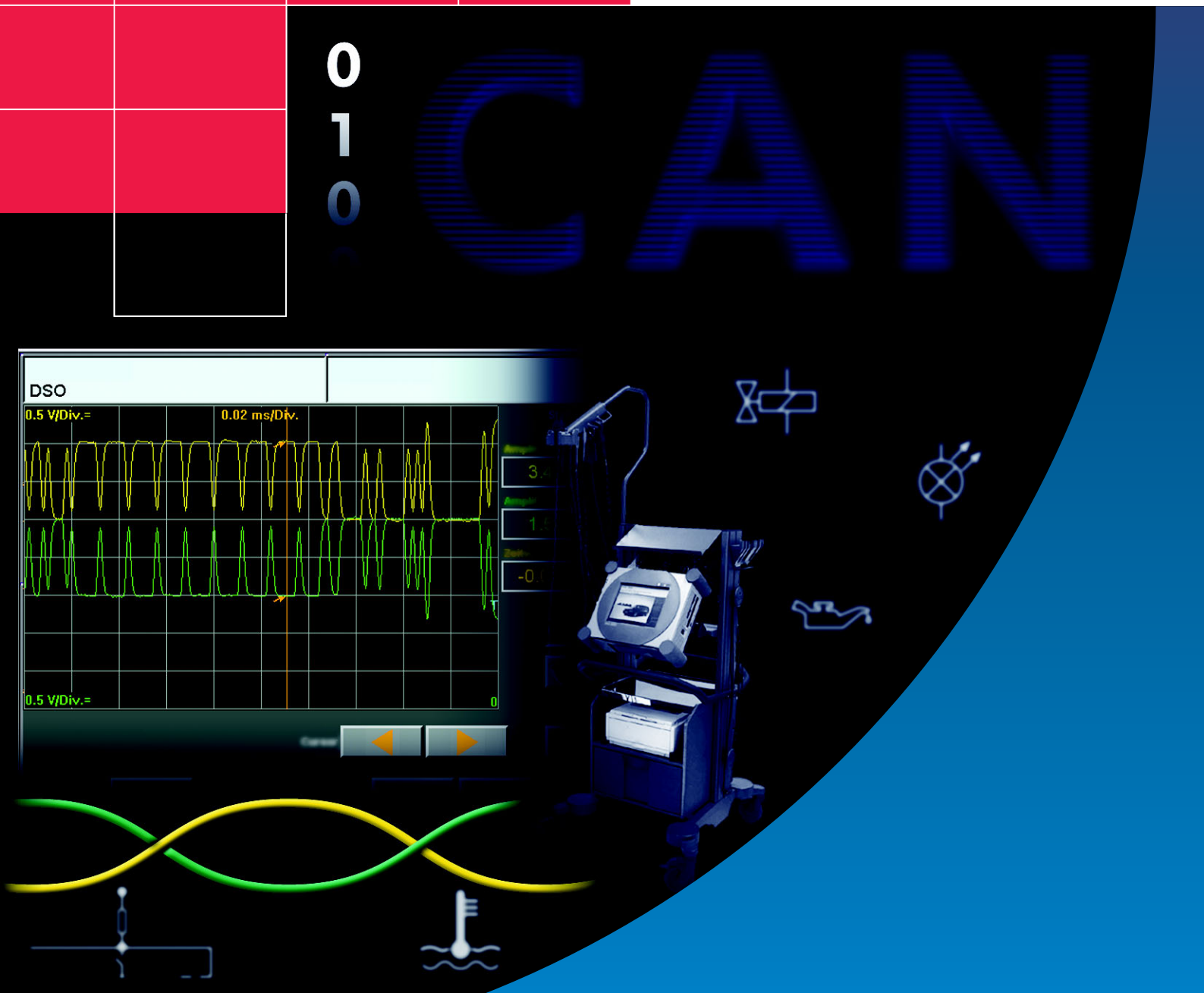
Service.

Selbststudienprogramm 269

Datenaustausch auf dem CAN-Datenbus II

CAN-Datenbus Antrieb

CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment



Der Einsatz verschiedener CAN-Datenbus-Systeme im KFZ und die gemeinsame Nutzung von Daten in den verschiedenen Netzwerken stellt neue Anforderungen an die Diagnose und die Fehlersuche. Während im SSP 238 die Grundlagen des CAN-Datenbus vorgestellt wurden, wird im SSP 269 die technische Realisierung der beiden Datenbus-Typen dargestellt.

Die notwendigen Grundlagen zur Fehlersuche werden erläutert und in einem Ablaufschema wird die Vorgehensweise bei der systematischen Fehlersuche erklärt.

Am Ende des SSPs werden praxisnahe Fehlerzustände aufgezeigt und einzeln abgehandelt. Die Vorgehensweise zur Diagnose des Fehlers wird beschrieben und dessen Ursache und Behebung aufgezeigt.

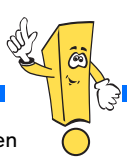
- **SSP 238:**
  Behandelt grundlegende Funktionen des CAN-Datenbus-Systems.

- **SSP 269:**
  Behandelt die bei VOLKSWAGEN und Audi eingesetzten Varianten der CAN-Datenbus-Systeme Antrieb und Komfort/ Infotainment. Speziell wird auf die Fehlersuche mit dem Fahrzeugdiagnose-, Mess- u. Informationssystem VAS 5051 eingegangen. Es folgt die Vorstellung und Diagnose praxisnaher Fehlerzustände.

Controller-Area-Network

238_001

NEU



Achtung
Hinweis

Das Selbststudienprogramm stellt die Konstruktion und die Funktion von Neuentwicklungen dar!
Die Inhalte werden nicht aktualisiert.

Prüf-, Einstell- und Reparaturanweisungen entnehmen Sie bitte der dafür vorgesehenen KD-Literatur.

Auf einen Blick

Einleitung **4**

Überblick **6**

Eigenschaften 6

Differenzielle Datenübertragung. 8

Signalpegel & Widerstände. 12

Systemübersicht. **14**

CAN-Datenbus Antrieb 14

CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment 16

Gesamtsystem **20**

CAN im Service **22**

Allgemein 22

CAN-Datenbus Antrieb 28

CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment 40

Prüfen Sie Ihr Wissen **54**

Glossar **58**

Einleitung

Gesamtsystem

Der CAN-Datenbus ist sehr zuverlässig. CAN-Fehler treten daher selten auf.
Die folgenden Informationen sollen bei der Fehlersuche helfen und einige Standardfehler erläutern.
Sie sollen die Grundlagen des CAN-Datenbus soweit vermitteln, dass die Messungen bei der zielgerichteten Fehlersuche ausgewertet werden können.

Hinweise auf die Notwendigkeit den CAN-Datenbus näher zu untersuchen, liefert das Fahrzeugdiagnose-, Mess- u. Informationssystem – VAS 5051 – mit Meldungen wie „Motorsteuergerät kein Signal/ Kommunikation" (sporadisch) oder „Datenbus-Antrieb defekt". Weitere Hinweise auf Fehlerquellen liefern die Messwerteblöcke des „Gateways“ (ab Seite 20), in denen der Kommunikationszustand aller am CAN-Datenbus befindlichen Steuergeräte abgelegt wird.

CAN Vernetzungen im VW-Konzern

Im Bereich des VW-Konzerns werden verschiedene Ausführungen des CAN-Datenbus eingesetzt.
Die erste Variante des CAN-Datenbus war der CAN-Datenbus Komfort mit 62,5 kBit/s. Es folgte der CAN-Datenbus Antrieb mit 500 kBit/s.
Der CAN-Datenbus Antrieb wird heute in allen Modellen verbaut.
Seit dem MJ 2000 wird auch der „neue“ CAN-Datenbus Komfort und CAN-Datenbus Infotainment mit jeweils 100 kBit/s eingesetzt.
Der neue CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment kann nun auch Daten mit dem CAN-Datenbus Antrieb über den Schalttafeleinsatz mit Gateway, genannt Gateway, austauschen (Seite 20).

Praktische Auslegung

Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen hinsichtlich der erforderlichen Wiederholrate der Signale, des entstehenden Datenvolumens und der Verfügbarkeit (Bereitschaft) werden die drei CAN-Datenbus-Systeme wie folgt unterteilt:

CAN-Datenbus Antrieb (High-Speed) mit **500 kBit/s**
dient der Vernetzung von Steuergeräten im Antriebsstrang

CAN-Datenbus Komfort (Low-Speed) mit **100 kBit/s**
dient der Vernetzung von Steuergeräten im Komfortsystem

CAN-Datenbus Infotainment (Low-Speed) mit **100 kBit/s**
dient der Vernetzung von z.B. Radio, Telefon und Navigationssystem

Allen Systemen ist gemeinsam:

- Die Systeme unterliegen denselben Verkehrsvorschriften auf der Datenautobahn, dem Übertragungsprotokoll.
- Um eine hohe Sicherheit gegen Störungen (z.B. aus dem Motorraum) zu gewährleisten, sind alle CAN-Datenbus-Systeme als Zwei-Draht-Systeme mit verdrillten Leitungen (Twisted Pair, Seite 6) ausgeführt.
- Ein zu sendendes Signal wird im Transceiver des sendenden Steuergerätes, mit unterschiedlichen Signalpegeln versehen und in beide CAN-Leitungen eingespeist. Erst im Differenzverstärker des empfangenden Steuergerätes wird die Differenz beider Signalpegel gebildet und als ein einziges, bereinigtes Signal an den CAN-Empfangsbereich des Steuergerätes weitergegeben, (Kapitel „Differenzielle Datenübertragung“ ab Seite 8).
- Der CAN-Datenbus Infotainment entspricht in den Eigenschaften dem CAN-Datenbus Komfort. Im Polo (ab MJ 2002) und im Golf IV werden CAN-Datenbus Infotainment und CAN-Datenbus Komfort auf einem gemeinsamen Leiterpaar betrieben.

Die wesentlichen Unterschiede der Systeme sind:

- Der CAN-Datenbus Antrieb wird mit Klemme 15, bzw. nach kurzer Nachlaufzeit abgeschaltet.
- Der CAN-Datenbus Komfort wird mit Klemme 30 versorgt und muss in Bereitschaft bleiben. Um das Bordnetz möglichst wenig zu belasten, geht das System nach „Klemme 15 aus“ in den sogenannten „Sleepmode“, wenn es für das Gesamtsystem nicht benötigt wird.
- Der CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment kann bei einem Kurzschluss auf einer Datenbus-Leitung, bzw. bei der Unterbrechung einer CAN-Leitung, mit der verbleibenden Leitung weiter betrieben werden. Es erfolgt eine automatische Umschaltung auf den „Eindrahtbetrieb“ (Seite 19).
- Die elektrischen Signale von CAN-Datenbus Antrieb und CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment sind unterschiedlich.

Achtung: Im Gegensatz zum CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment, darf der CAN-Datenbus Antrieb nicht mit CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment elektrisch verbunden werden!
Die verschiedenen Datenbus-Systeme Antrieb und Komfort/ Infotainment werden im Fahrzeug über das Gateway (Seite 20) verbunden. Das Gateway kann in einem Steuergerät enthalten sein, z.B. im Schalttafeleinsatz oder Bordnetzsteuergerät. Fahrzeugspezifisch kann das Gateway auch als Gateway-Steuergerät realisiert sein.

