

# Krafthand-Dekra- **Profi- schulungen**

**Herzlich willkommen  
bei der  
Krafthand-Dekra-Profischulung**

## **Ablauf:**

**Beginn** 10.00 Uhr  
**Mittagspause** 12.00 Uhr  
**Ende** 16.00 Uhr

## **Dozent: Martin Frei**

Martin Frei arbeitet seit 2005 als Oberstudienrat an der Gewerbeschule für Kraftfahrzeugtechnik in Hamburg und ist dort besonders für die Ausbildung in der Kommunikationstechnik zuständig. Im April 2011 ist die zweite erweiterte Auflage seines Buches ‚Fehlerdiagnose an vernetzten Systemen‘ aus der Reihe ‚Krafthand-Technik‘ erschienen.

**Wir wünschen Ihnen nützliche Informationen  
für Ihre Werkstattpraxis und einen erfolgreichen Seminartag.**

In Kooperation mit:



Eine Bildungsinitiative von:

**KRAFTHAND.verlag**



Ideelle Partner:

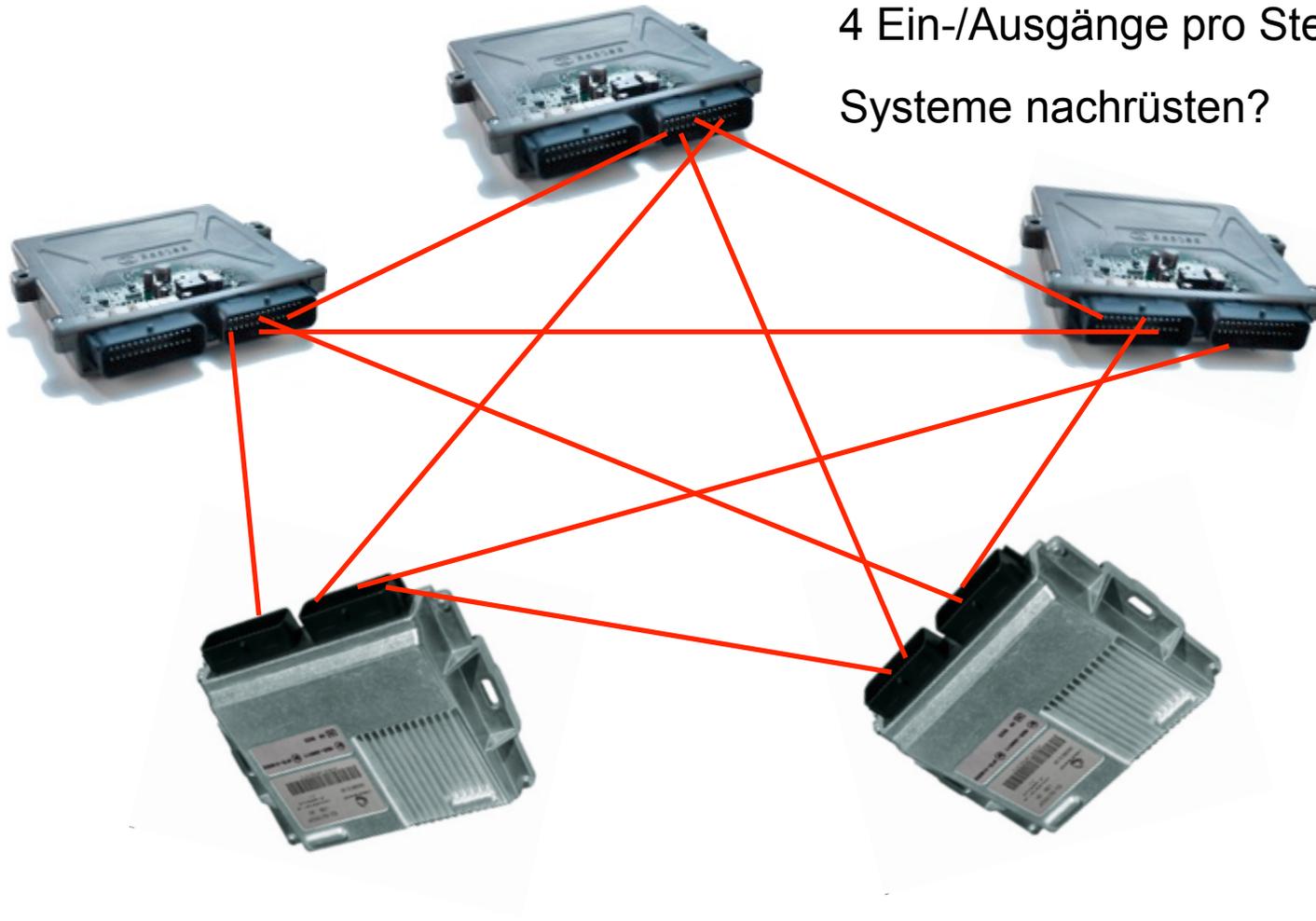


# Was ist ein vernetztes System?

5 Steuergeräte, 10 Leitungen

4 Ein-/Ausgänge pro Steuergerät

Systeme nachrüsten?

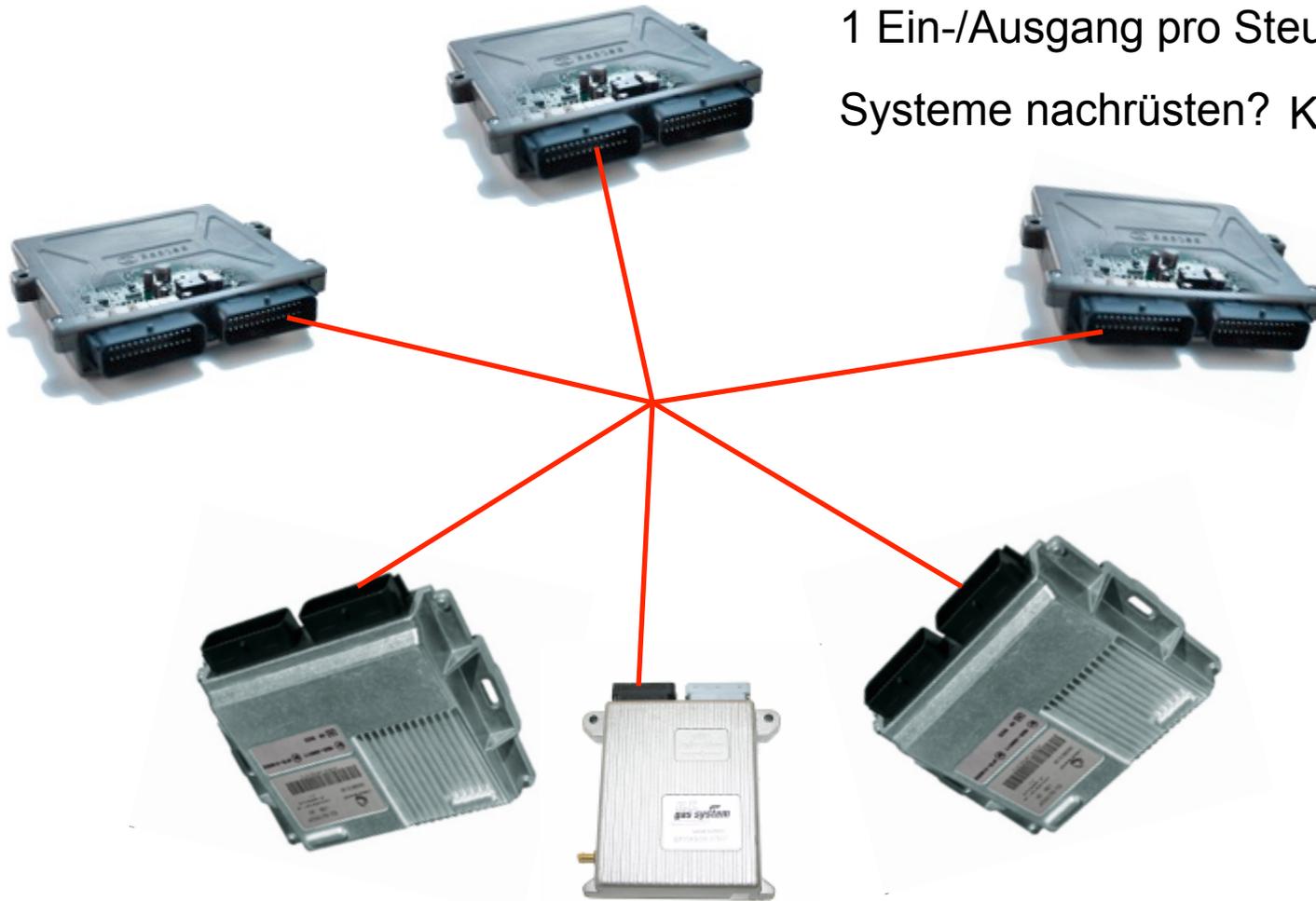


# Was ist ein vernetztes System?

5 Steuergeräte, 5 Leitungen

1 Ein-/Ausgang pro Steuergerät

Systeme nachrüsten? Kein Problem.





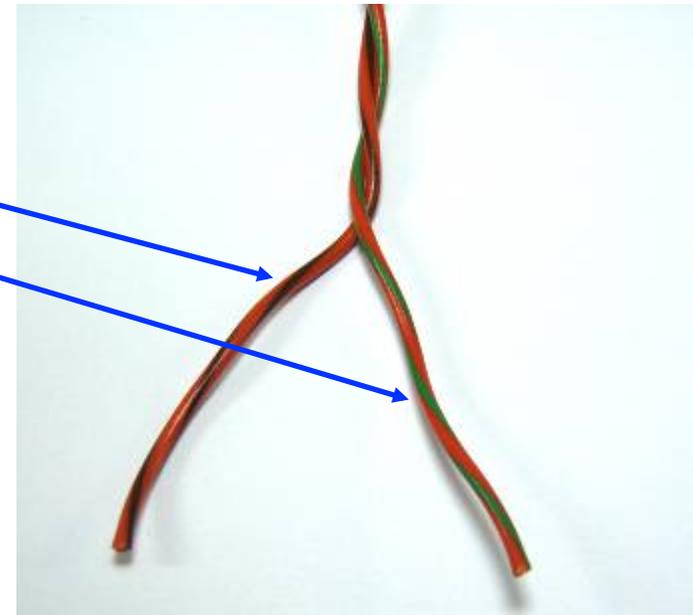
# Regeln in vernetzten Systemen

Damit die Steuergeräte über eine Verbindung kommunizieren können, müssen vorab gewisse Abmachungen getroffen werden:

- Alle Steuergeräte sprechen die selbe Sprache.
- Der Aufbau einer Nachricht ist immer gleich.
- Es wird nicht durcheinander gesprochen.
- Man lässt sich aussprechen.

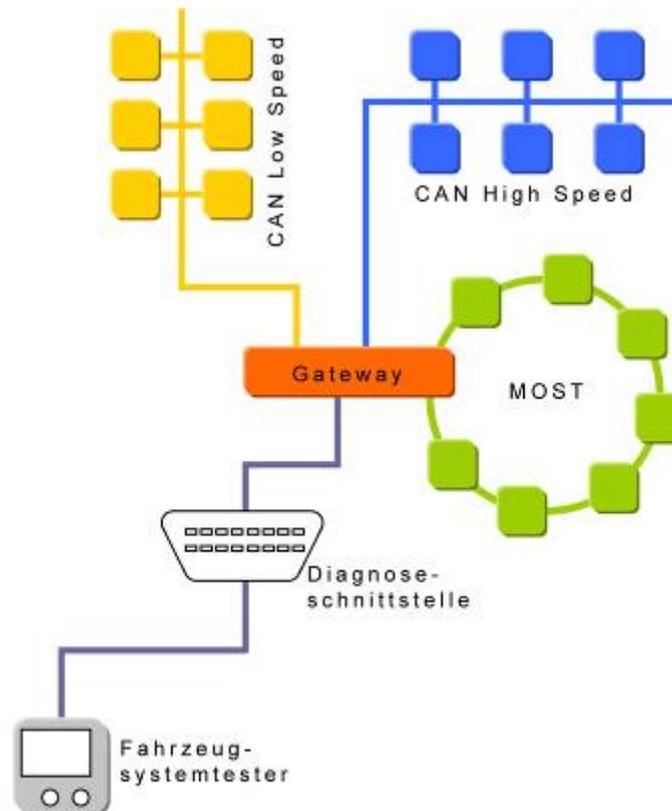
# CAN-Bus

- Verbaut in Kraftfahrzeugen seit 1992
- Zweileitersystem
  - Eine Leitung „CAN-High“
  - Andere Leitung „CAN-Low“
- 2 unterschiedliche CAN-Systeme
  - Low-Speed-CAN (max 125 kBit/s)
  - High-Speed-CAN (max 1000 kBit/s)



# Vernetzung unterschiedlicher Bus-Systeme

- Gateway (Zentrales SG, Diagnose Interface...) als Verbindungsglied



# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“



Bei einer Inspektion an einem VW-Touran Baujahr 2003 stellen Sie durch Auslesen der Fehlerspeicher fest, dass ein Fehler im Datenbus vorliegt. Eine Funktionsstörung scheint allerdings nicht vorzuliegen.



# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

- Prinzipielles Vorgehen:
  1. Fehlerspeicher auslesen
  2. Vernetzungsart feststellen
  3. Fehler genau bestimmen
  4. Fehlersuchstrategie anwenden
  5. Fehler beheben
  6. Fehlerspeicher löschen
  7. Fehlerspeicher erneut auslesen

# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

## 1. Fehlerspeicher auslesen

VCDS AIB 10.6.3: 19-Diagnoseinterface, Fehlerspeicher

**VCDS**  
Fehlerspeicher  Umgebungsbedingungen

Steuergerät-Identifikation

Teilenummer: **1K0 907 530 C** Bauteil: **Gateway H08 0080**

Fehlerspeicher

1 Fehler gefunden:  
00470 - Konzern-Datenbus Komfort im Eindraht  
011 - Unterbrechung  
Umgebungsbedingungen:  
Fehlerstatus: 01101011  
Fehlerpriorität: 3  
Fehlerhäufigkeit: 2  
Verlernzähler: 170  
Kilometerstand: 3921 km  
Zeitangabe: 0  
Datum: 2000.00.00  
Zeit: 23:34:53

Codes drucken Codes kopieren Codes speichern Codes löschen - 05 Fertig, zurück

# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

## ■ Wichtige Informationen aus dem Fehlerspeicher:

- Konzern-Datenbus Komfort
- Konzern: VW
- Bussystem: Komfortbus

→ Low-Speed-Bus

```
1 Fehler gefunden:  
00470 : Konzern-Datenbus Komfort im Eindraht  
U11 - Unterbrechung  
Umgebungsbedingungen:  
Fehlerstatus: 01101011  
Fehlerpriorität: 3  
Fehlerhäufigkeit: 2  
Verlernzähler: 170  
Kilometerstand: 3921 km  
Zeitangabe: 0  
Datum: 2000.00.00  
Zeit: 23:34:53
```

# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

## ■ Wichtige Informationen aus dem Fehlerspeicher:

- Eindrahtbetrieb:
- 8 nach ISO genormte „Eindrahtfehler“
  - Kurzschluss nach Plus auf CAN-High
  - Kurzschluss nach Plus auf CAN-Low
  - Kurzschluss nach Masse auf CAN-High
  - Kurzschluss nach Masse auf CAN-Low
  - Unterbrechung auf CAN-High
  - Unterbrechung auf CAN-Low
  - Kurzschluss zwischen CAN-H und CAN-Low
  - Fehlender oder defekter Abschlusswiderstand (nur im High-Speed-Bus)

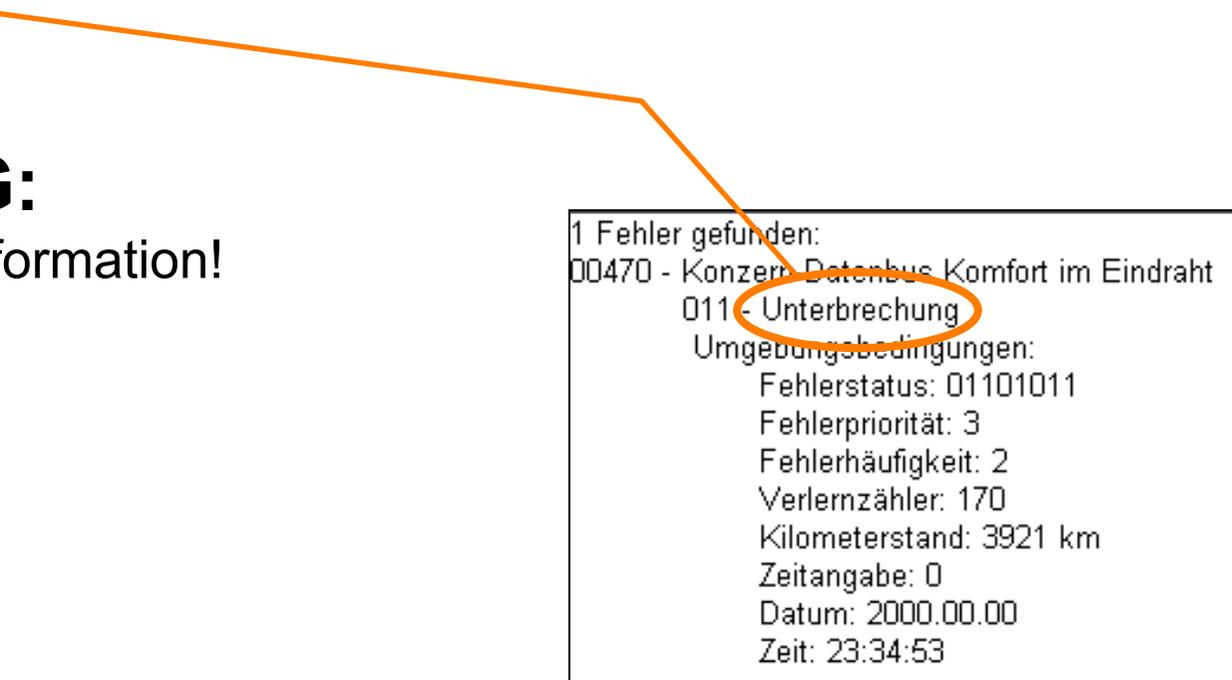
1 Fehler gefunden:  
00470 - Konzern-Datenbus Komfort im Eindraht  
011 - Unterbrechung  
Umgebungsbedingungen:  
Fehlerstatus: 01101011  
Fehlerpriorität: 3  
Fehlerhäufigkeit: 2  
Verlernzähler: 170  
Kilometerstand: 3921 km  
Zeitangabe: 0  
Datum: 2000.00.00  
Zeit: 23:34:53

# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

## ■ Wichtige Informationen aus dem Fehlerspeicher:

Unterbrechung

**ACHTUNG:**  
irreführende Information!



```
1 Fehler gefunden:  
00470 - Konzern Datenbus Komfort im Eindraht  
011 - Unterbrechung  
Umgebungsbedingungen:  
Fehlerstatus: 01101011  
Fehlerpriorität: 3  
Fehlerhäufigkeit: 2  
Verlernzähler: 170  
Kilometerstand: 3921 km  
Zeitangabe: 0  
Datum: 2000.00.00  
Zeit: 23:34:53
```



# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

- Wichtige Informationen aus dem Fehlerspeicher:
  - ➔ Eindrahtfehler im Low-Speed-CAN
  - ➔ Bei einem Eindrahtfehler im Low-Speed-CAN arbeitet das System einwandfrei weiter.

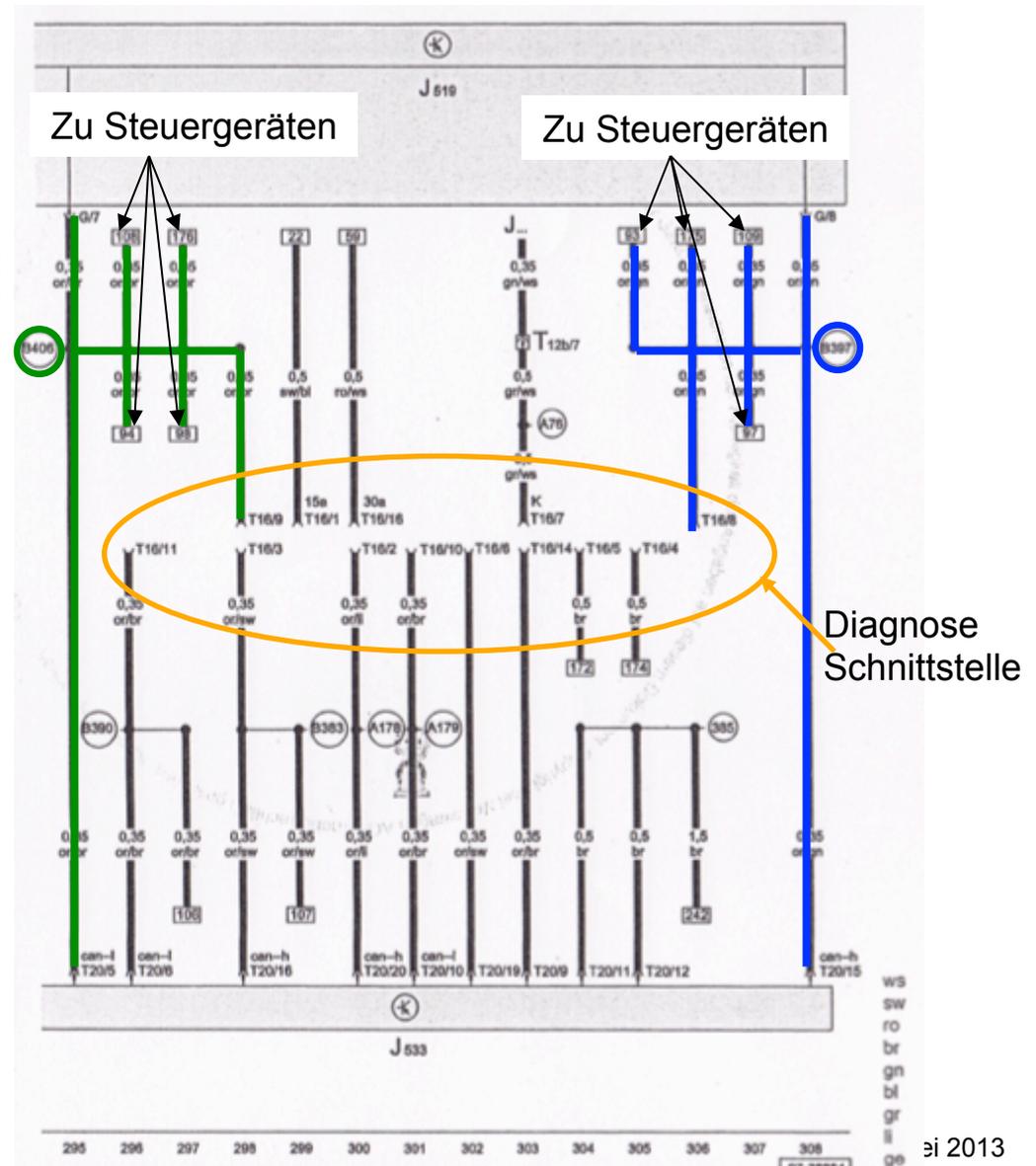
# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

## 2. Vernetzungsart feststellen

Steuergerät für Bordnetz, Diagnose-Interface für Datenbus, Diagnoseanschluss

- J... Motorsteuergeräte
- J519 Steuergerät für Bordnetz
- J533 Diagnose-Interface für Datenbus
- T12b Steckverbindung 12fach, im Wasserkasten links
- T16 Steckverbindung 16fach, Diagnoseanschluss unter der Schalttafel links
- T20 Steckverbindung 20fach

- 385 Masseverbindung 20 im Hauptleitungsstrang
- A76 Verbindung (K-Diagnoseleitung) im Schalttafel-Leitungsstrang
- A178 Verbindung (CAN-Bus Infotainment, High) im Schalttafel-Leitungsstrang
- A179 Verbindung (CAN-Bus Infotainment, Low) im Schalttafel-Leitungsstrang
- B383 Verbindung 1 (CAN-Bus Antrieb High) im Hauptleitungsstrang
- B390 Verbindung 1 (CAN-Bus Antrieb Low) im Hauptleitungsstrang
- B397 Verbindung 1 (CAN-Bus Komfort High) im Hauptleitungsstrang
- B406 Verbindung 1 (CAN-Bus Komfort Low) im Hauptleitungsstrang



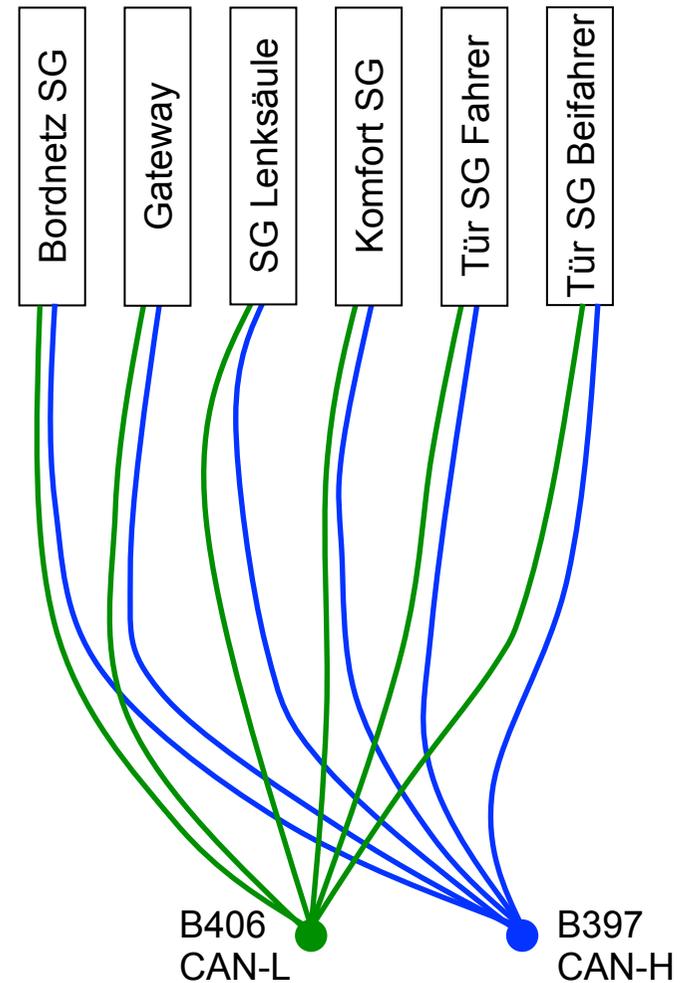
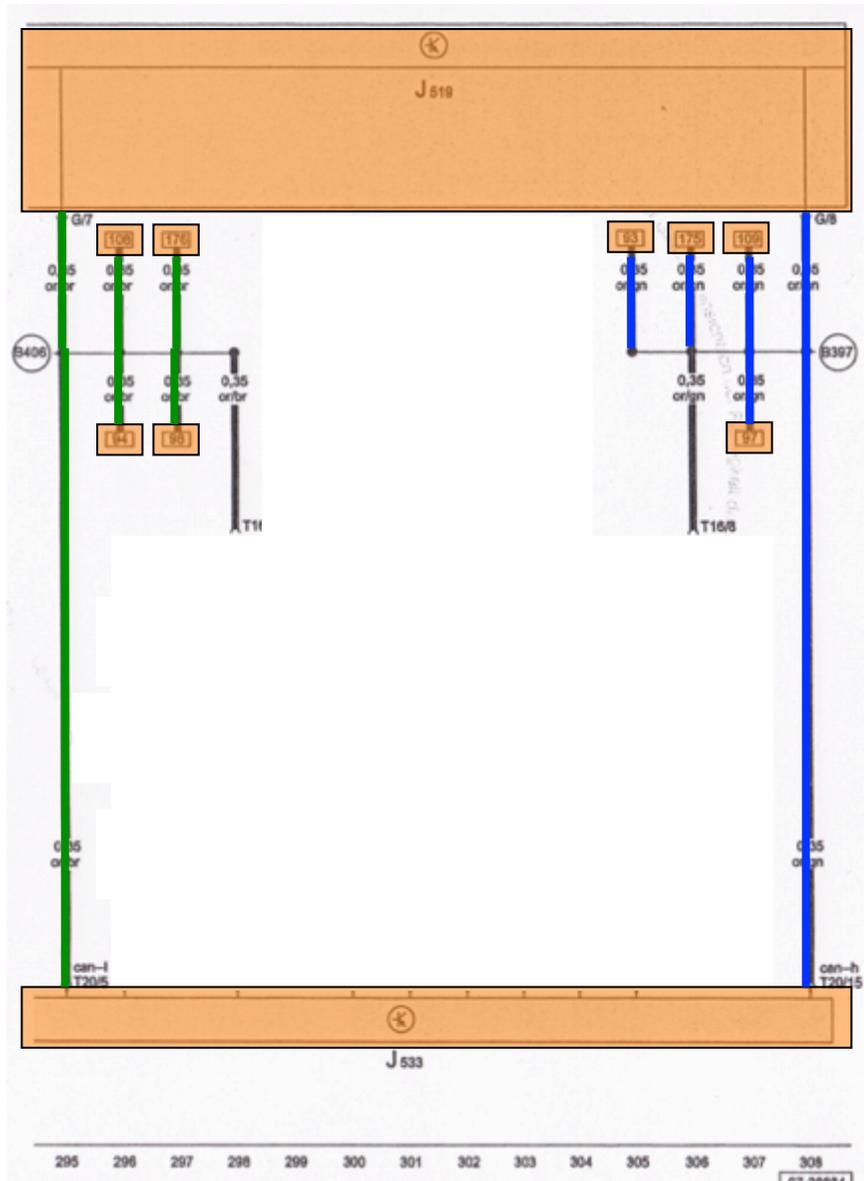
# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

## 2. Vernetzungsart feststellen

- Verbindungsknoten im Touran

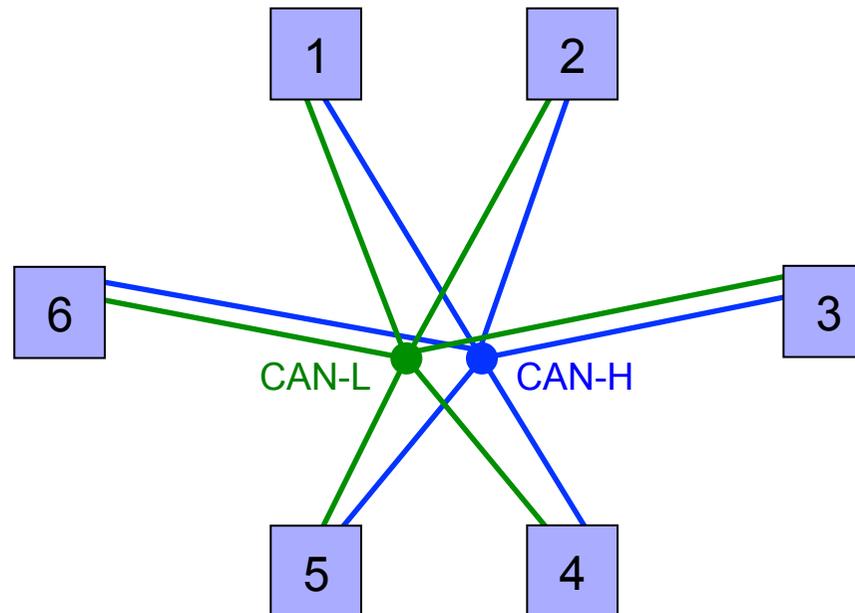


# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“



# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

2. Vernetzungsart feststellen → Sterntopologie

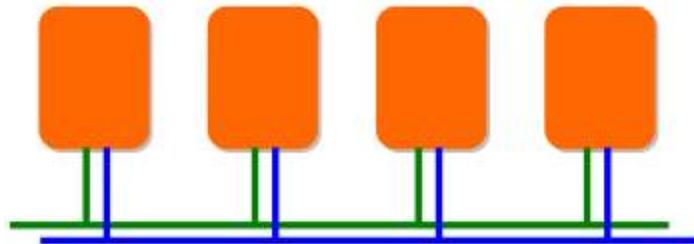


# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

- Vernetzungsarten



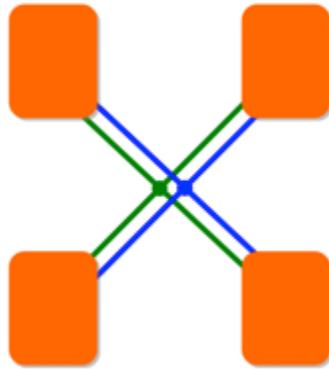
Peer to Peer



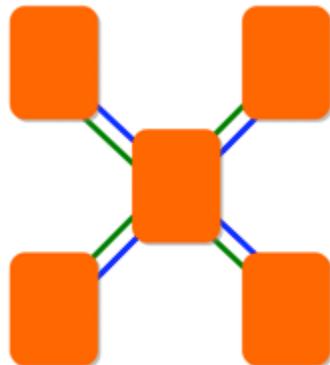
Steg / Bus

# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

## ■ Vernetzungsarten



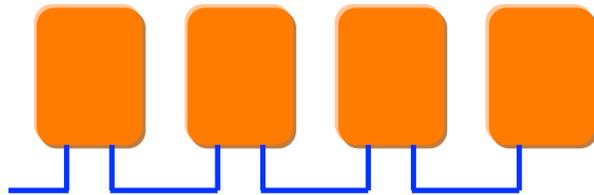
passiver Stern



aktiver Stern

# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

- Vernetzungsarten



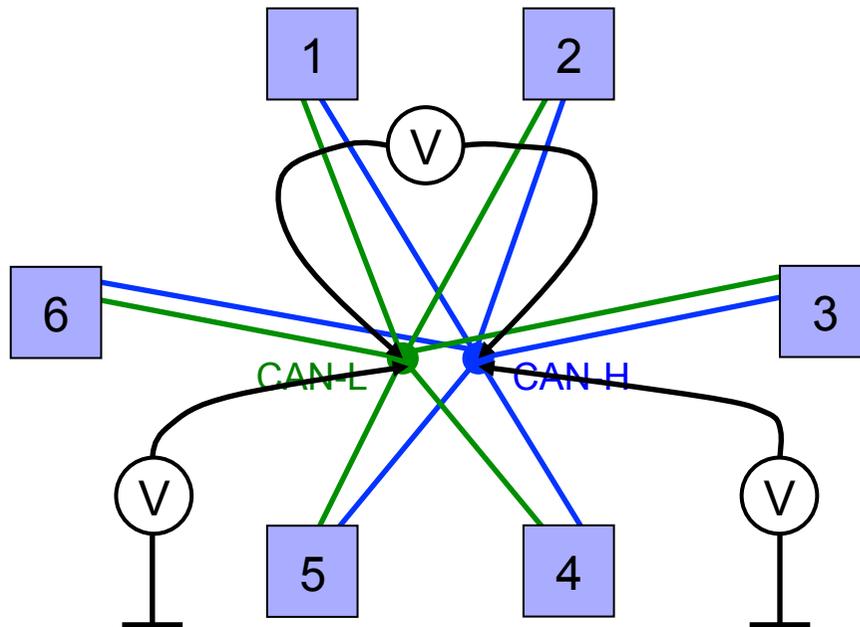
Daisy Chain



Ring

# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

## 3. Fehler genau bestimmen (mit Multimeter)



Messungen:

1. CAN-H gegen Masse  
 $U_{\text{CAN-H}} \geq 5\text{V} \rightarrow$  Plusschluss  
 $U_{\text{CAN-H}} = 0\text{V} \rightarrow$  Masseschluss
2. CAN-L gegen Masse  
 $U_{\text{CAN-L}} \geq 5\text{V} \rightarrow$  Plusschluss  
 $U_{\text{CAN-L}} = 0\text{V} \rightarrow$  Masseschluss
3. CAN-L gegen CAN-H  
 $U_{\text{CAN-L-H}} = 0\text{V} \rightarrow$  Schluss zwischen  
CAN-H und CAN-L
4. Sonst Leitungsunterbrechung, da ein  
Eindrahtfehler vorliegen soll.

# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

## 3. Fehler genau bestimmen (mit Multimeter)

Messung 1  
(CAN-H → Masse)



Messung 2  
(CAN-L → Masse)



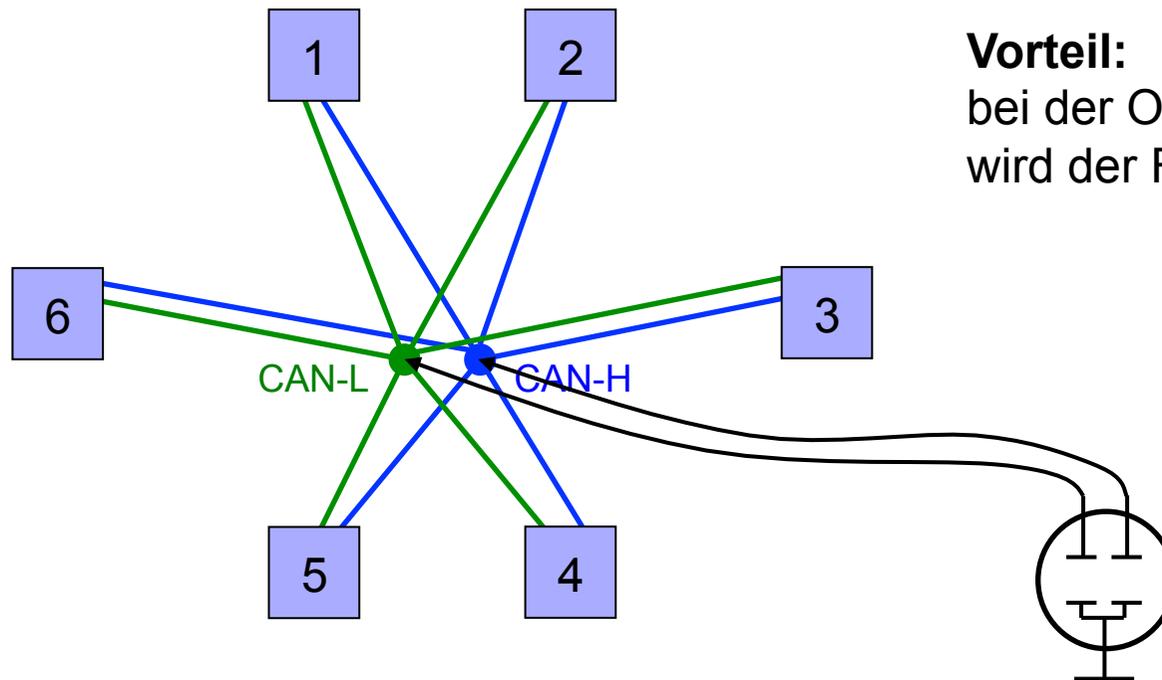
Messung 3  
(CAN-L → CAN-H)



- Welcher Fehler liegt vor?  
➔ **Unterbrechung einer CAN-Leitung**

# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

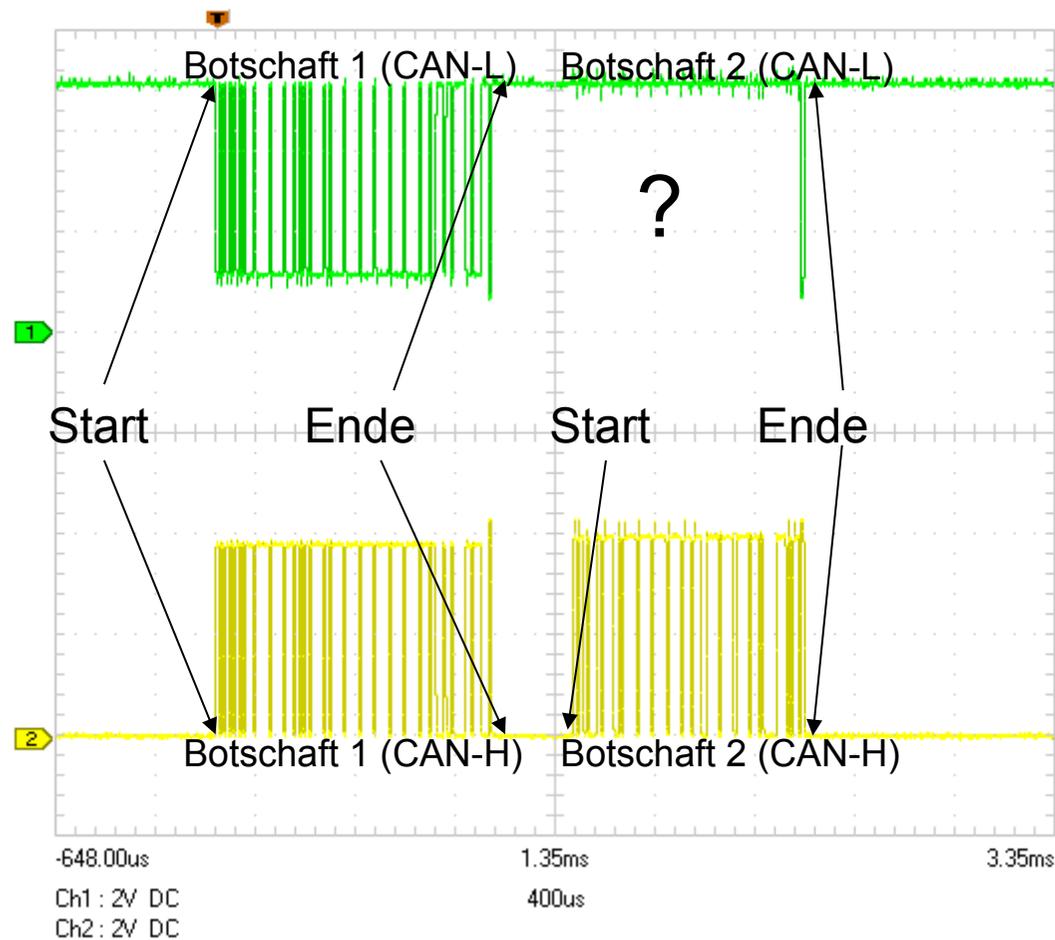
## 3. Fehler genau bestimmen (mit Zwei-Kanal-Oszilloskop)



**Vorteil:**  
bei der Oszilloskopmessung  
wird der Fehler direkt angezeigt

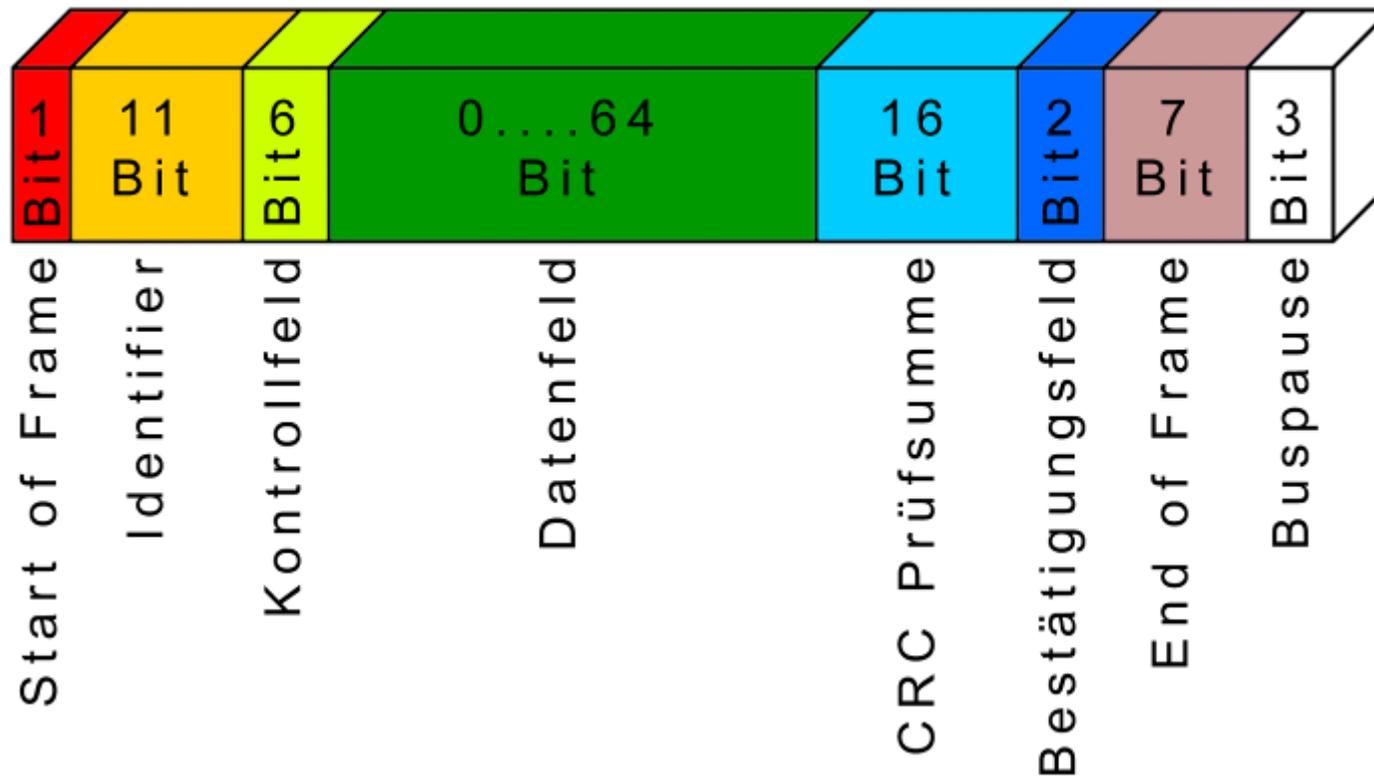
# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

## 3. Fehler genau bestimmen (mit Zwei-Kanal-Oszilloskop)



# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

- Aufbau eines CAN-Datenprotokolls





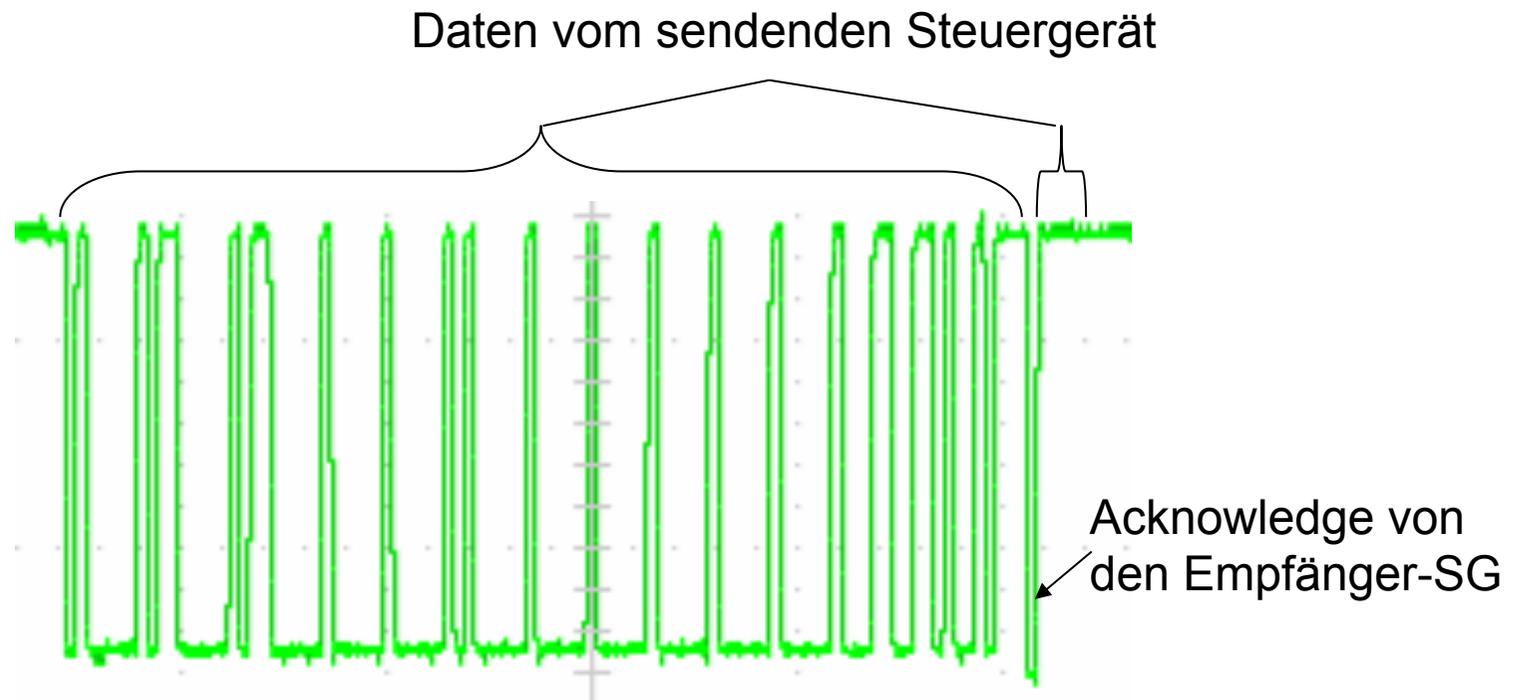
# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

## ■ Acknowledge

- Bestätigungssignal der Empfänger-Steuergeräte.
- 1 Bit breit.
- Jedes Steuergerät, das eine Botschaft vollständig erhalten hat, sendet das Signal.
- Alle Acknowledge-Signale werden gleichzeitig gesendet.
- Das sendende Steuergerät benötigt ein Acknowledge, um zu wissen, dass die Botschaft richtig auf den Bus gelegt wurde.

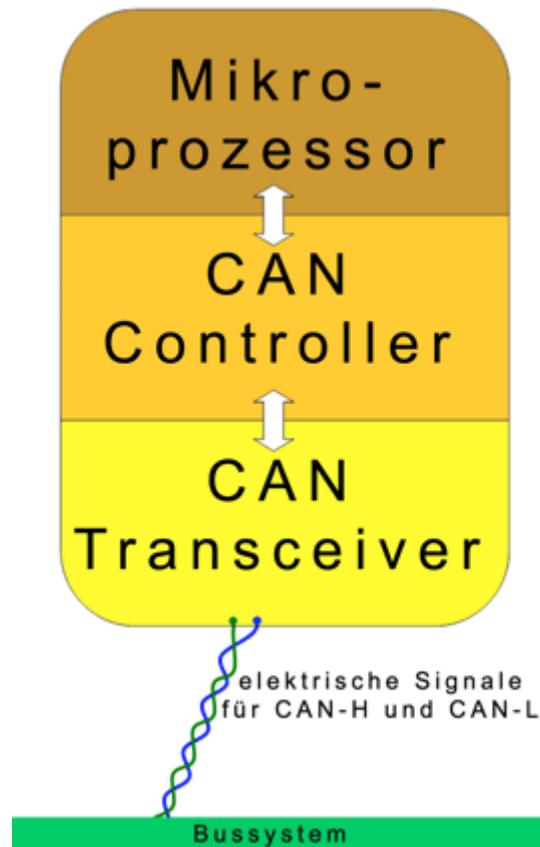
# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

- Acknowledge



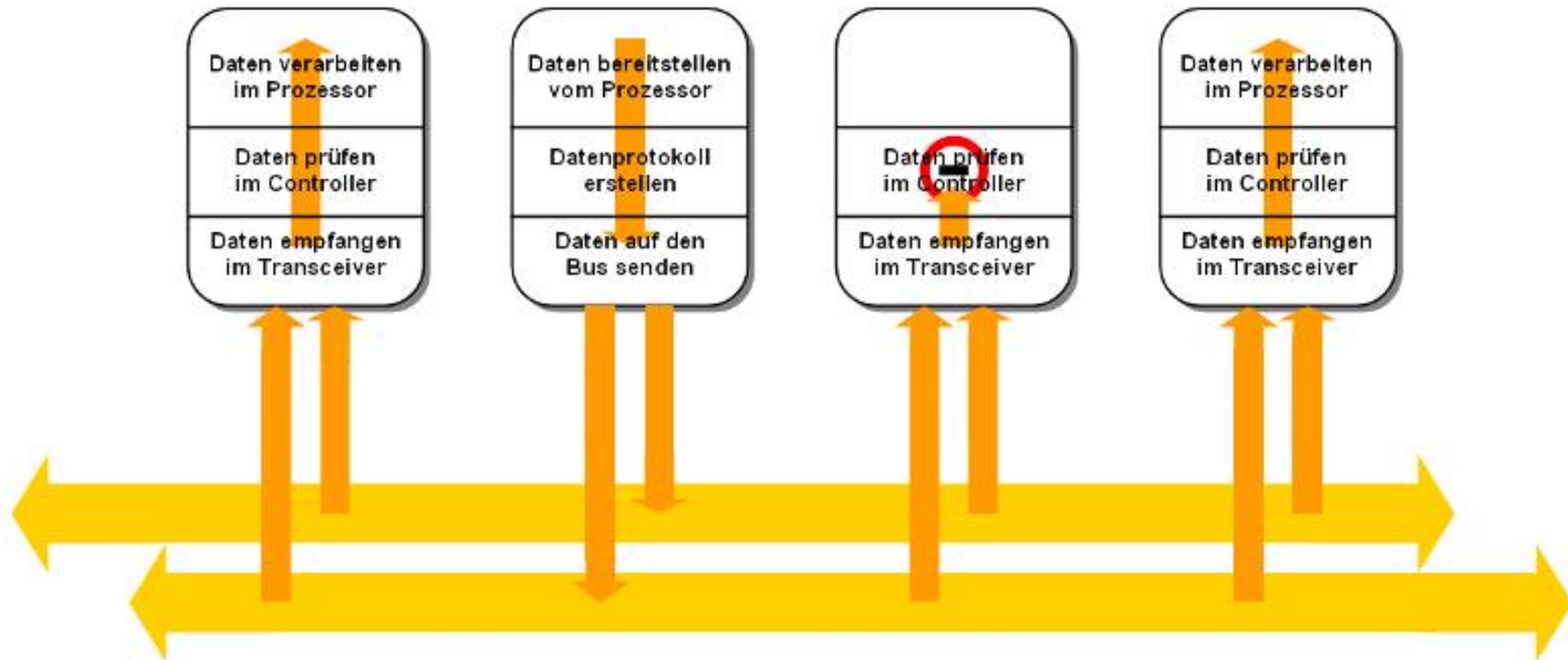
# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

- Senden und empfangen von Botschaften



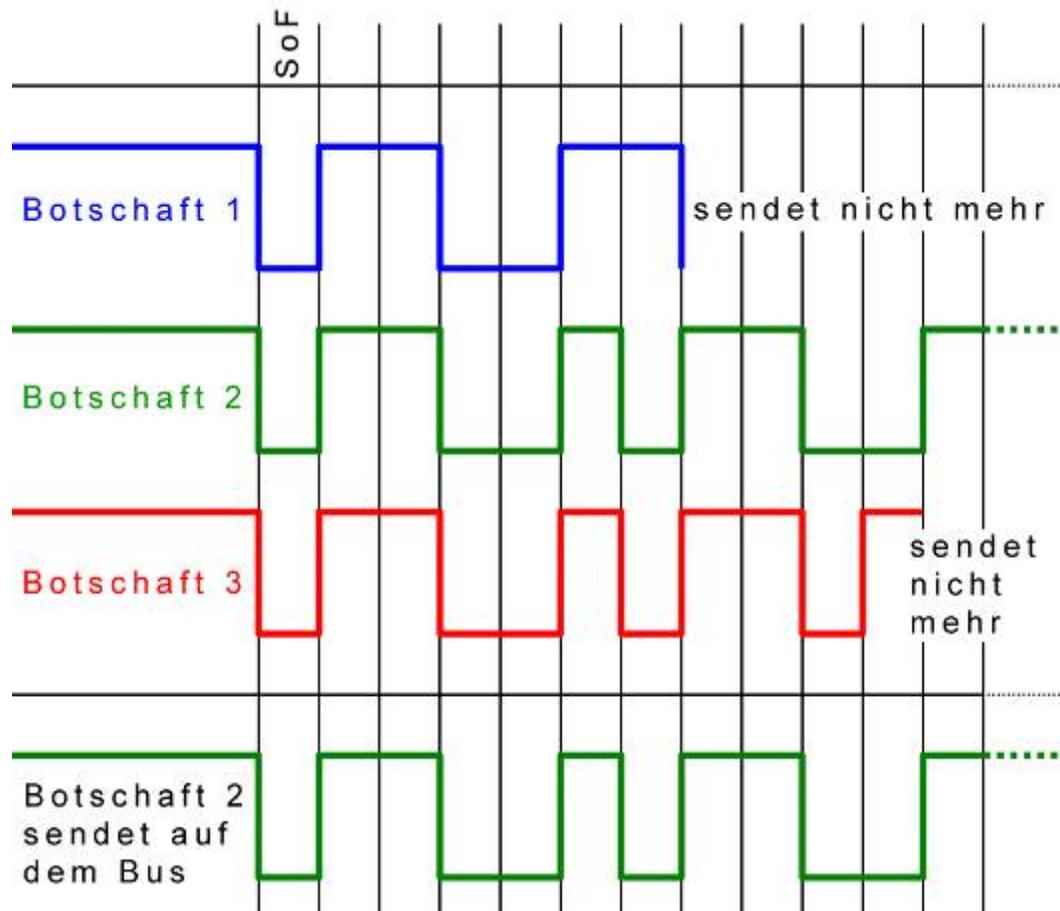
# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

- Senden und empfangen von Botschaften



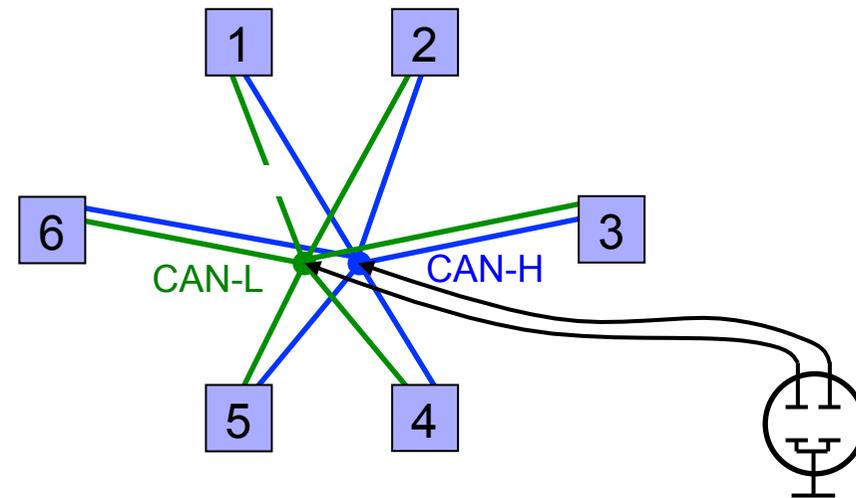
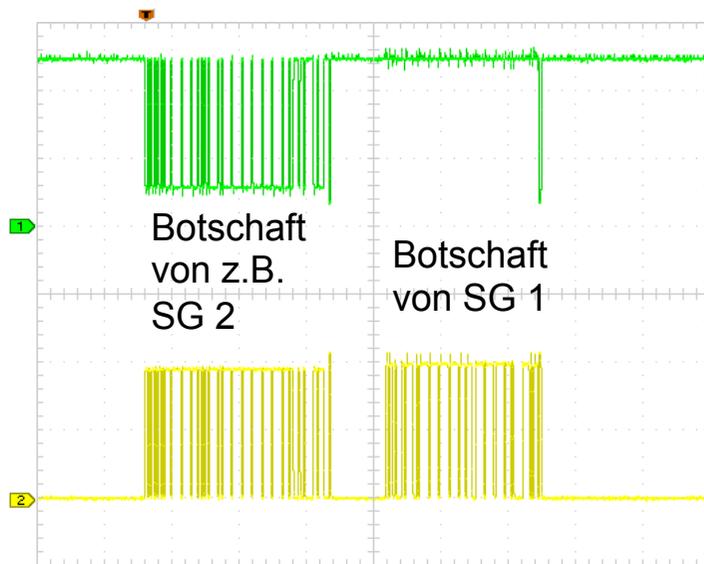
# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

- Gleichzeitige Sendeversuche



# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

## 3. Fehler genau bestimmen (mit Zwei-Kanal-Oszilloskop)

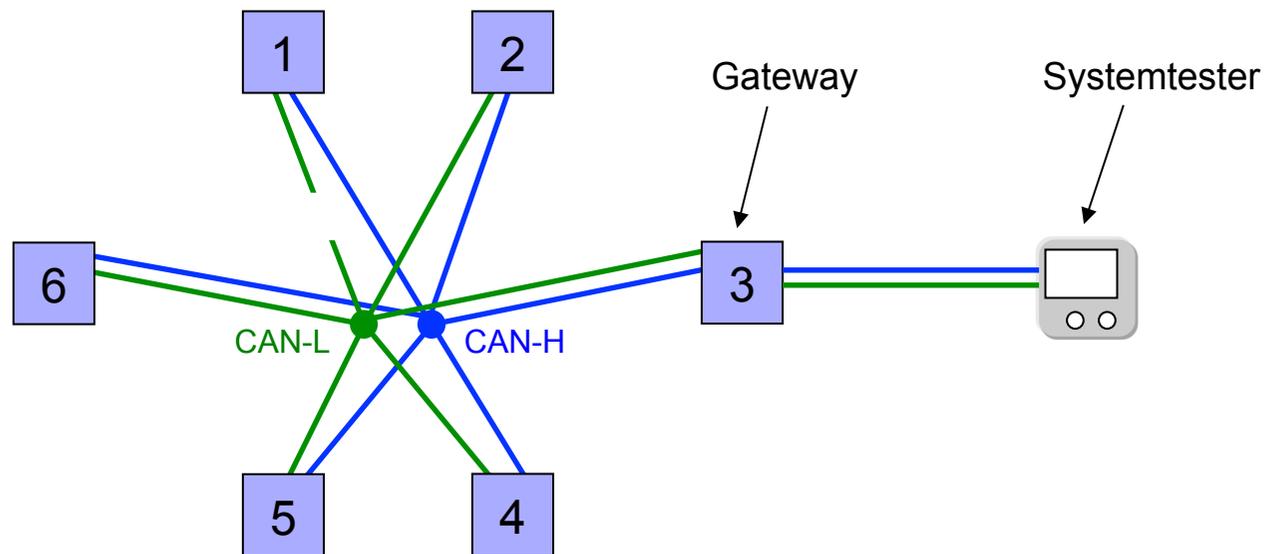


Fehler: **Unterbrechung einer CAN-L Leitung**

# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden

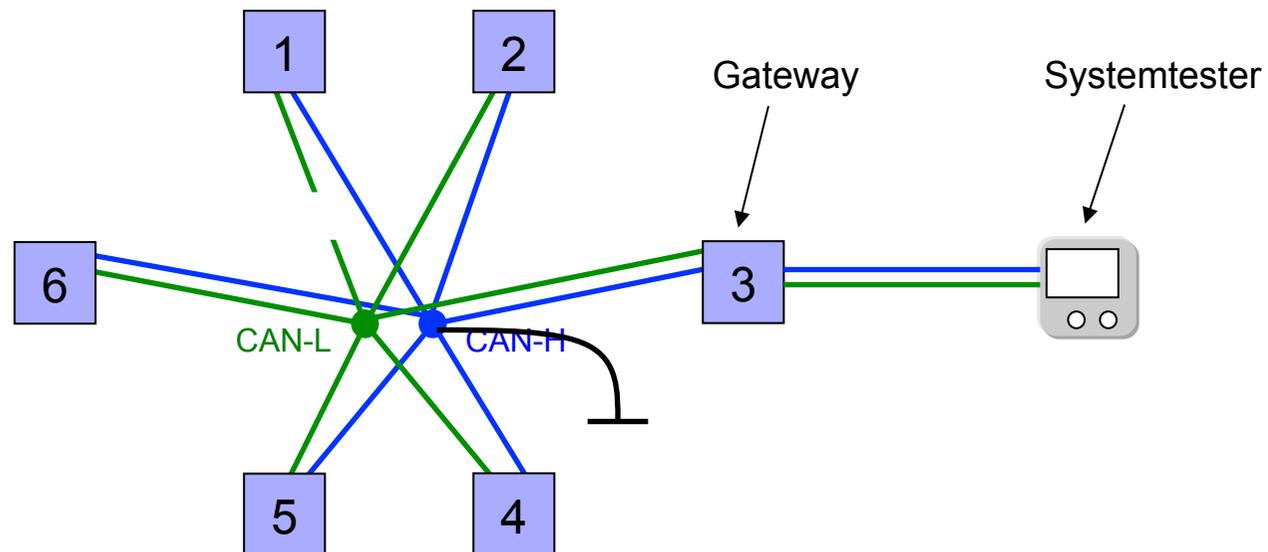
- **Ziel:** der Tester zeigt an, zu welchem Steuergerät die Unterbrechung vorliegt



- **Vorgehen:** der Tester darf „nur“ noch über die Leitungen kommunizieren, auf denen der Fehler liegt.

# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

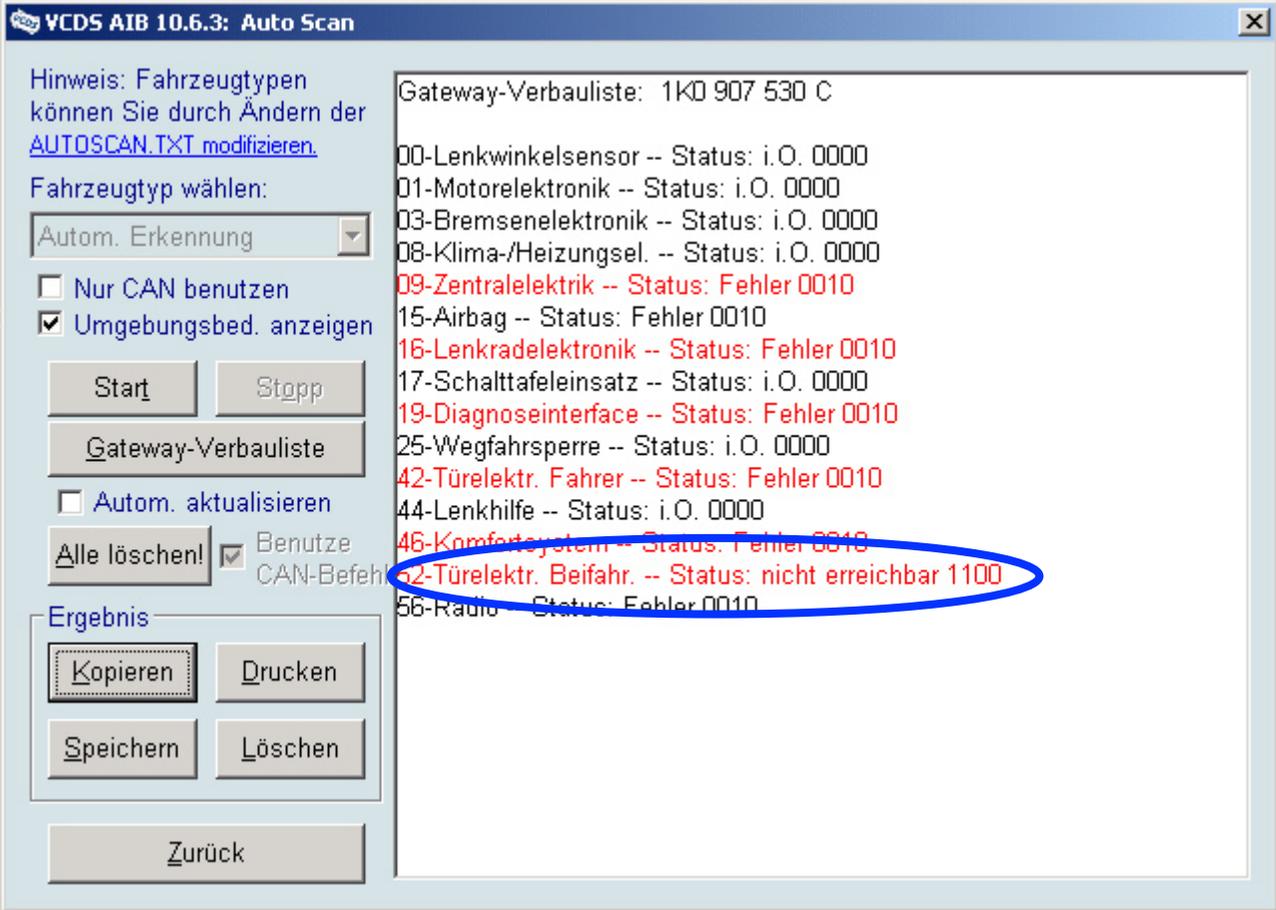
- Intakte Leitung auf Masse legen



# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

- Fehlerspeicher im Gateway / Gatewayverbauliste auslesen

6



VCDS AIB 10.6.3: Auto Scan

Hinweis: Fahrzeugtypen können Sie durch Ändern der [AUTOSCAN.TXT](#) modifizieren.

