

h_da

HOCHSCHULE DARMSTADT
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Wissensbasierte Diagnostik

Kap.2: Das Diagnoseproblem

Dr. Norbert Waleschkowski

 c/o Semantis Information Builders GmbH
www.semantis-ib.de

Vorlesung Master-Studiengang
Wintersemester 2009/10

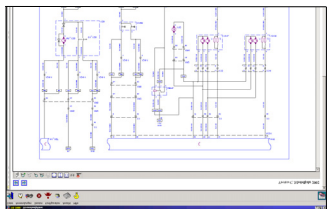
Diese Unterlagen sind nur für den persönlichen Gebrauch der Hörer bestimmt!



M.C. Escher: Wasserfall (1961)

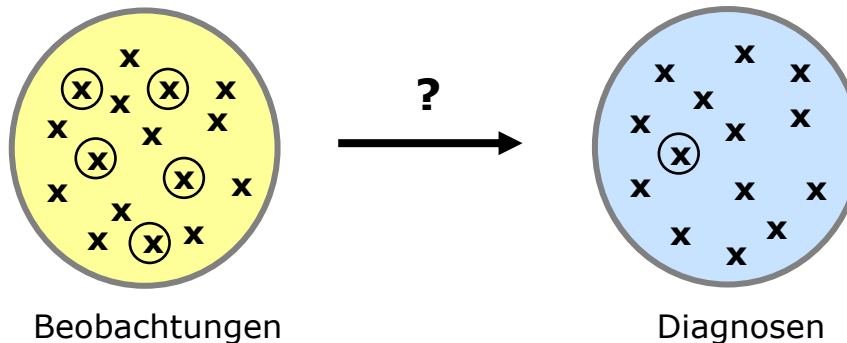
Das Diagnoseproblem

- Die rasche technologische Weiterentwicklung und die zunehmende Verwendung elektronischer Systeme führt zu technischen Produkten und Systemen erheblicher Komplexität.
- Beispiel Automobilindustrie: Moderne Fahrzeuge zeichnen sich durch einen immer höheren Anteil komplexer, elektronisch gesteuerter Teilsysteme und durch eine außerordentlich hohe Varianten- und Typenvielfalt und individuelle Ausstattungen aus. Der Variantenreichtum wird noch dadurch erhöht, dass die Fahrzeuge und ihre Teilsysteme permanent weiterentwickelt und modifiziert werden.
- Jedes Fahrzeug stellt eine individuelle Konfiguration aus mechanischen, hydraulischen, elektrischen und elektromechanischen Teilsystemen dar. Es gibt nur verhältnismäßig wenige moderne Fahrzeuge, die in ihrer Konfiguration absolut identisch sind.
- Die Wartung dieser Fahrzeuge ist nur durch intensiv geschultes Personal möglich und erfordert gründliches Wissen aus verschiedenen technischen Disziplinen und über die zu diagnostizierenden Systeme. Um das technische Personal bei der Wartung und Diagnose dieser Fahrzeuge zu unterstützen, werden wissensbasierte Diagnosesysteme benötigt, die das Service-Personal durch den kompletten Diagnose- und Reparaturprozess führen.



Was ist überhaupt Diagnose ?

- Die Fehlerdiagnose in technischen Systemen umfasst die Identifikation und Beseitigung von Fehlern.
- Ausgangspunkt einer Diagnose sind Fehler bzw. Fehlfunktionen eines Systems, die sich in Form wahrnehmbarer Symptome äußern und/oder die durch Fehlermeldungen (z.B. Warnlampen oder Fehlercodes), die vom System erzeugt werden, angezeigt werden.
- Beim Klassifikationsproblem geht es darum, auf der Grundlage von Beobachtungen eine Lösung aus einer vorgegebenen Menge von Alternativen auszuwählen.
- Beispiel für eine Klassifikationsaufgabe ist etwa die Bestimmung der Gattung einer Pflanze.



Was ist überhaupt Diagnose ?