Überblick

Eigenschaften der CAN-Leitungen

Der CAN-Datenbus ist ein Zweidraht-Datenbus mit einer Taktfrequenz von 100 kBit/s (Komfort/ Infotainment) oder 500 kBit/s (Antrieb). CAN-Datenbus Komfort/Infotainment wird auch als Low-Speed-CAN und CAN-Datenbus Antrieb als High-Speed-CAN bezeichnet.
Der CAN-Datenbus liegt parallel an allen Steuergeräten des jeweiligen CAN-Systems.
Die beiden Leitungen des CAN-Datenbus werden CAN-High- und CAN-Low-Leitung genannt.
Zwei miteinander verdrillte Leitungsadern nennt man Twisted Pair.

Twisted Pair, CAN-High und CAN-Low-Leitung (CAN-Datenbus Antrieb)

S269_002

Über diese beiden Leitungen erfolgt der Datenaustausch zwischen den Steuergeräten. Diese Daten sind zum Beispiel die Motordrehzahl, der Tankfüllstand und die Geschwindigkeit.

Die CAN-Leitungen sind im Kabelbaum mit der Grundfarbe orange ausgeführt. Die CAN-High-Leitung hat beim CAN-Datenbus Antrieb zusätzlich die Kennfarbe schwarz. Beim CAN-Datenbus Komfort ist die Kennfarbe der CAN-High-Leitung grün und beim CAN-Datenbus Infotainment violett. Die CAN-Low-Leitung hat immer die Kennfarbe braun.

In diesem SSP werden die CAN-Leitungen zur übersichtlicheren Darstellung und in Anlehnung an die Darstellung auf dem VAS 5051 jeweils einfarbig in gelb und grün dargestellt.
Die CAN-High-Leitung ist immer gelb, die CAN-Low-Leitung immer grün.

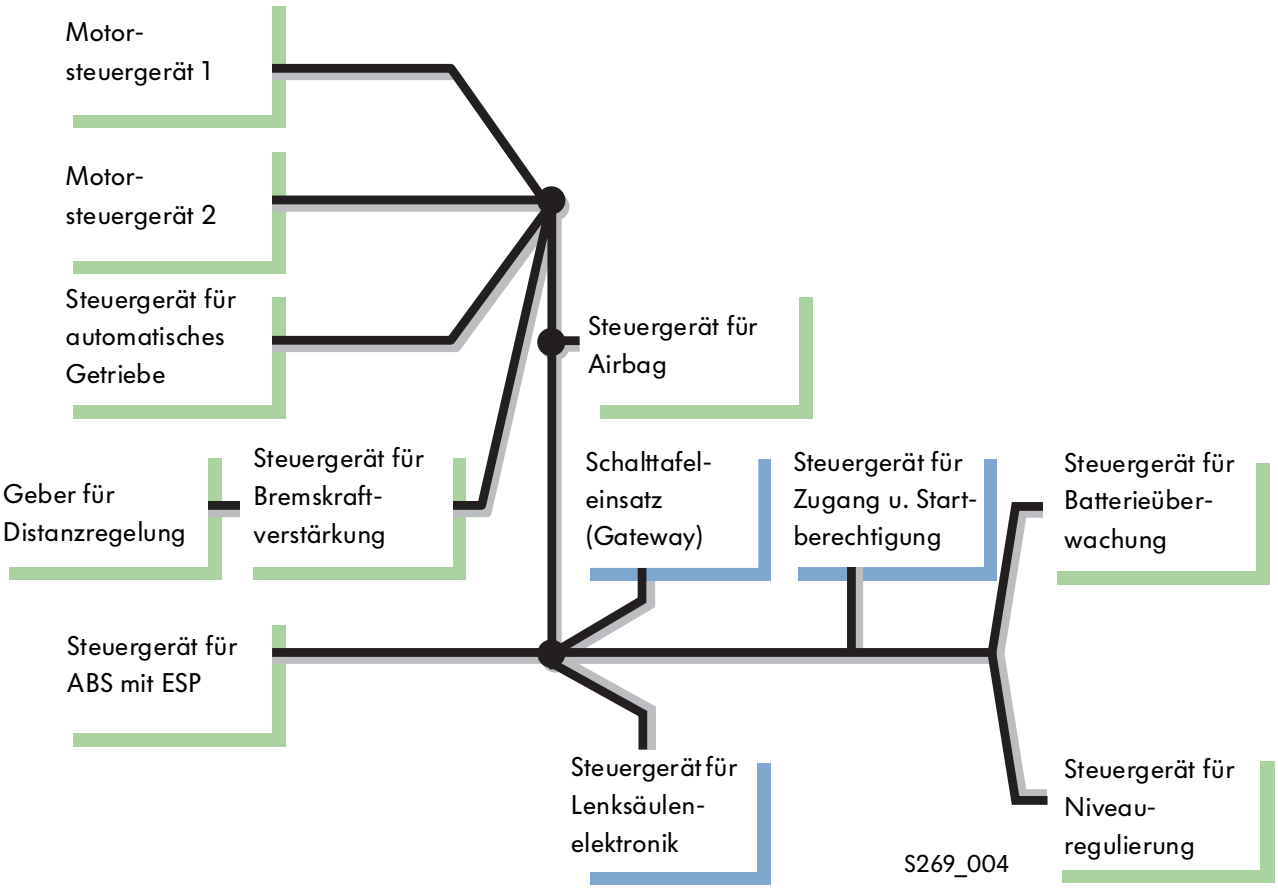
Twisted Pair, CAN-High und CAN-Low Leitung in der Darstellung

S269_003

CAN-Leitungsverlegungs-Plan

Eine Besonderheit des Konzern-CAN-Datenbusses ist die baumförmige Verbindung unter den Steuergeräten, die in der CAN-Norm so nicht vorgesehen ist. Sie ermöglicht eine optimale Verdrahtung der Steuergeräte.
Die eigentliche Verlegung der CAN-Leitungen im Fahrzeug wird als CAN-Topologie-Plan bezeichnet und ist fahrzeugspezifisch.
Das Beispiel zeigt den CAN-Topologie-Plan für den Antriebsstrang des Phaeton. Deutlich sieht man hier die baumförmige Netzstruktur.

CAN-Topologie-Plan für den CAN-Datenbus Antrieb des Phaeton



Überblick

Differenzielle Datenübertragung am Beispiel des CAN-Datenbus Antrieb

Erhöhung der Übertragungssicherheit

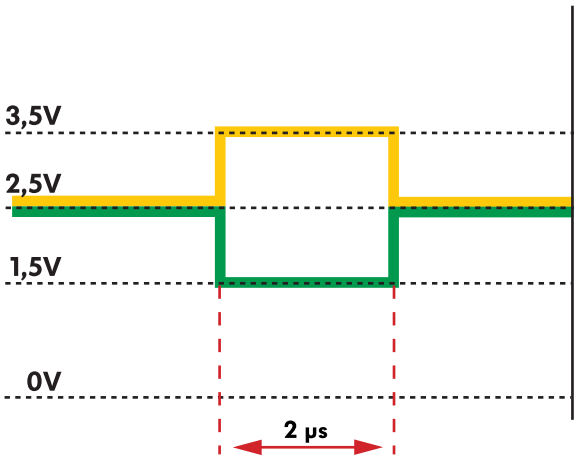
Um eine hohe Übertragungssicherheit zu erreichen, wird bei den CAN-Datenbus-Systemen die schon erwähnte Zweidrahtleitung (Twisted Pair) mit differenzieller Daten-Übertragung eingesetzt.
Die beiden Leitungen werden als CAN-High und CAN-Low bezeichnet.

Spannungsänderungen auf den CAN-Leitungen bei Wechsel zwischen dominantem und rezessivem Zustand am Beispiel des CAN-Datenbus Antrieb:

Im Ruhezustand liegen beide Leitungen auf dem gleichen voreingestellten Wert dem Ruhepegel.
Beim CAN-Datenbus Antrieb liegt dieser Wert bei etwa 2,5V.
Der Ruhepegel wird auch als rezessiver Zustand bezeichnet, da er von jedem angeschlossenen Steuergerät geändert werden kann (siehe auch SSP 238).
Im dominanten Zustand steigt die Spannung auf der CAN-High-Leitung um einen voreingestellten Wert (beim CAN-Datenbus Antrieb um mindestens 1V) an. Die Spannung auf der CAN-Low-Leitung fällt um den gleichen Wert ab (beim CAN-Datenbus Antrieb um mindestens 1V). Daraus ergibt sich, dass beim CAN-Datenbus Antrieb die Spannung auf der CAN-High-Leitung im aktiven Zustand auf mindestens 3,5V ansteigt (2,5V + 1V = 3,5V). Die Spannung auf der CAN-Low-Leitung fällt dann auf noch maximal 1,5V ab (2,5V - 1V = 1,5V).

Demnach beträgt die Spannungsdifferenz zwischen CAN-High und CAN-Low im rezessiven Zustand 0V, im dominanten Zustand mindestens 2V.

Signalverlauf auf dem CAN-Datenbus am Beispiel des CAN-Datenbus Antrieb



Im **dominanten** Zustand geht die **CAN-High-Leitung** auf ca. **3,5V**

Im **rezessiven** Zustand liegen **beide Leitungen** bei ca. **2,5V** (**Ruhepegel**)

Im **dominanten** Zustand fällt die **CAN-Low-Leitung** auf ca. **1,5V**

S269_005

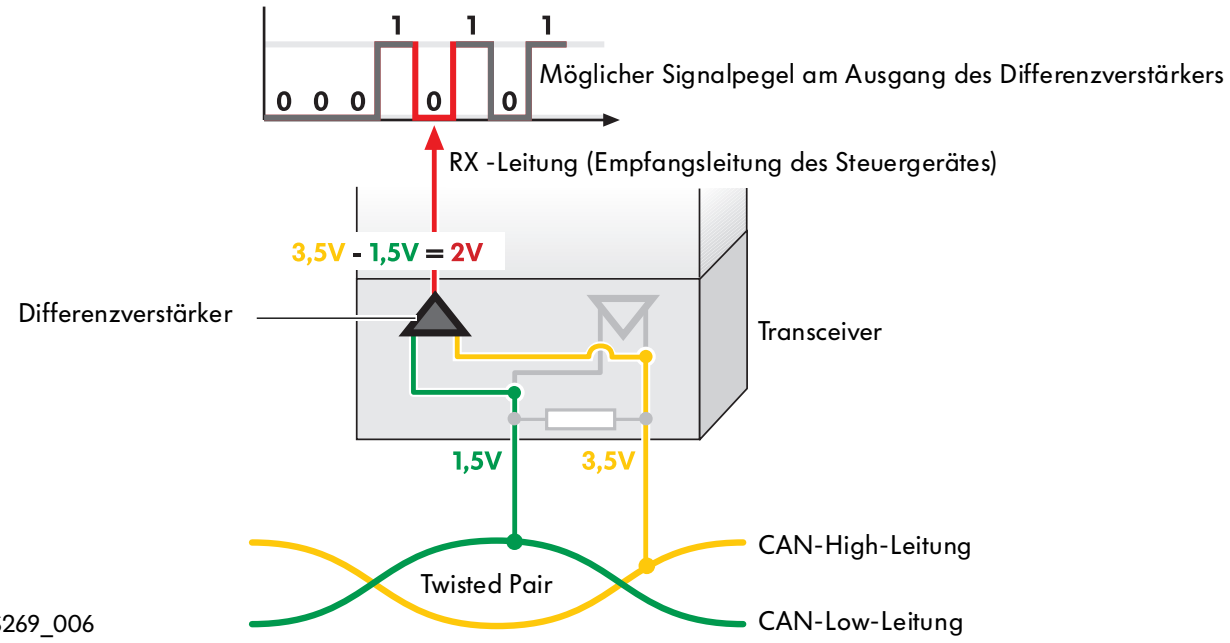
CAN-Transceiver

Im Folgenden wird die Arbeitsweise des Transceivers am Beispiel des CAN-Datenbus Antrieb erläutert. Die im Detail davon abweichende Funktionsweise bei CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment wird in dem Kapitel „Systemübersicht/ CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment“ (Seite 16) näher erläutert.