Fahrzeugtyp wählen:

Autom. Erkennung

Nur CAN benutzen

Umgebungsbed. anzeigen

Start Stopp

Gateway-Verbauliste

Autom. aktualisieren

Alle löschen!  Benutze CAN-Befehle

Ergebnis

Kopieren Drucken

Speichern Löschen

Zurück

Gateway-Verbauliste: 1KD 907 530 C

00-Lenkwinkelsensor -- Status: i.O. 0000

01-Motorelektronik -- Status: i.O. 0000

03-Bremsenelektronik -- Status: i.O. 0000

08-Klima-/Heizungsel. -- Status: i.O. 0000

09-Zentralelektrik -- Status: Fehler 0010

15-Airbag -- Status: Fehler 0010

16-Lenkradelektronik -- Status: Fehler 0010

17-Schalttafeleinsatz -- Status: i.O. 0000

19-Diagnoseinterface -- Status: Fehler 0010

25-Wegfahrsperrung -- Status: i.O. 0000

42-Türelekt. Fahrer -- Status: Fehler 0010

44-Lenkhilfe -- Status: i.O. 0000

46-Komfortsystem -- Status: Fehler 0010

52-Türelekt. Beifahr. -- Status: nicht erreichbar 1100

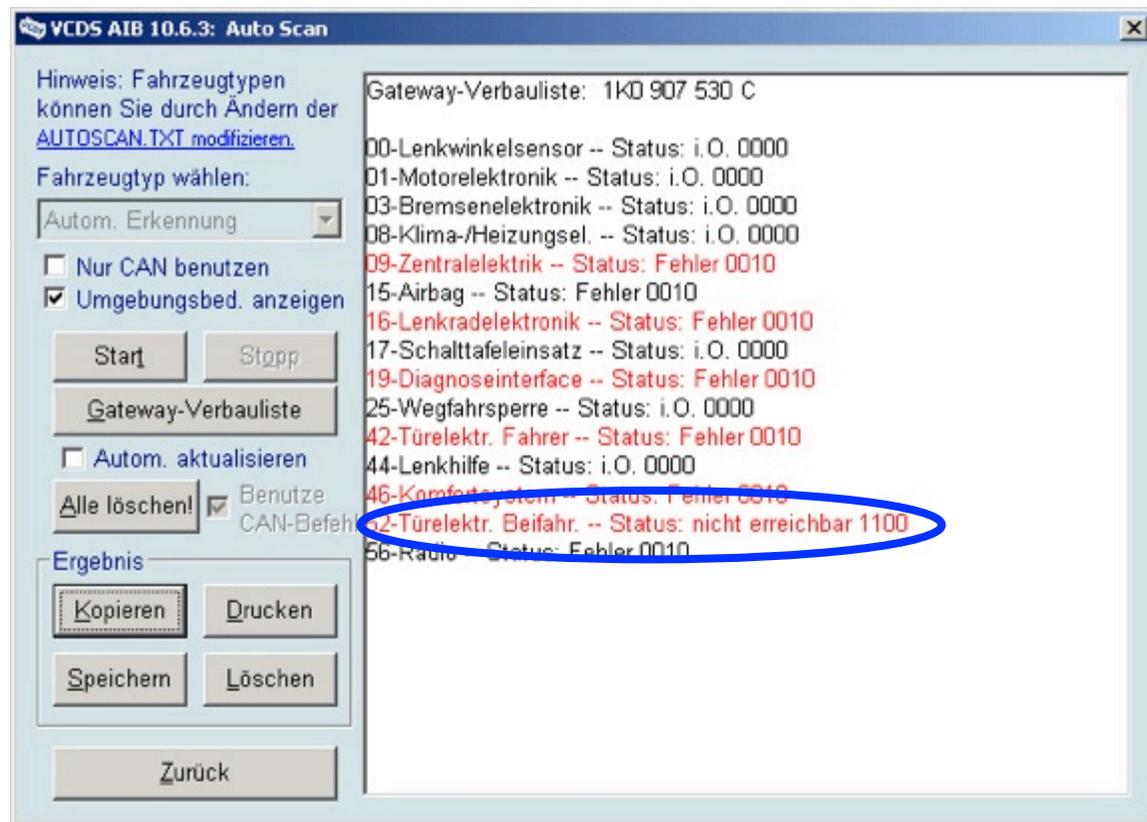
56-Radio -- Status: Fehler 0010

# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

5. Leitung zum Tür SG Beifahrerseite instand setzen bzw. tauschen.

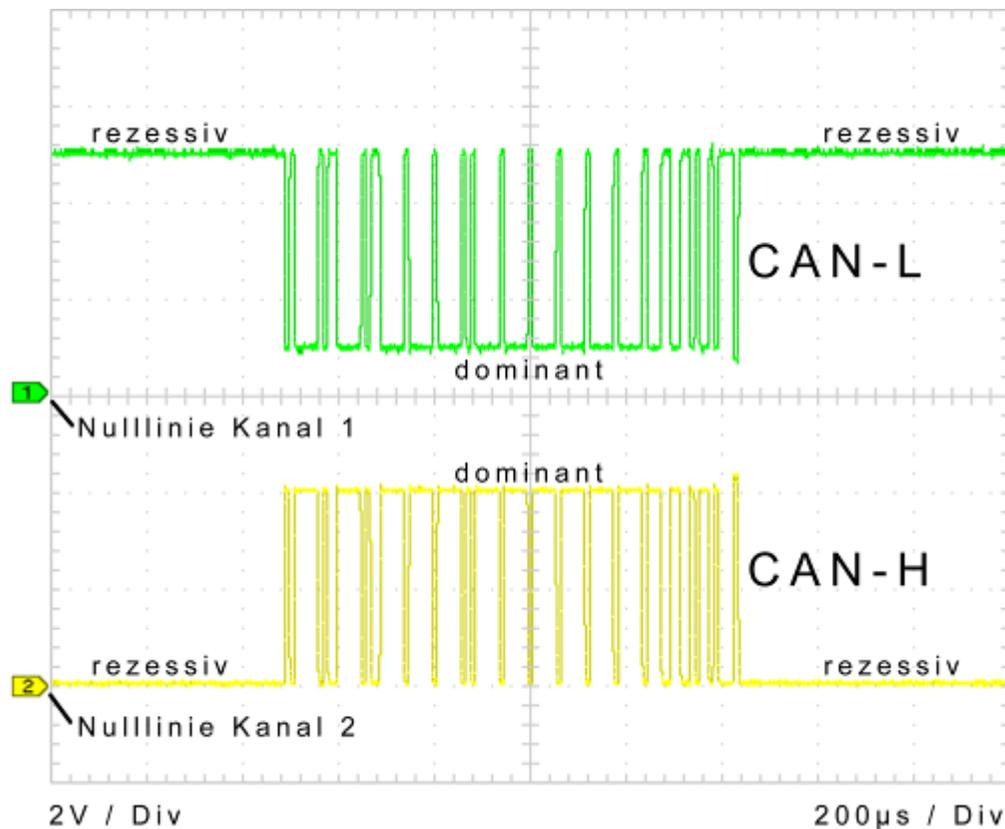
6. Fehlerspeicher

7. Fehlerspeicher



# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

## ■ Eigenschaften im Low-Speed-CAN



**Architektur:**  
Multi Master

**Datenübertragungsrate:**  
max. 125 kBit/s

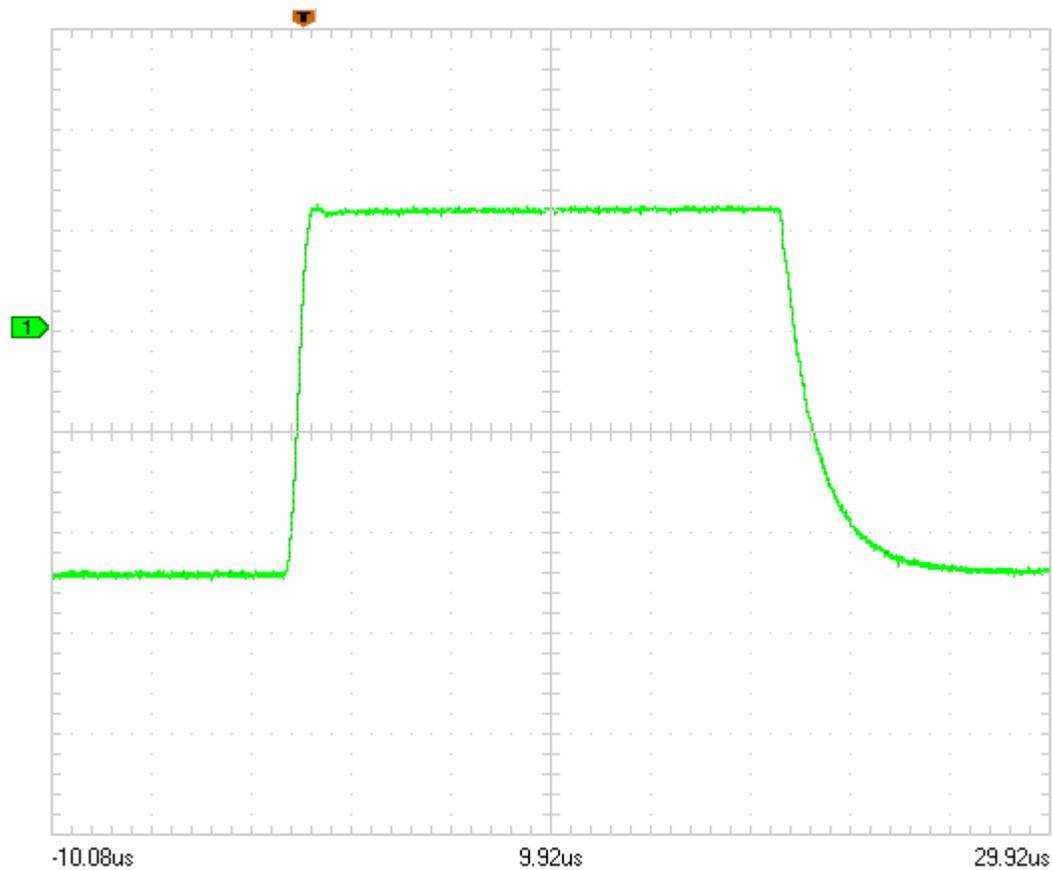
**Typische Übertragungsraten:**  
83 kBit/s und 100 kBit/s

**Spannungspegel rezessiv:**  
 $U_{\text{CAN-H}} \approx 0\text{V}$   
 $U_{\text{CAN-L}} \approx 5\text{V}$

**Spannungspegel dominant:**  
 $U_{\text{CAN-H}} \approx 4\text{V}$   
 $U_{\text{CAN-L}} \approx 1\text{V}$

# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

- Differenzsignale (im Low-Speed-CAN)



$$U_{\text{Diff}} = U_{\text{CAN-H}} - U_{\text{CAN-L}}$$

**Rezessiv:**

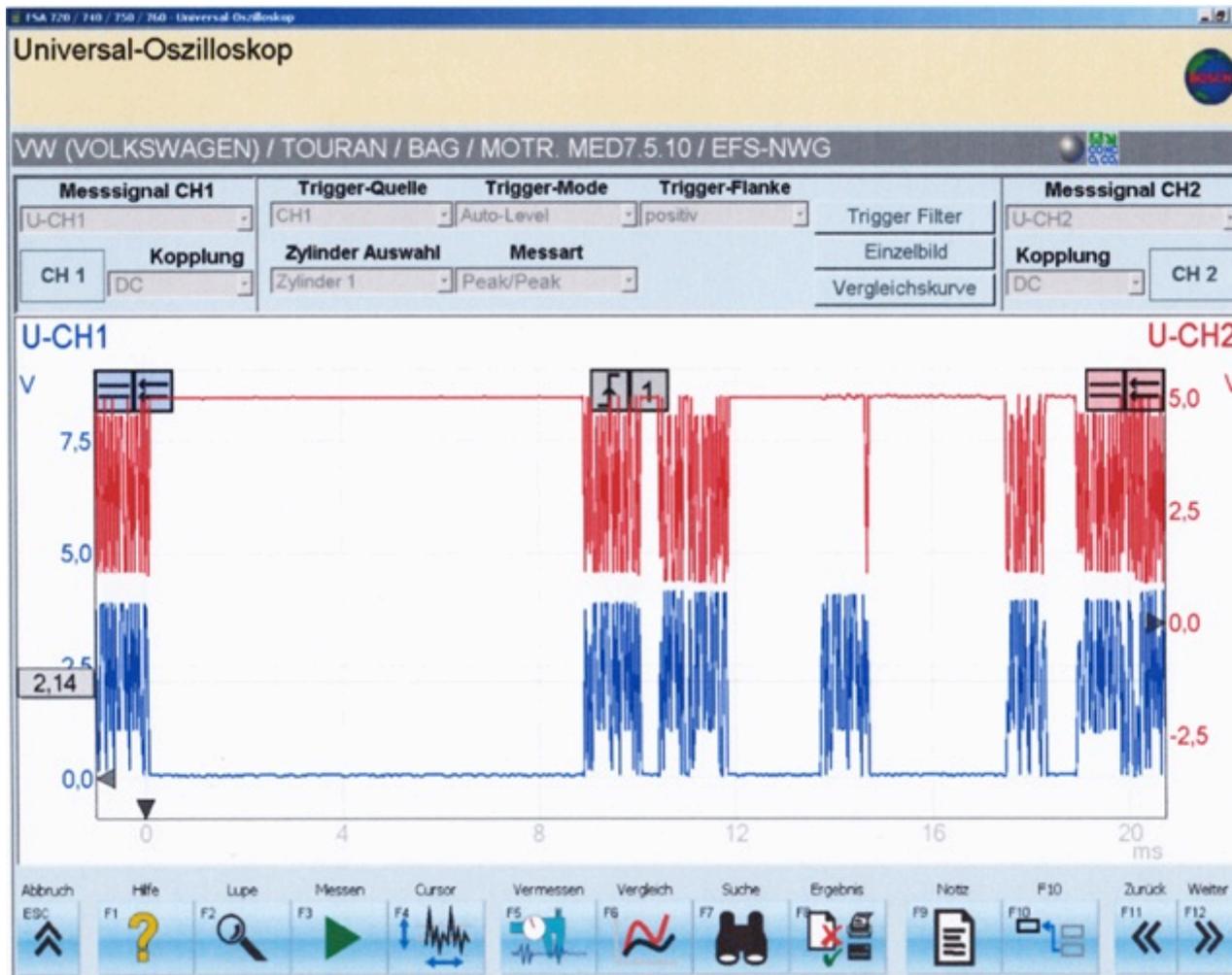
$$U_{\text{Diff}} = 0\text{V} - 5\text{V} = -5\text{V}$$

**Dominant:**

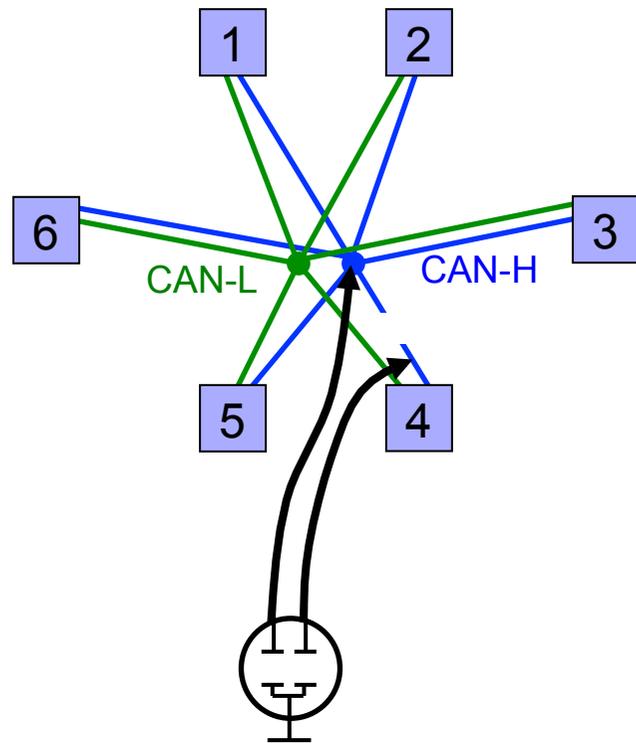
$$U_{\text{Diff}} = 4\text{V} - 1\text{V} = 3\text{V}$$

# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“

- Fehlerbild mit FSA 720



# VW Touran: Fehler im „Komfortbus“



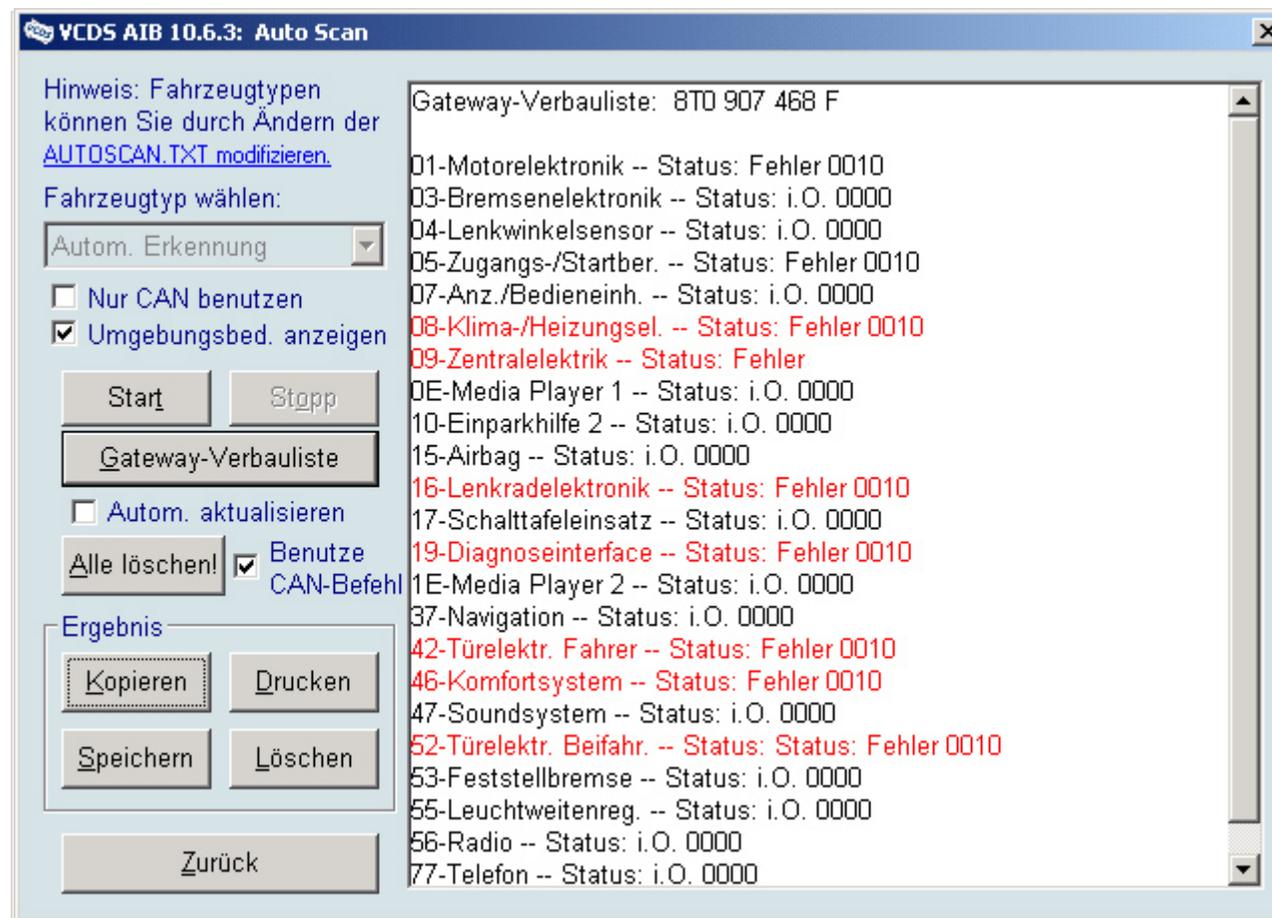
## Audi A5: Fehler im „Komfortbus“



Ein Kunde mit einem Audi A5 Baujahr 2010 kommt mit sporadischen Fehlern im Komfortbereich zu Ihnen in die Werkstatt. Er beauftragt Sie, den Fehler zu beheben.

# Audi A5: Fehler im „Komfortbus“

## 1. Fehlerspeicher auslesen (Gatewayverbauliste)



# Audi A5: Fehler im „Komfortbus“

## 2. Vernetzungsart feststellen

- CAN - Trennstecker



# Audi A5: Fehler im „Komfortbus“

## 2. Vernetzungsart feststellen

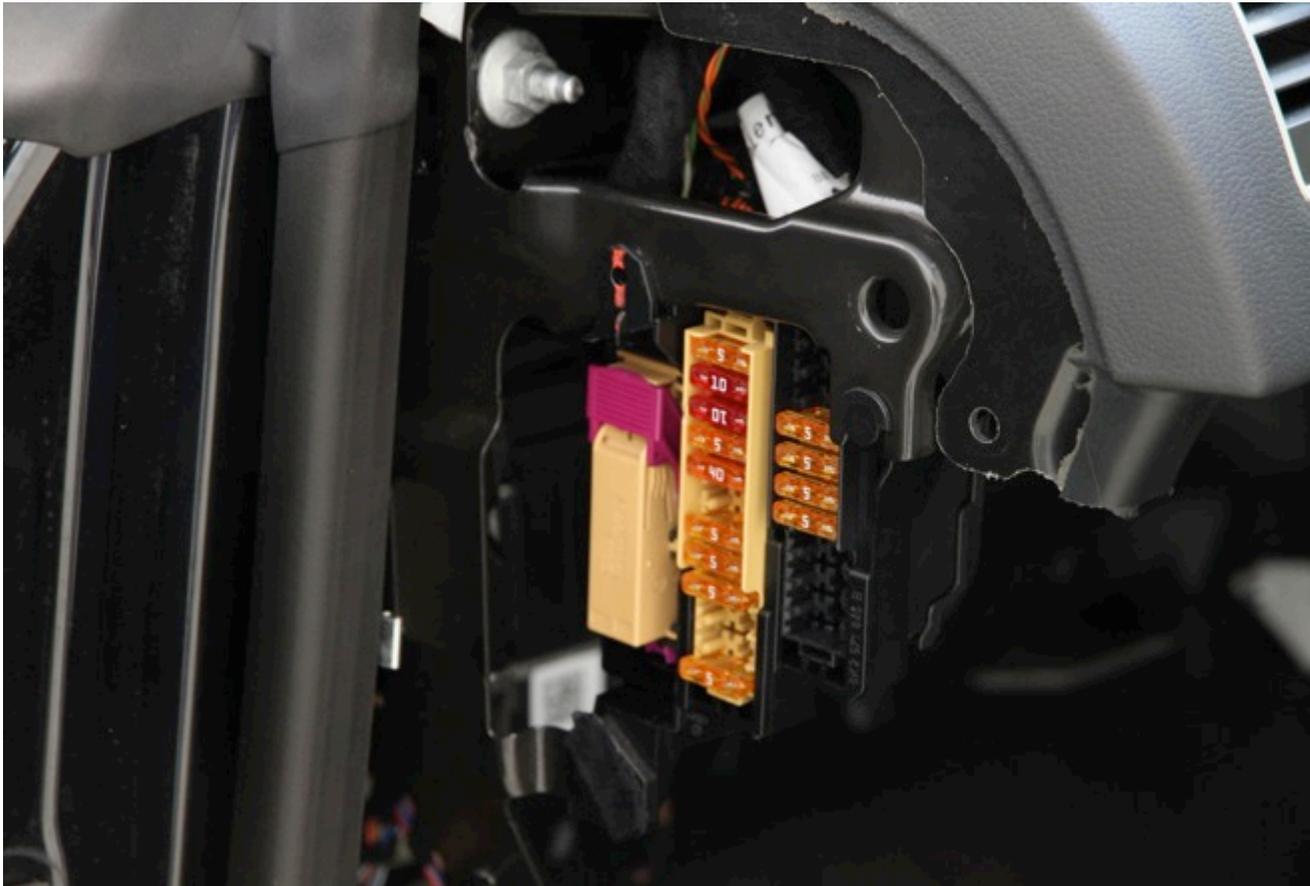
- CAN - Trennstecker



# Audi A5: Fehler im „Komfortbus“

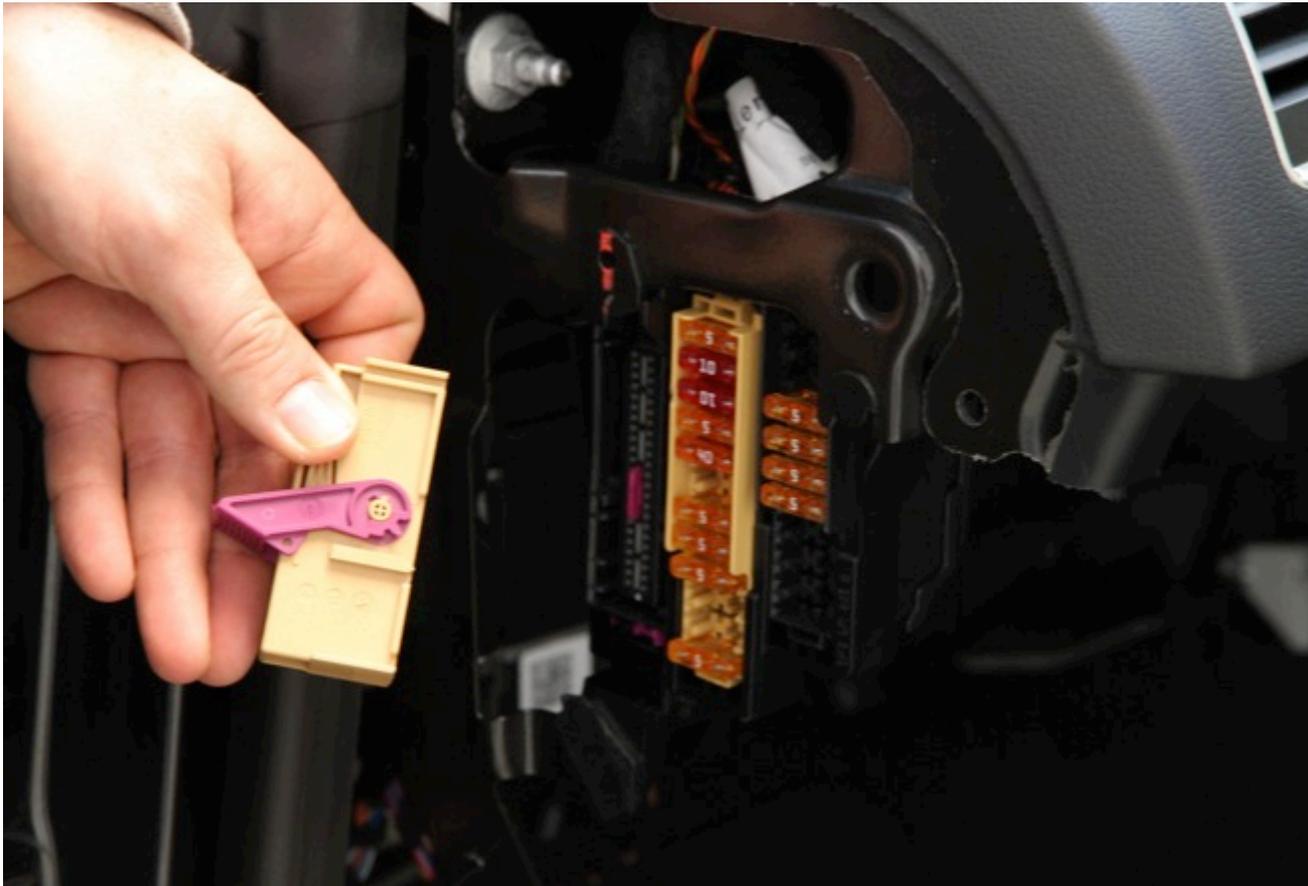
## 2. Vernetzungsart feststellen

- CAN - Trennstecker



# Audi A5: Fehler im „Komfortbus“

2. Vernetzungsart feststellen
  - CAN - Trennstecker



# Audi A5: Fehler im „Komfortbus“

## 2. Vernetzungsart feststellen

- CAN - Trennstecker



# Audi A5: Fehler im „Komfortbus“

## 2. Vernetzungsart feststellen

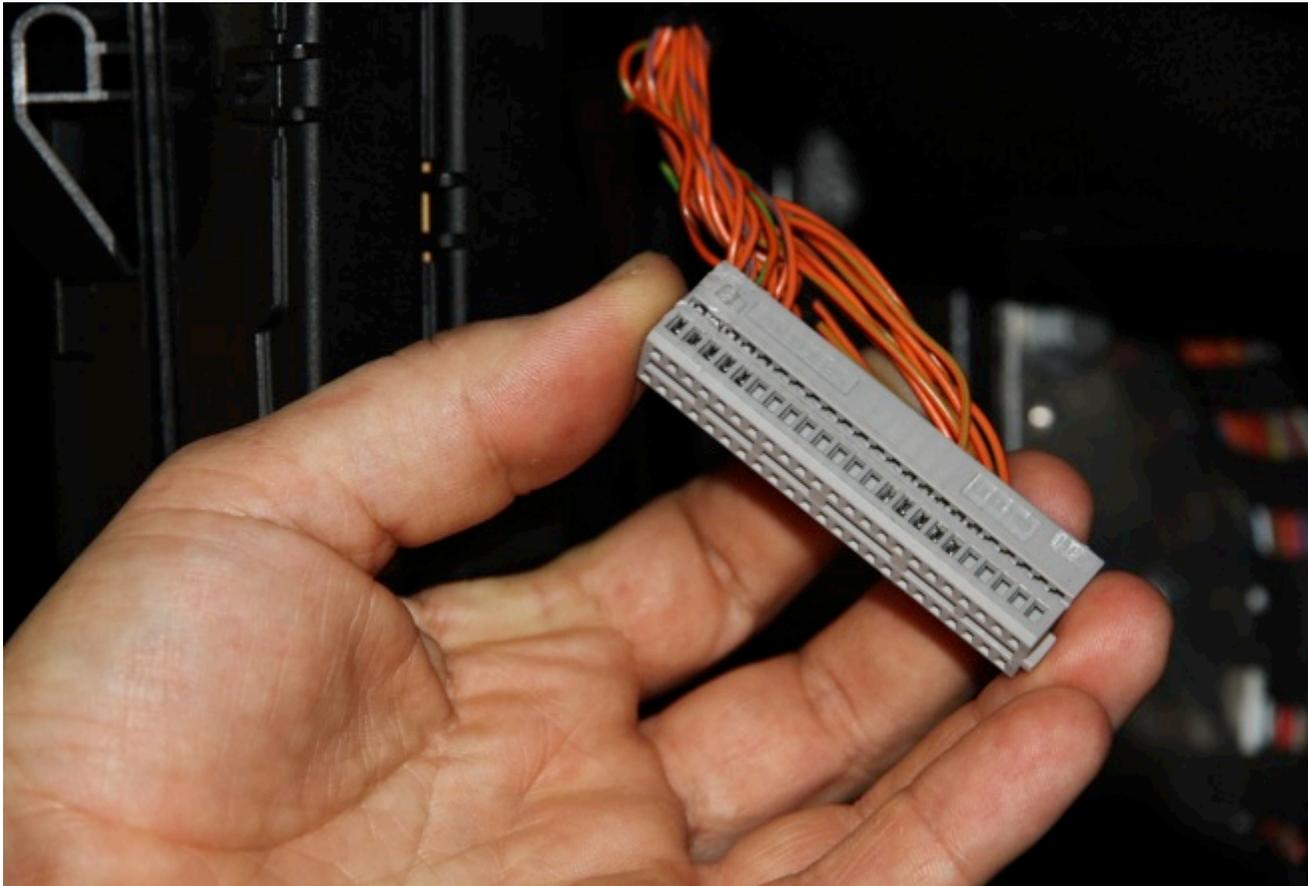
- CAN - Trennstecker



# Audi A5: Fehler im „Komfortbus“

## 2. Vernetzungsart feststellen

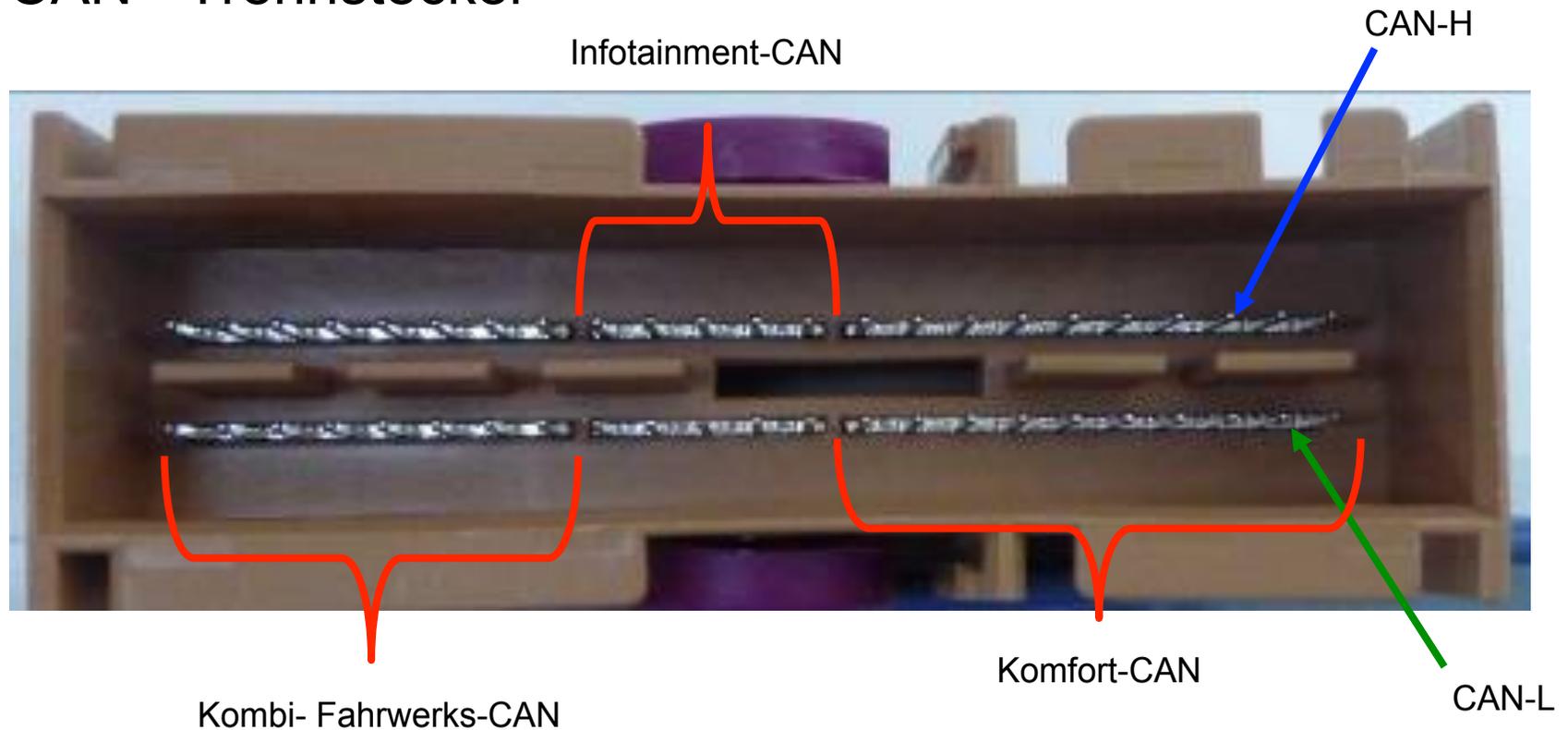
- CAN - Trennstecker



# Audi A5: Fehler im „Komfortbus“

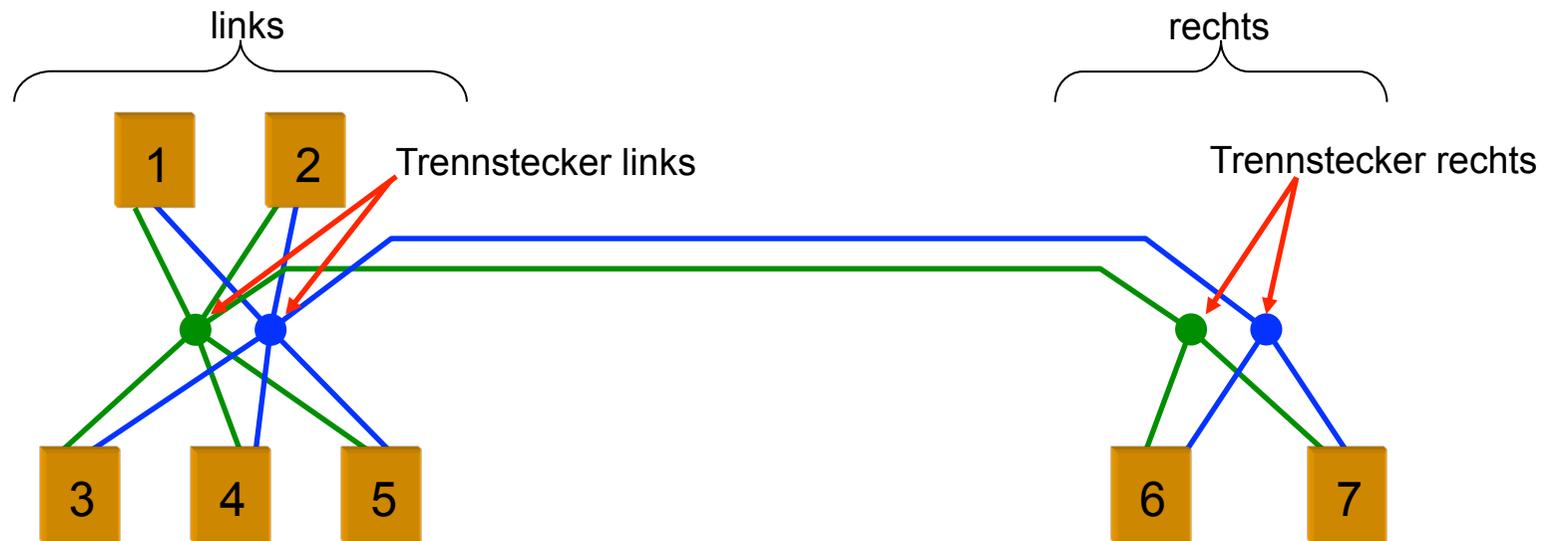
## 2. Vernetzungsart feststellen

- CAN - Trennstecker



# Audi A5: Fehler im „Komfortbus“

## 2. Vernetzungsart feststellen



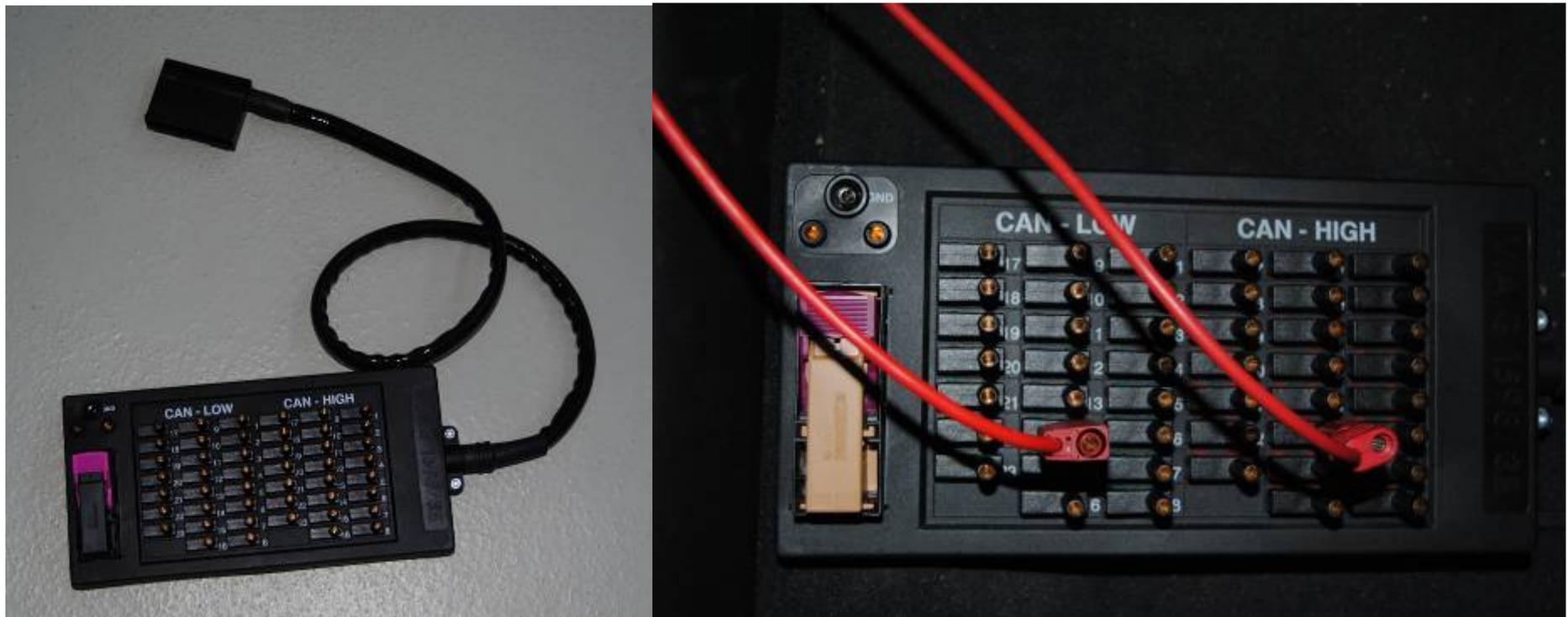
- 1 – SG Climatronic
- 2 – Tür SG Fahrer
- 3 – Lenksäulenelektronik
- 4 – Gateway
- 5 – Komfort SG