- Diagnose wird manchmal als Klassifikationsaufgabe dargestellt. Aus einer Menge von Beobachtungen ist auf eine Lösung (Diagnose) zu schließen.
- Diese Definition ist aber unzureichend, da der zeitliche Aspekt hierbei außer acht gelassen wird.
- Typischerweise liegt bloß ein kleiner Teil der Beobachtungen zu Beginn einer Diagnose vor. Diese Anhaltspunkte erlauben in der Regel noch keinen Schluss auf eine Diagnose. Gerade die schrittweise und zielgerichtete Gewinnung zusätzlicher Information macht das Wesen eines Diagnosevorganges aus. Dabei soll der Weg zur Diagnose möglichst kurz sein.
- Diagnose ist also die ökonomische Gewinnung zusätzlicher Information (durch Tests, Messungen, Prüfabläufe), um die Ursache für Fehlverhalten effektiv identifizieren zu können.
- Danach kann Klassifikation als eine statische Diagnoseaufgabe angesehen werden.

Methoden der Diagnose

- Es gibt nicht das Diagnoseverfahren, sondern ein ganzes Bündel verschiedenartiger Methoden und Verfahren.
- Eine Einteilung aus Verfahrenssicht berücksichtigt, wie das Wissen zur Herleitung einer Diagnose aus den Beobachtungen repräsentiert wird.
- Die wichtigsten Verfahren sind
 - ◆ Entscheidungsbäume (Ablaufdiagramme zur Fehlerfindung)
 - ◆ Heuristische Diagnostik mit unsicherem (regelhaftem) Wissen
 - ◆ Statistische Diagnostik (auf der Grundlage großer Fallsammlungen)
 - ◆ Fehlerbäume (kausale Fehlerstrukturen)
 - ◆ Fallbasierte Diagnostik (sucht nach möglichst ähnlichen Fehlerfällen aus der Vergangenheit)
 - ◆ Neuronale Diagnostik (mustererkennende Verfahren aufgrund erlernter Diagnosefälle)
 - ◆ Modellbasierte Diagnostik (auf der Grundlage physikalisch-technischer Systemmodelle)



Das Diagnoseproblem am Beispiel der Autoindustrie

- Hochgradige Verwendung von elektronischen Teilsystemen und Komponenten
- Permanent ansteigende Komplexität der technischen Systeme
- Sehr breites und wachsendes Spektrum von Fahrzeugtypen und Varianten
- Weitere Probleme:
 - ◆ Ausbildungsgrad des Service-Personals
 - ◆ Mangelnde Unterstützung bei Markteinführung neuer Produkte
- Um die bestehende Komplexität einigermaßen zu beherrschen, wird heute bei primär dokumentengestützten Diagnosesystemen ein Kompromiss geschlossen zwischen
 - ◆ einem außerordentlich hohem Autorenaufwand und
 - ◆ einer geringen Tiefe der Diagnose hinsichtlich Tiefe und Qualität.