Umwandeln der Signale von CAN-High und CAN-Low im Transceiver

Über den Transceiver sind die Steuergeräte an den CAN-Datenbus Antrieb angeschlossen. In diesem Transceiver befindet sich ein Empfänger. Dieser Empfänger ist der empfangsseitig eingebaute Differenzverstärker.
Der Differenzverstärker ist zuständig für die Auswertung eintreffender Signale von CAN-High und CAN-Low. Darüber hinaus sorgt er für die Weiterleitung dieser umgewandelten Signale zum CAN-Empfangsbereich des Steuergerätes. Diese umgewandelten Signale werden als die Ausgangsspannung des Differenzverstärkers bezeichnet.
Der Differenzverstärker bestimmt diese Ausgangsspannung, indem er die Spannung auf der CAN-Low-Leitung ($U_{CAN\text{-}Low}$) von der Spannung auf der CAN-High-Leitung ($U_{CAN\text{-}High}$) abzieht. Auf diese Weise wird der Ruhepegel (beim CAN-Datenbus Antrieb 2,5V) oder jede andere überlagerte Spannung (z.B. Störungen, Seite11) beseitigt.

Der Differenzverstärker des CAN-Datenbus Antrieb

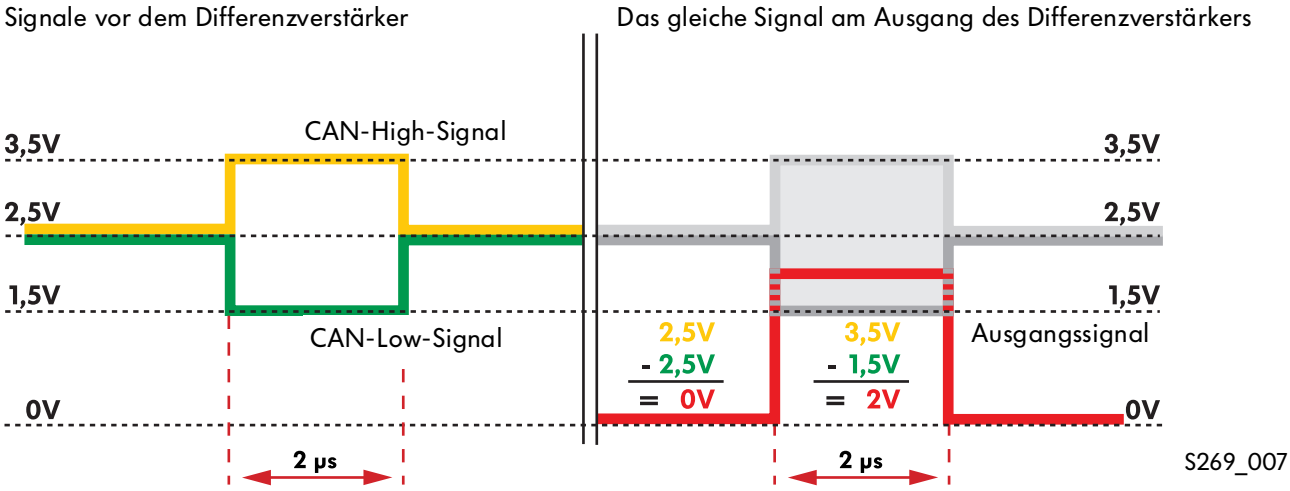


Überblick

Signalumwandlung im Differenzverstärker des CAN-Datenbus Antrieb

Bei der Auswertung im Differenzverstärker des Transceivers, wird die auf der CAN-Low-Leitung anliegende Spannung von der zeitgleich auf der CAN-High-Leitung anliegenden Spannung abgezogen.

Auswertung im Differenzverstärker am Beispiel des CAN-Datenbus Antrieb

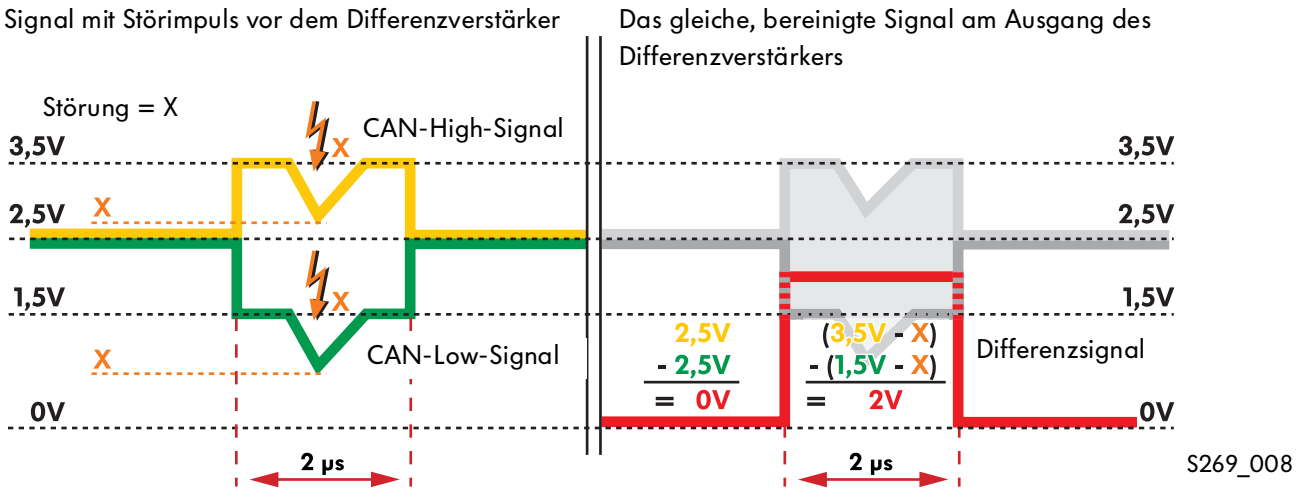


Im Gegensatz zum CAN-Datenbus Antrieb wird beim CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment ein intelligenter Differenzverstärker eingesetzt. Um auch den sogenannten „Eindrahtbetrieb“ zu ermöglichen, wertet er zusätzlich die Signale auf der CAN-High und der CAN-Low-Leitung einzeln aus.
Näheres zum Eindrahtbetrieb und zu der Funktionsweise des Differenzverstärkers bei CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment wird in dem Kapitel „Systemübersicht/ CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment“ (ab Seite 16) erläutert.

Ausfiltern von Störungen im Differenzverstärker des CAN-Datenbus Antrieb

Da die Datenbus-Leitungen auch im Motorraum verlegt sind, werden diese auch unterschiedlichen Störeinflüssen ausgesetzt. So sind Kurzschlüsse gegen Masse und Batteriespannung, Überschläge aus der Zündanlage und statische Entladungen bei der Wartung denkbar.

Ausfiltern von Störungen im Differenzverstärker am Beispiel des CAN-Datenbus Antrieb



Durch die Auswertung der Signale von CAN-High und CAN-Low im Differenzverstärker, die sogenannte differenzielle Übertragungstechnik, werden Einwirkungen von Störungen weitestgehend eliminiert. Ein weiterer Vorteil der differenziellen Übertragungstechnik liegt darin, dass auch Bordnetzschwankungen (z.B. beim Anlassen des Motors) sich nicht auf die Datenübertragung zu den einzelnen Steuergeräten (Übertragungssicherheit) auswirken.

In der Abbildung oben ist die Wirkung dieser Art der Übertragung deutlich sichtbar.
Auf Grund der miteinander verdrillten Leitungen von CAN-High und CAN-Low (Twisted Pair), wirkt ein Störimpuls X sich immer auf beide Leitungen gleichmäßig aus.
Da im Differenzverstärker die Spannung auf der CAN-Low-Leitung (1,5V - X) von der Spannung auf der CAN-High-Leitung (3,5V - X) abgezogen wird, fällt der Störimpuls bei der Auswertung heraus und erscheint nicht mehr im Differenzsignal.

(3,5V - X) - (1,5V - X) = 2V

Überblick

Signalpegel

Verstärken der Signale des Steuergerätes im Transceiver

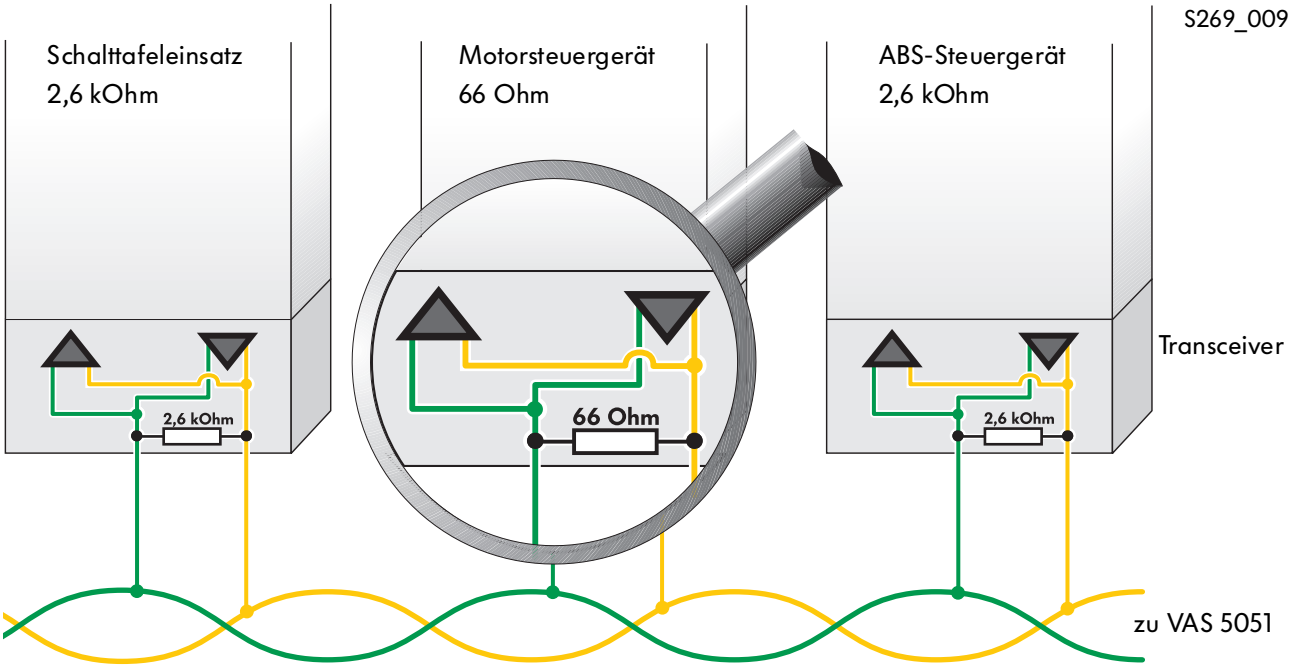
Sendeseitig ist der Transceiver dafür verantwortlich, die relativ schwachen Signale der CAN-Controller in den Steuergeräten soweit zu verstärken, dass die auf den CAN-Leitungen und an den Eingängen der Steuergeräte vorgesehenen Signalpegel erreicht werden.