- 6 – Tür SG Beifahrer
- 7 – Bordnetz SG

# Audi A5: Fehler im „Komfortbus“

## 3. Fehler genau bestimmen

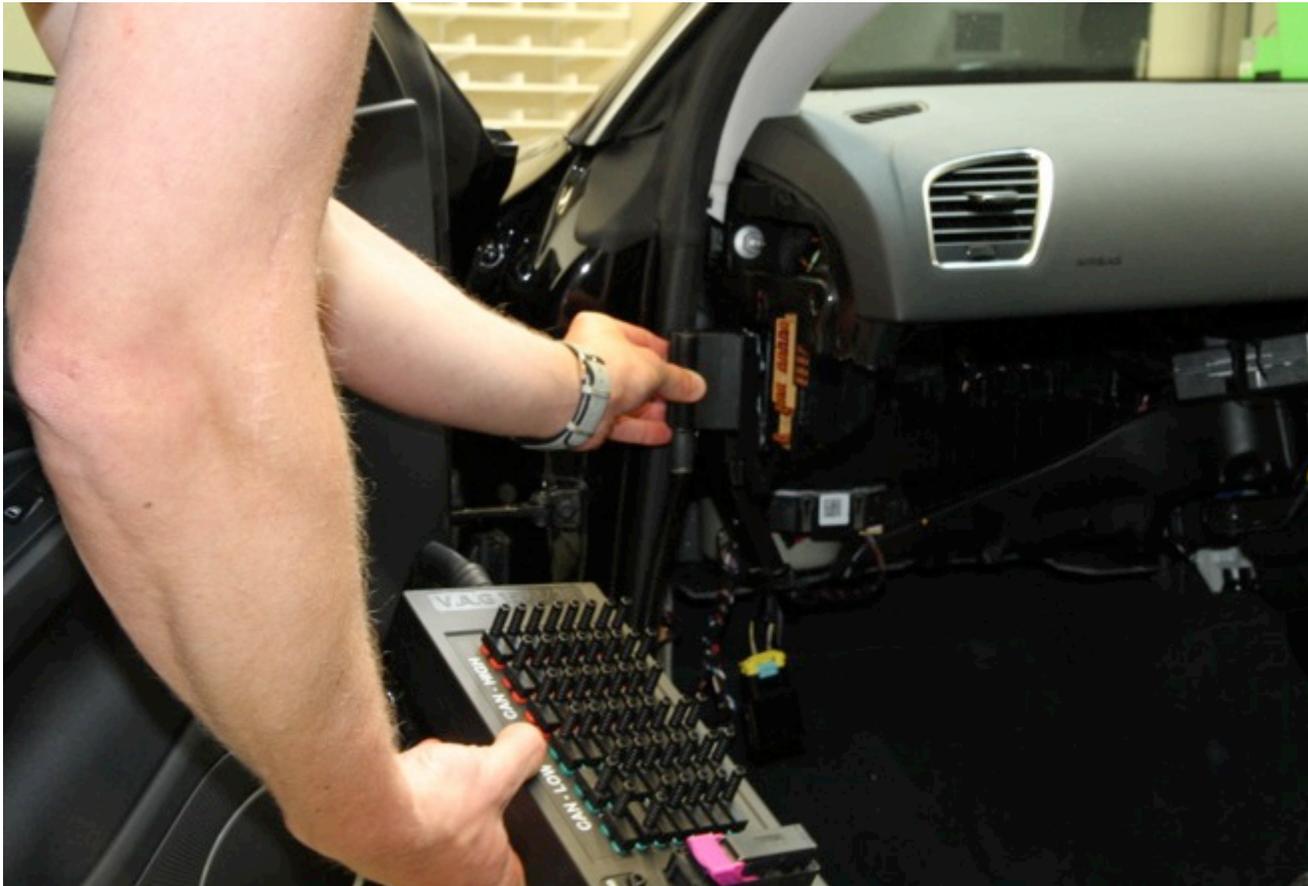
- Break-Out-Box für CAN Trennstecker



# Audi A5: Fehler im „Komfortbus“

## 3. Fehler genau bestimmen

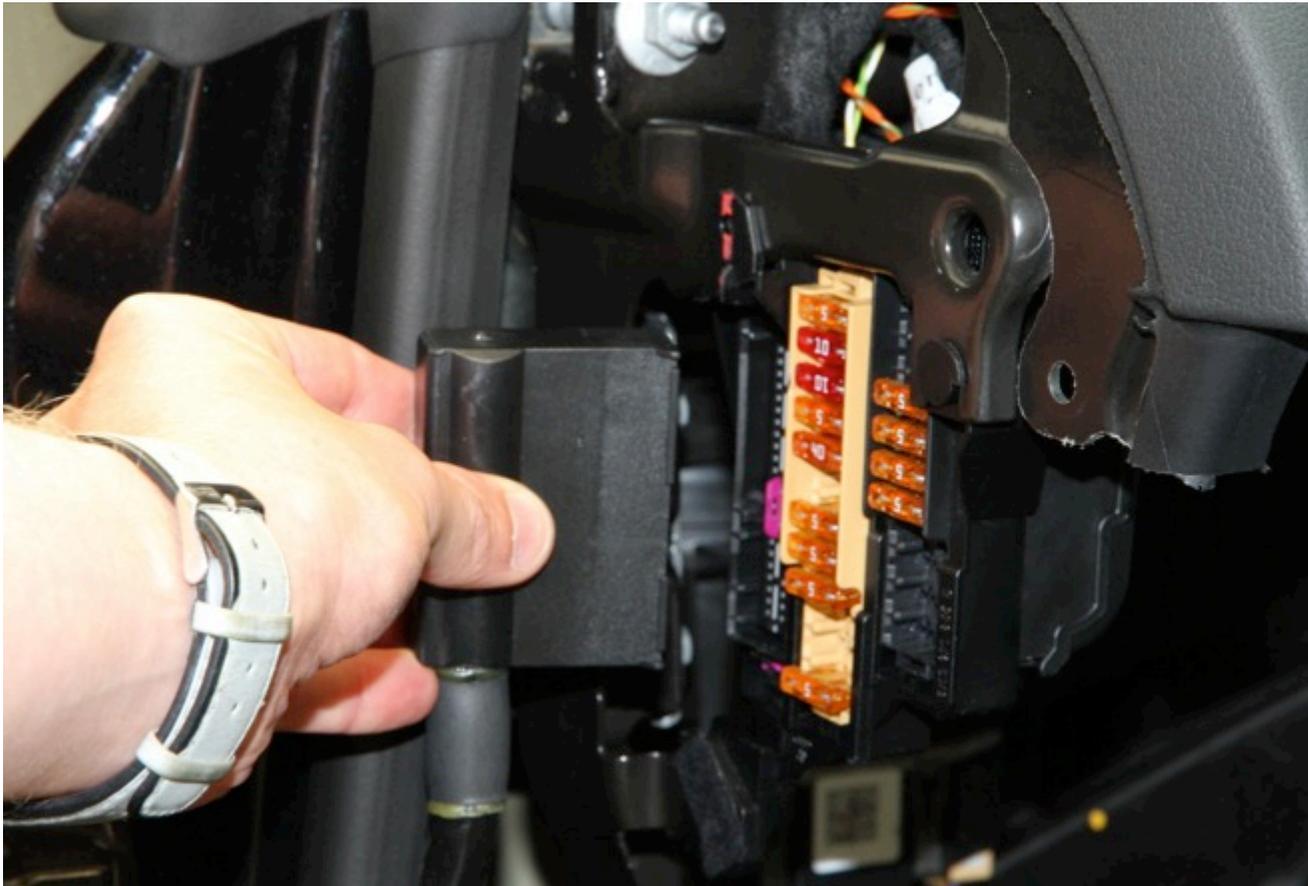
- Break-Out-Box für CAN Trennstecker



# Audi A5: Fehler im „Komfortbus“

## 3. Fehler genau bestimmen

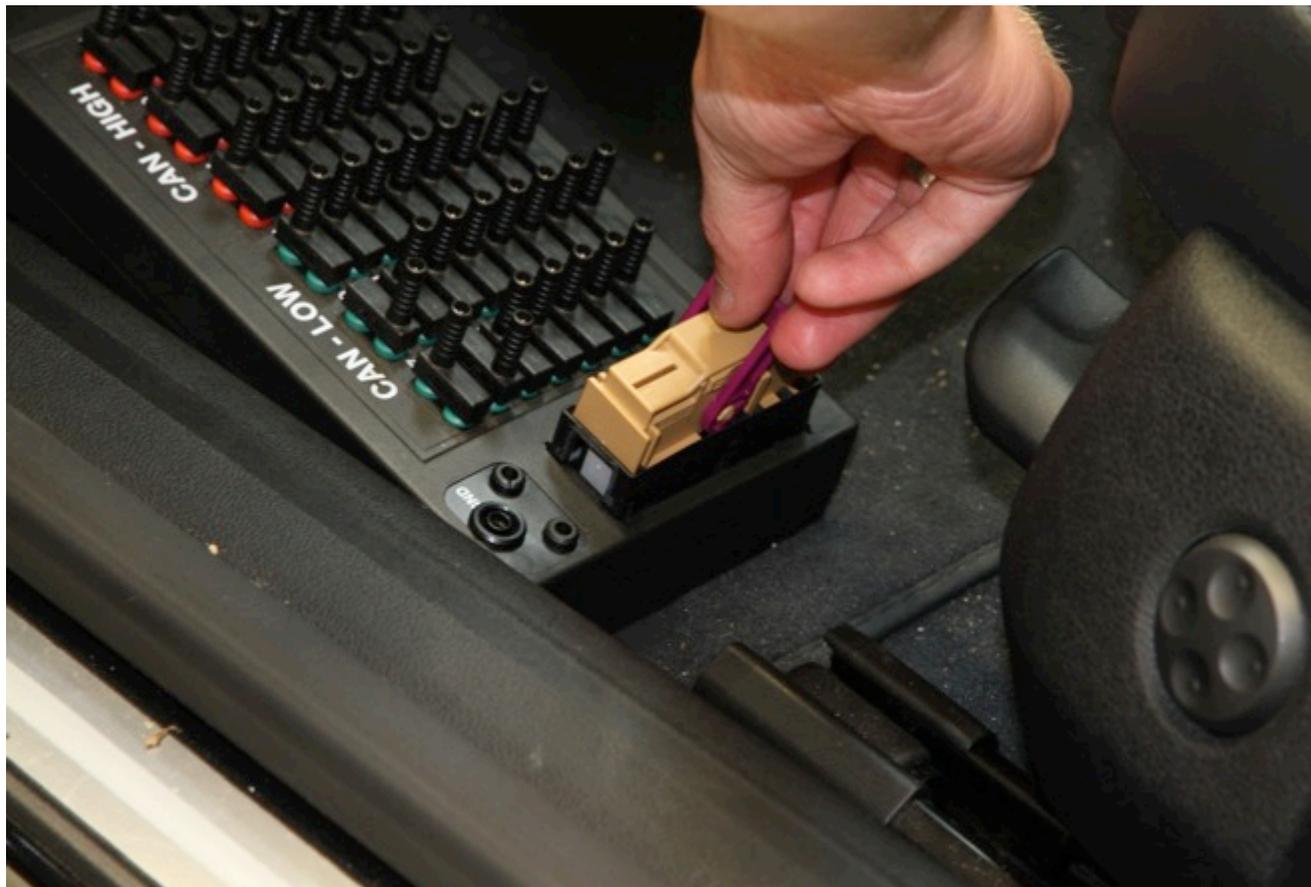
- Break-Out-Box für CAN Trennstecker



# Audi A5: Fehler im „Komfortbus“

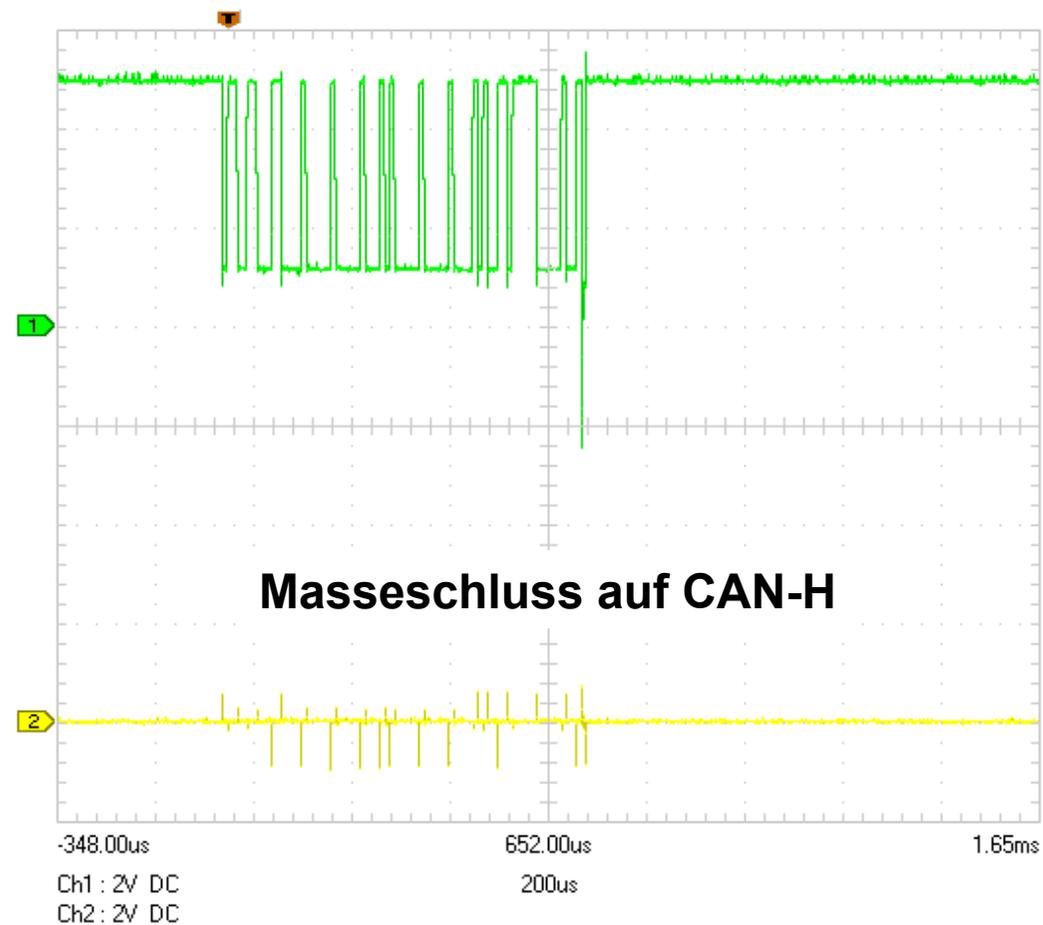
## 3. Fehler genau bestimmen

- Break-Out-Box für CAN Trennstecker



# Audi A5: Fehler im „Komfortbus“

## 3. Fehler genau bestimmen





# Audi A5: Fehler im „Komfortbus“

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden

- Der Tester muss dazu gebracht werden, das Steuergerät anzuzeigen, zu dem der Leitungsfehler vorliegt.
- Es muss festgestellt werden, ob das Steuergerät oder eine Leitung den Massefehler verursacht.

# Audi A5: Fehler im „Komfortbus“

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden:

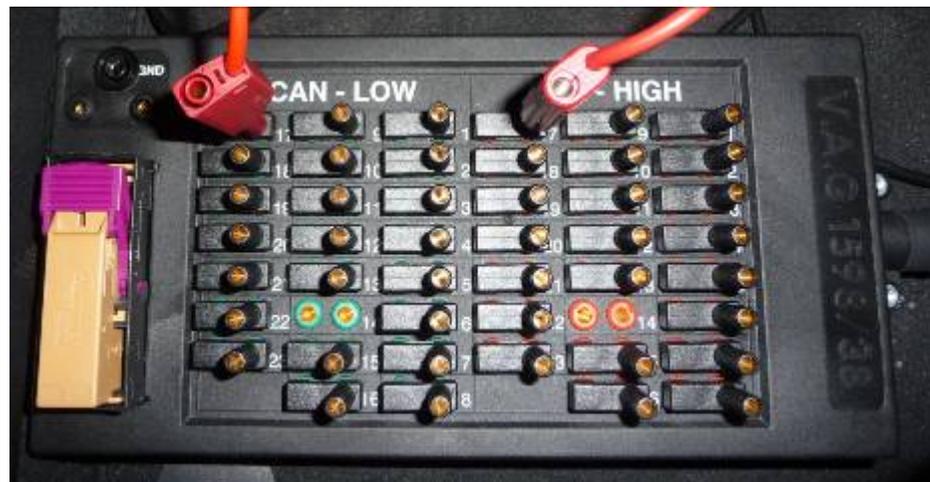
- Break-Out-Box anschließen
- Oszilloskopmessung auf CAN-H und CAN-L



# Audi A5: Fehler im „Komfortbus“

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden

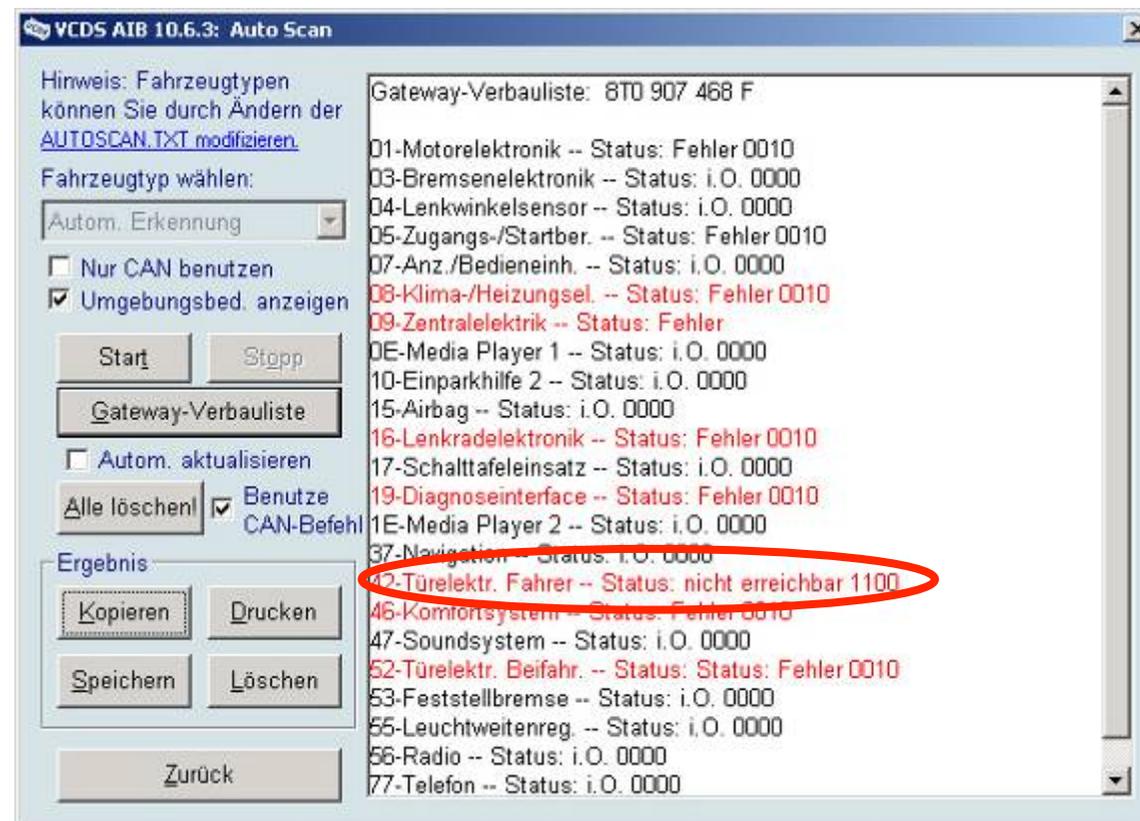
- Nacheinander CAN-H und CAN-L Brücken zu jeweils einem Steuergerät entfernen
  - Fehlerbild am Oszilloskop → Brücken zurückstecken und neue Brücken entfernen
  - Gutbild → Fehlerspeicher im Gateway auslesen, ein Steuergerät ist nicht erreichbar



# Audi A5: Fehler im „Komfortbus“

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden

- Fehlerspeicher im Gateway bzw. Gatewayverbauliste auslesen





# Audi A5: Fehler im „Komfortbus“

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden

- Gezogene Brücken zurückstecken
- Betroffenes Steuergerät freilegen und Stecker am Steuergerät entfernen
- Oszilloskopbild beobachten
  - Gutbild → defektes Steuergerät
  - Fehlerbild → Leitungsdefekt



## Audi A5: Fehler im „Komfortbus“

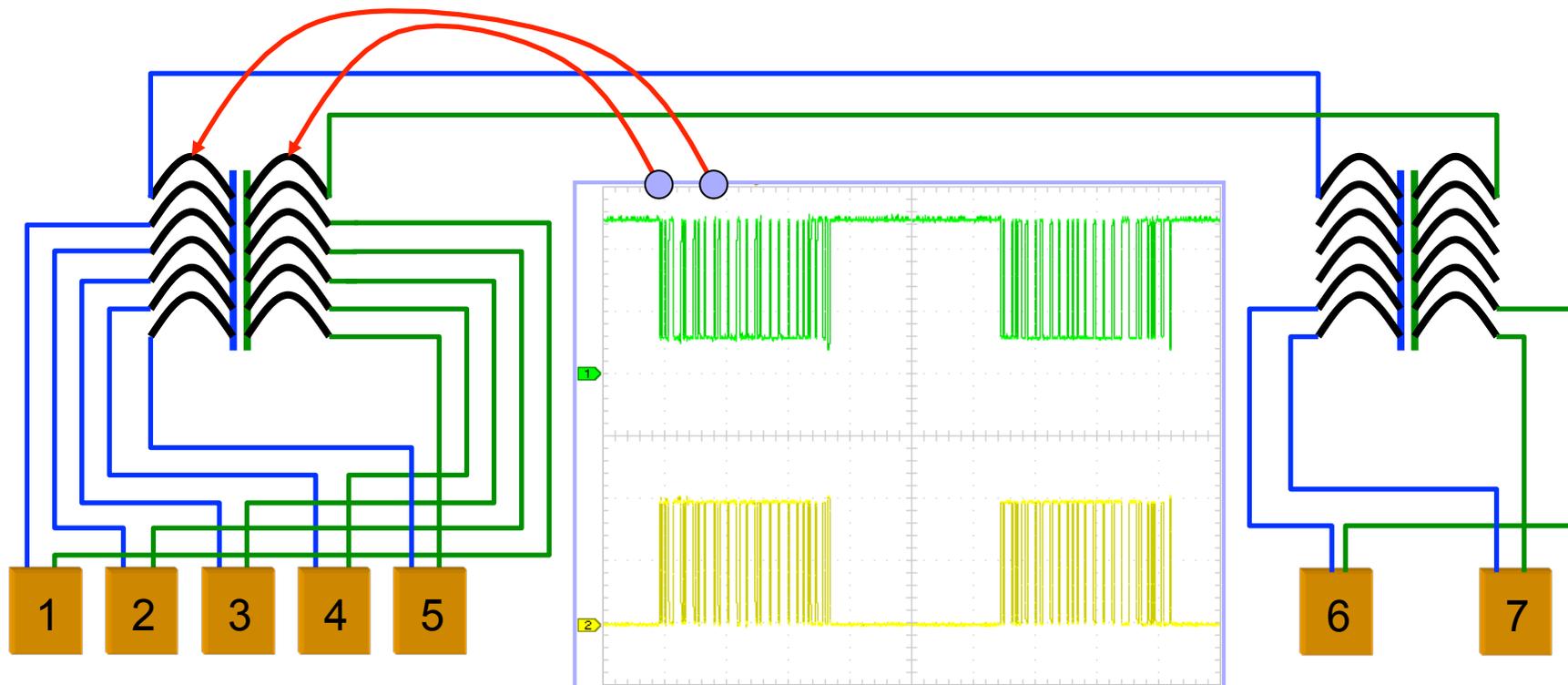
5. Leitung instand setzen bzw. Steuergerät tauschen

6. Fehlerspeicher löschen

7. Fehlerspeicher auslesen

# Audi A5: Fehler im „Komfortbus“

- Fehlersuchstrategie



→ Der Fehler liegt auf der CAM-H Leitung vom Verbindungsknoten zum Türsteuergerät.

# Audi A4: Fehler im Komfortbus



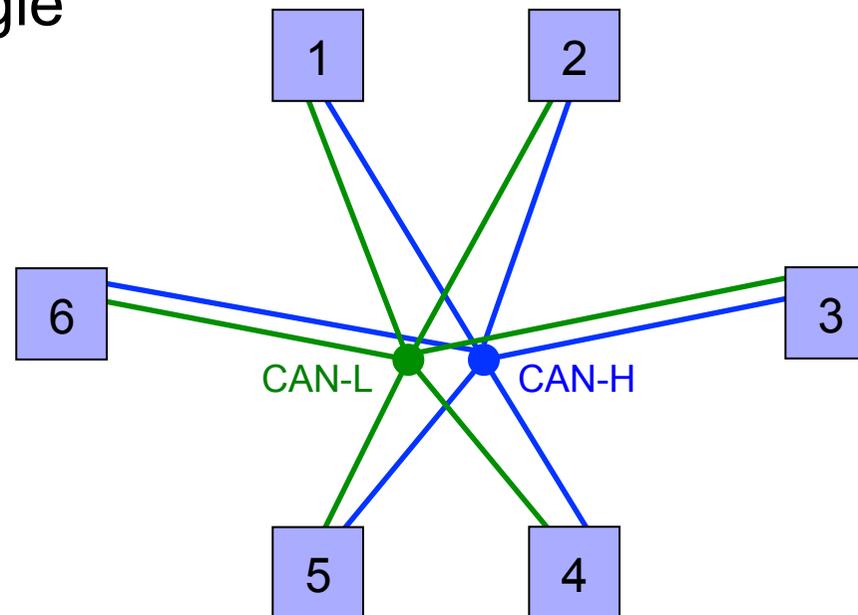
Ein Audi A4 Baujahr 2006 soll überprüft werden. Beim Auslesen der Fehlerspeicher erhalten Sie folgende Fehlermeldung:

1 Fehler gefunden:  
00470 - Konzern-Datenbus Komfort im Eindraht  
012 - elektrischer Fehler im Stromkreis  
Umgebungsbedingungen:  
Fehlerstatus: 01101100  
Fehlerpriorität: 3  
Fehlerhäufigkeit: 1  
Verlernzähler: 3  
Kilometerstand: 36 km  
Zeitangabe: 0  
Datum: 2010.10.17  
Zeit: 18:42:58

# Audi A4: Fehler im Komfortbus

## 2. Vernetzungsart feststellen

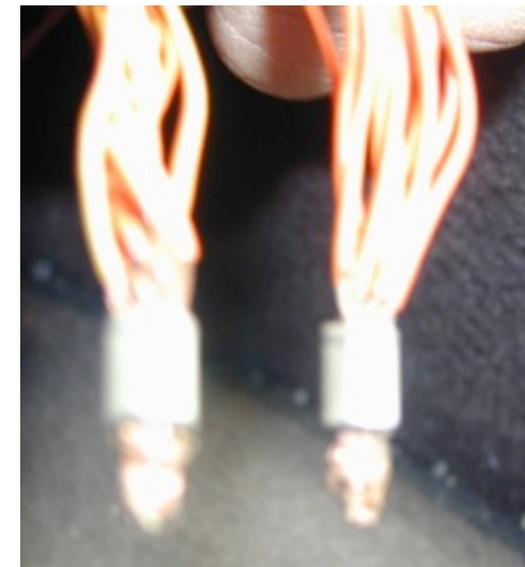
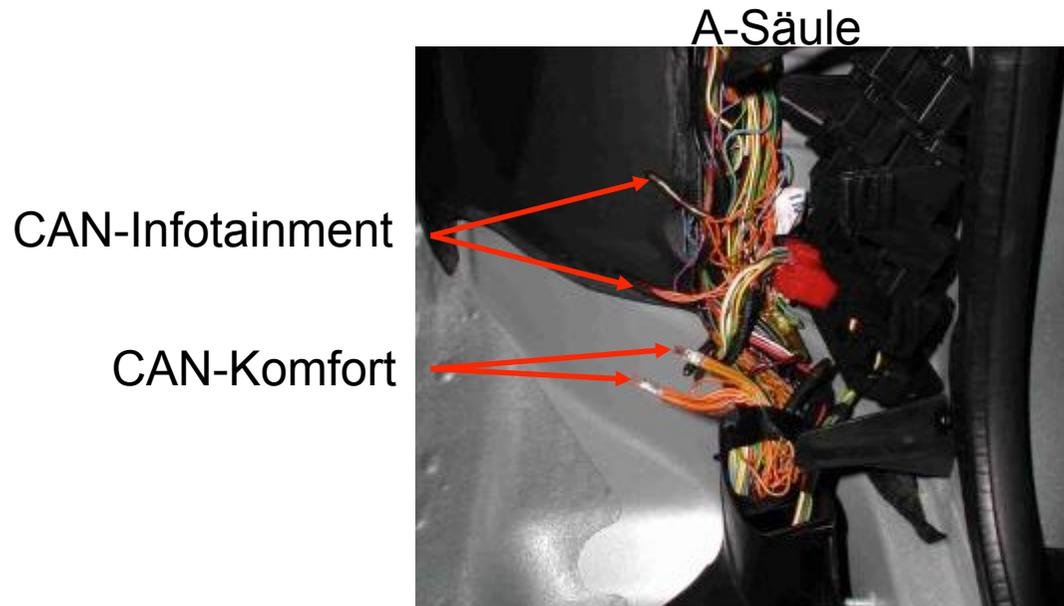
- Sterntopologie



# Audi A4: Fehler im Komfortbus

## 2. Vernetzungsart feststellen

- Vernetzung über Leitungsverbinder

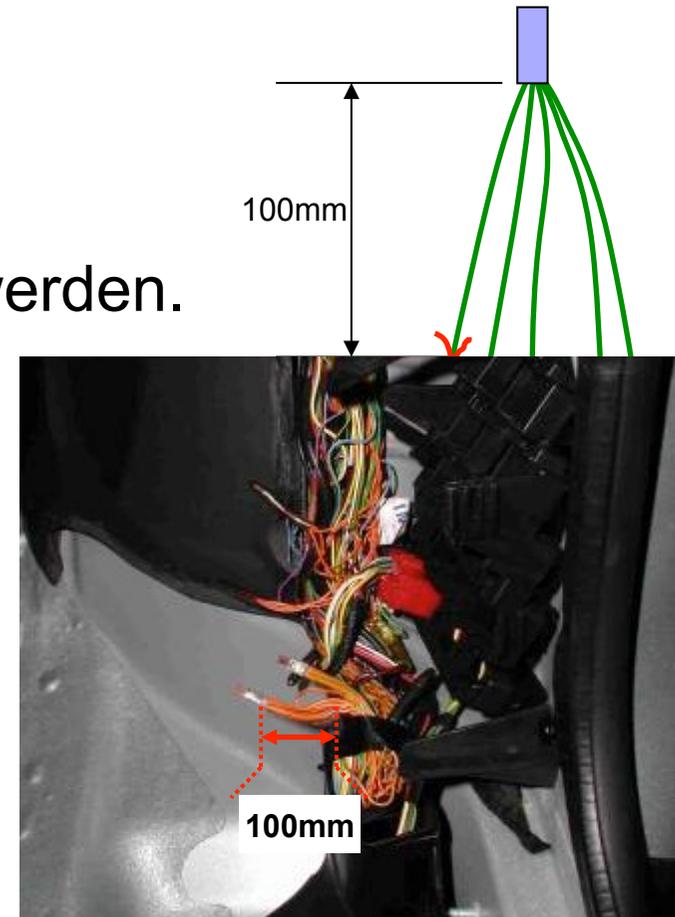


CAN-Leitungsverbinder

# Audi A4: Fehler im Komfortbus

## 2. Vernetzungsart feststellen

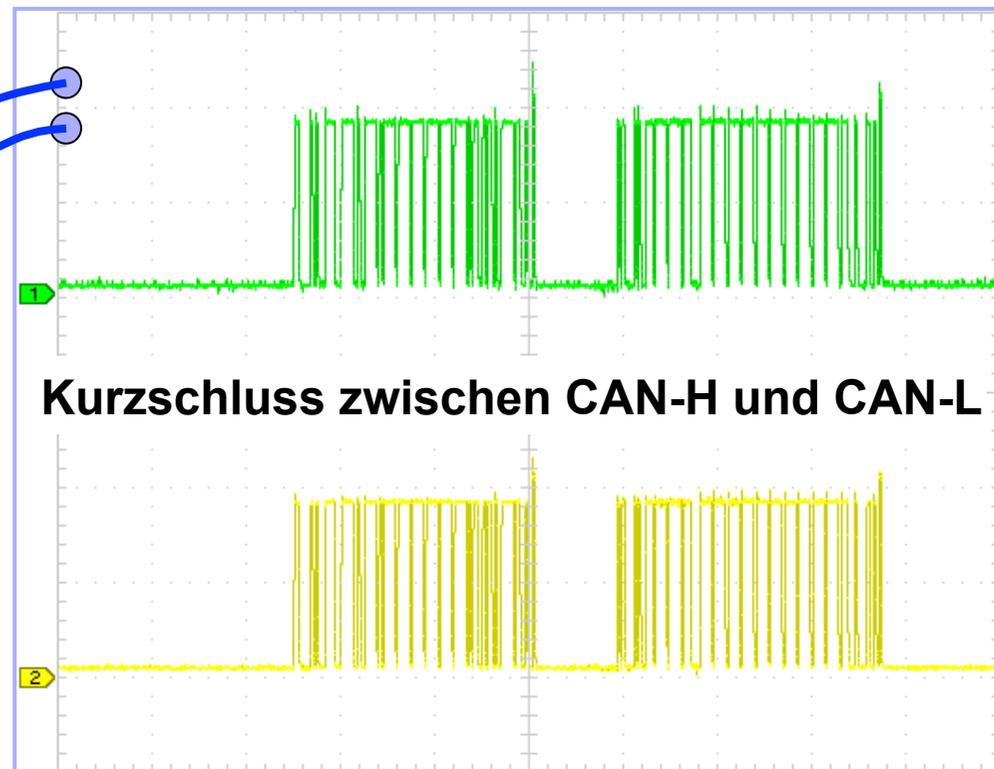
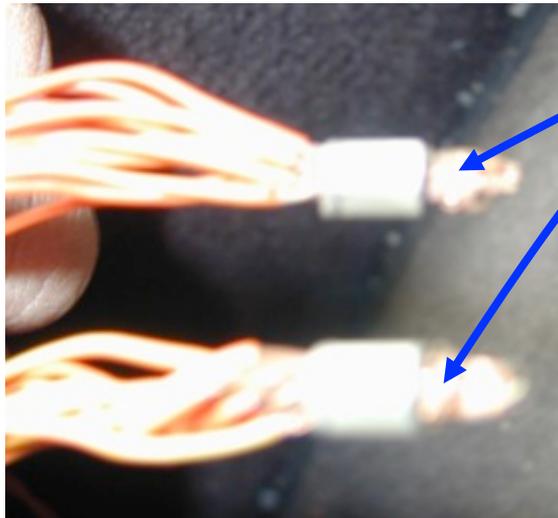
- Leitungsverbinder dürfen nach Herstellerangabe nicht geöffnet werden.
- Leitungsschnitte sollen jeweils 100mm auseinander liegen.
- **In der Praxis werden Leitungsverbinder geöffnet!**



# Audi A4: Fehler im Komfortbus

## 3. Fehler genau bestimmen

- Oszilloskopmessung an den Leitungsverbindern





# Audi A4: Fehler im Komfortbus

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden

- Der Tester muss dazu gebracht werden, das Steuergerät anzuzeigen, zu dem der Leitungsfehler vorliegt.
- Es muss festgestellt werden, ob das Steuergerät oder eine Leitung den Fehler verursacht.