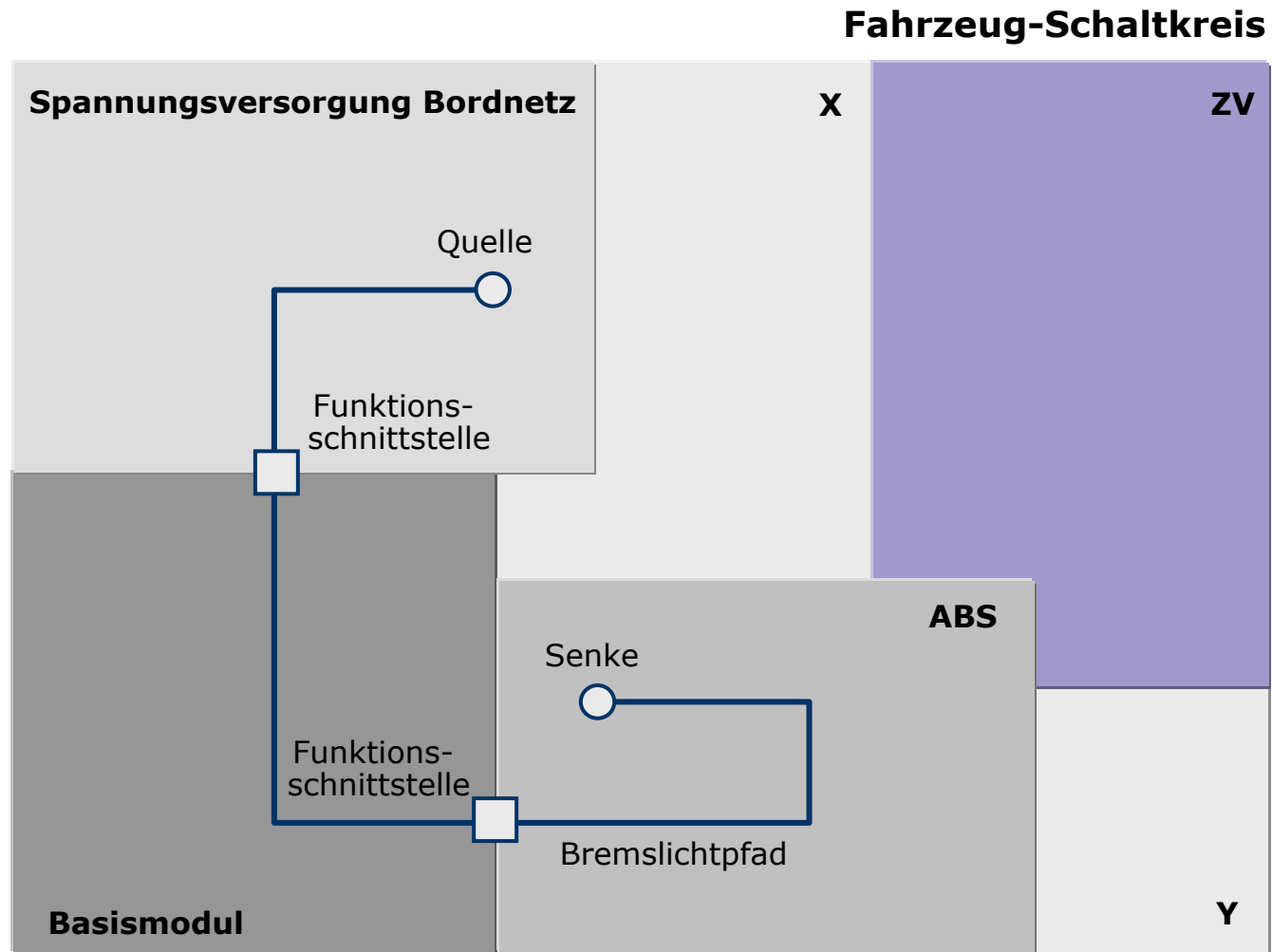
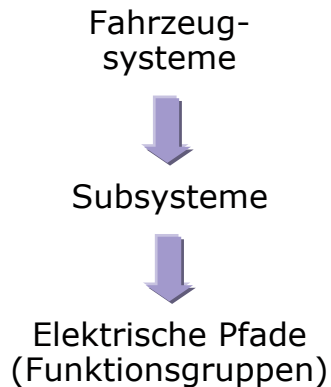
2 Zahlen charakterisieren Art und Umfang der Problematik

- ◆ kFf-Rate bis zu 50 % (kFf = kein Fehler feststellbar), d.h., 50% der ersetzten (elektr.) Komponenten sind fehlerfrei.
- ◆ Bei großen Herstellern fallen pro Jahr ca. € 500.000.000 Kulanzkosten an, die durch eine effiziente Diagnose drastisch gesenkt werden könnten.

Der modulare Aufbau moderner Fahrzeuge

In der Praxis ist insbesondere die Diagnose elektronisch gesteuerter Teilsysteme ein großes Problem.

- Der Schaltplan eines Fahrzeugs setzt sich aus vielen Teilschaltplänen zusammen.



Beispiel: Der ABS-Bremslichtpfad

Weitere Zerlegung:

Elektrischer Pfad



Teilpfad



...