Die an den CAN-Datenbus angeschlossenen Steuergeräte wirken, durch die dort verbauten elektrischen Komponenten, wie ein Lastwiderstand auf den CAN-Leitungen. Der Lastwiderstand hängt von der Anzahl der angeschlossenen Steuergeräte und deren Widerständen ab.

Beispielsweise belastet das Motorsteuergerät den CAN-Datenbus Antrieb mit 66 Ohm zwischen CAN-High und CAN-Low. Alle anderen Steuergeräte belasten den Datenbus mit einem Widerstand von jeweils 2,6 kOhm.
Zusammen ergibt dies eine Last von 53-66 Ohm, je nach Anzahl der angeschlossenen Steuergeräte.
Ist Klemme 15 (Zündung) abgeschaltet, kann dieser Widerstand zwischen CAN-High und CAN-Low mit einem Ohmmeter gemessen werden.

Der Transceiver speist die CAN-Signale in beide Leitungen des CAN-Datenbus ein. Dabei entspricht eine positive Spannungsänderung auf der CAN-High-Leitung einer gleich großen negativen Spannungsänderung auf der CAN-Low-Leitung. Auf einer CAN-Leitung beträgt die Spannungsänderung beim CAN-Datenbus Antrieb mindestens 1V, beim CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment mindestens 3,6V.

Lastwiderstände auf den Datenbusleitungen CAN-High und CAN-Low



Besonderheiten des Konzern-CAN

Gegenüber dem Datenbus in seiner ursprünglichen Form mit zwei Abschlusswiderständen an den beiden Enden des Datenbusses, verwendet VW verteilte Lastwiderstände mit einem „Zentralen Abschlusswiderstand" im Motorsteuergerät und hochohmigen Widerständen in den anderen Steuergeräten. Konsequenz daraus sind stärkere Reflektionen, die jedoch bei den geringen Datenbuslängen im PKW keine negativen Auswirkungen haben. Die Angaben zu möglichen Datenbuslängen in der CAN-Norm gelten wegen der Reflektionen jedoch nicht für den CAN-Datenbus Antrieb bei VW.

Eine Besonderheit des CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment ist, dass die Lastwiderstände in den Steuergeräten nicht mehr zwischen CAN-High und CAN-Low liegen, sondern von der jeweiligen Leitung gegen Masse bzw. gegen 5V. Wird die Batteriespannung abgeschaltet, werden auch die Widerstände abgeschaltet, so dass diese mit einem Ohmmeter nicht mehr messbar sind.

Achtung:
Auch zu Messzwecken sollte der CAN-Datenbus Antrieb nicht um mehr als 5 m verlängert werden.

Eigenschaften und Besonderheiten des CAN-Datenbus Antrieb

Der CAN-Datenbus Antrieb mit 500 kBit/s dient der Vernetzung von Steuergeräten beim CAN-Datenbus Antrieb.

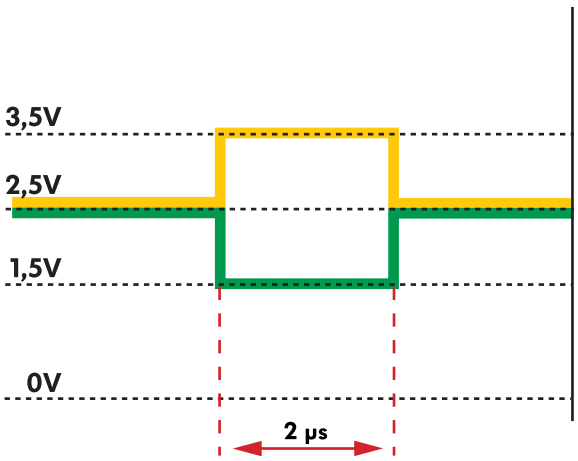
Steuergeräte des CAN-Datenbus Antrieb sind beispielsweise:

- Motorsteuergerät
- ABS-Steuergerät
- ESP-Steuergerät
- Getriebesteuergerät
- Airbag-Steuergerät
- Schalttafeleinsatz

Beim CAN-Datenbus Antrieb handelt es sich, wie bei allen CAN-Leitungen, um einen Zweidraht-Datenbus mit einer Taktfrequenz von 500 kBit/s. Er wird deshalb auch als High-Speed-CAN bezeichnet.
Über die CAN-High- und die CAN-Low-Leitung des CAN-Datenbus Antrieb erfolgt der Austausch der Daten zwischen den Steuergeräten.
Die Botschaften werden zyklisch von den Steuergeräten gesendet, das heißt die Wiederholrate der Botschaften liegt typischerweise im Bereich 10 - 25 ms.

Der CAN-Datenbus Antrieb wird mit Klemme 15 (Zündung) eingeschaltet und auch wieder, nach kurzer Nachlaufzeit, vollständig ausgeschaltet.

Signalverlauf des CAN-Datenbus Antrieb



Im **dominanten** Zustand geht die **CAN-High-Leitung** auf ca. **3,5V**

Im **rezessiven** Zustand liegen **beide Leitungen** bei ca. **2,5V** (**Ruhepegel**)

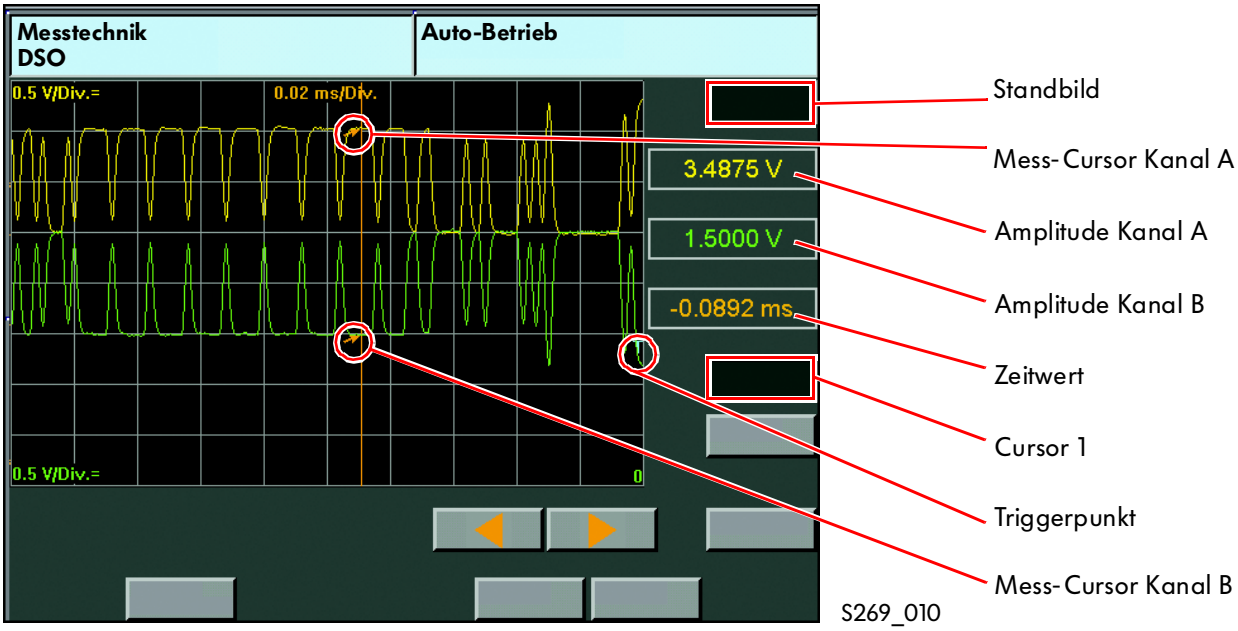
Im **dominanten** Zustand fällt die **CAN-Low-Leitung** auf ca. **1,5V**

S269_005

Signalverlauf auf dem CAN-Datenbus Antrieb

Das folgende Bild zeigt den Verlauf eines realen CAN-Telegrammes, das mit einem modernen Transceiver erzeugt und mit dem **d**igitalen **S**peicher**o**szilloskop (DSO) des VAS 5051 aufgenommen wurde. Der sich überlagernde Signalverlauf zwischen beiden Pegeln kennzeichnet den rezessiven Pegel von 2,5V. Die dominante Spannung an CAN-High liegt bei ca. 3,5V. Bei CAN-Low liegt sie bei ca. 1,5V.

Signalverlauf auf dem CAN-Datenbus Antrieb auf dem DSO des VAS 5051



Dominante und rezessive Pegel wechseln sich ab.
$U_{CAN\text{-}High}$ liegt bei 3,48V, $U_{CAN\text{-}Low}$ bei 1,5V.
Einstellung: 0,5V/ Div, 0,02ms/ Div

Systemübersicht

Eigenschaften und Besonderheiten des CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment

Der CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment mit 100 kBit/s dient der Vernetzung von Steuergeräten für die Bereiche CAN-Datenbus Komfort und CAN-Datenbus Infotainment.

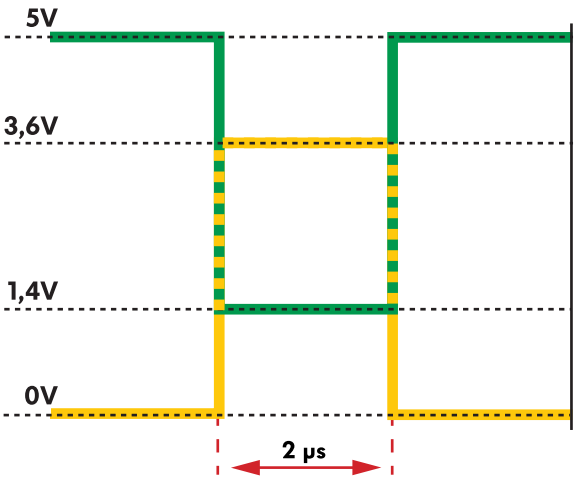
Steuergeräte des CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment sind beispielsweise:

- Steuergerät für Climatronic/ Klimaanlage
- Türsteuergeräte
- Komfort-Steuergerät
- Steuergerät mit Anzeigeeinheit für Radio und Navigation

Bei dem CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment handelt es sich, wie bei allen CAN-Leitungen, um einen Zweidraht-Datenbus. Die Taktfrequenz auf dem Datenbus beträgt nur 100 kBit/s, und wird deshalb auch als Low-Speed-CAN bezeichnet.