# Audi A4: Fehler im Komfortbus

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden

- Oszilloskop an den Leitungsverbindern anschließen.
- Oszilloskopbild anzeigen.
- Einen Leitungsverbinder auf Masse legen.



# Audi A4: Fehler im Komfortbus

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden

- Anderen Verbinder öffnen und einzelne Leitungen abziehen. Dabei Oszilloskopbild beobachten.
  - Fehlerbild auf beiden Leitungen → Leitung zurückführen und andere Leitung entfernen.
  - Gutbild auf einer Leitung → Fehlerspeicher im Gateway auslesen. Es wird ein Steuergerät ohne Kommunikation angezeigt.



# Audi A4: Fehler im Komfortbus

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden

- Leitung wieder zum Knoten hinzufügen, Masseschluss des anderen Knotens entfernen und Stecker am angezeigten Steuergerät ziehen. Oszilloskopbild beachten.
  - Fehlerbild → der Fehler wird durch einen Leitungsschluss verursacht. Die Leitungen müssen erneuert werden.
  - Gutbild → der Fehler wird durch das Steuergerät verursacht. Das Steuergerät muss getauscht werden.



# Audi A4: Fehler im Komfortbus

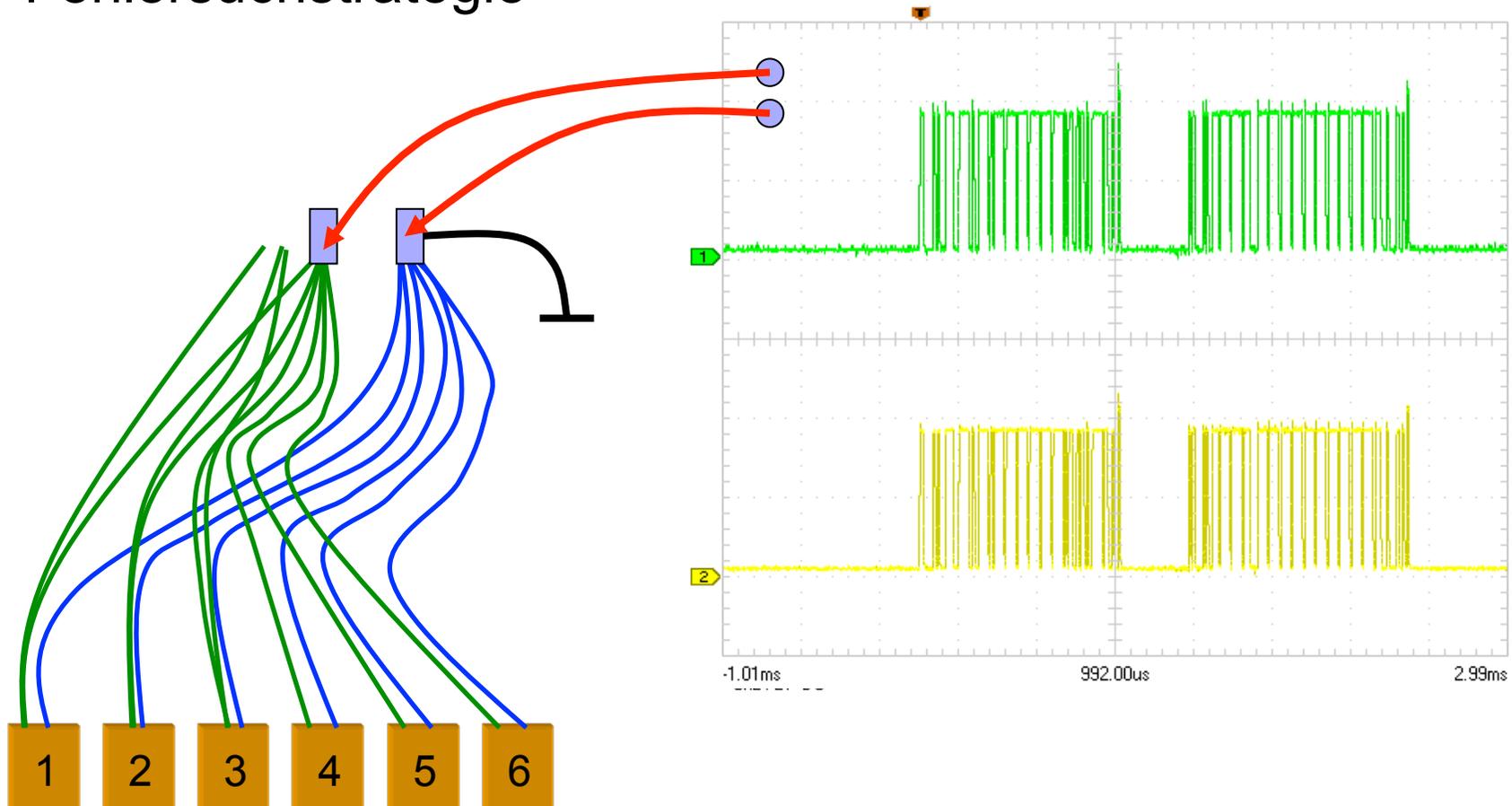
5. Fehler beheben.

6. Fehlerspeicher löschen.

7. Fehlerspeicher erneut auslesen.

# Audi A4: Fehler im Komfortbus

## ■ Fehlersuchstrategie



→ Der Fehler wird vom Steuergerät verursacht.

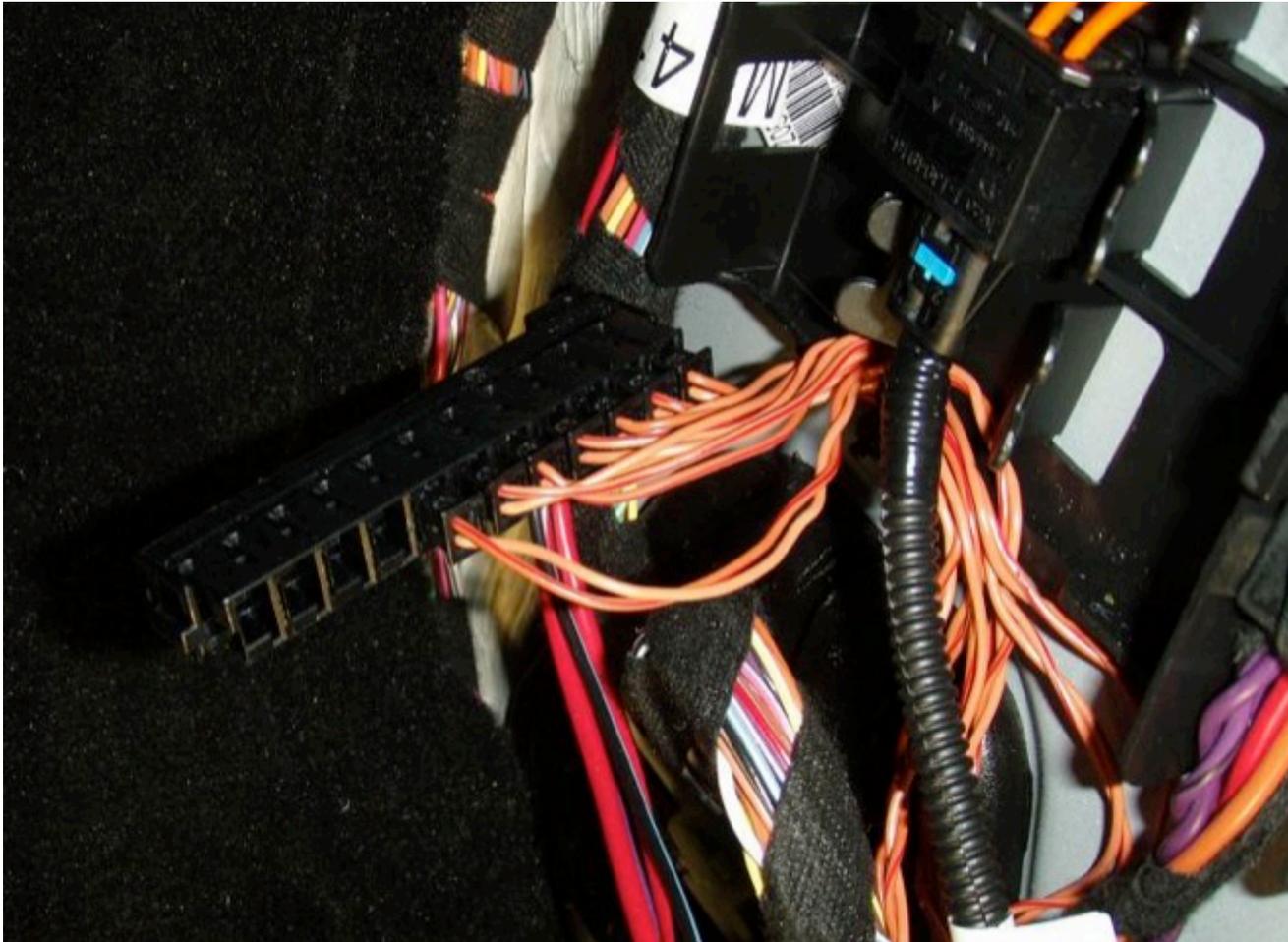


## Audi A4: Fehler im Komfortbus

- Eine Verbindung sollte nur auf Masse gelegt werden, wenn es sich um feste CAN-Verbindungen handelt. Ansonsten immer besser beide Leitungen entfernen.
- Nur im Low-Speed-Bus darf eine Verbindung auf Masse gelegt werden

# Audi A4: Fehler im Komfortbus

- CAN-Verbindung (Potentialverteiler) bei Mercedes



# Audi A4: Fehler im Komfortbus

- CAN-Verbindung (Potentialverteiler) bei Mercedes



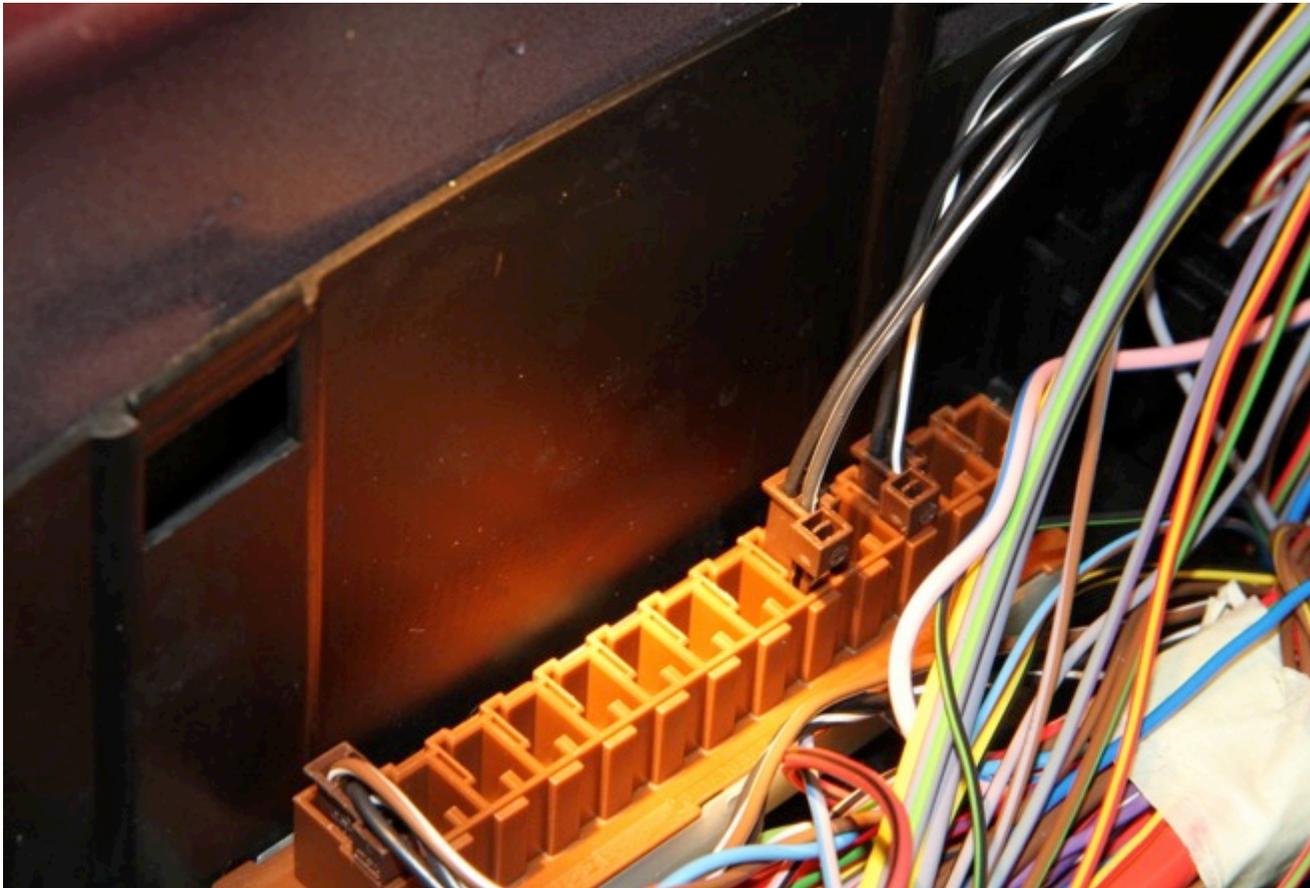
# Audi A4: Fehler im Komfortbus

- CAN-Verbindung (Potentialverteiler) bei Mercedes



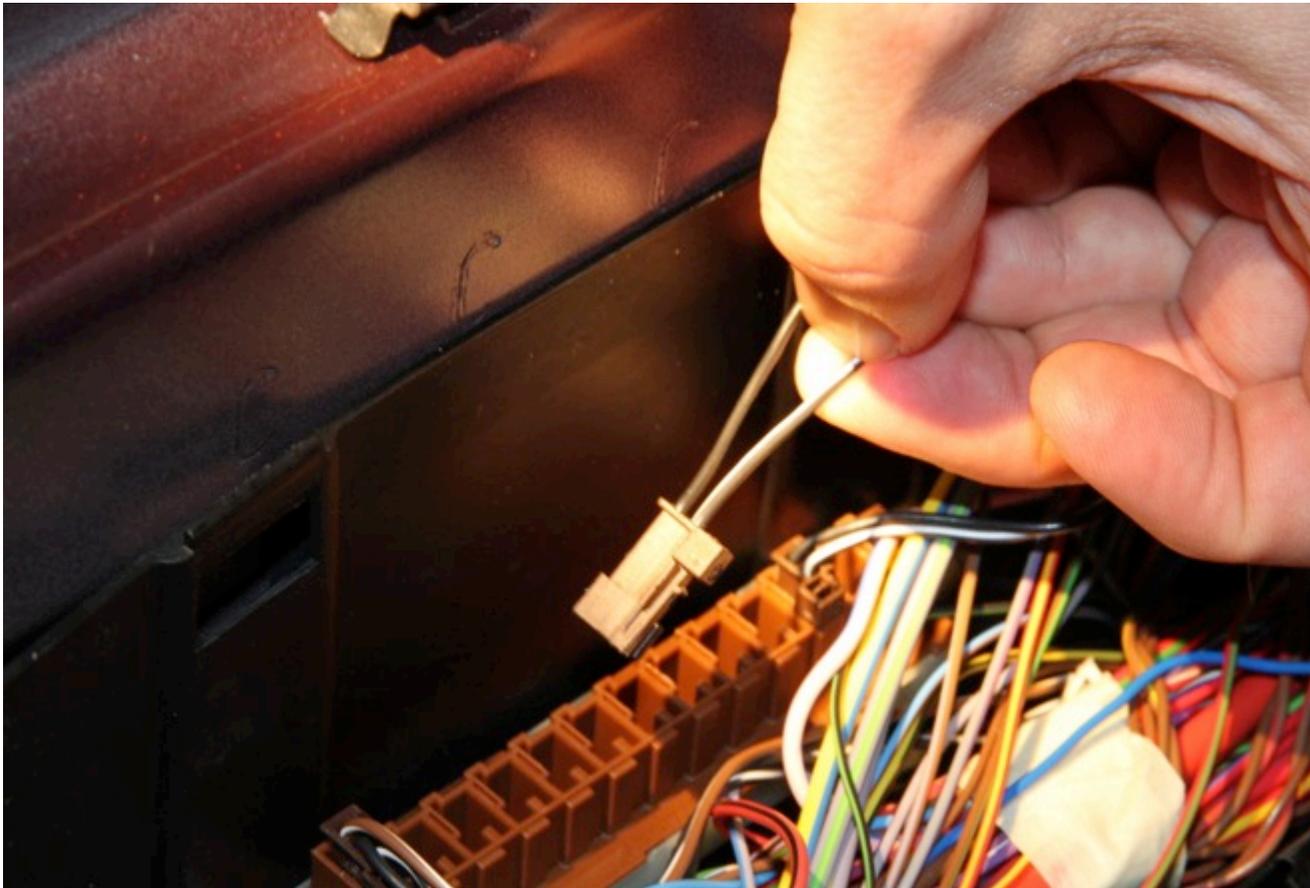
# Audi A4: Fehler im Komfortbus

- CAN-Verbindung (Potentialverteiler) bei Mercedes



# Audi A4: Fehler im Komfortbus

- CAN-Verbindung (Potentialverteiler) bei Mercedes



# Audi A4: Fehler im Komfortbus

- CAN-Verbindung (Potentialverteiler) bei Mercedes



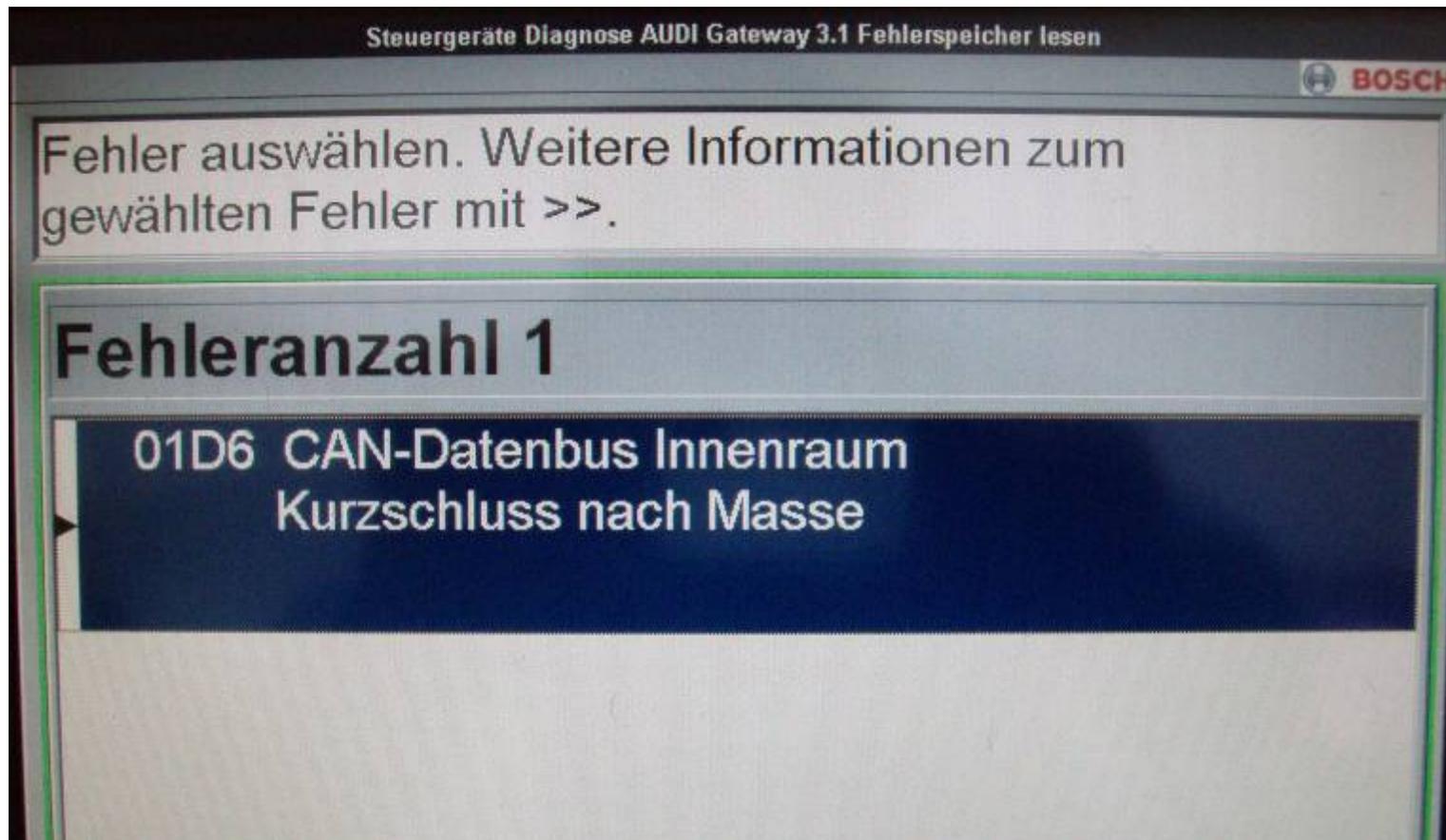
## A8: Fehler im Komfortbus



Bei einem Audi A8 Baujahr 2004 ist ein Fehler im Low-Speed Bus aufgetreten.

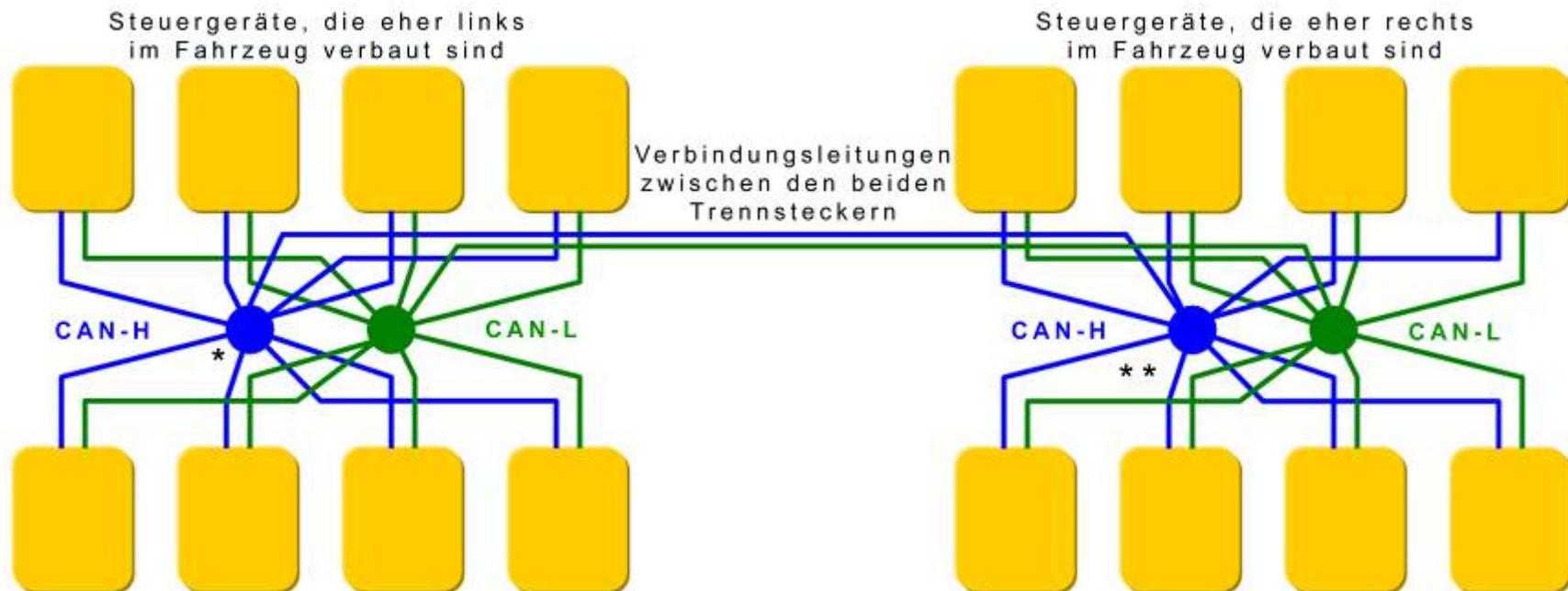
# A8: Fehler im Komfortbus

## 1. Fehlerspeicher auslesen



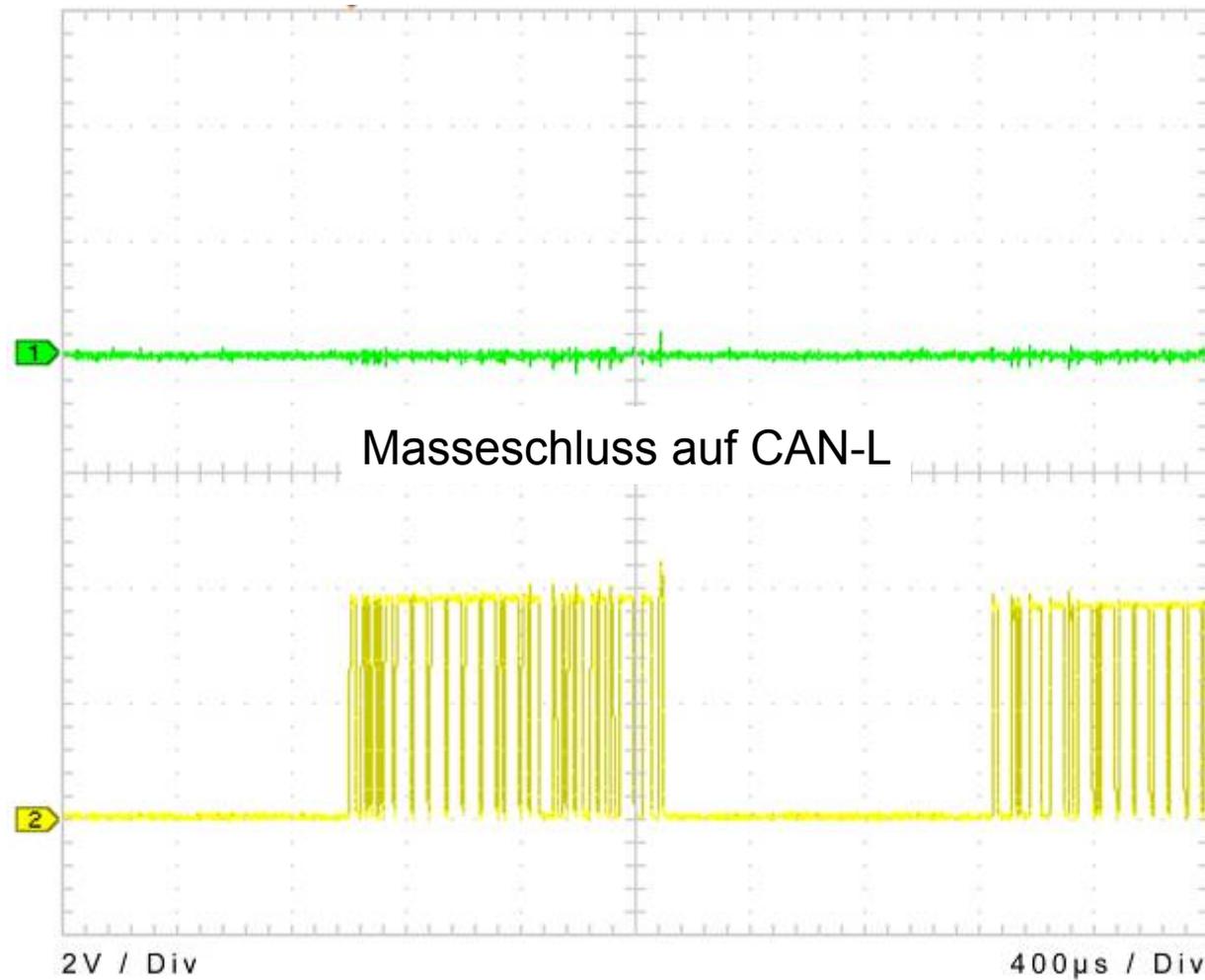
# A8: Fehler im Komfortbus

## 2. Vernetzungsart feststellen



# A8: Fehler im Komfortbus

## 3. Fehler genau bestimmen





## A8: Fehler im Komfortbus

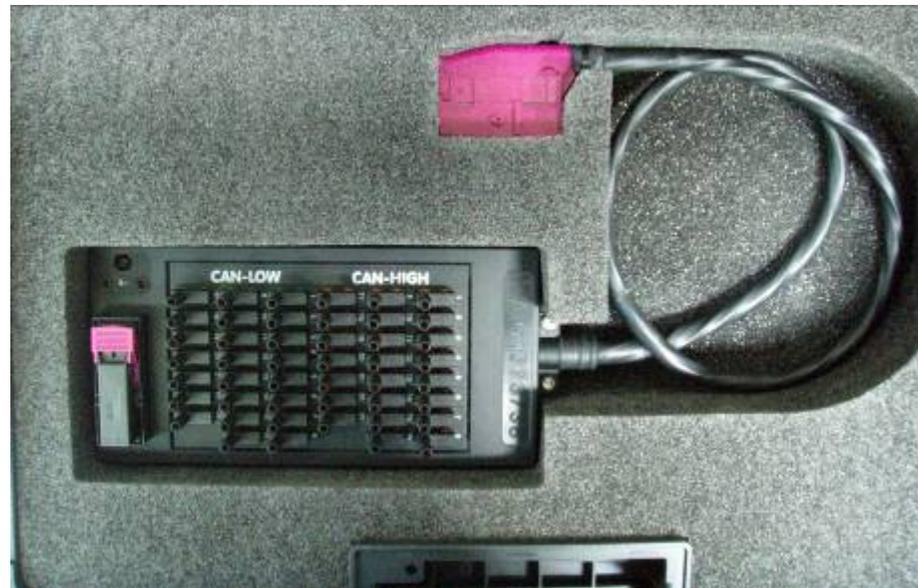
### 4. Fehlersuchstrategie anwenden

- Der Tester muss dazu gebracht werden, das Steuergerät anzuzeigen, zu dem der Leitungsfehler vorliegt.
- Es muss festgestellt werden, ob das Steuergerät oder eine Leitung den Massefehler verursacht.

# A8: Fehler im Komfortbus

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden:

- Break-Out-Box anschließen
- Oszilloskopmessung auf CAN-H und CAN-L





# A8: Fehler im Komfortbus

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden:

- Nacheinander CAN-H und CAN-L Brücken zu jeweils einem Steuergerät entfernen
  - Fehlerbild am Oszilloskop → Brücken zurückstecken und neue Brücken entfernen
  - Gutbild → Fehlerspeicher im Gateway auslesen, ein Steuergerät ist nicht erreichbar

# A8: Fehler im Komfortbus

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden:

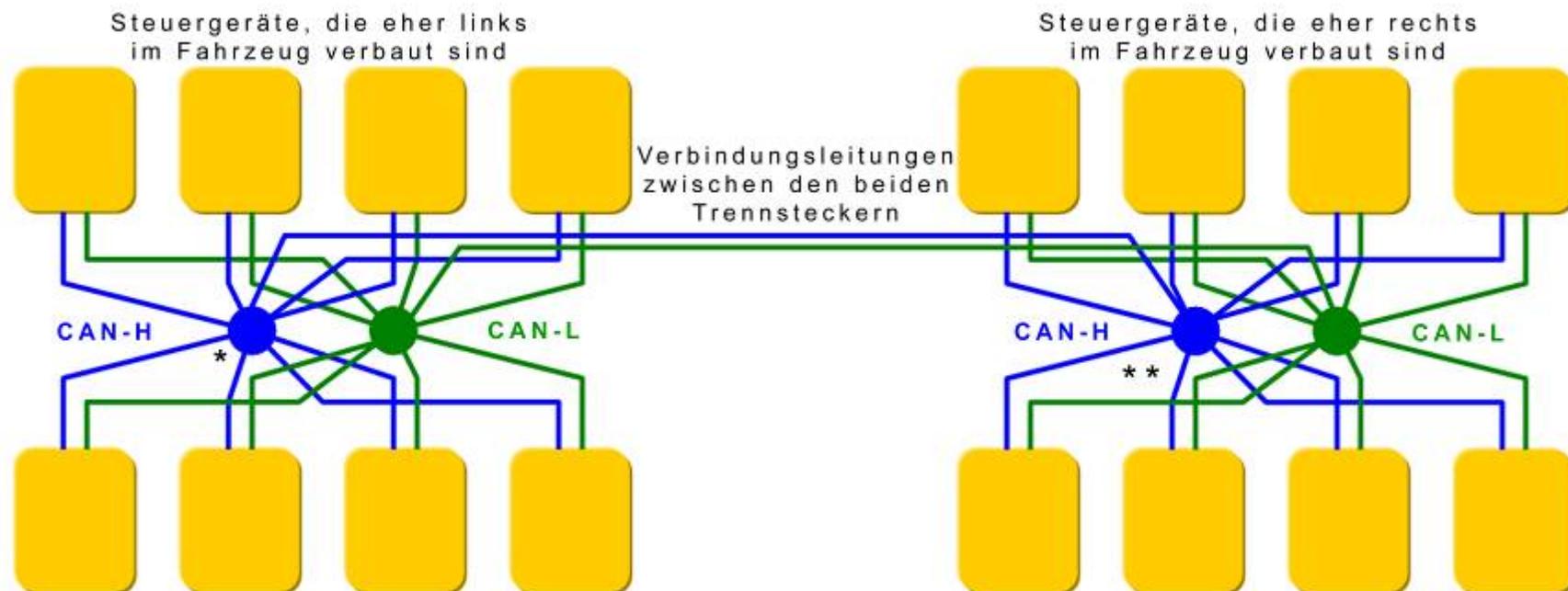
- Fehlerspeicher auslesen

03 - Bremsenelektronik	Fehler
53 - Feststellbremse	Fehler
34 - Niveauregelung	i.O.
05 - Zugang- und Startberechtigung	nicht erreichbar
15 - Airbag	i.O.
25 - Wegfahrsperre	nicht erreichbar
55 - Leuchtweitenregelung	Fehler
65 - Reifendrucküberwachung	nicht erreichbar
16 - Lenkradelektronik	nicht erreichbar
46 - Zentralmodul Komfortsystem	Fehler
56 - Radio	i.O.
76 - Einparkhilfe	nicht erreichbar
1D - Fahreridentifikation	i.O.
07 - Anzeige-/ Bedieneinheit	i.O.
17 - Schalttafelersatz	i.O.

# A8: Fehler im Komfortbus

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden:

- Viele Steuergeräte ohne Kommunikation



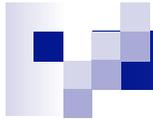
→ Fehler befindet sich auf der anderen Seite!