Teilpfad



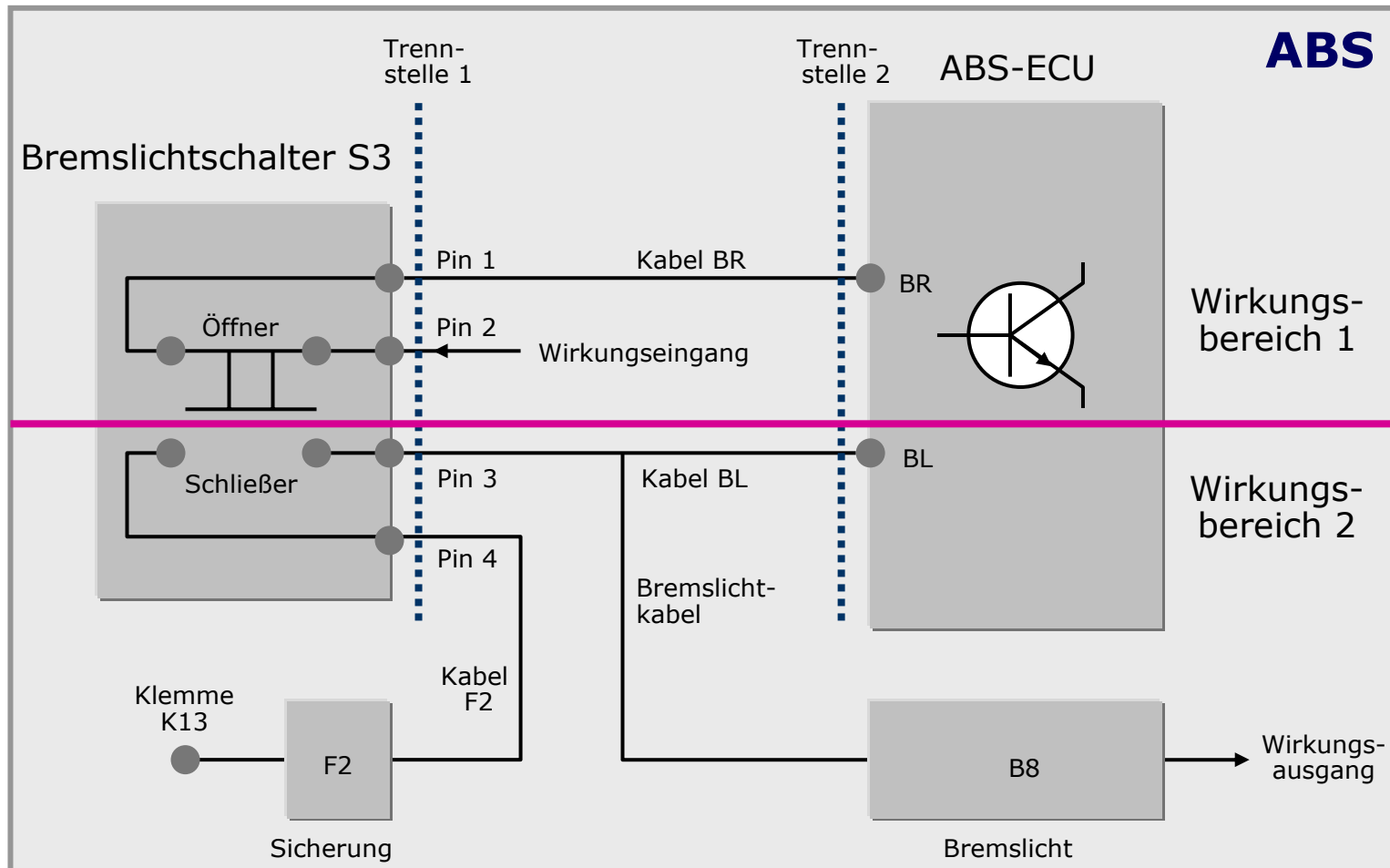
Komponenten

Durch den Bremslichtschalter S3 wird der Bremslichtpfad in zwei Teilbereiche zerlegt, die unabhängig voneinander betrachtet werden können. Die lilafarbene Linie veranschaulicht diesen Sachverhalt.