Über die CAN-High- und die CAN-Low-Leitung erfolgt der Austausch von Daten zwischen den Steuergeräten, zum Beispiel Türen offen/ geschlossen, Innenleuchten an/ aus, Position des Fahrzeuges (GPS), und Ähnliches.
CAN-Datenbus Komfort und CAN-Datenbus Infotainment können, aufgrund ihrer gleichen Taktfrequenz, auf einem gemeinsamen Leiterpaar betrieben werden, sofern dies für die entsprechenden Modelle vorgesehen ist (z.B. Golf IV und Polo MJ 2002).

Signalverlauf des CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment



Im **dominanten** Zustand fällt die **CAN-Low-Leitung** auf ca. **1,4V** ab.

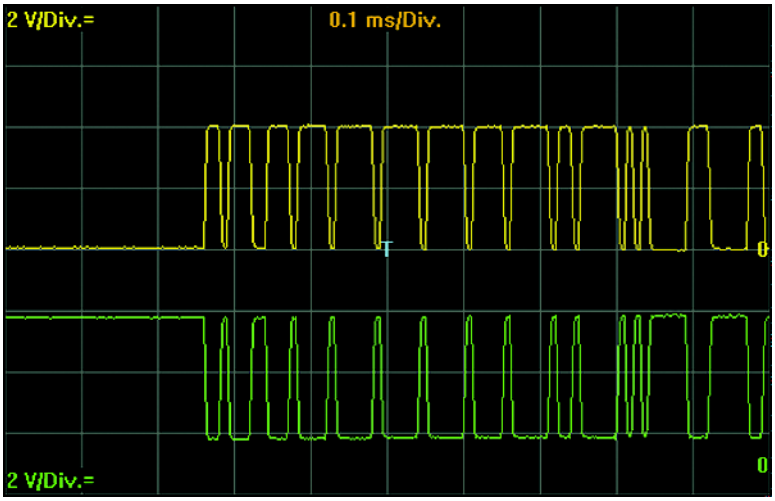
Im **rezessiven** Zustand liegt die **CAN-High-Leitung** auf ca. **0V**, die **CAN-Low-Leitung** auf ca. **5V**.

Im **dominanten** Zustand geht die **CAN-High-Leitung** auf ca. **3,6V**.

Differenzielle Datenübertragung beim CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment

Um beim Low-Speed-CAN die Störunanfälligkeit mit erhöhter Ausfallsicherheit und geringem Stromverbrauch zu kombinieren, waren gegenüber dem CAN-Datenbus Antrieb einige Änderungen nötig.
Zunächst wurde die Abhängigkeit der beiden CAN-Signale voneinander, durch unabhängige Treiber (Leistungsverstärker) aufgehoben. Im Gegensatz zum CAN-Datenbus Antrieb sind beim CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment die CAN-High- und die CAN-Low-Leitung nicht über Widerstände miteinander verbunden.
Das heißt, dass CAN-High und CAN-Low sich nicht mehr gegenseitig beeinflussen, sondern unabhängig voneinander als Spannungsquellen arbeiten.
Weiterhin wurde auf die gemeinsame Mittelspannung verzichtet. Das CAN-High-Signal liegt im rezessiven Zustand (Ruhepegel) auf 0V, im dominanten Zustand wird eine Spannung ≥ 3,6V erreicht.
Bei dem CAN-Low-Signal liegt der rezessive Pegel auf 5V, der dominante Pegel auf ≤ 1,4V.
Damit liegt der rezessive Pegel nach der Differenzbildung im Differenzverstärker bei - 5V und der dominate Pegel bei 2,2V. Die Spannungsänderung zwischen dem rezessiven und dem dominaten Pegel (Spannungshub) wurde somit auf ≥ 7,2V erhöht.

Darstellung des Signalverlaufs auf dem DSO des VAS 5051 (Standbild)



S269_012

Dominante und rezessive Pegel wechseln sich ab.
$U_{CAN\text{-}High}$ liegt im dominanten Zustand bei 3,6V, $U_{CAN\text{-}Low}$ bei 1,4V.
Einstellung: 2V/ Div, 0,1ms/ Div

Zur besseren Übersicht sind das CAN-High und CAN-Low-Signal auseinandergezogen worden.
Dies erkennt man an den unterschiedlichen Nullpunkten in der DSO-Darstellung.
Es sind deutlich die unterschiedlichen Ruhepegel für CAN-High und CAN-Low sichtbar. Weiterhin ist der deutlich vergrößerte Spannungshub (7,2V) gegenüber dem CAN-Datenbus Antrieb erkennbar.

Systemübersicht

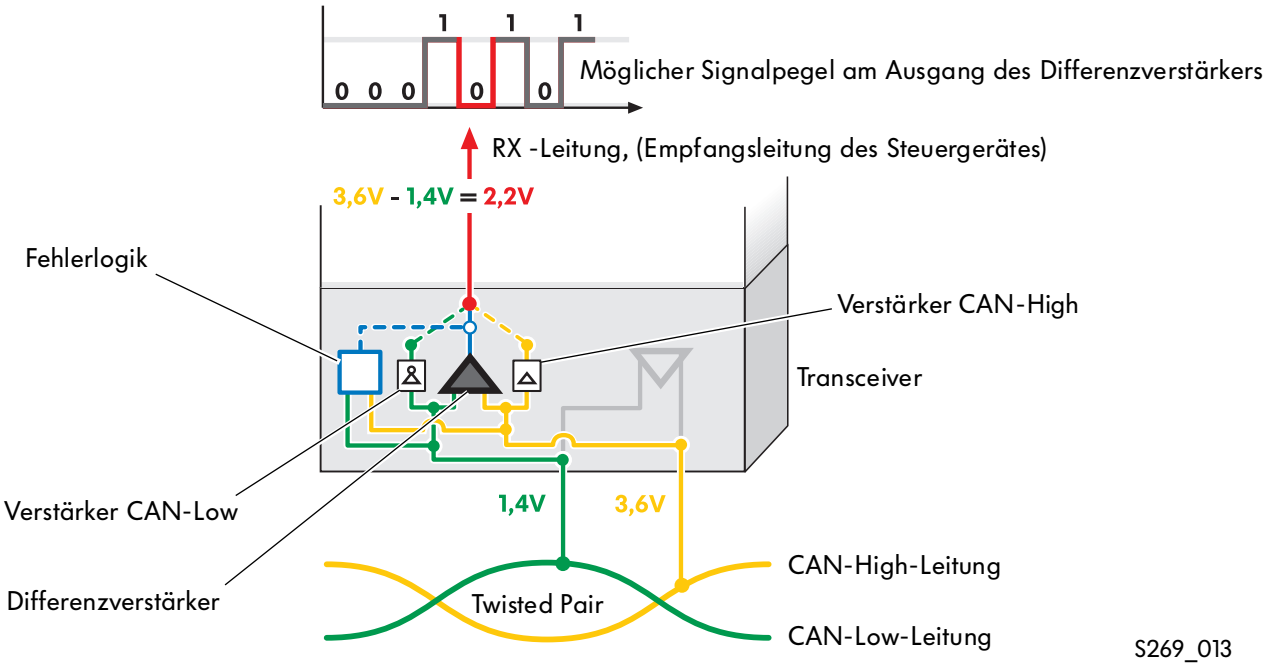
Die CAN-Transceiver des CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment

Die Funktionsweise der Transceiver des CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment entspricht im Wesentlichen der Funktionsweise der Transceiver beim CAN-Datenbus Antrieb. Es werden nur andere Spannungspegel ausgegeben und Maßnahmen getroffen, um im Fehlerfall auf die CAN-High bzw. CAN-Low-Leitung umzuschalten (Eindrahtbetrieb). Weiterhin werden Kurzschlüsse zwischen CAN-High und CAN-Low erkannt und im Fehlerfall der CAN-Low-Treiber abgeschaltet. In diesem Fall weisen CAN-High und CAN-Low das gleiche Signal auf.

Der Datenverkehr auf der CAN-High und der CAN-Low-Leitung wird von der im Transceiver verbauten Fehlerlogik überwacht. Die Fehlerlogik wertet die eintreffenden Signale beider CAN-Leitungen aus. Tritt ein Fehler auf (z.B. eine Unterbrechung auf einer CAN-Leitung), wird dieser Fehler von der Fehlerlogik erkannt. Zur Auswertung wird dann nur die jeweils intakte Leitung verwendet (Eindrahtbetrieb).

Im Normalbetrieb wird das Signal CAN-High „minus“ CAN-Low ausgewertet (Differenzielle Datenübertragung, Seite 8). Die Auswirkung von Störungen, die gleichzeitig in beide Leitungen des CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment einstreuen, wird dadurch genauso zuverlässig minimiert wie beim CAN-Datenbus Antrieb (Seite 11).

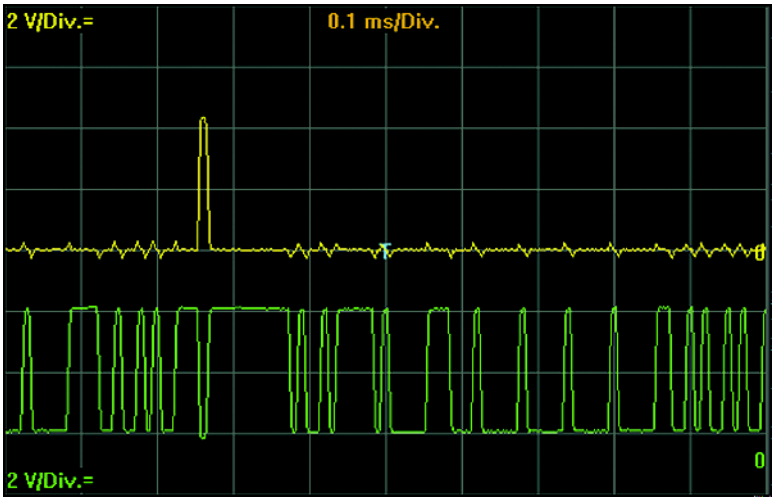
Aufbau des Transceivers bei CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment



CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment im Eindrahtbetrieb

Fällt eine der beiden CAN-Leitungen durch Unterbrechung, Kurzschluss oder Verbindung zur Batteriespannung aus (ISO-Fehler 1-7, ab Seite 42), wird auf den sogenannten Eindrahtbetrieb umgeschaltet. Während des Eindrahtbetriebes werden nur die Signale der noch intakten CAN-Leitung ausgewertet. Auf diese Weise bleibt der CAN-Datenbus Komfort/Infotainment funktionsfähig.
Die eigentliche CAN-Auswertung im Steuergerät ist vom Eindrahtbetrieb nicht betroffen. Über einen speziellen Fehlerausgang, wird dem Steuergerät mitgeteilt, ob der Transceiver sich im Normalbetrieb oder im Eindrahtbetrieb befindet.