# A8: Fehler im Komfortbus

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden

- Break Out Box am anderen Trennstecker anschließen
- Strategie wiederholen
  
- Betroffenes Steuergerät freilegen und Stecker am Steuergerät entfernen
- Oszilloskopbild beobachten
  - Gutbild → defektes Steuergerät
  - Fehlerbild → Leitungsdefekt

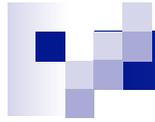


## A8: Fehler im Komfortbus

5. Fehler beheben.

6. Fehlerspeicher löschen.

7. Fehlerspeicher erneut auslesen.



# Touran: mehrere Fehler im Komfortbus

Diese Fehlersuche wurde durchgeführt und dokumentiert von Schülerinnen und Schülern der Gewerbeschule für Kraftfahrzeugtechnik in Hamburg

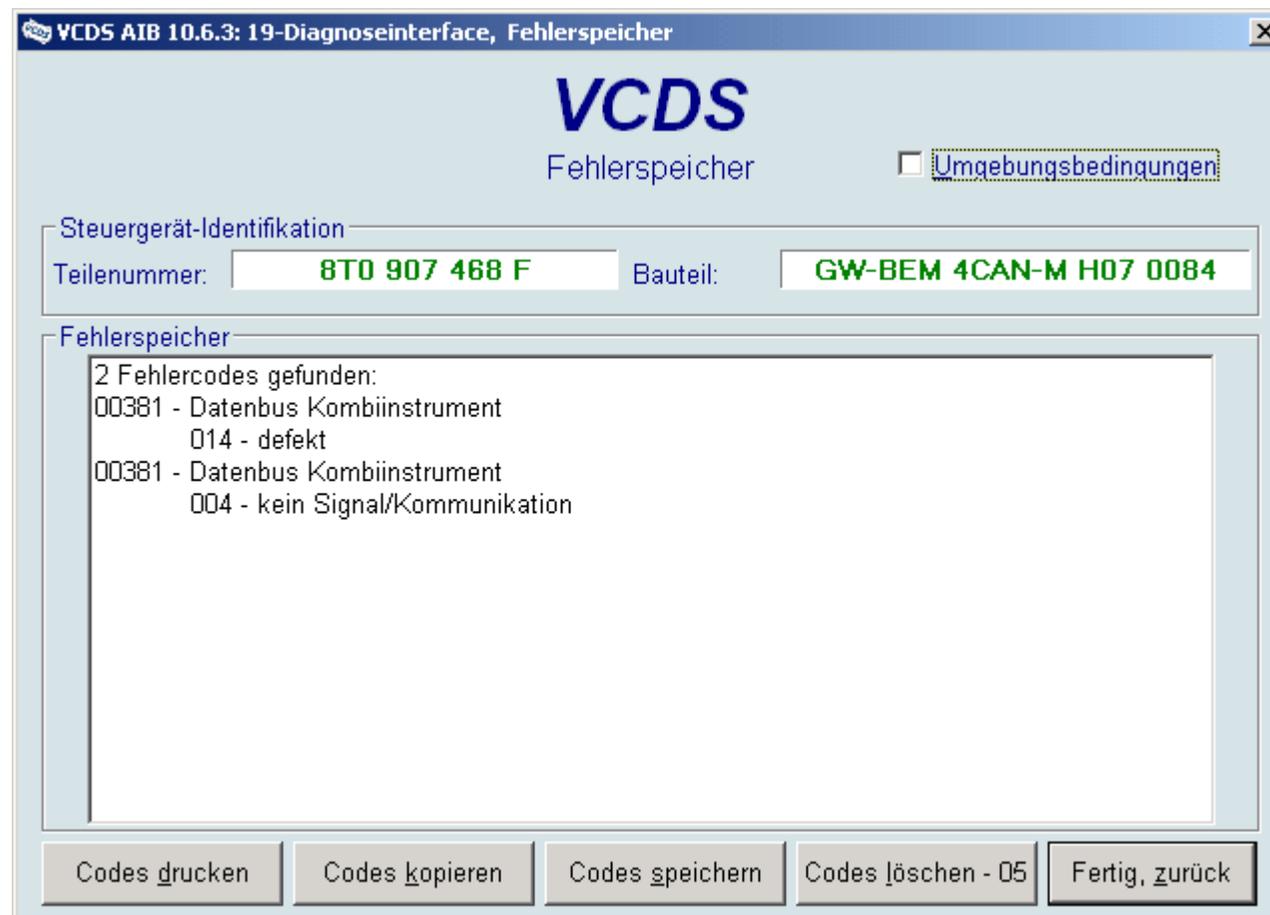
## Audi A5: Fehler im „High-Speed-Bus“



Ein Audi A5 wird in Ihre Werkstatt gebracht. Der Motor läuft unrund und hat Probleme beim Starten. Zusätzlich ist das Kombiinstrument ausgefallen.

# Audi A5: Fehler im „High-Speed-Bus“

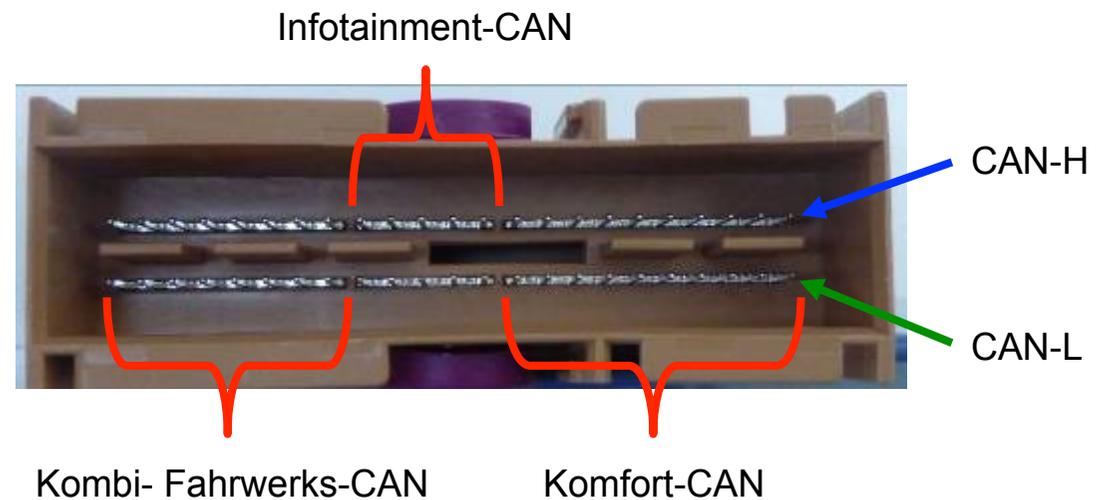
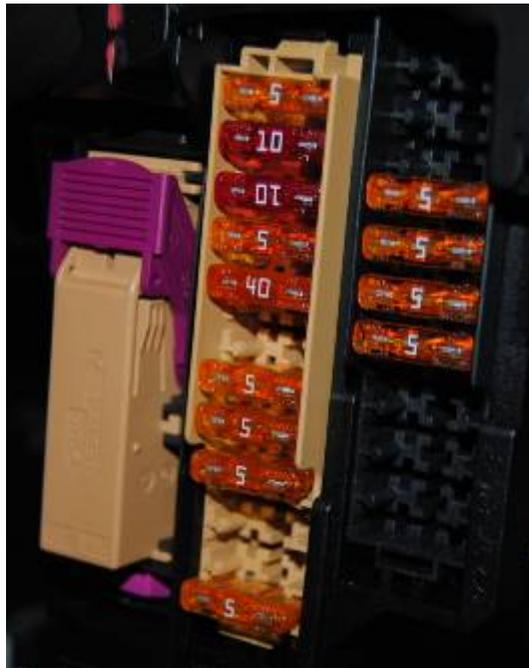
## 1. Fehlerspeicher auslesen (im Gateway)



# Audi A5: Fehler im „High-Speed-Bus“

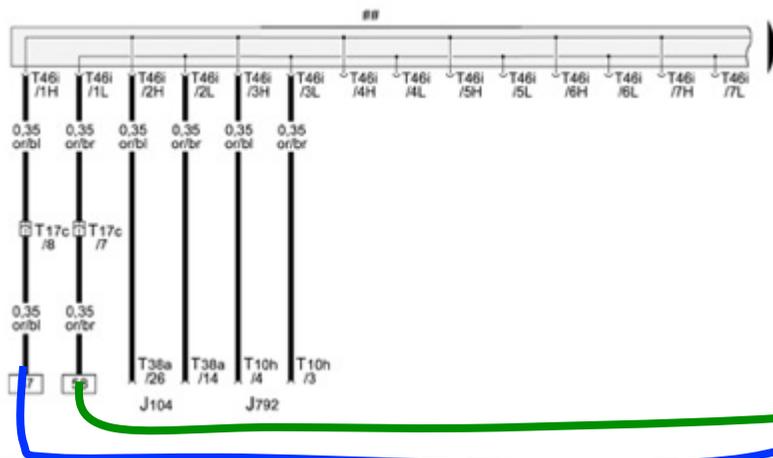
## 2. Vernetzungsart feststellen

- CAN - Trennstecker



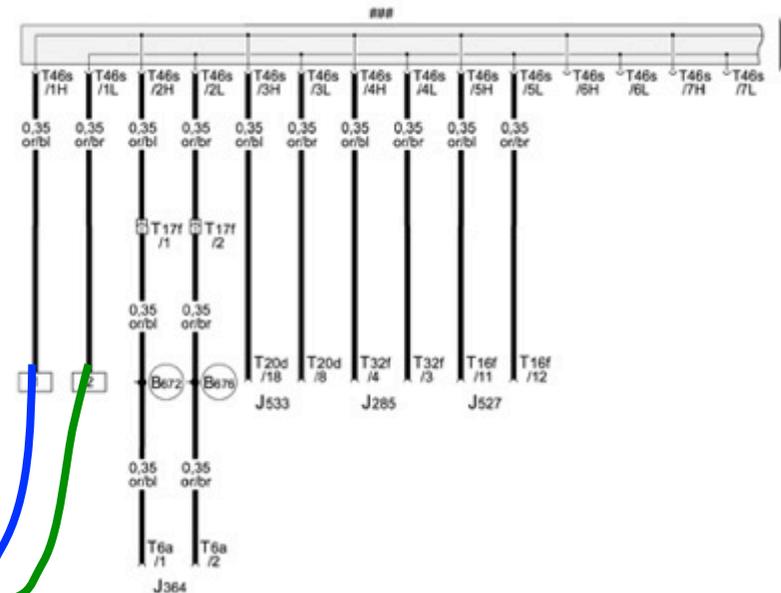
# Audi A5: Fehler im „High-Speed-Bus“

## 2. Vernetzungsart feststellen



### Kombi-Fahrwerks-CAN Innenraum

- J104 - Steuergerät für ABS
- J792 - Steuergerät für aktive Lenkung
- T10h - Steckverbindung, 10fach, schwarz
- T17c - Steckverbindung, 17fach, schwarz
- T38a - Steckverbindung, 38fach, braun
- T46i - Steckverbindung, 46fach, schwarz, CAN-Trennstecker Innenraum
- ## - Steckbrücke Fahrerseite, braun



### Kombi-Fahrwerks-CAN Schalttafel

- J285 - Steuergerät im Schalttafeleinsatz
- J364 - Steuergerät für Zusatzheizung
- J527 - Steuergerät für Lenksäulenelektronik
- J533 - Diagnose-Interface für Datenbus
- T6a - Steckverbindung, 6fach, schwarz
- T16f - Steckverbindung, 16fach, schwarz
- T17f - Steckverbindung, 17fach, braun
- T20d - Steckverbindung, 20fach, rot
- T32f - Steckverbindung, 32fach, grau
- T46s - Steckverbindung, 46fach, schwarz, CAN-Trennstecker Schalttafel
- B672 - Verbindung 1 (CAN-Bus Fahrwerk/Schalttafeleinsatz, High) im Hauptleitungsstrang
- B676 - Verbindung 1 (CAN-Bus Fahrwerk/Schalttafeleinsatz, Low) im Hauptleitungsstrang
- ### - Steckbrücke Beifahrerseite, braun

# Audi A5: Fehler im „High-Speed-Bus“

## 2. Vernetzungsart feststellen

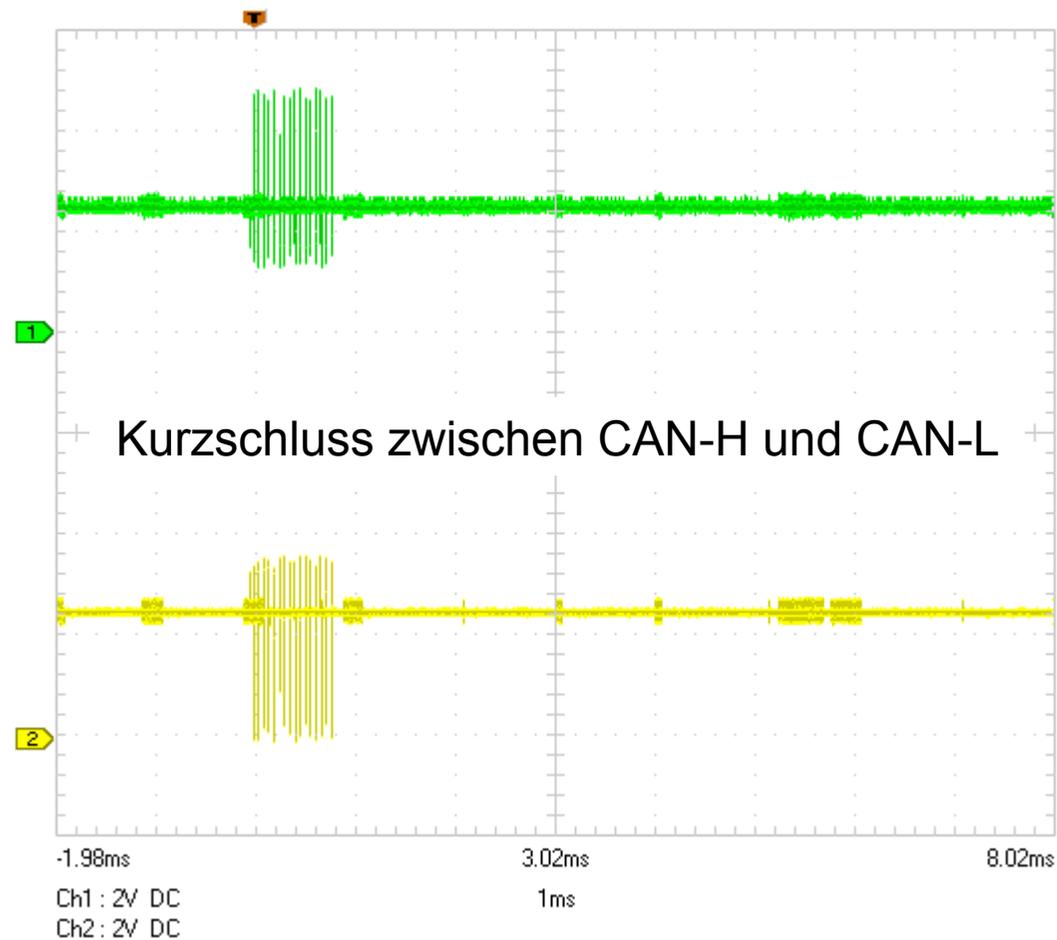


1 – ABS Steuergerät  
2 – Aktive Lenkung

3 – Schalttafeleinsatz  
4 – Zusatzheizung  
5 – Lenksäulenelektronik  
6 – Diagnoseinterface

# Audi A5: Fehler im „High-Speed-Bus“

## 3. Fehler genau bestimmen



# Audi A5: Fehler im „High-Speed-Bus“

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden:

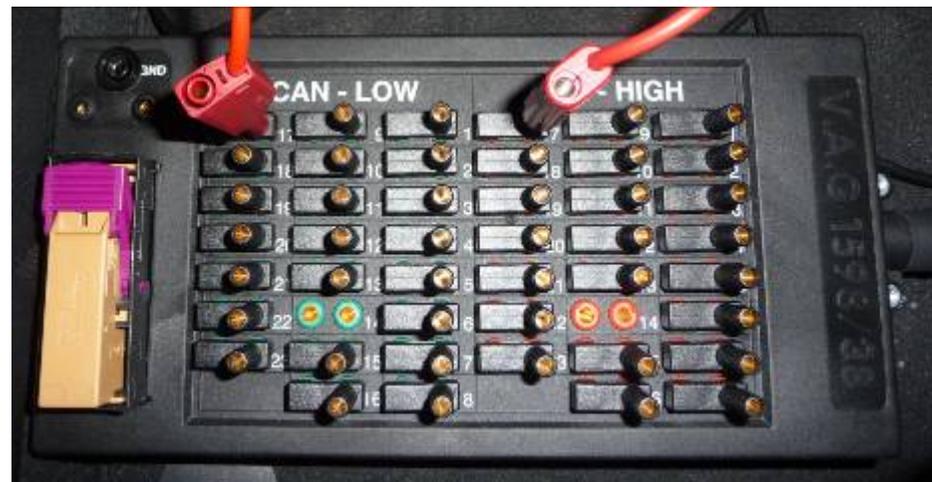
- Break-Out-Box anschließen
- Oszilloskopmessung auf CAN-H und CAN-L



# Audi A5: Fehler im „High-Speed-Bus“

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden

- Nacheinander CAN-H und CAN-L Brücken zu jeweils einem Steuergerät entfernen
  - Fehlerbild am Oszilloskop → Brücken zurückstecken und neue Brücken entfernen
  - Gutbild → Fehlerspeicher im Gateway auslesen, ein Steuergerät ist nicht erreichbar



# Audi A5: Fehler im „High-Speed-Bus“

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden

- Fehlerspeicher im Gateway bzw. Gatewayverbauliste auslesen

The screenshot shows a diagnostic tool interface with the following fields and data:

- Steuergerät-Identifikation**
  - Teilenummer: 8T0 907 468 F
  - Bauteil: GW-BEM 4CAN-M H07 0084
- Fehlerspeicher**
  - 1 Fehler gefunden:
  - B1316 - Bremsensteuergerät
  - 004 - kein Signal/Kommunikation
  - Umgebungsbedingungen:
    - Fehlerstatus: 01100100
    - Fehlerpriorität: 2
    - Fehlerhäufigkeit: 1
    - Verlernzähler: 3
    - Kilometerstand: 36 km
    - Zeitangabe: 0
    - Datum: 2010.10.17
    - Zeit: 19:08:01

At the bottom of the interface, there are several buttons: Codes drucken, Codes kopieren, Codes speichern, Codes löschen - 05, and Fertig, zurück. The text "B1316 - Bremsensteuergerät" and "004 - kein Signal/Kommunikation" is circled in red.



# Audi A5: Fehler im „High-Speed-Bus“

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden

- Gezogene Brücken zurückstecken
- Betroffenes Steuergerät freilegen und Stecker am Steuergerät entfernen
- Oszilloskopbild beobachten
  - Gutbild → defektes Steuergerät
  - Fehlerbild → Leitungsdefekt



## Audi A5: Fehler im „High-Speed-Bus“

5. Leitung instand setzen bzw. Steuergerät tauschen

6. Fehlerspeicher löschen

7. Fehlerspeicher auslesen

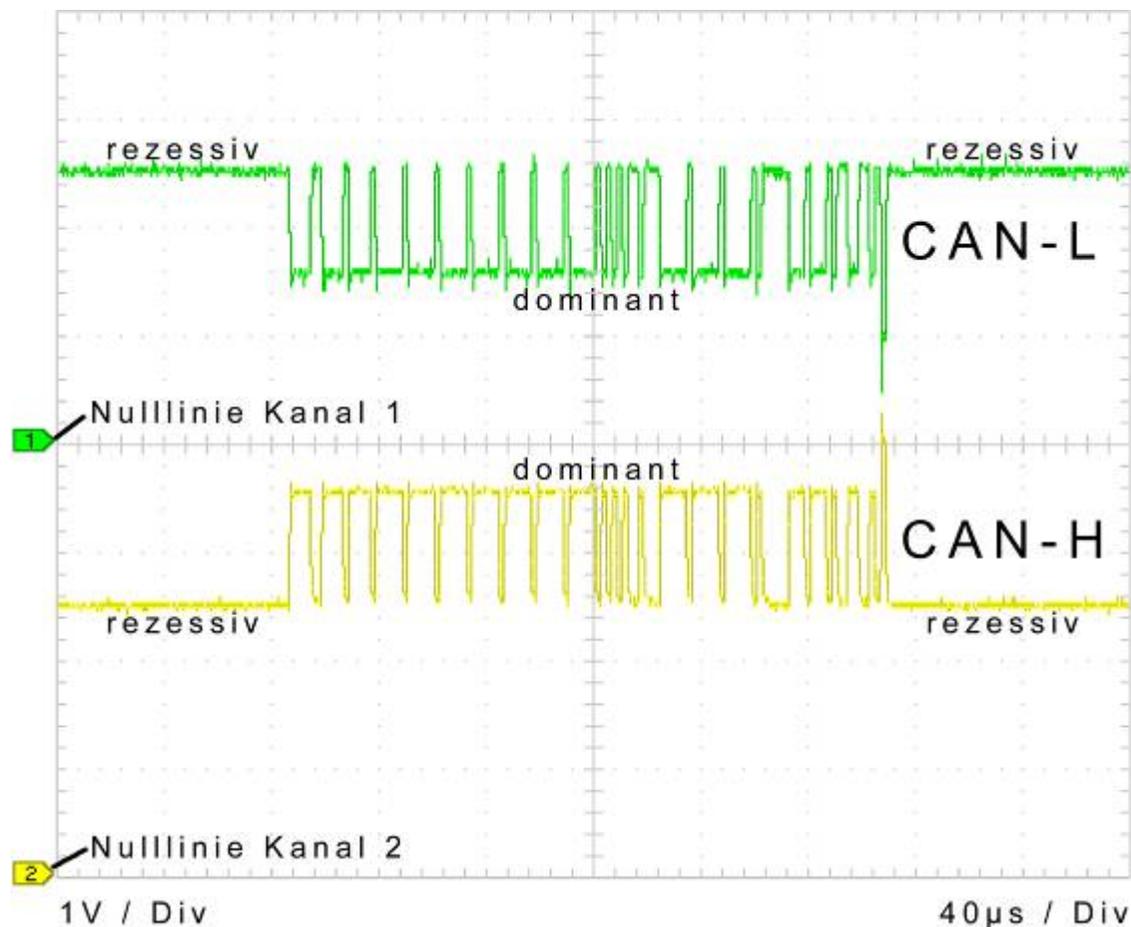


# Audi A5: Fehler im „High-Speed-Bus“

- Durchgeführte Fehlersuche am A5

# Audi A5: Fehler im „High-Speed-Bus“

## ■ Eigenschaften im High-Speed-CAN



**Architektur:**  
Multimaster

**Datenübertragungsrate:**  
max. 1000 kBit/s

**Typische Übertragungsraten:**  
500 kBit/s, 125 kBit/s

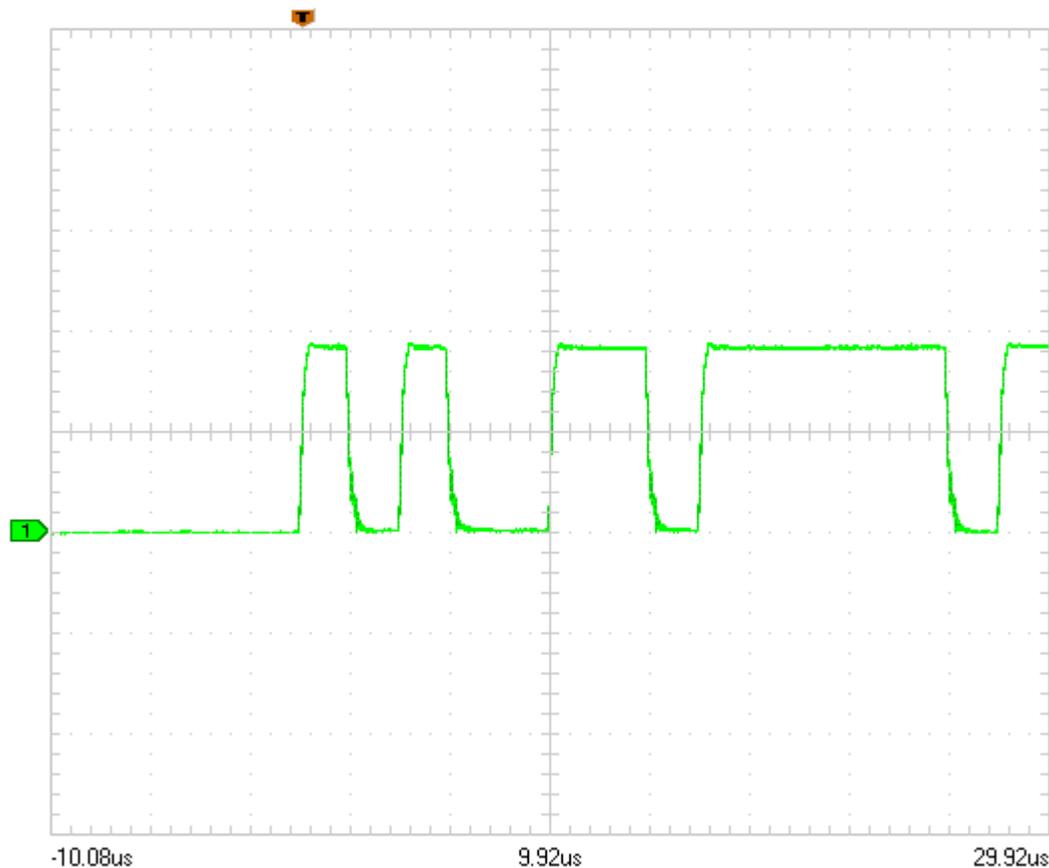
**Spannungspegel rezessiv:**  
 $U_{\text{CAN-H}} \approx 2,5\text{V}$   
 $U_{\text{CAN-L}} \approx 2,5\text{V}$

**Spannungspegel dominant:**  
 $U_{\text{CAN-H}} \approx 3,5\text{V}$   
 $U_{\text{CAN-L}} \approx 1,5\text{V}$

**Der High-Speed-Bus ist NICHT  
eindrahtfähig!!**

# Audi A5: Fehler im „High-Speed-Bus“

- Differenzsignale (im High-Speed-CAN)



$$U_{\text{Diff}} = U_{\text{CAN-H}} - U_{\text{CAN-L}}$$

**Rezessiv:**

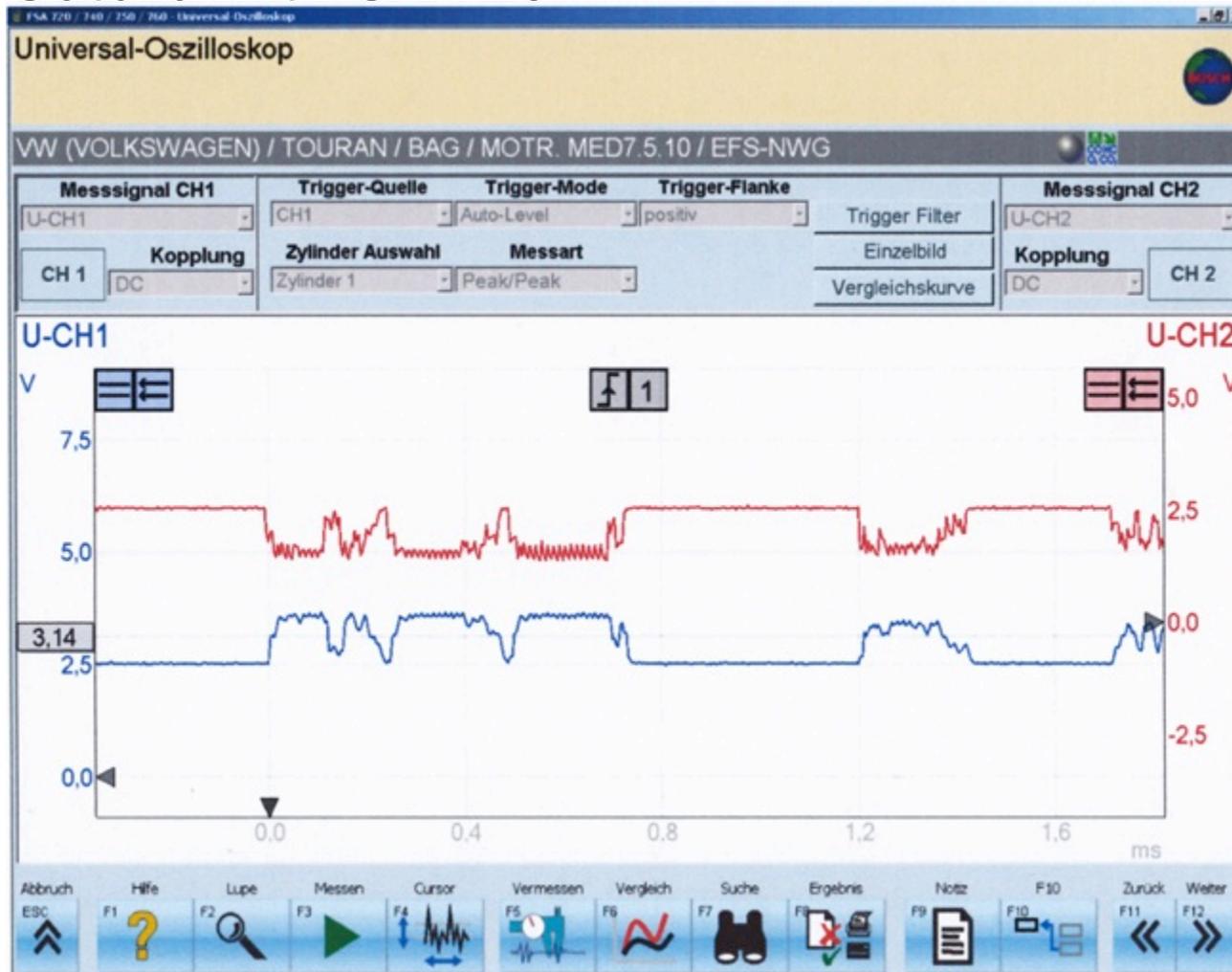
$$U_{\text{Diff}} = 2,5\text{V} - 2,5\text{V} = 0\text{V}$$

**Dominant:**

$$U_{\text{Diff}} = 3,5\text{V} - 1,5\text{V} = 2\text{V}$$

# Audi A5: Fehler im „High-Speed-Bus“

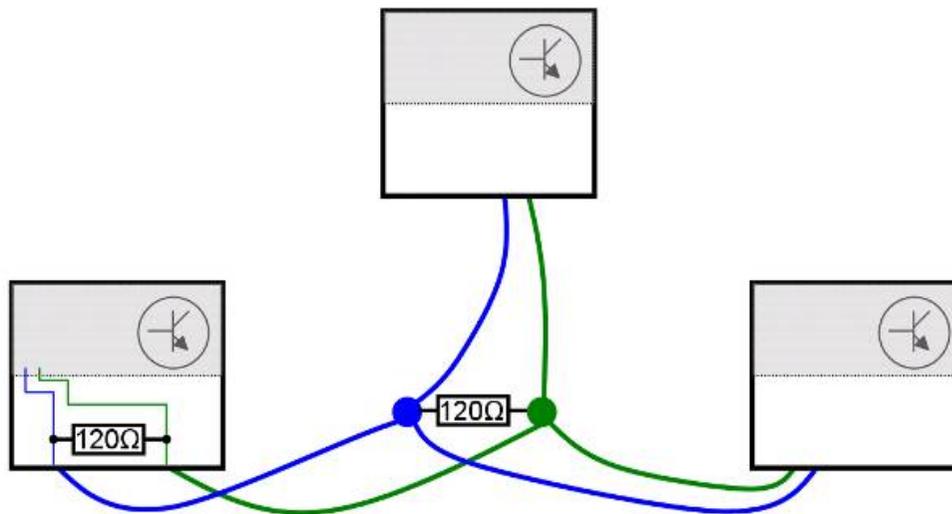
- Gutbild mit FSA 720



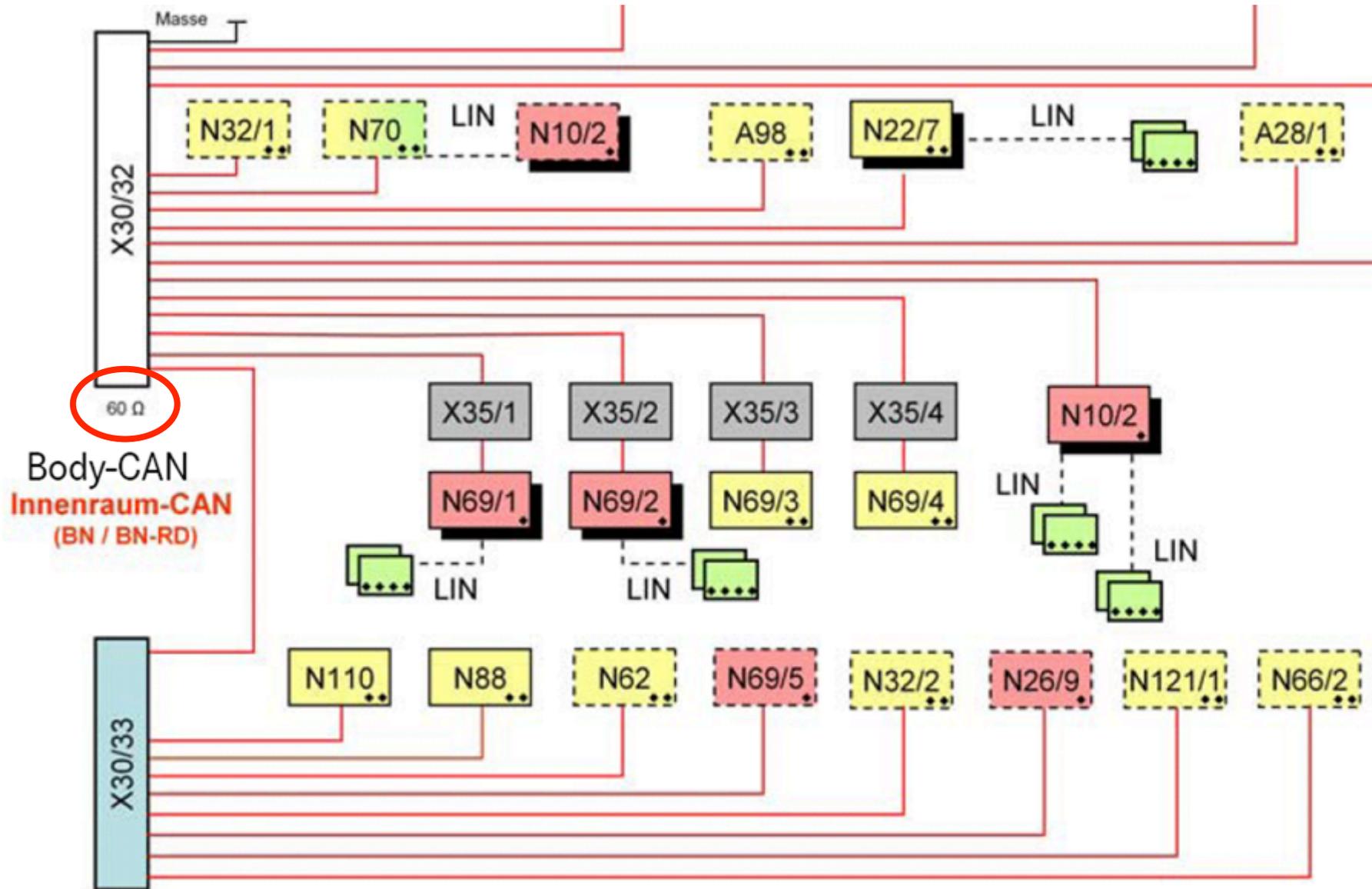
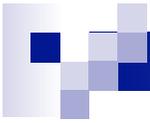
# Audi A5: Fehler im „High-Speed-Bus“

## ■ Abschlusswiderstände

Im High-Speed-Bus werden Abschlusswiderstände verbaut.