Die gestrichelten Linien repräsentieren sog. Trennstellen. An diesen Stellen kann der Stromkreis geöffnet werden (z.B. durch Steckverbindungen), um Messungen durchzuführen.

ECU: Electronic Control Unit (Steuergerät)

- Ein Teilschaltplan repräsentiert ein sogenanntes Teilsystem. Ein Teilsystem besteht aus vielen elektrischen Pfaden.

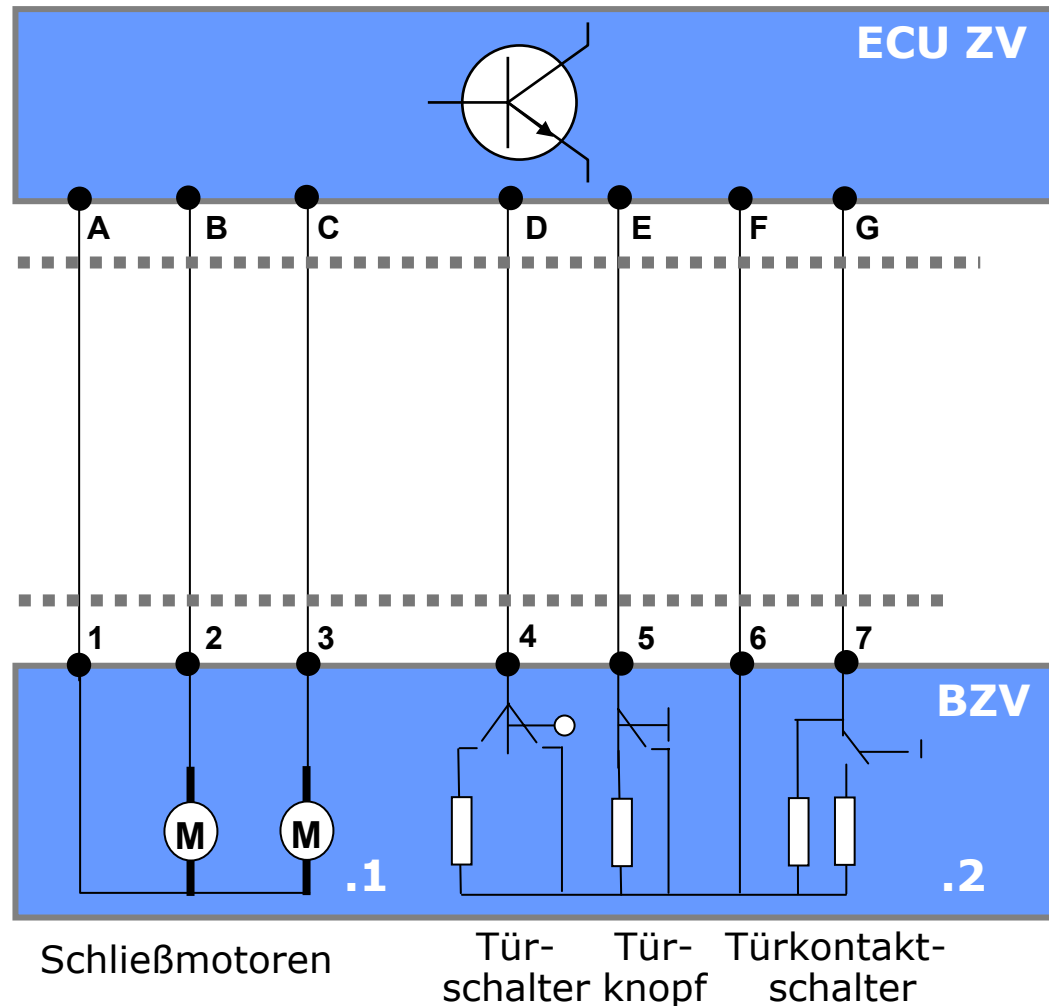


Diagnose

- Ausgangspunkt einer Diagnose sind (wahrnehmbare) Symptome und/oder Fehlercodes, die in den Steuergeräten der Teilsysteme gesetzt werden.
- Anmerkung: Ein Fehlercode benennt i.d.R. nur den elektrischen Pfad bzw. einen Teilbereich eines Subsystems, in dem der Fehler aufgetreten ist. Dabei kann es sich z.B. auch um einen Folgefehler eines anderen ursächlichen Fehlers handeln.
- Ziel der Diagnose ist die Identifizierung der kleinsten tauschbaren Einheit (KTE; engl. SRU smallest replaceable unit), die den Fehler verursacht.
- Dabei müssen Mehrfachfehler, Fehlerabhängigkeiten etc. in Betracht gezogen werden.