Darstellung des Signalverlaufs auf dem DSO bei Eindrahtbetrieb (Standbild)



S269_014

Gesamtsystem

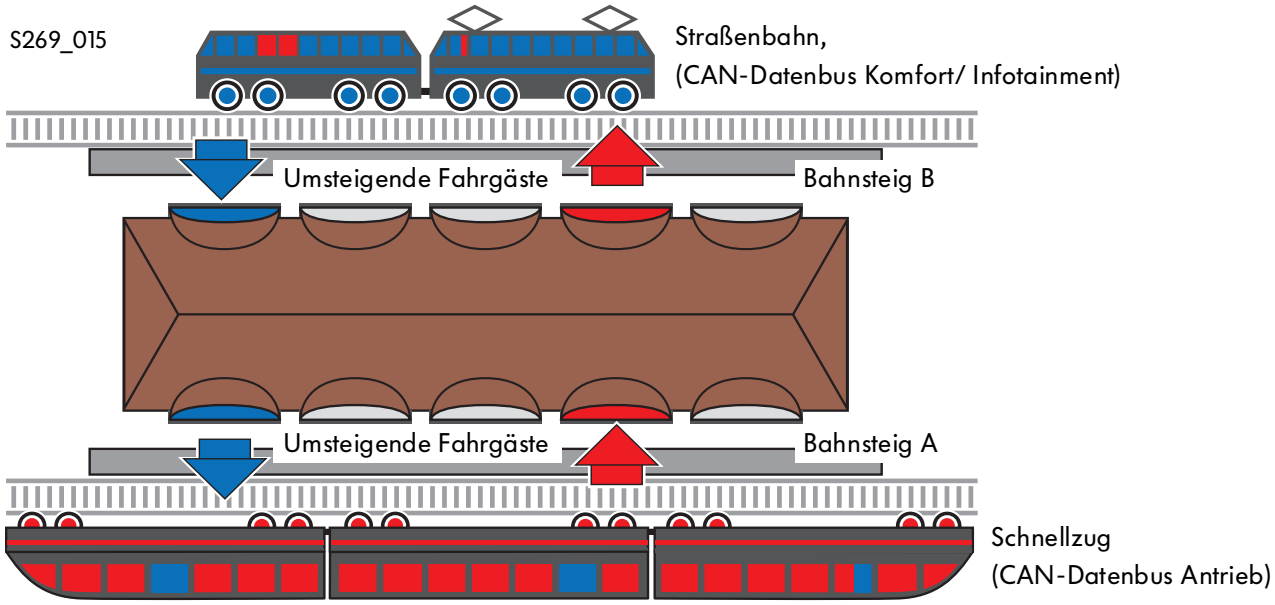
Vernetzung der drei Systeme über das Gateway

Eine Kopplung von CAN-Datenbus Antrieb und CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment ist aufgrund der unterschiedlichen Spannungspegel und Widerstandsanordnung nicht möglich.
Hinzu kommt die unterschiedliche Übertragungsgeschwindigkeit der beiden Datenbus-Systeme, die eine Auswertung der unterschiedlichen Signale unmöglich macht.

Zwischen beiden Datenbus-Systemen muss daher eine Umsetzung erfolgen.
Diese Umsetzung erfolgt in dem sogenannten Gateway.
Dem Fahrzeug entsprechend, ist das Gateway entweder im Schalttafeleinsatz, im Bordnetzsteuergerät oder in einem eigenen Gatewaysteuergerät untergebracht.

Da dem Gateway alle Informationen über den CAN-Datenbus zur Verfügung stehen, wird dieses auch als Diagnoseschnittstelle benutzt.
Zur Zeit erfolgt die Abfrage der Diagnoseinformationen über die K-Leitung des Gateways, ab dem Touran über eine CAN-Datenbus-Diagnose-Leitung.

Das Prinzip eines Gateways lässt sich am Beispiel eines Bahnhofs verdeutlichen



An dem Bahnsteig A (Bahnsteig, engl.: Gateway) eines Bahnhofs läuft der Schnellzug (CAN-Datenbus Antrieb, 500 kBit/s) mit vielen hundert Fahrgästen ein.
An dem Bahnsteig B wartet bereits die Straßenbahn (CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment, 100 kBit/s). Einige Fahrgäste steigen um auf die Strassenbahn und einige Fahrgäste sind mit der Strassenbahn gekommen, um mit dem schnelleren Schnellzug weiterzufahren.

Diese Funktion eines Bahnhofs/ Bahnsteigs, nämlich das Umsteigen von Passagieren zu ermöglichen, um diese mit unterschiedlich schnellen Verkehrsmitteln an ihren Bestimmungsort zu befördern, umschreibt die Aufgabe des Gateways bei der Vernetzung der beiden Systeme CAN-Datenbus Antrieb und CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment.
Die Hauptaufgabe des Gateways besteht darin, Informationen zwischen den beiden unterschiedlich schnellen Systemen auszutauschen.

Zur Erinnerung:
Im Gegensatz zu CAN-Datenbus Komfort und CAN-Datenbus Infotainment, darf der CAN-Datenbus Antrieb nie mit CAN-Datenbus Komfort oder CAN-Datenbus Infotainment elektrisch verbunden werden! Die verschiedenen Datenbus-Systeme CAN-Antrieb und CAN-Komfort/ Infotainment dürfen im Fahrzeug nur über das sogenannte Gateway verbunden werden.

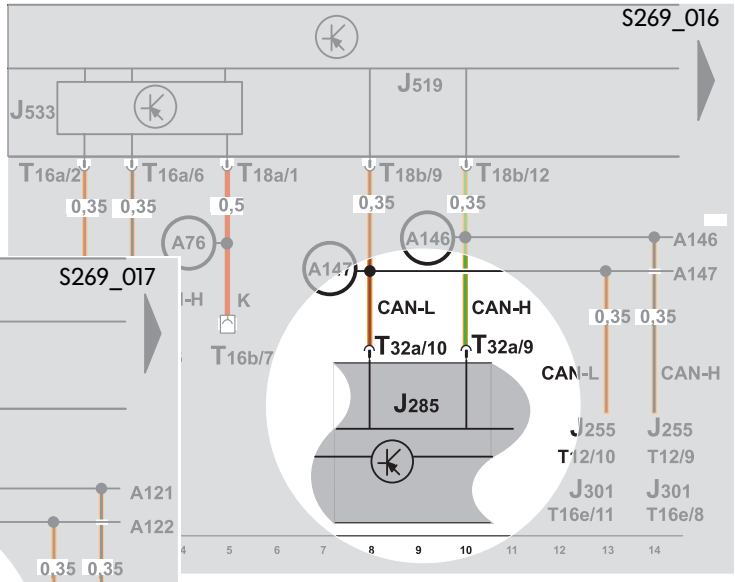
CAN im Service

Zugang zum CAN-Datenbus

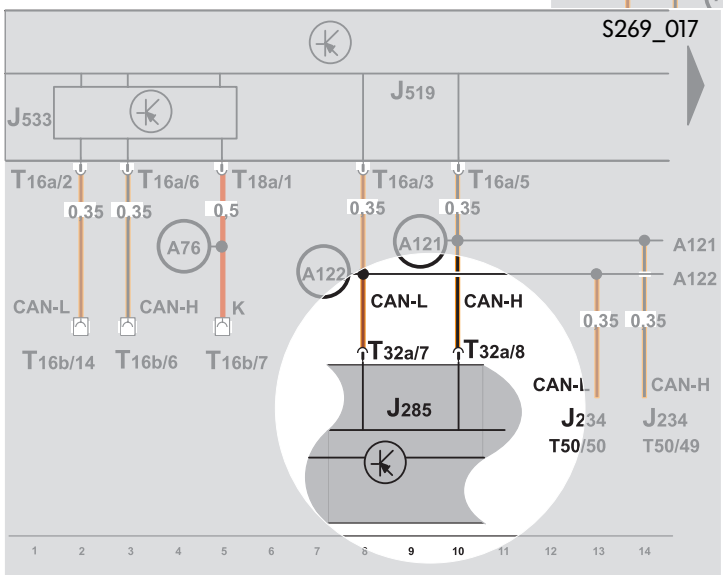
Der CAN-Datenbus Antrieb ist als „geschalteter CAN-Datenbus" auf dem OBD-Stecker vorhanden. Die Aktivierungsprozedur wird aber zur Zeit vom VAS 5051 noch nicht unterstützt, so dass die Messungen nicht über den OBD-Stecker ausgeführt werden können.
Als Alternative bietet sich ein Zugang über den Schalttafeleinsatz an. Beim Polo (MJ 2002) befindet sich das Gateway im Bordnetzsteuergerät und beim Golf IV im Schalttafeleinsatz. Bei beiden Versionen sind jedoch CAN-Datenbus Antrieb und CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment auf dem rechten (grünen) Stecker des Schalttafeleinsatzes zugänglich.

Belegung des rechten, grünen Steckers am Schalttafeleinsatz des Polo (MJ2002)

CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment



CAN-Datenbus Antrieb



Legende:
J285: Steuergerät mit Anzeigeeinheit im Schaltafeleinsatz
J519: Steuergerät für Bordnetz
J533: Diagnoseinterface für Datenbus

Polo (MJ 2002) und Golf IV verwenden einen kombinierten CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment. Beim Phaeton und beim Golf V werden CAN-Datenbus Komfort und CAN-Datenbus Infotainment getrennt betrieben.

Diagnosehinweise

Ausgangspunkt der Fehleranalyse ist immer die Diagnose mit dem VAS 5051.
Fehlermeldungen, die sich sofort einem speziellen Datenbus-Defekt zuordnen lassen, sind nicht vorhanden. Defekte Steuergeräte können ähnliche Wirkungen erzeugen wie Fehler auf dem Datenbus.
Hier kann erst eine Auslesung der im Gateway (Seite 20) abgespeicherten Fehlermeldungen einen Anhaltspunkt für die Fehlersuche geben. Eine Untersuchung des CAN-Datenbusses kann beim CAN-Datenbus Antrieb zunächst mit dem Ohmmeter erfolgen. Für den CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment wird in jedem Fall das DSO des VAS 5051 benötigt.
Nach Anschluss des VAS 5051 an das Gateway, erfolgt der Zugriff auf die Fehlermeldungen aus dem Hauptmenü des VAS 5051 mit der Funktion 19 (Gateway). Im Gateway-Menü erhält man mit der Auswahl 08 den Zugriff auf die Messwerteblöcke. Die Nummer des zu untersuchenden Messwerteblockes muss dann eingegeben werden.