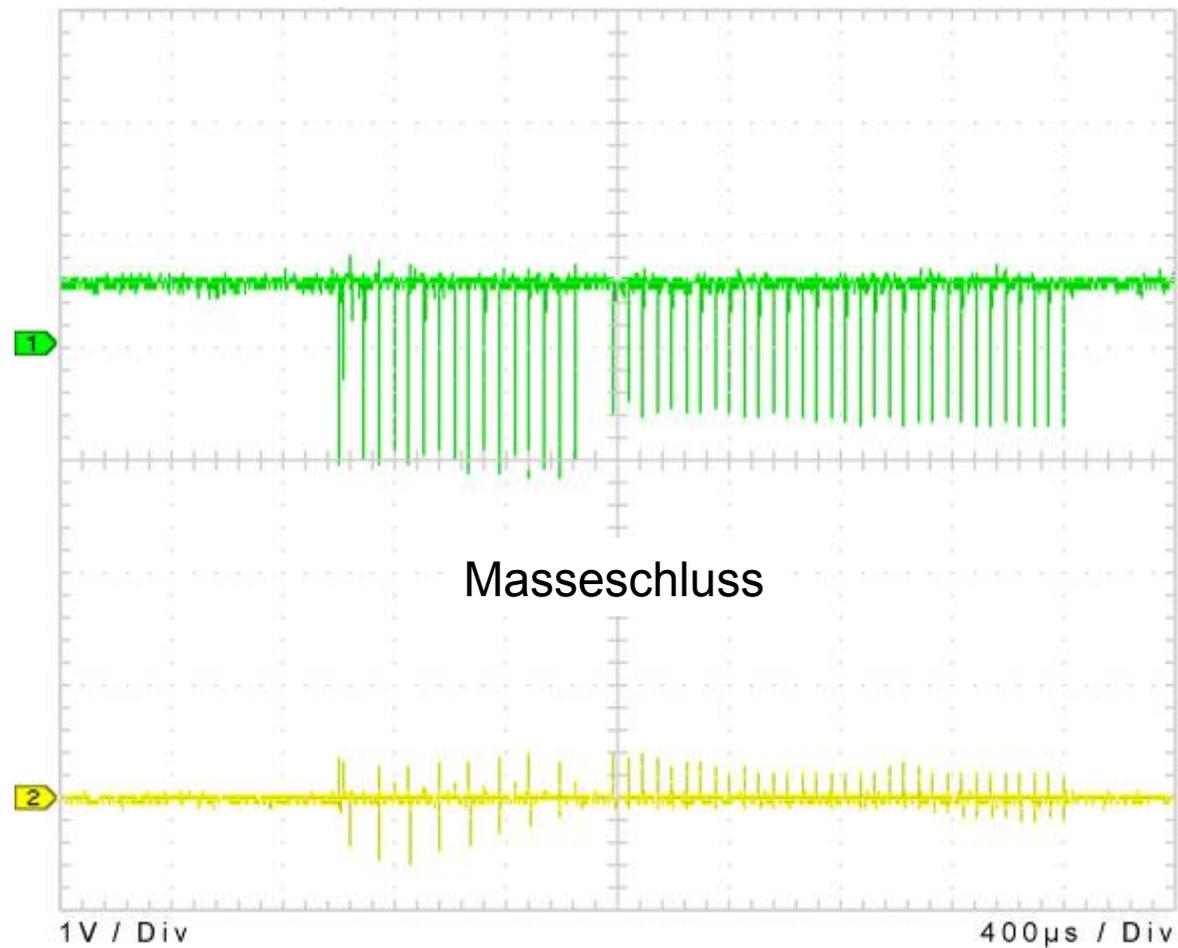


- Zur Vermeidung von Reflexionen auf dem Bus
- Gesamtwiderstand  $\approx 60\Omega$
- Fehlersuche mit Widerstandsmessung möglich
- **Bus muss spannungsfrei sein**



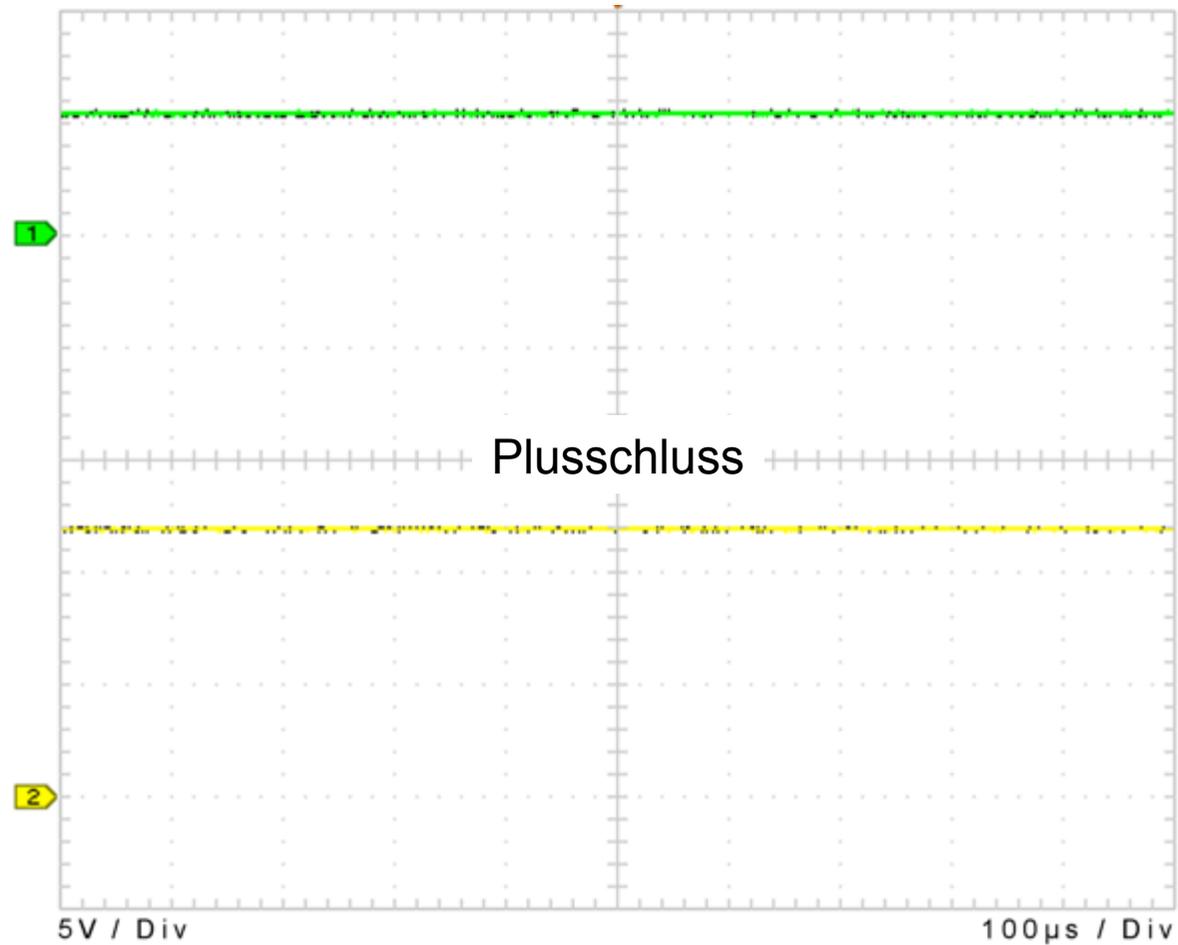
# Audi A5: Fehler im „High-Speed-Bus“

- Fehlerbilder



# Audi A5: Fehler im „High-Speed-Bus“

- Fehlerbilder



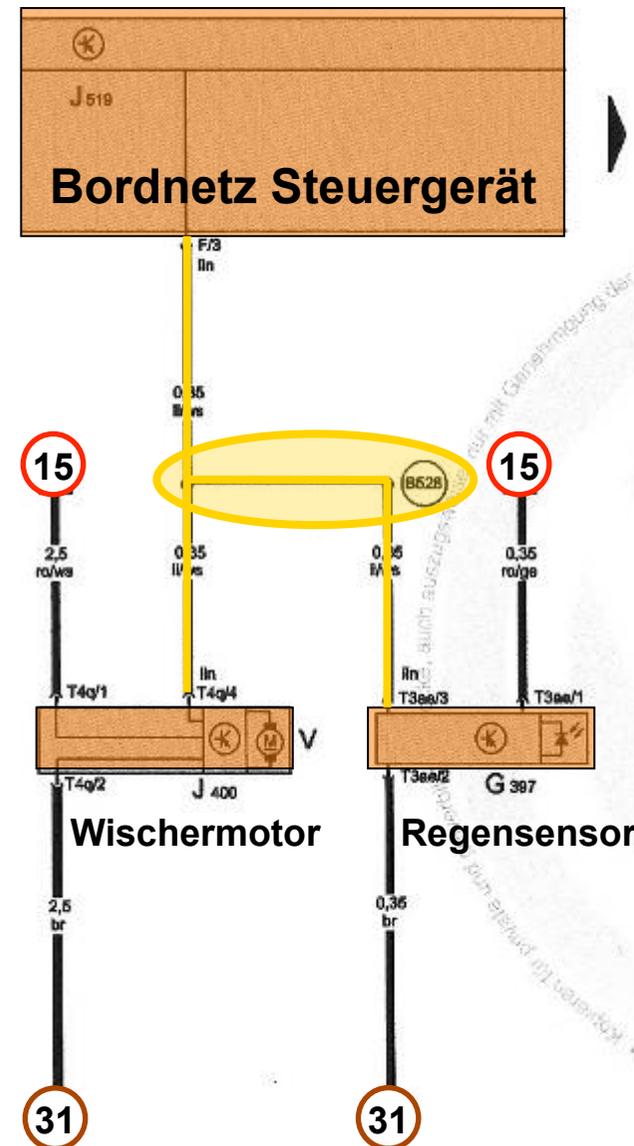
# Golf V: Nachrüsten eines Regensors



An einem Golf 5 soll ein Regensensor nachgerüstet werden.

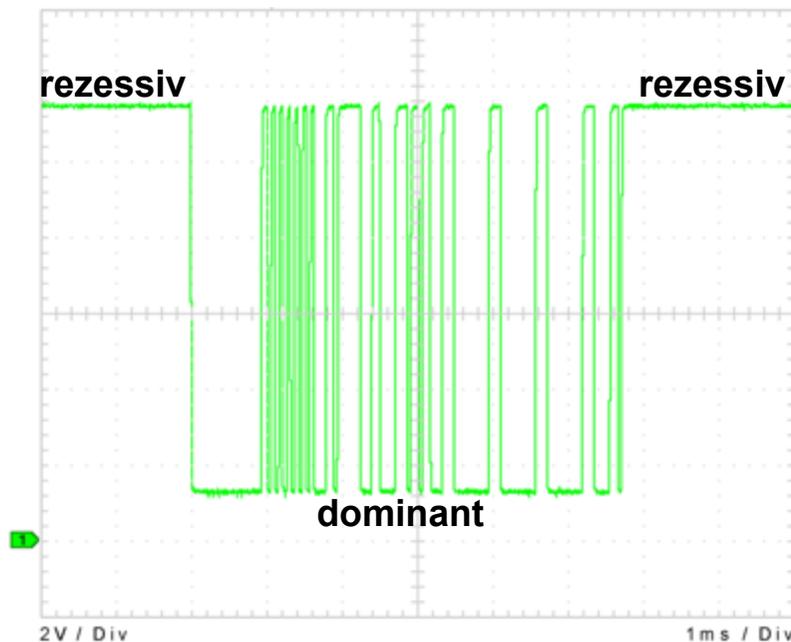
# Golf V: Nachrüsten eines Regensensors

- Anschluss des Sensors laut Stromlaufplan
- Leitungsverbindung B 528 (LIN-Bus)
- Der Regensensor muss lediglich an den Klemmen 15 und 31 sowie an B528 angeschlossen werden.



# Golf V: Nachrüsten eines Regensensors

## ■ Eigenschaften des LIN-Busses



Einleiterbus

Master-Slave-Architektur

Datenübertragungsrate  
Max. 20 kBit/s

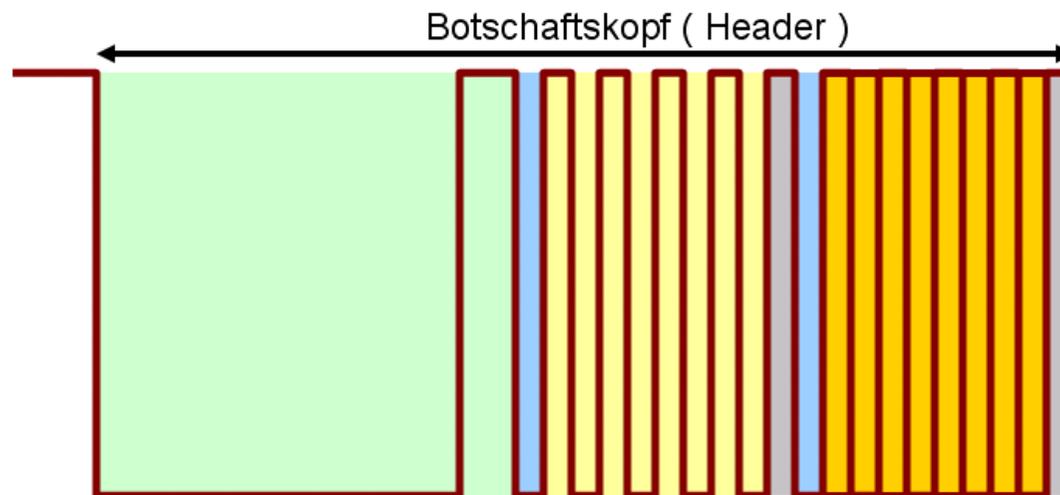
Typische Übertragungsrate  
19,2 kBit/s

Rezessiver Spannungspegel  
 $U_{\text{Rez}} \approx \text{Bordnetzspannung}$

Dominanter Spannungspegel  
 $U_{\text{Dom}} \approx 1\text{V}$

# Golf V: Nachrüsten eines Regensensors

## ■ Aufbau einer LIN-Botschaft



Der Botschaftskopf (Header) wird immer vom Master Steuergerät gesendet.

■ Synchronisationspause

■ Startbit

■ Synchronisationsfeld

■ Stopbit

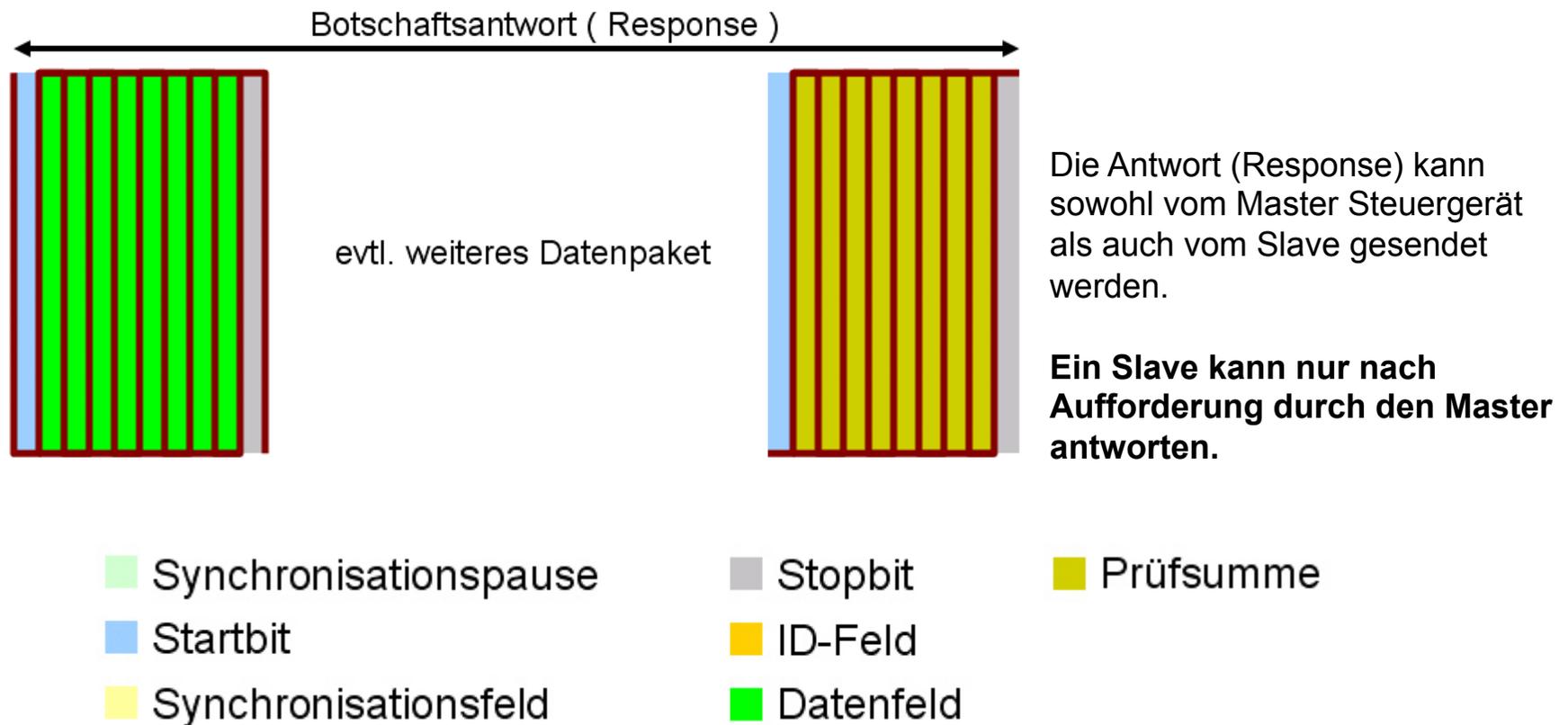
■ ID-Feld

■ Datenfeld

■ Prüfsumme

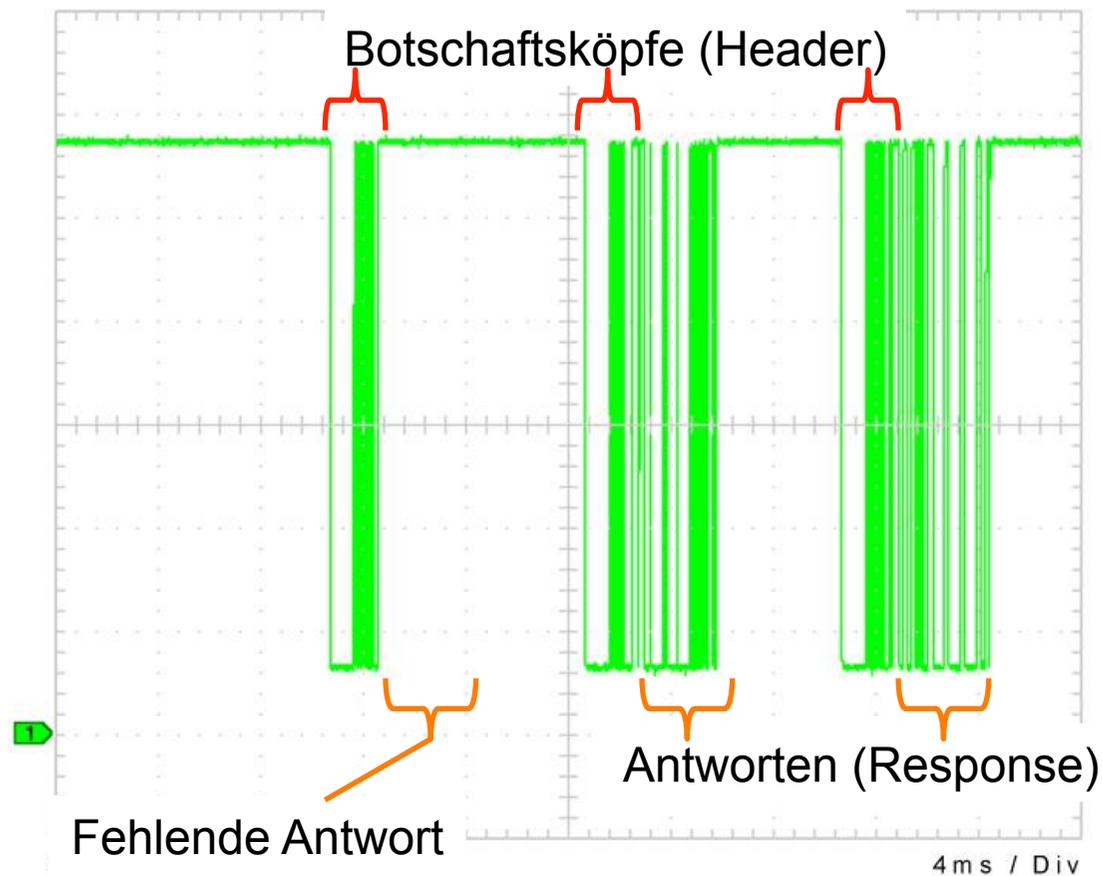
# Golf V: Nachrüsten eines Regensensors

## ■ Aufbau einer LIN-Botschaft



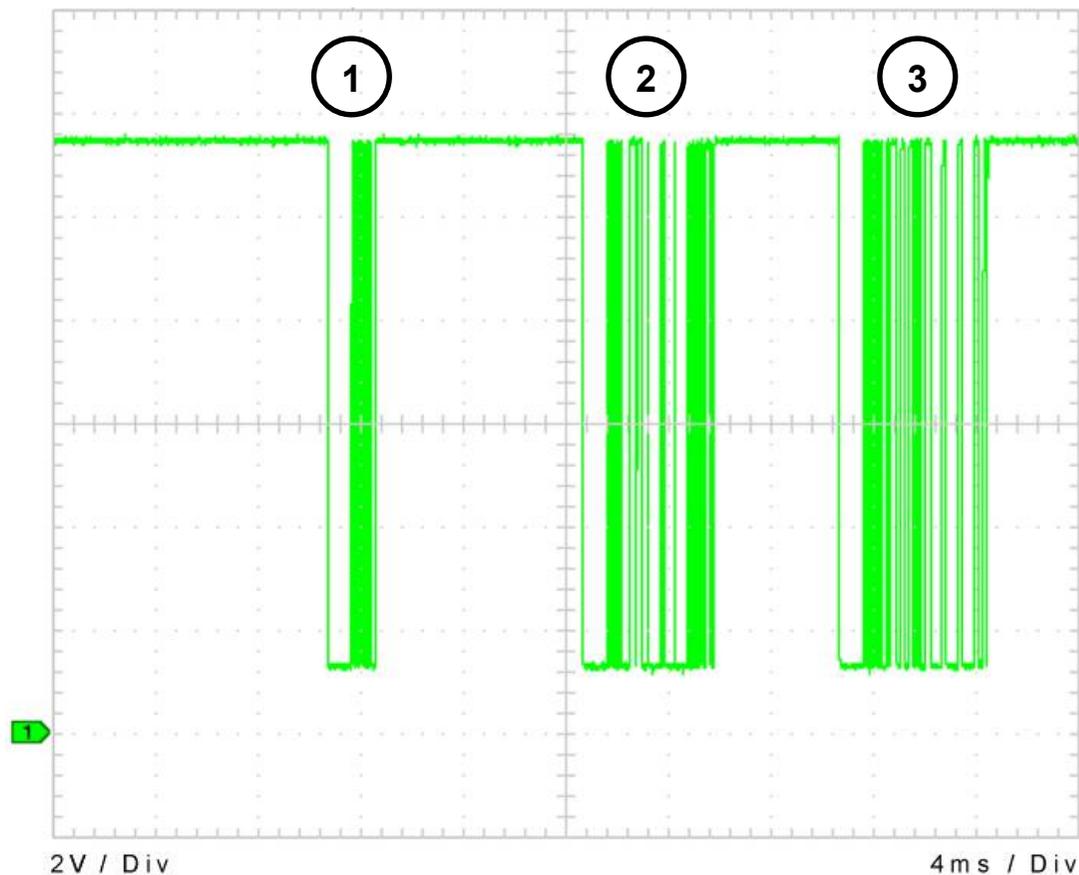
# Golf V: Nachrüsten eines Regensensors

- LIN-Signale gemessen an B528 (vor dem Anschluss des Regensensors)



# Golf V: Nachrüsten eines Regensors

- LIN-Signale gemessen an B528 (vor dem Anschluss des Regensors)

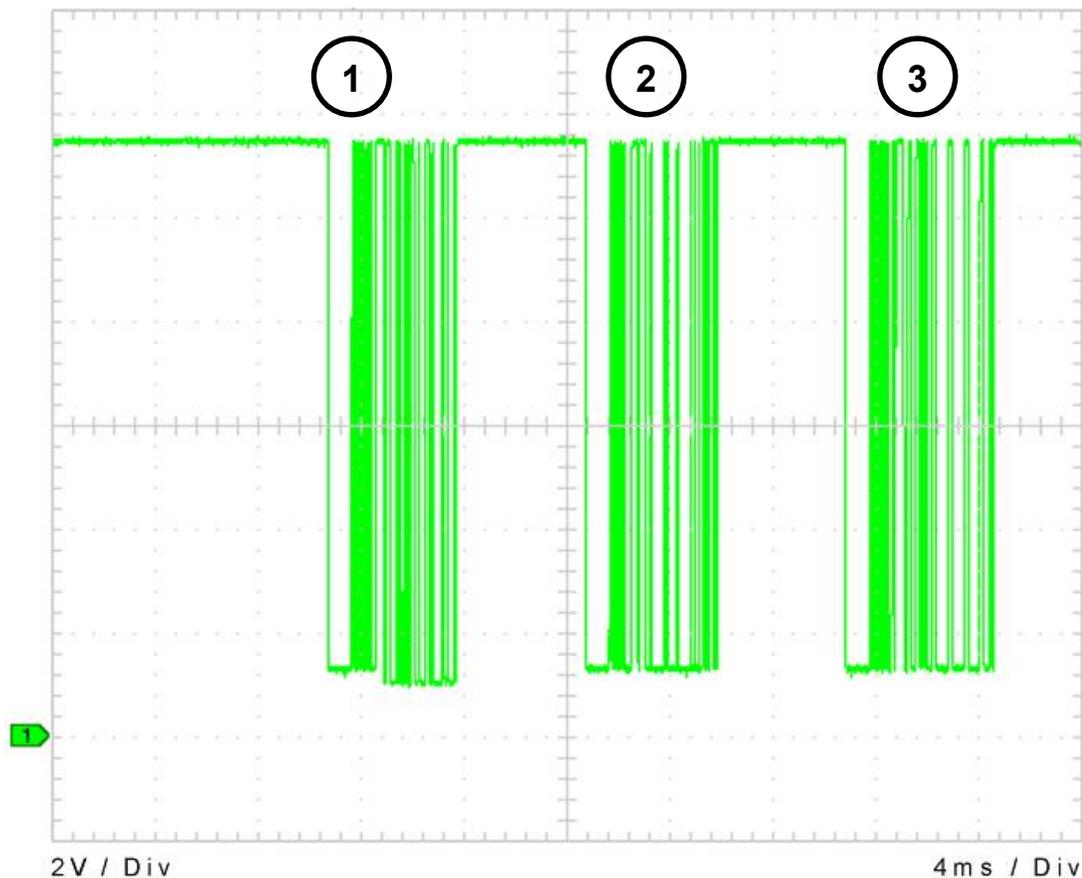


Vom Master initiiert:

- Anfrage an den Regensor
  - Anfrage an Wischermotor (mit Antwort)
  - Aufforderung an Wischermotor (mit Daten)
- ➔ Ein Master sendet zyklisch immer so viele Header, wie theoretisch benötigt werden könnten.

# Golf V: Nachrüsten eines Regensors

- LIN-Signale gemessen an B528 (nach dem Anschluss des Regensors)



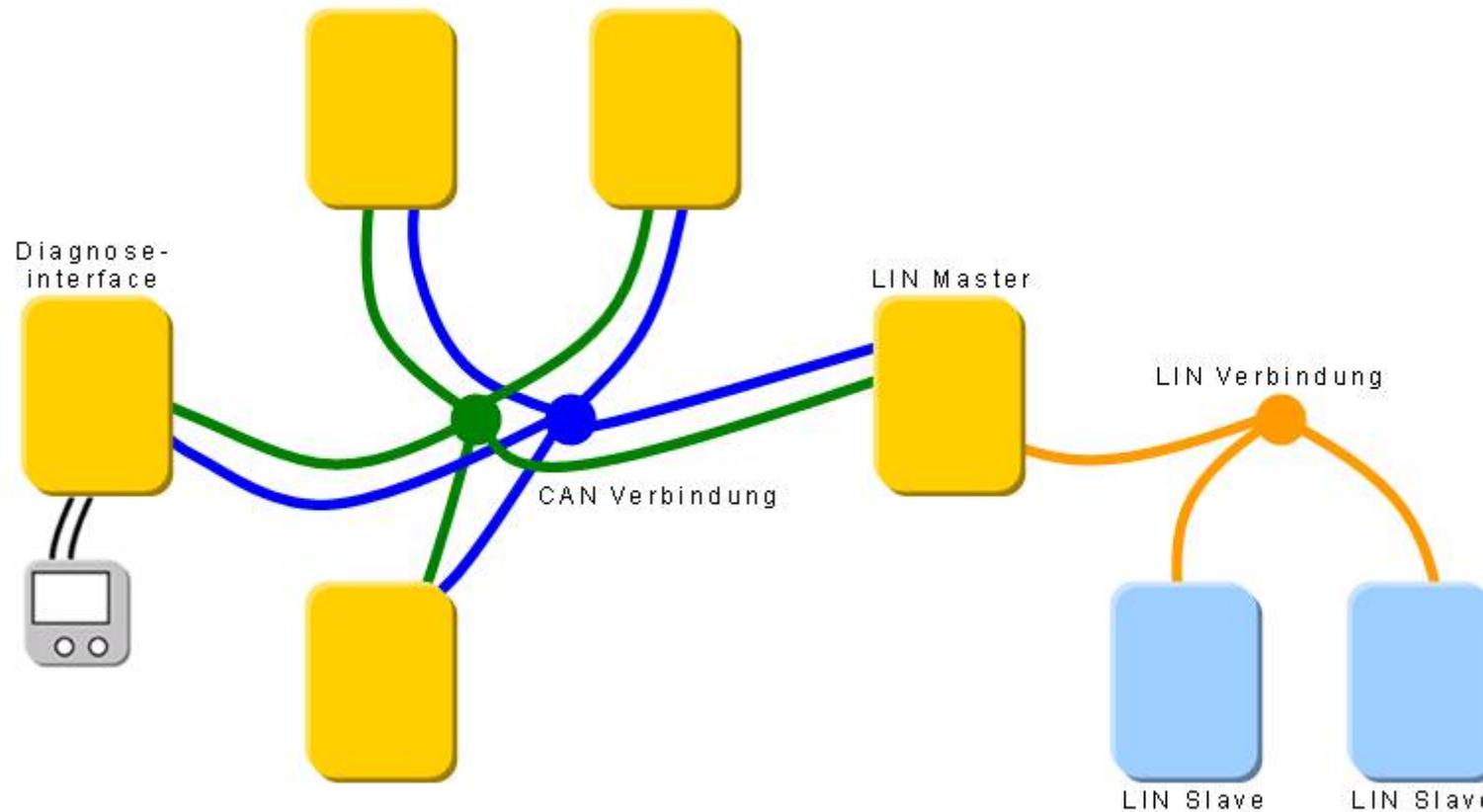
Vom Master initiiert:

- Anfrage an den Regensor (mit Antwort)
- Anfrage an Wischer-motor (mit Antwort)
- Aufforderung an Wischermotor (mit Daten)

➔ Ein vorgesehene Slave Steuergerät arbeitet sofort nach Anschluss.

# Golf V: Nachrüsten eines Regensensors

- Integration des LIN in die Gesamtvernetzung





# Golf V: Nachrüsten eines Regensensors

## ■ Fehlersuche

- Liegt ein Leitungsfehler vor (Masse- oder Plusschluss), so arbeitet der LIN Bus nicht mehr.
- Liegt eine Leitungsunterbrechung vor, so arbeitet der Teil des Busses nicht mehr, der vom Master abgekoppelt ist.

## ■ Nachrüsten

- Ein vorgesehener Slave kann einfach an den LIN angeschlossen werden. Soll er diagnosefähig sein, muss er am Master angemeldet werden.
- Ein nicht vorgesehener Slave kann nicht nachgerüstet werden. Hier fehlt die Header Botschaft vom Master

## A8: Fehler im Infotainment



An einem A8 Baujahr 2003 ist das gesamte Infotainment System ausgefallen. Der Kunde bitte Sie, den Fehler zu beheben.

# A8: Fehler im Infotainment

## 1. Fehlerspeicher auslesen – hier „Ringbruchdiagnose“

Steuergerät	Elektrisch	Optisch
19-Diagnoseinterface	i.O.	i.O.
07-Anz./Bedieneinh.(High/D3)	i.O.	i.O.
1E-Media Player 2	i.O.	i.O.
77-Telefon	Fehler	Fehler
47-Soundsystem	i.O.	Fehler
67-Sprachsteuerung	i.O.	i.O.
56-Radio	i.O.	i.O.
57-TV Tuner	i.O.	i.O.
37-Navigation	i.O.	i.O.

Diagnostyp

Standard

-3dB Dämpfung

Start

Kopieren

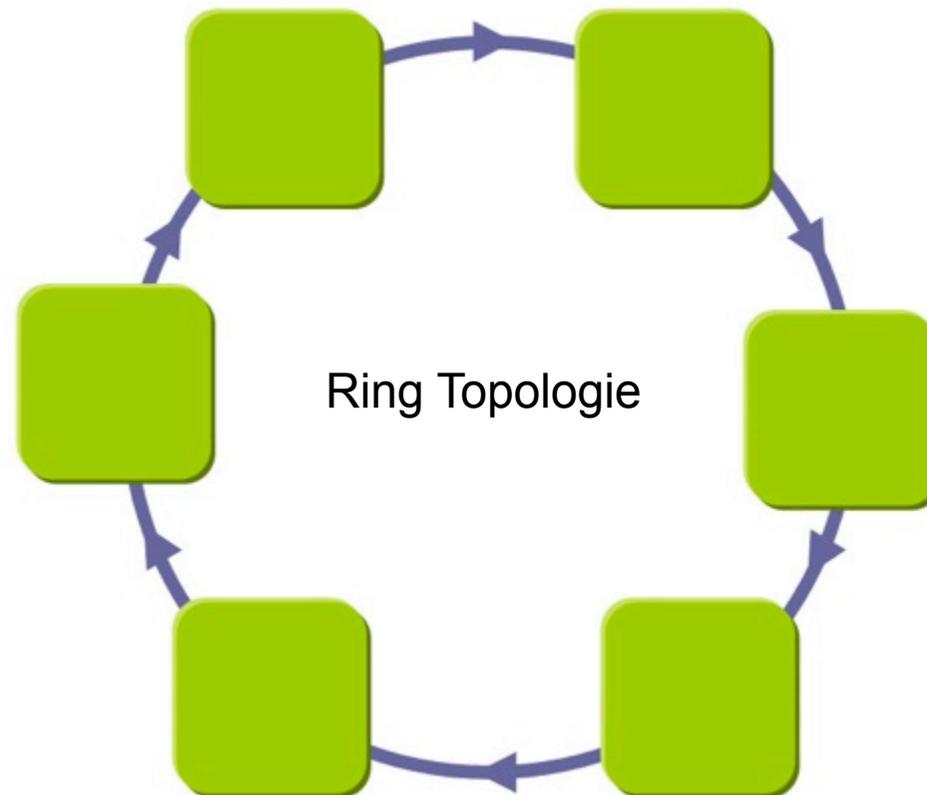
Speichern

Fertig, zurück



# A8: Fehler im Infotainment

## 2. Vernetzungsart feststellen



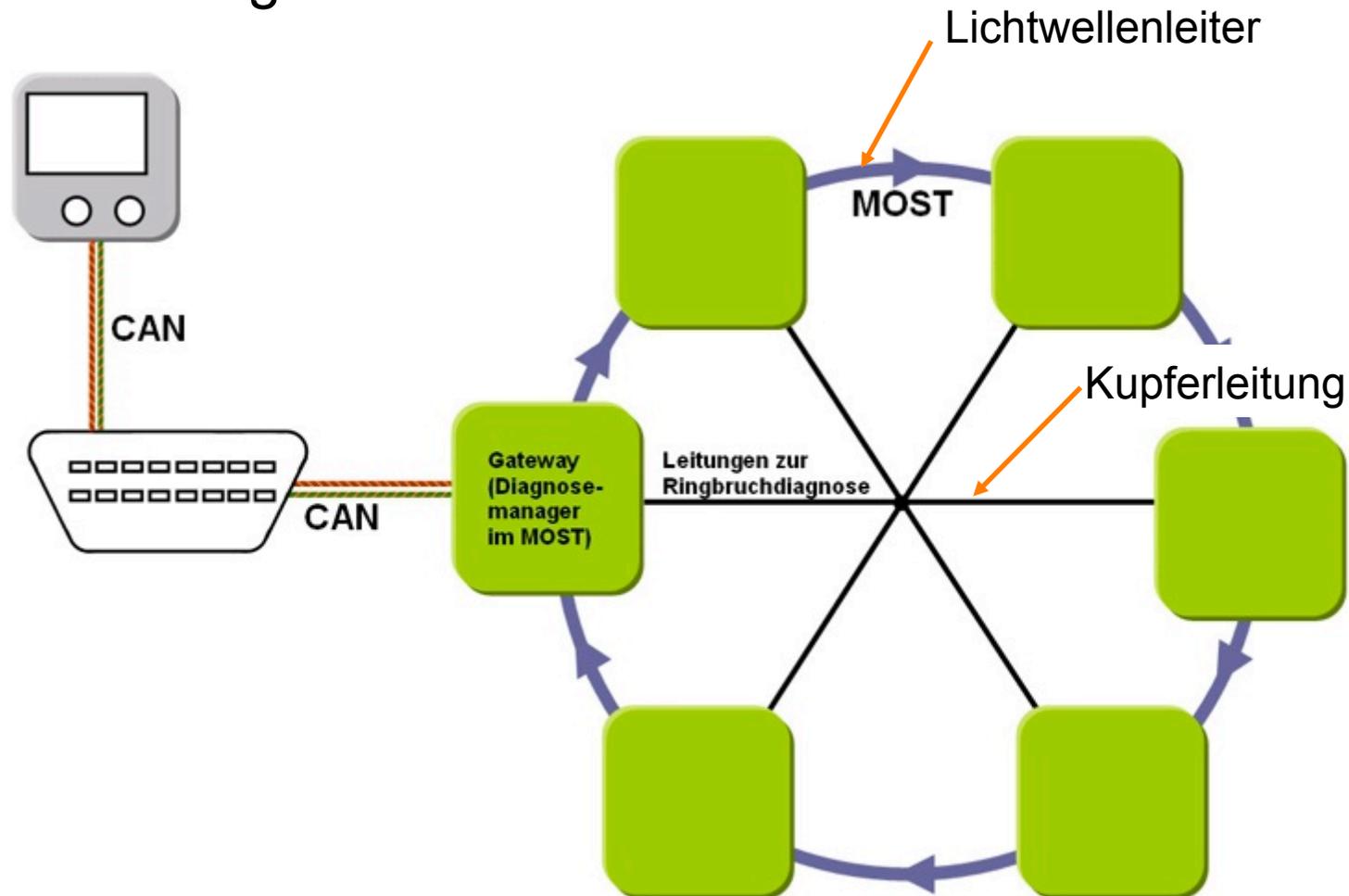
# A8: Fehler im Infotainment

## 2. Vernetzungsart feststellen



# A8: Fehler im Infotainment

## 2. Vernetzungsart feststellen





# A8: Fehler im Infotainment

## ■ Eigenschaften vom MOST-Bus

### **Architektur:**

Master-Slave

### **Topologie:**

Ring

### **Übertragungsmedium**

Lichtwellenleiter aus Polymerfasern

### **Datenübertragungsrate:**

max. 25 MBit/s (MOST25)

max. 50 MBit/s (MOST50)

max. 150 MBit/s (MOST150)

### **Typische Übertragungsraten:**

21,2 MBit/s (Audi)

22 MBit/s (Mercedes)

50 MBit/s (Toyota)

# A8: Fehler im Infotainment

## 3. Fehler genau bestimmen

### ■ Durchführen einer Ringbruchdiagnose

Steuergerät	Elektrisch	Optisch
19-Diagnoseinterface	i.O.	i.O.
07-Anz./Bedieneinh.(High/D3)	i.O.	i.O.
1E-Media Player 2	i.O.	i.O.
77-Telefon	Fehler	Fehler
47-Soundsystem	i.O.	Fehler
67-Sprachsteuerung	i.O.	i.O.
56-Radio	i.O.	i.O.
57-TV Tuner	i.O.	i.O.
37-Navigation	i.O.	i.O.