- Nach erfolgter Diagnose sind Fehlerbehebungsmaßnahmen durchzuführen. Es muss ferner geprüft werden, ob die Behebungsmaßnahmen das Problem tatsächlich behoben haben (Reparatur und Reparaturverifikation).

Bsp.: Zentralverriegelung – Steuerung der Fahrertür

- Ausschnitt aus einem Zentralverriegelungssystem zur Kontrolle einiger Funktionen der Fahrertür.



Diagnose eines Fahrzeugteilsystems zur Zentralverriegelung. Die Abbildung zeigt die Funktionsgruppe der Fahrertür. Ein Teilbereich kontrolliert z.B. den Türknopf.

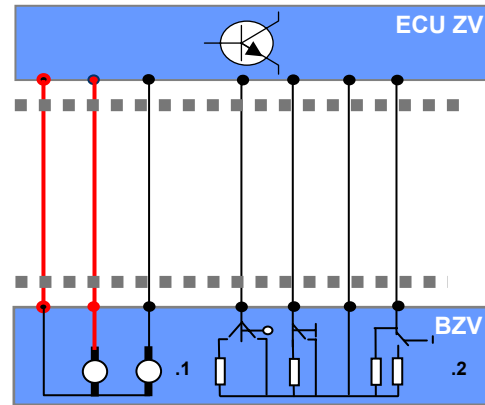
Abkürzungen:
 ECU: Electronic Control Unit (Steuergerät)
 ZV: Zentralverriegelung
 BZV: Bauteil ZV

Zentralverriegelung - Steuerung der Fahrertür (2)

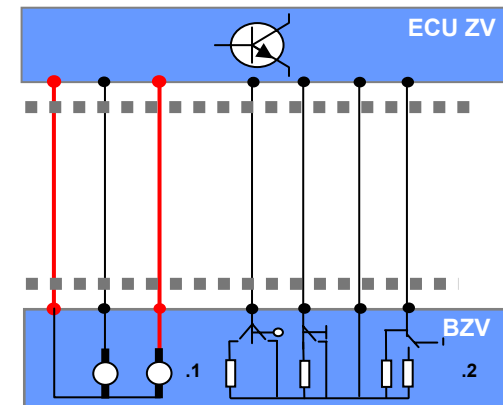
Es gibt 5 Funktionsgruppen zur Steuerung der Fahrertür (FT):

- Motorstromkreis1
- Motorstromkreis2
- FT-Schalter
- FT-Knopf
- FT-Kontaktschalter

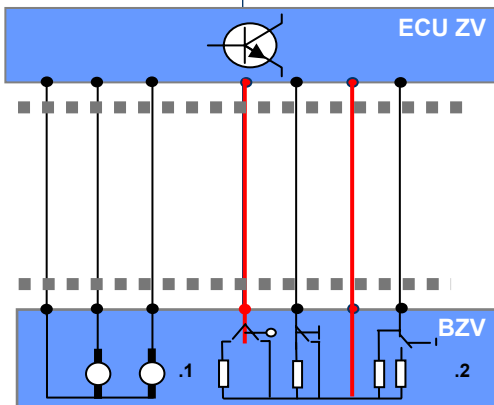
Im folgenden beschäftigen wir uns mit der Diagnose der Funktionsgruppe FT-Knopf



