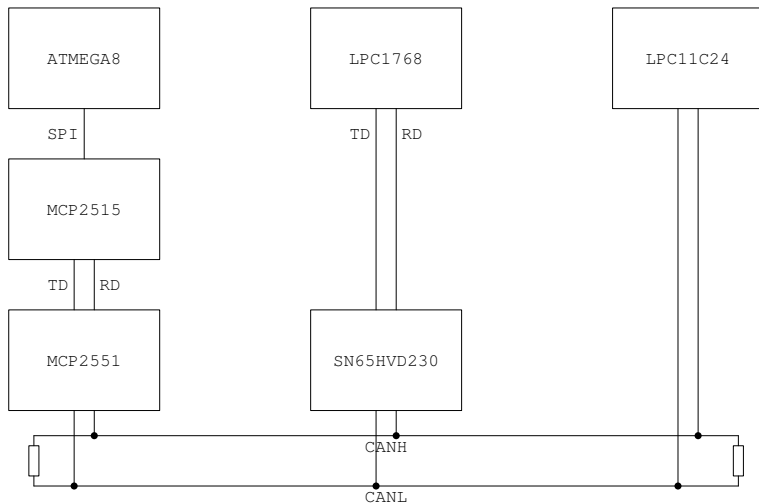
- Remote-Frame: Fordert Daten an
- Error-Frame: Wird bei erkanntem Fehler erzeugt, zerstört Datenpaket
- Zu viele Fehler: Knoten schalten sich ab um nicht zu stören

- Für Details: siehe Bosch-Spezifikation

- Längere Datenpakete, z.B. für Konfiguration, Diagnose
- Zuordnung IDs zu Daten, Geräten
- Multiplexen von Daten unter einer ID
- Netzwerk-Management (überwachung/Ein-/Ausschalten von Slaves durch Master)
- Gateways zu anderen Netzen (z.B. RS-485, Ethernet)
- Middleware (Prozessdaten werden auf Variablen abgebildet, die automatisch übertragen werden)
- Standardgeräte (Digitale I/O, Analoge I/O, Motoren, ...)

- Viele Standards (CANOpen, DeviceNet, KFz-Diagnose, ...) und herstellerspezifisches
- Wenig freie Software

# Implementierungen



- Weit verbreitet

- Weit verbreitet
- Robust



- Weit verbreitet
- Robust
- Reiche Auswahl an Hardware

- Weit verbreitet
- Robust
- Reiche Auswahl an Hardware
- Wir brauchen CAN-foo im Space!