#### Elektrische Fehler:

- Fehlende Spannungsversorgung
- Unterbrechung der Diagnoseleitung

#### Optische Fehler:

- Unterbrechung der Ringleitung
- Defekte Ein- und/ oder Ausgangsdiode



# A8: Fehler im Infotainment

## 3. Fehler genau bestimmen

### ■ Durchführen einer Ringbruchdiagnose

□ Durch Aufruf der „Ringbruchdiagnose“ erhält jedes Steuergerät vom Diagnosemaster (Gateway) über die Diagnoseleitung den Befehl,

- die eigene Spannungsversorgung zu überprüfen
- ein Lichtsignal auszusenden
- zu messen, ob ein Lichtsignal empfangen wurde



## A8: Fehler im Infotainment

### 4. Fehlersuchstrategie anwenden

- Zuerst alle elektrischen Fehler beheben.

➔ Spannungsversorgung des Steuergeräts für Telefon bzw. Diagnoseleitung überprüfen und gegebenenfalls instand setzen.

# A8: Fehler im Infotainment

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden

- Ringbruchdiagnose erneut durchführen.

Steuergerät	Elektrisch	Optisch
19-Diagnoseinterface	i.O.	i.O.
07-Anz./Bedieneinh.(High/D3)	i.O.	i.O.
1E-Media Player 2	i.O.	i.O.
77-Telefon	i.O.	Fehler
47-Soundsystem	i.O.	i.O.
67-Sprachsteuerung	i.O.	i.O.
56-Radio	i.O.	i.O.
57-TV Tuner	i.O.	i.O.
37-Navigation	i.O.	i.O.
Optischer Fehler im Telefon		

Diagnosetyp  
 Standard  
 -3dB Dämpfung

Start

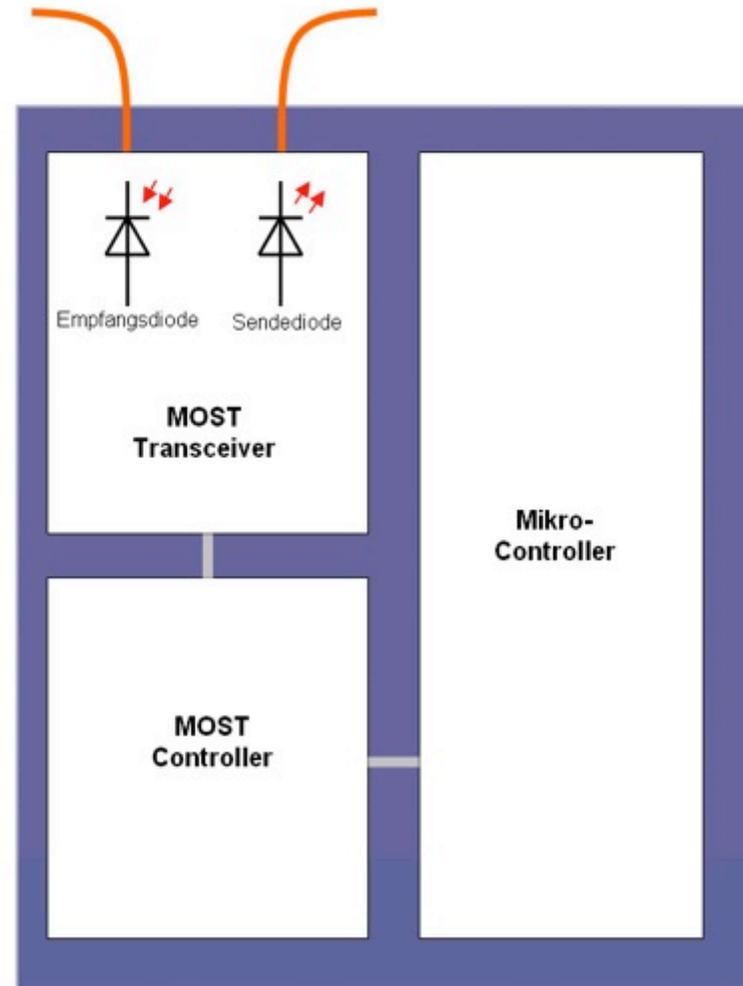
Kopieren

Speichern

Fertig, zurück

# A8: Fehler im Infotainment

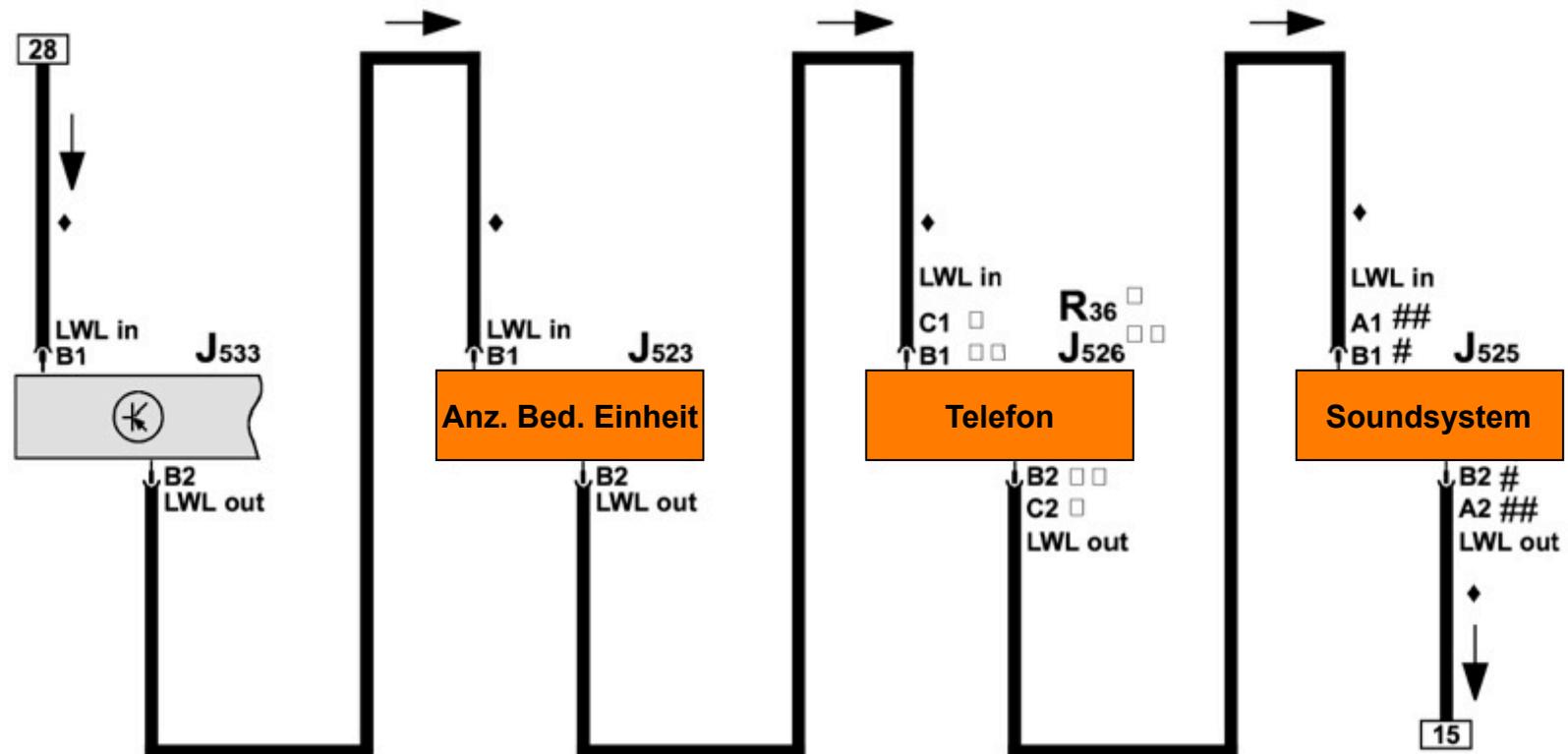
- Aufbau von MOST-Steuergeräten



# A8: Fehler im Infotainment

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden

- Reihenfolge der Steuergeräte



# A8: Fehler im Infotainment

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden

### ■ Optischer Fehler im Telefon

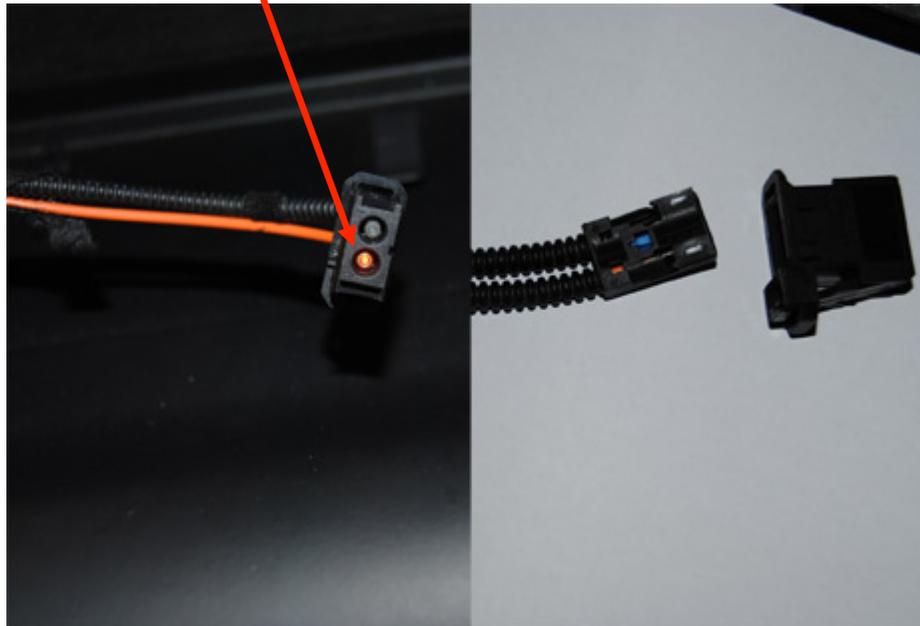
➔ der Fehler liegt zwischen dem Ausgang der Anzeige- und Bedieneinheit und dem Eingang des Steuergeräts für Telefon.



# A8: Fehler im Infotainment

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden

- Lichtsignal am Stecker zum Steuergerät Telefon prüfen

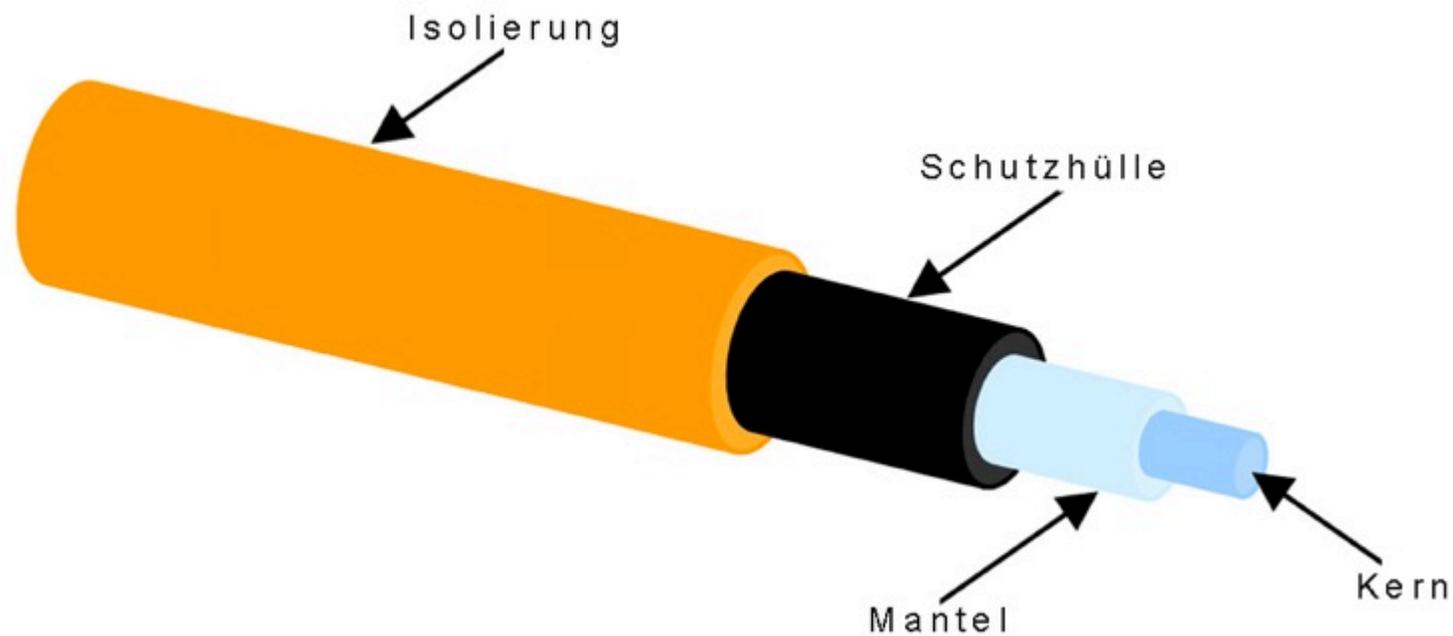


Licht vorhanden → Eingangsdiode am Steuergerät Telefon ist defekt.  
Licht nicht vorhanden → Leitung prüfen.

# A8: Fehler im Infotainment

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden

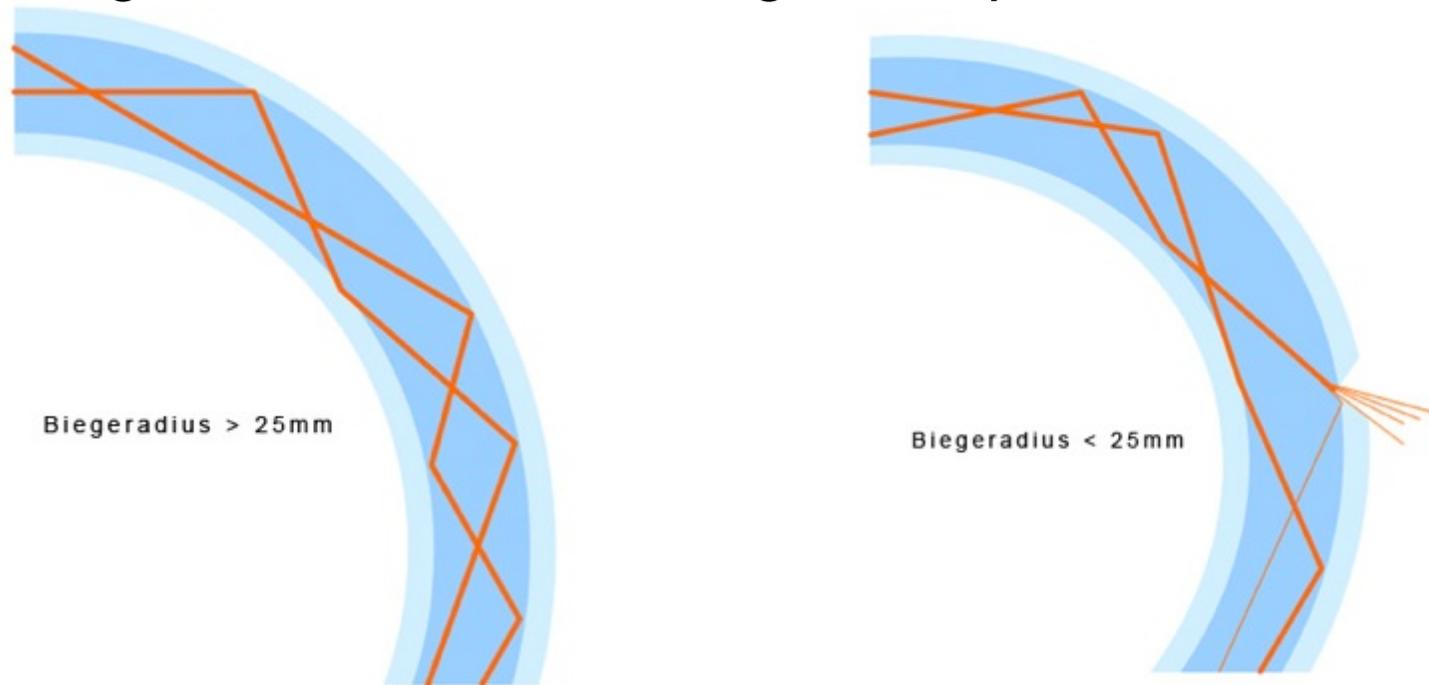
- Aufbau von Lichtwellenleitern



# A8: Fehler im Infotainment

## 4. Fehlersuchstrategie anwenden

- Leitung zwischen den Steuergeräten prüfen



- ➔ Nach beschädigter oder stark geknickter Leitung suchen.
- ➔ Ist die Leitung in Ordnung, ist das Steuergerät für Anzeige- und Bedieneinheit defekt.

# A8: Fehler im Infotainment

5. Fehler beheben

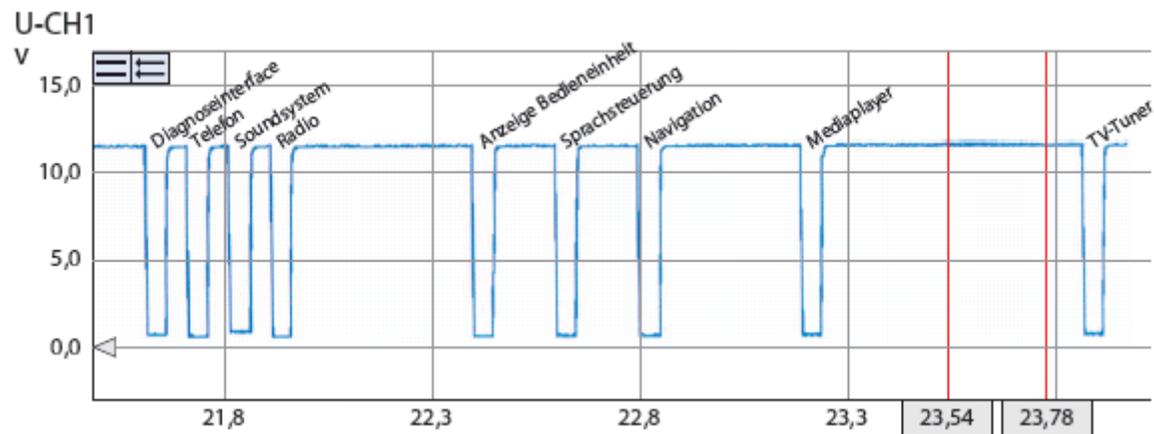
6. Fehlerspeicher löschen

7. Ringbruchdiagnose  
erneut durchführen

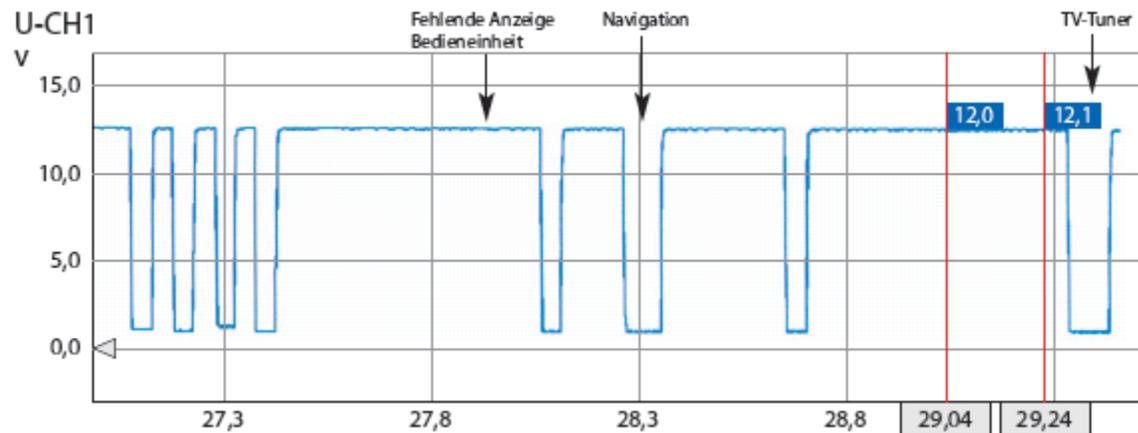
Steuergerät	Elektrisch	Optisch
19-Diagnoseinterface	i.O.	i.O.
07-Anz./Bedieneinh.(High/D3)	i.O.	i.O.
1E-Media Player 2	i.O.	i.O.
77-Telefon	i.O.	i.O.
47-Soundsystem	i.O.	i.O.
67-Sprachsteuerung	i.O.	i.O.
56-Radio	i.O.	i.O.
57-TV Tuner	i.O.	i.O.
37-Navigation	i.O.	i.O.

# A8: Fehler im Infotainment

## ■ Signale auf der Diagnoseleitung



**Gutbild**



**Fehlerbild**

**breiter Ausschlag**  
→ optischer Fehler

**fehlender Ausschlag**  
→ elektrischer Fehler

# Mercedes E-Klasse: Buswecker



Bei einer Mercedes E-Klasse wurde eine entleerte Batterie aufgrund eines Busweckers festgestellt.



# Mercedes E-Klasse: Buswecker

## ■ Buswecker

- In einem vernetzten System kann ein Steuergerät sämtliche anderen Steuergeräte wecken.
- In diesem Fall kann das Bordnetz je nach Fahrzeugausstattung mit mehr als 40A belastet werden.
- Fehlerspeichereinträge liegen unter Umständen nicht vor.

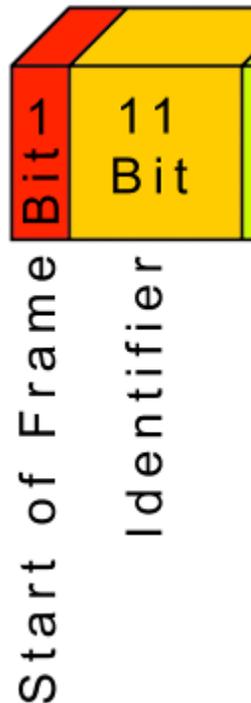
# Mercedes E-Klasse: Buswecker

- Langzeitmessung auf dem CAN-Bus



# Mercedes E-Klasse: Buswecker

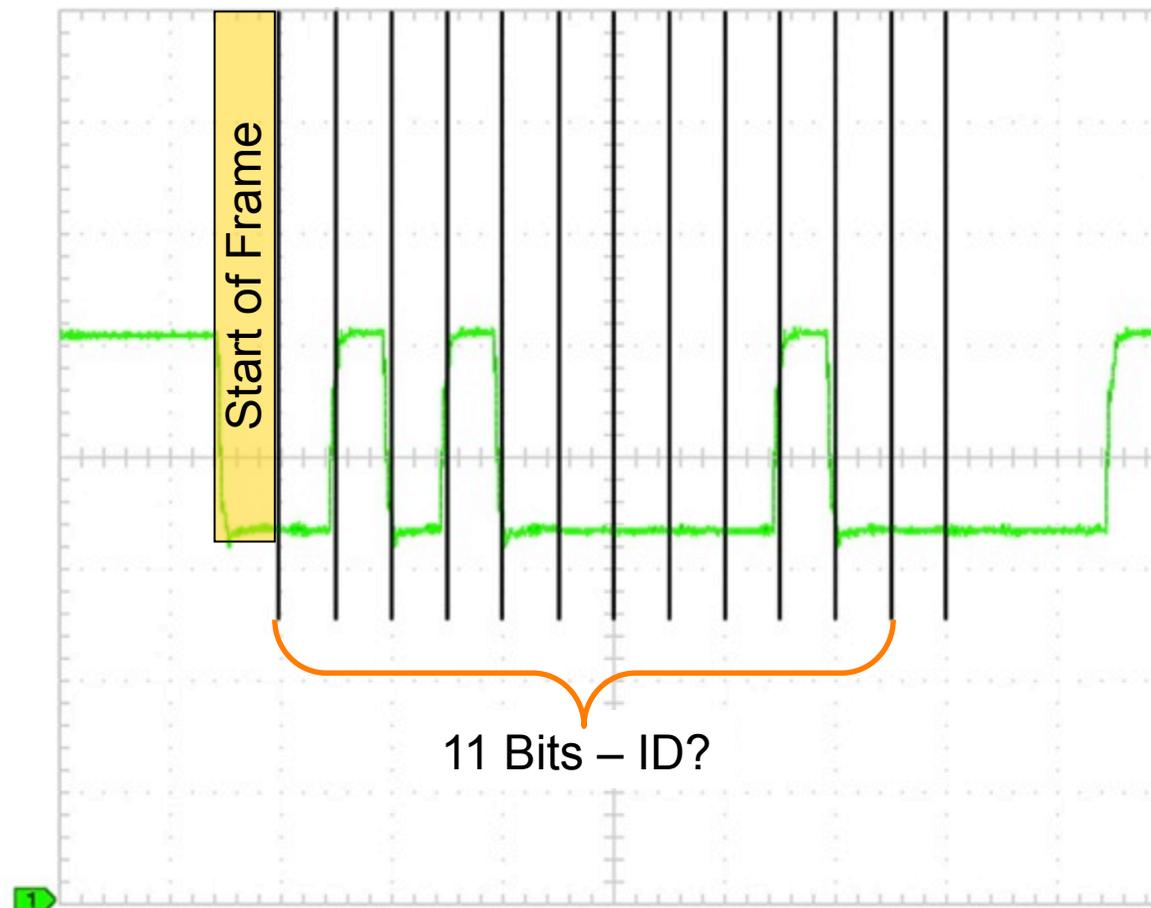
## ■ Aufbau von CAN-Botschaften



- erstes Bit – Beginn der Botschaft
- folgende 11 Bits – eindeutige ID

# Mercedes E-Klasse: Buswecker

- Aufteilung der Bits





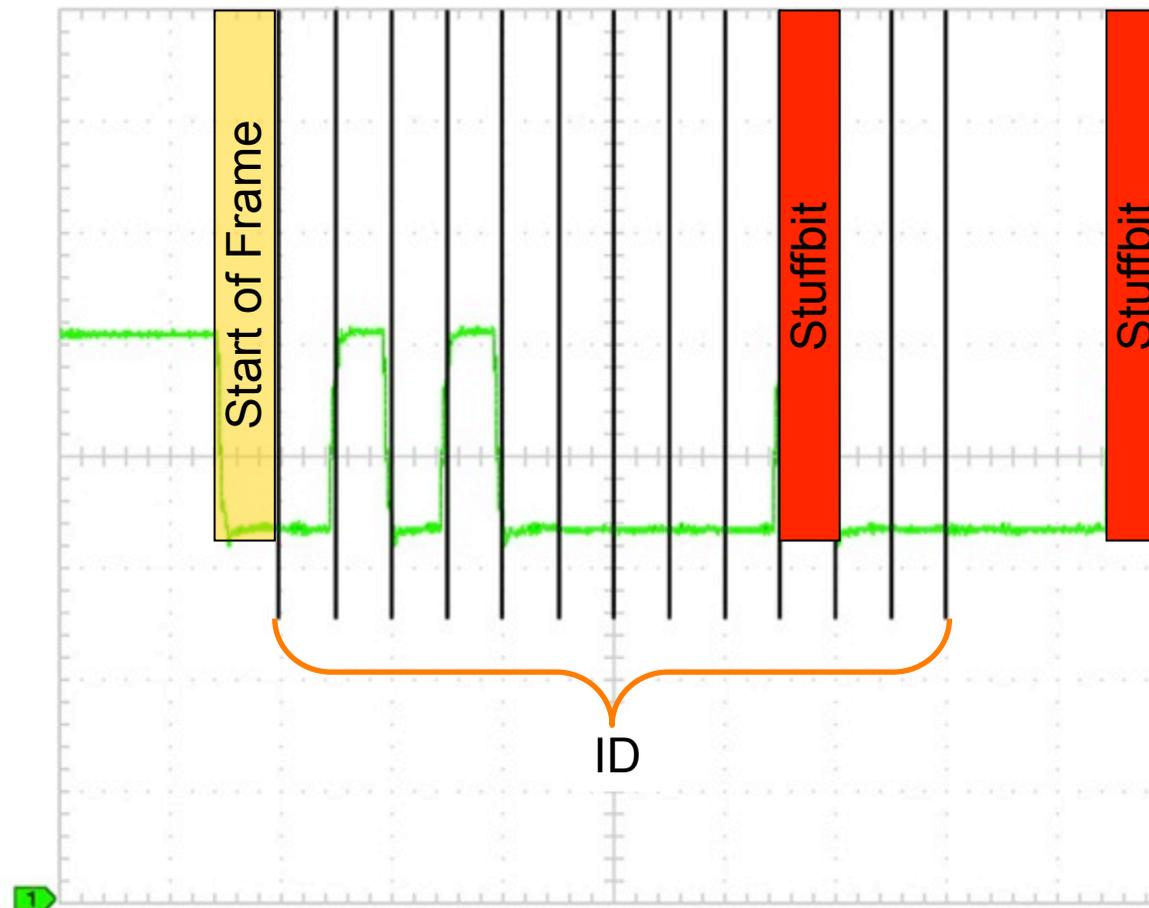
# Mercedes E-Klasse: Buswecker

- Bitstuffing

- Zur Synchronisation wird nach jedem fünften gleichen Bit ein Bit in umgekehrter Ausrichtung eingefügt.
- Die eingefügten Bits müssen zur Bestimmung der ID zuerst wieder eliminiert werden.

# Mercedes E-Klasse: Buswecker

- Auslesen der ID





# Mercedes E-Klasse: Buswecker

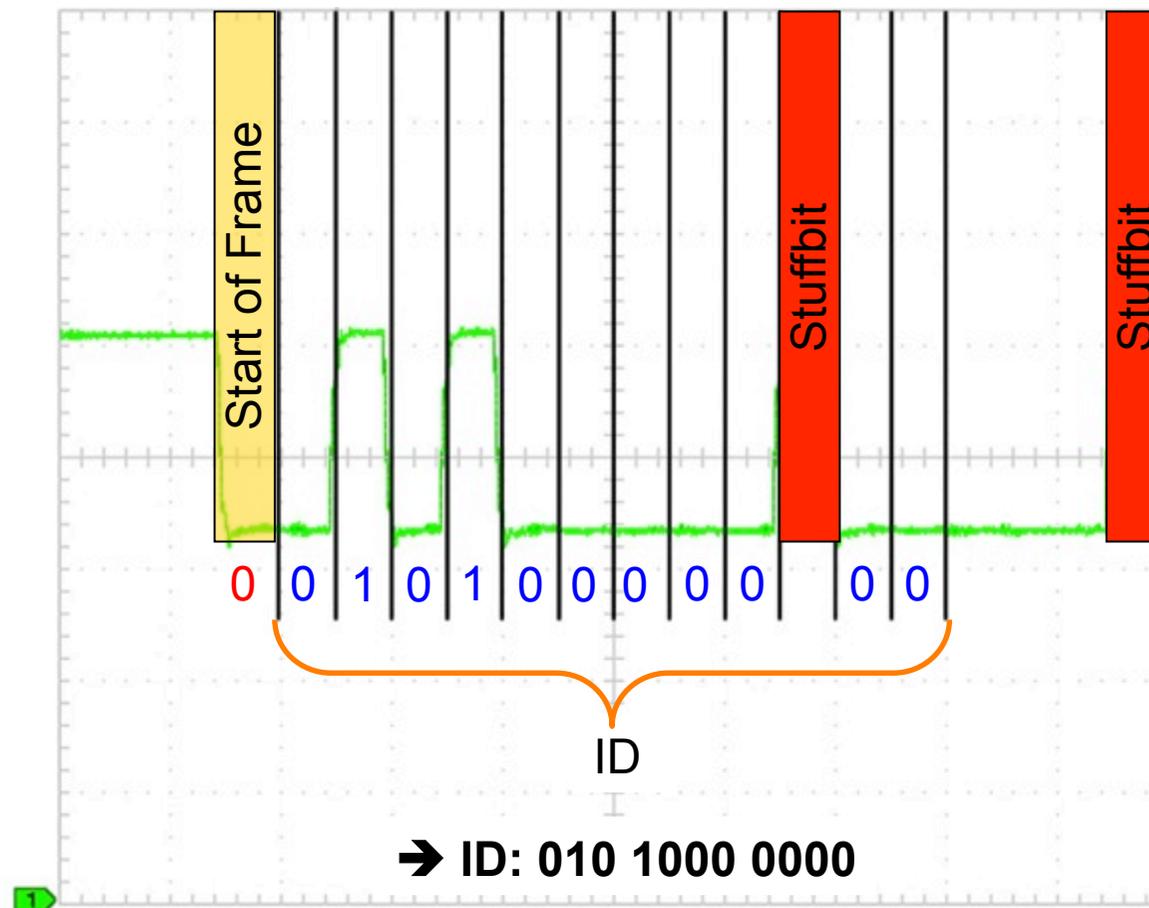
- Logische Zuordnung

Dominanter Zustand	→	logische Null
Rezessiver Zustand	→	logische Eins

Start of Frame ist immer dominant.

# Mercedes E-Klasse: Buswecker

- Auslesen der ID



# Mercedes E-Klasse: Buswecker

- Umwandlung in eine Hexadezimalzahl

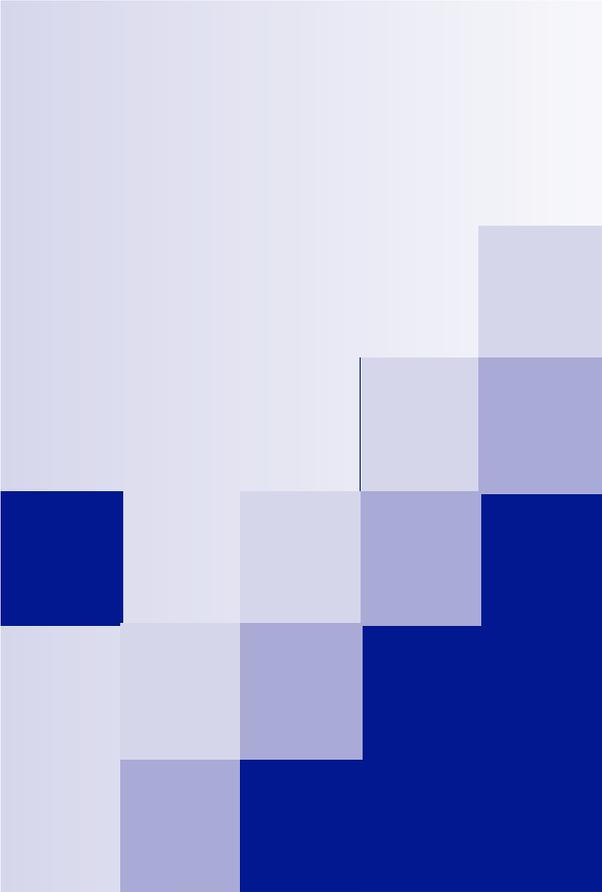
**010 1000 0000**  
2 8 0

- **ID: 280**<sub>Hex</sub>



# Mercedes E-Klasse: Buswecker

- Auslesen einer ID:
  1. Stuffbits markieren
  2. 11 Bits ohne Stuffbits abzählen
  3. Logische Zuordnung vornehmen
  4. ID als Dualzahl bestimmen
  5. Dualzahl in Hexadezimalzahl umwandeln



**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit**

**Martin Frei  
Georges-André-Kohn Straße 16  
22457 Hamburg  
mail@martinfrei.de**