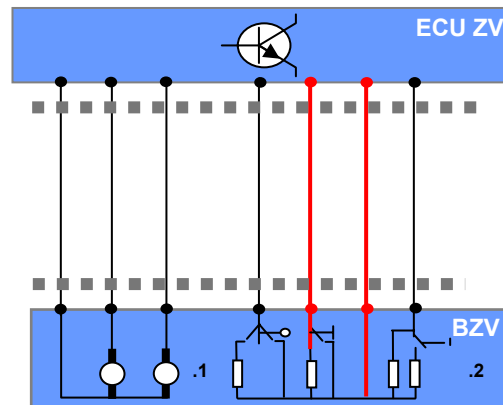
FT-Motorstromkreis 1



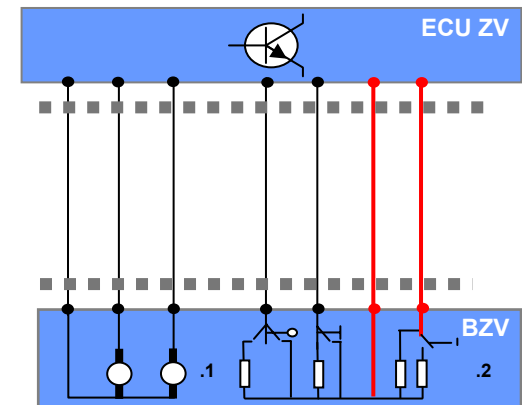
FT-Motorstromkreis 2



FT-Schalter



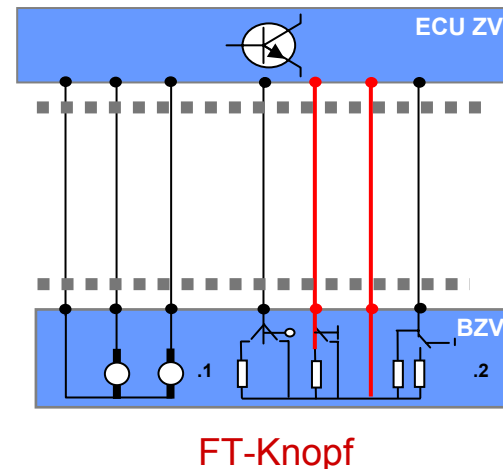
FT-Knopf

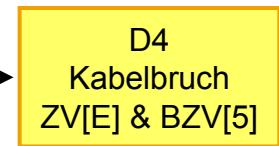
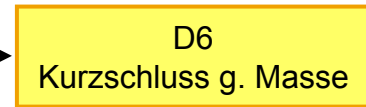
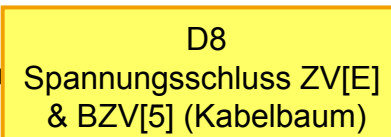
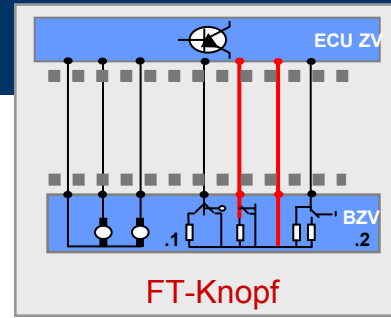


FT-Kontaktschalter

Zentralverriegelung - Steuerung der Fahrertür (3)

- Wir betrachten im folgenden nur den elektrischen Pfad zur Kontrolle des Türknopfs der Fahrertür (s. Abb. unten).
- Annahme: Das Steuergerät (ECU ZV) hat den Fehlercode FC1234 („Driver doorknob circuit open or high voltage“) gesetzt.
- Der Fehler liegt also voraussichtlich auf dem Pfad „FT-Knopf“. (Annahme: keine Mehrfachfehler etc.)
- Die folgende Folie zeigt einen klassischen Entscheidungsbaum zur Identifikation des Fehlers.
- Die Entscheidungsbaumtechnik ist die klassische und die derzeit – trotz ihrer zahlreichen Nachteile – in der betrieblichen Praxis immer noch am häufigsten eingesetzte Diagnosetechnik.