Folgende Anzeigegruppen/ Messwerteblöcke sind vorhanden (im Beispiel Phaeton)

	1	2	3	4
CAN-Datenbus Antrieb				
125	Motor-Steuergerät	Getriebe-Steuergerät	ABS-Steuergerät	---
126	Lenkwinkelsensor	Airbag-Steuergerät	Elektrische Lenkung *)	Dieselpumpen-Steuergerät *)
127	Elektrische Zentralelektrik *)	Allrad-Elektronik *)	Abstands-Distanzregelelektronik	---
128	Batteriemanagement	Elektronisches Zündschloss	Niveauregelung	Dämpferregelung
129	---	---	---	---
CAN-Datenbus Komfort				
130	Eindraht/ Zweidraht	Zentralkomfortelektronik	Fahrertür-Steuergerät	Beifahrertür-Steuergerät
131	Türelektronik hinten links	Türelektronik hinten rechts	Memorysitzelektronik, Fahrer	Elektrische Zentralelektrik
132	Kombiinstrument *)	Multifunktions-Lenkrad	Climatronik	Reifendrucküberwachung
133	Dachelektronik	Memorysitzelektronik, Beifahrer	Memorysitzelektronik, hinten	Park Distanz Regelung
134	Standheizung *)	Elektronisches Zündschloss	Wischerelektronik	---
135	Anhängersteuergerät *)	Zentr. Anzeige Bedieneinheit vorn	Zentr. Anzeige Bedieneinheit hi.	---
CAN-Datenbus Infotainment				
140	Eindraht/ Zweidraht	Radio	Navigation	Telefon
141	Sprachbedienung *)	CD Wechsler *)	Gateway *)	Telematik *)
142	Anzeige Bedieneinheit vorn	Anzeige Bedieneinheit hinten	---	Kombiinstrument *)
143	Digitales Sound System	Multifunktions-Lenkrad *)	Standheizung	---

*) Sonderausstattung / Fahrzeugvariante

S269_018

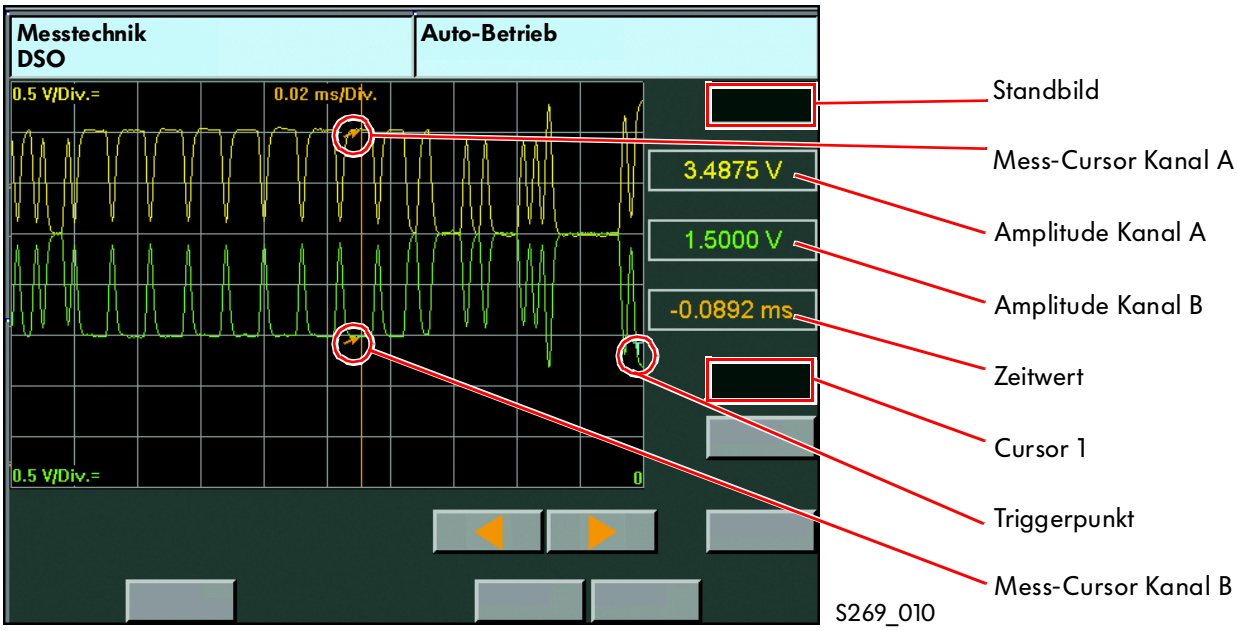
Die Belegung kann von dem dargestellten Beispiel abweichen! Bitte Klartext bei Anzeigegruppen beachten und gegebenenfalls andere Anzeigegruppe wählen.

Darstellung von CAN-Signalen auf dem DSO

Ungestörter Datenverkehr auf dem CAN-Datenbus Antrieb

Auf dem VAS 5051 wird der CAN-Datenbus Antrieb mit höchster Auflösung (0,02ms/ Div und 0,5V/ Div) dargestellt und dann das Bild gespeichert (Standbild).
Wegen der Auflösungsprobleme darf die Messung nicht in Bereichen erfolgen, die spitz zulaufen (zum Beispiel am linken und rechten Rand der Darstellung).

Darstellung des CAN-Datenbus Antrieb auf dem DSO des VAS 5051



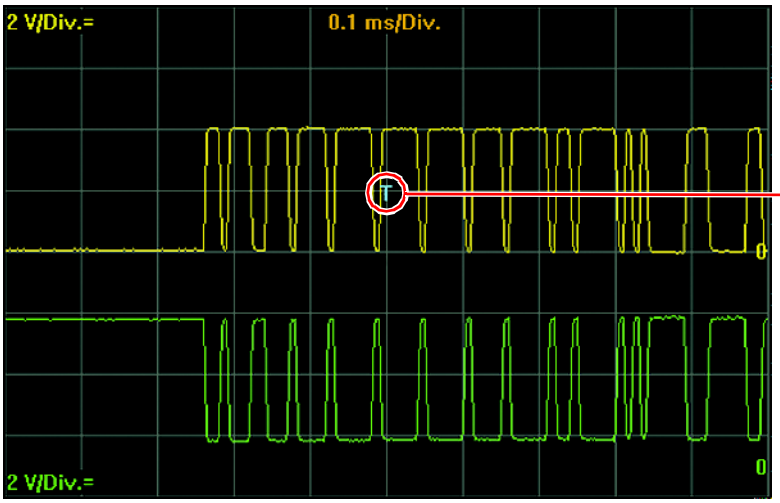
Der Mess-Cursor muss in der Mitte eines der flachen Impulse positioniert werden, um zuverlässige Messwerte zu erzielen. Die abgebildete Messung zeigt einen CAN-Datenbus Antrieb, der gerade die Soll-Werte erreicht.

Es ist zu beachten, dass die Messwerte der Signalpegel von den einzelnen Steuergeräten bestimmt werden und daher bei aufeinander folgenden Messungen recht unterschiedliche Spannungen gemessen werden können.
Werden die Signale eines anderen Steuergerätes dargestellt, sind Unterschiede von 0,5V keine Seltenheit.

Ungestörter Datenverkehr auf dem CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment

Damit die Darstellung übersichtlich bleibt, werden hier, anders als bei der Darstellung der CAN-Daten auf dem CAN-Datenbus Antrieb, unterschiedliche 0-Punkte für die Darstellung des CAN-Datenbusses gewählt. Die CAN-High-Leitung ist weiterhin gelb dargestellt, die CAN-Low-Leitung grün.
Die Triggerung erfolgt hier auf den CAN-High-Pegel bei etwa 2V.

Darstellung des CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment auf dem DSO des VAS 5051



S269_019

Es gilt zu beachten, dass die Messwerte der Signalpegel auch beim CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment von den einzelnen Steuergeräten bestimmt werden. Daher kann es vorkommen, dass bei aufeinander folgenden Messungen recht unterschiedliche Spannungen ermittelt werden.

Achtung: Im Gegensatz zum CAN-Datenbus Antrieb führt der CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment immer Spannung, wenn die Fahrzeugbatterie angeklemmt ist.
Untersuchungen auf Unterbrechungen oder Kurzschlüsse können mit dem Ohmmeter nur ausgeführt werden, wenn die Fahrzeugbatterie abgeklemmt ist.

ISO-Fehler

Bedingt durch die mechanischen Erschütterungen des Fahrzeuges muss davon ausgegangen werden, dass sowohl Isolierungen defekt werden, als auch Kabelbrüche oder Kontaktfehler in Steckern auftreten können. Entsprechend gibt es eine **ISO**-Fehlertabelle. ISO steht für die internationale Normungsorganisation „**I**nternational **O**rganisation for **S**tandardization".
In dieser ISO-Fehlertabelle sind die für den CAN-Datenbus möglichen Fehler zusammengestellt worden. Desweiteren werden in diesem SSP auch Leitungsvertauschungen (Fehler 9, Seite 38) mitbehandelt. Diese tauchen in der Praxis ebenfalls auf, obwohl sie eigentlich nicht vorkommen sollten.

ISO-Fehlertabelle

ISO	CAN-High	CAN-Low
1		Unterbrechung
2	Unterbrechung	
3		Schluss nach V_{Batt}
4	Schluss nach Masse	
5		Schluss nach Masse
6	Schluss nach V_{Batt}	
7	Schluss nach CAN-Low	Schluss nach CAN-High
8	fehlender R_{term}	fehlender R_{term}

S269_020

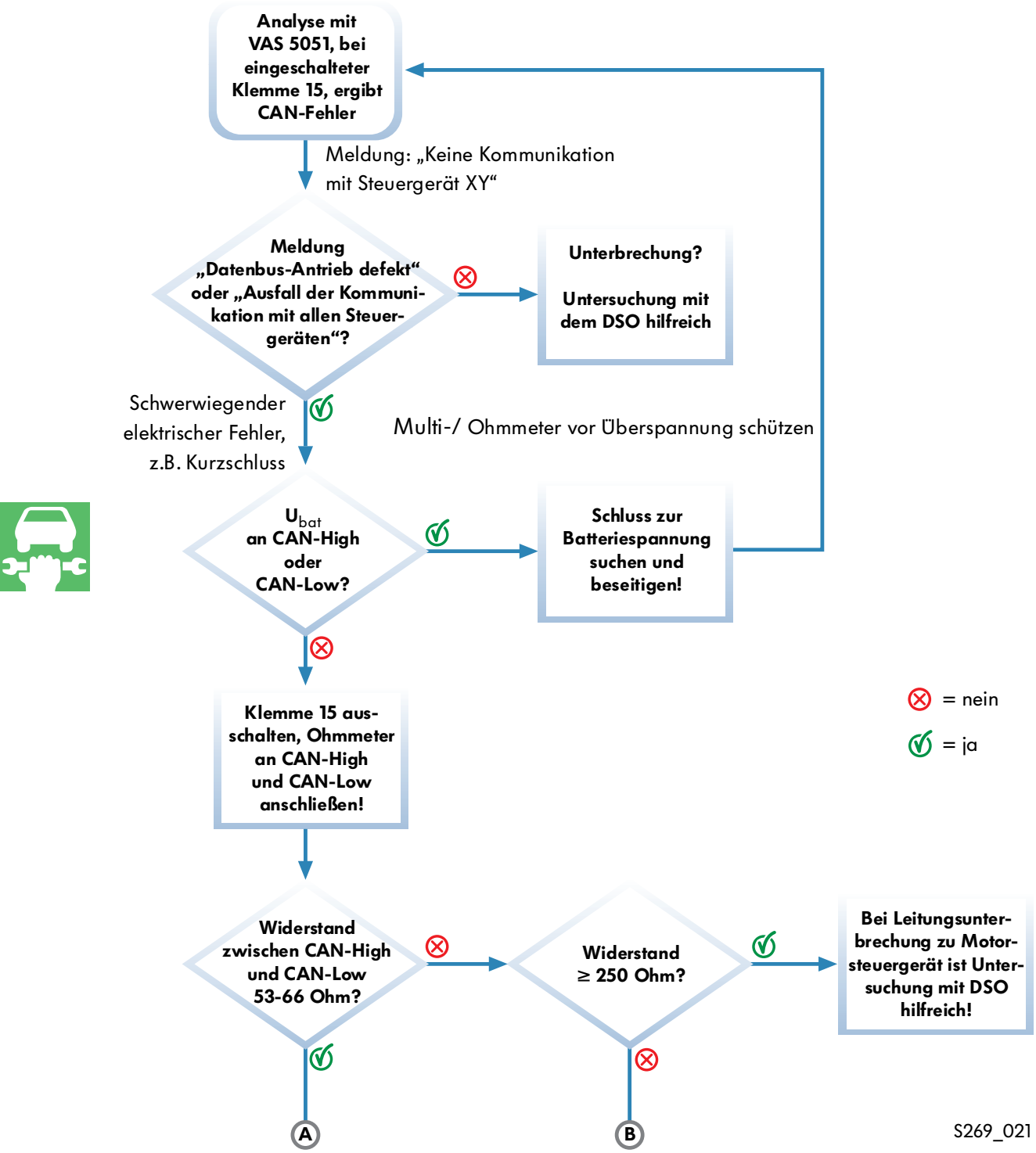
ISO-Fehler 8 kann nur auf dem CAN-Datenbus Antrieb auftreten.