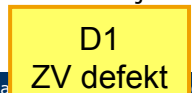
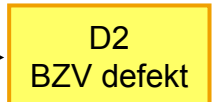
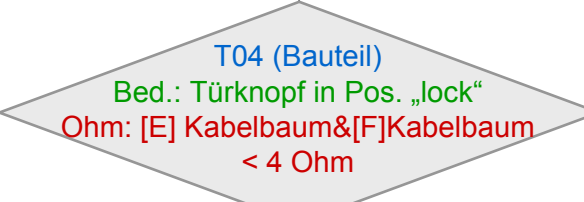
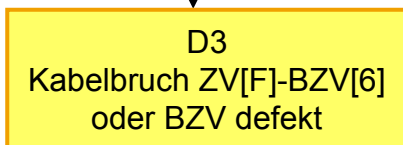
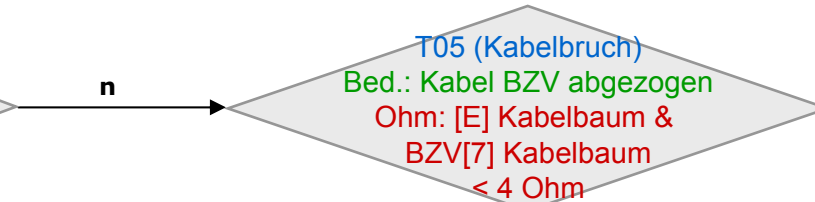
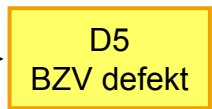
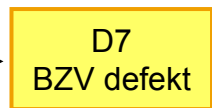
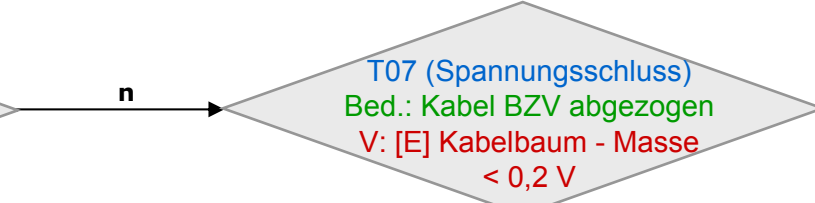
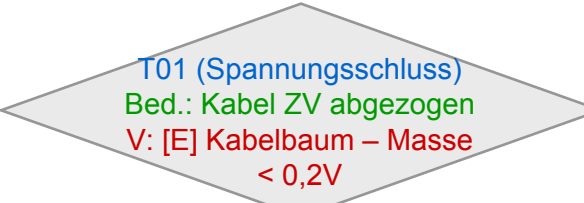
Test



Diagnose

LEGENDE
 blau: Test-ID & Testscope
 grün: Vorbedingungen
 rot: Anweisungen
 [...] Port-ID
 Di: Diagnose i

Beispiel: Fehlercode 1234: Schaltkreis Fahrertürknopf offen oder Hochspannung



Entscheidungsbäume – Erstellung und Notation

- Wie ist dieser Entscheidungsbaum zustande gekommen?
- Entscheidungsbaume werden i.d.R. manuell erstellt.
- Die Erstellung setzt umfassende Kenntnisse und Erfahrungen mit dem zu untersuchenden System voraus.
- Zwei Fachexperten kommen i.d.R. zu verschiedenen Entscheidungsbaumen.
- Die Entscheidungsbaumtechnik ist eine Art Flowchart-Technik.
- Üblich ist die Notation eines Entscheidungsbaumes unter Verwendung von Rauten (Tests, Entscheidungen) und Rechtecken (Aktivitäten, Handlungen) sowie von Kanten zur Verknüpfung von Knoten.
- Rechts ein Ausschnitt aus einem solchen Entscheidungsbaum zur Diagnose eines komplexen Lasersystems.