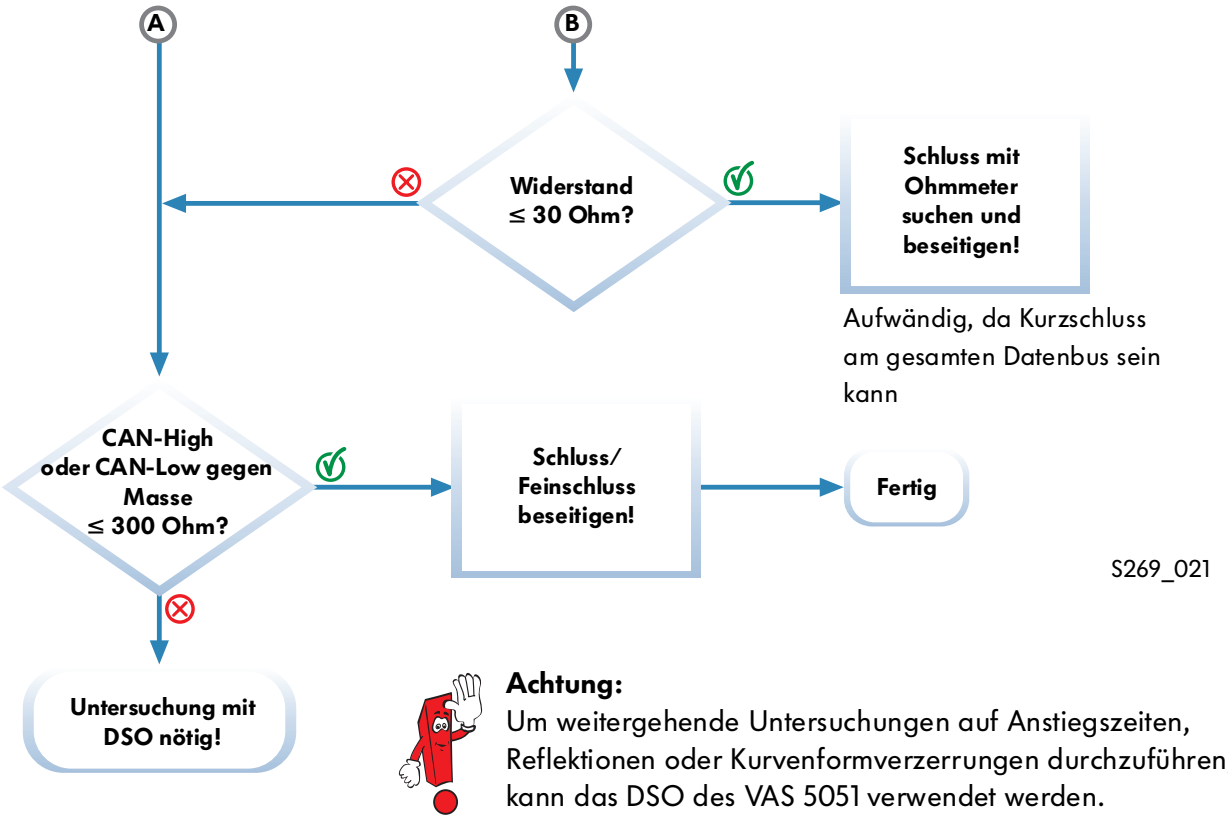
Die Fehlerfälle 3 - 8 lassen sich beim CAN-Datenbus Antrieb mit dem Multi-/ Ohmmeter eindeutig feststellen.
Für die Fehlerfälle 1, 2 und 9 muss ein DSO eingesetzt werden.
Beim CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment erfolgt die Fehlersuche ausschließlich mit dem DSO.
ISO-Fehler **8** tritt beim CAN-Datenbus Komfort/ Infotainment nicht auf.

Achtung:
Bei den Fehlerbeschreibungen (ab Seite 32), bei denen eine Fehlersuche mit dem DSO sinnvoll ist, sind zusätzlich zur Abbildung des DSO-Bildes die am VAS 5051 einzustellenden Werte und Trigger-Einstellungen aufgeführt. Diese Einstellungen müssen unbedingt eingehalten werden. Nur dann ist eine Diagnose, wie in dem entsprechenden Beispiel beschrieben, durchführbar und führt zum richtigen Ergebnis.

Systematische Fehlersuche mit VAS 5051 und Ohmmeter am CAN-Datenbus Antrieb

Die häufigsten Fehler am CAN-Datenbus Antrieb können mit dem eingebauten Multi-/ Ohmmeter des VAS 5051 ermittelt werden. Für einige Fehler benötigt man allerdings das DSO des VAS 5051.
Der nachfolgend wiedergegebene Fehlersuchbaum systematisiert die Vorgehensweise bei der Fehlersuche mit dem VAS 5051 und einem Multi-/ Ohmmeter.

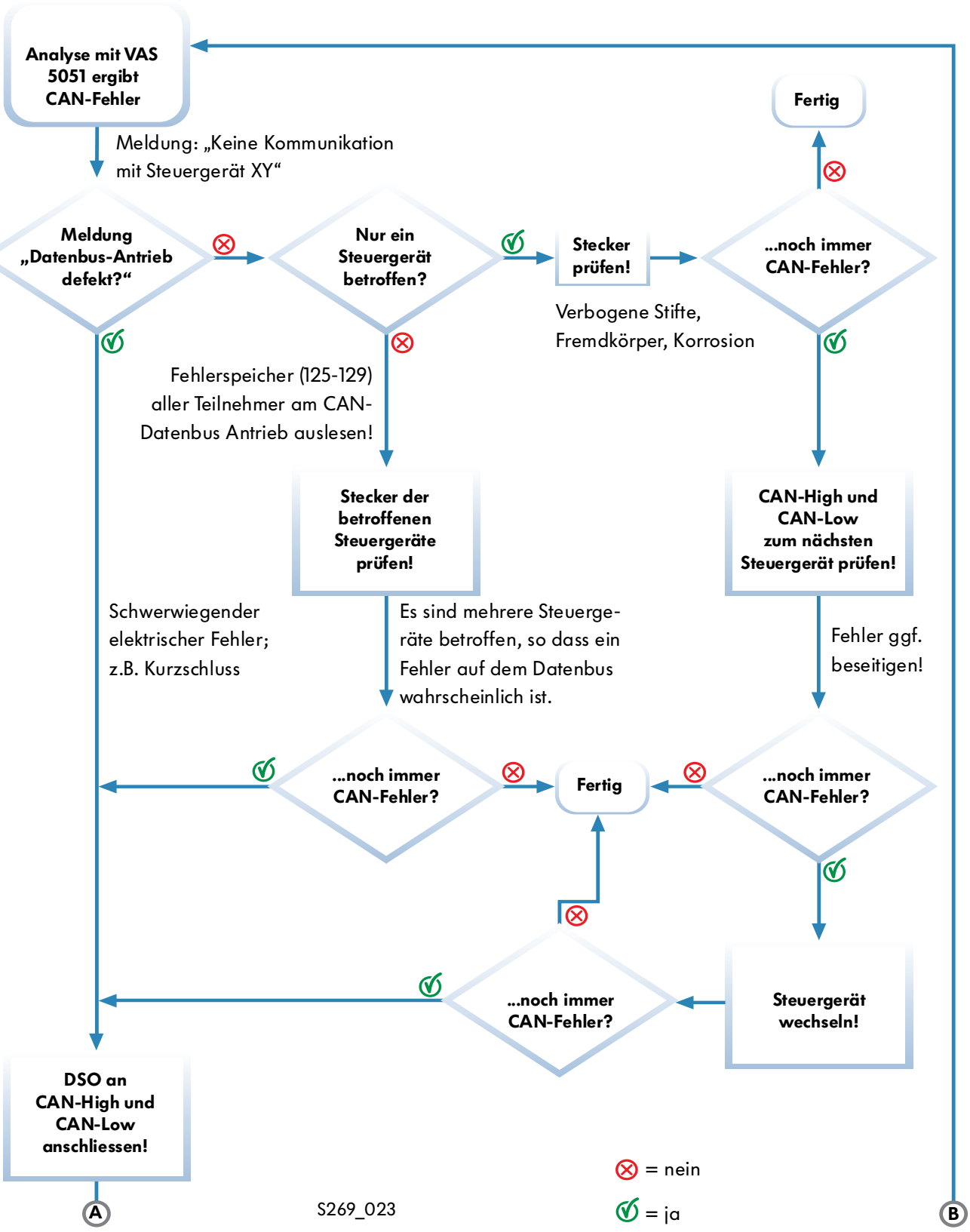




Achtung:
Um weitergehende Untersuchungen auf Anstiegszeiten, Reflektionen oder Kurvenformverzerrungen durchzuführen, kann das DSO des VAS 5051 verwendet werden.

Bei den im Folgenden beschriebenen Messungen bei denen das DSO des VAS 5051 eingesetzt wird, muss neben der Einstellung der Zeitauflösung (horizontal) und der Spannungsempfindlichkeit (vertikal) immer die Triggerschwelle eingestellt werden.
Die Triggerschwelle ist die am VAS 5051 einstellbare Mess-Spannung. Wird sie von dem zu messenden Signal über- oder unterschritten beginnt die Aufzeichnung.
Die Triggerschwelle ist in den Darstellungen mit einem „T“ gekennzeichnet. Sie wird sonst im Bild nicht weiter dargestellt. Aus diesem Grund sind im Text die Werte für den verwendeten Triggerpegel angegeben.

Für alle Messungen gilt:

- Die **CAN-High-Leitung** wird an **Kanal A** angeschlossen, Farbe **Gelb** auf dem DSO.
- Die **CAN-Low-Leitung** wird an **Kanal B** angeschlossen, Farbe **Grün** auf dem DSO.
- Masse des VAS 5051 wird auf den nächsten Massepunkt gelegt.

Systematische Fehlersuche mit VAS 5051 am CAN-Datenbus Antrieb