

Vorlesung
Automotive Software Engineering
Teil 1-3 Motivation und Überblick
Wintersemester 2014/15
TU Darmstadt, FB 18 und FB 20

Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Hohlfeld
Bernhard.Hohlfeld@mailbox.tu-dresden.de
Technische Universität Dresden, Fakultät Informatik
Honorarprofessur Automotive Software Engineering

1. Motivation und Überblick

1. Das Automobil - Geschichte und Grundbegriffe
2. Eingebettete Systeme und Cyber-Physical-Systems (CPS)
3. Motivation Automotive Software Engineering
- 4. Verteilte und komplexe Systementwicklung zwischen Hersteller (OEM) und Zulieferern**
5. GI-Fachgruppe Automotive Software Engineering
6. Lehrveranstaltungen

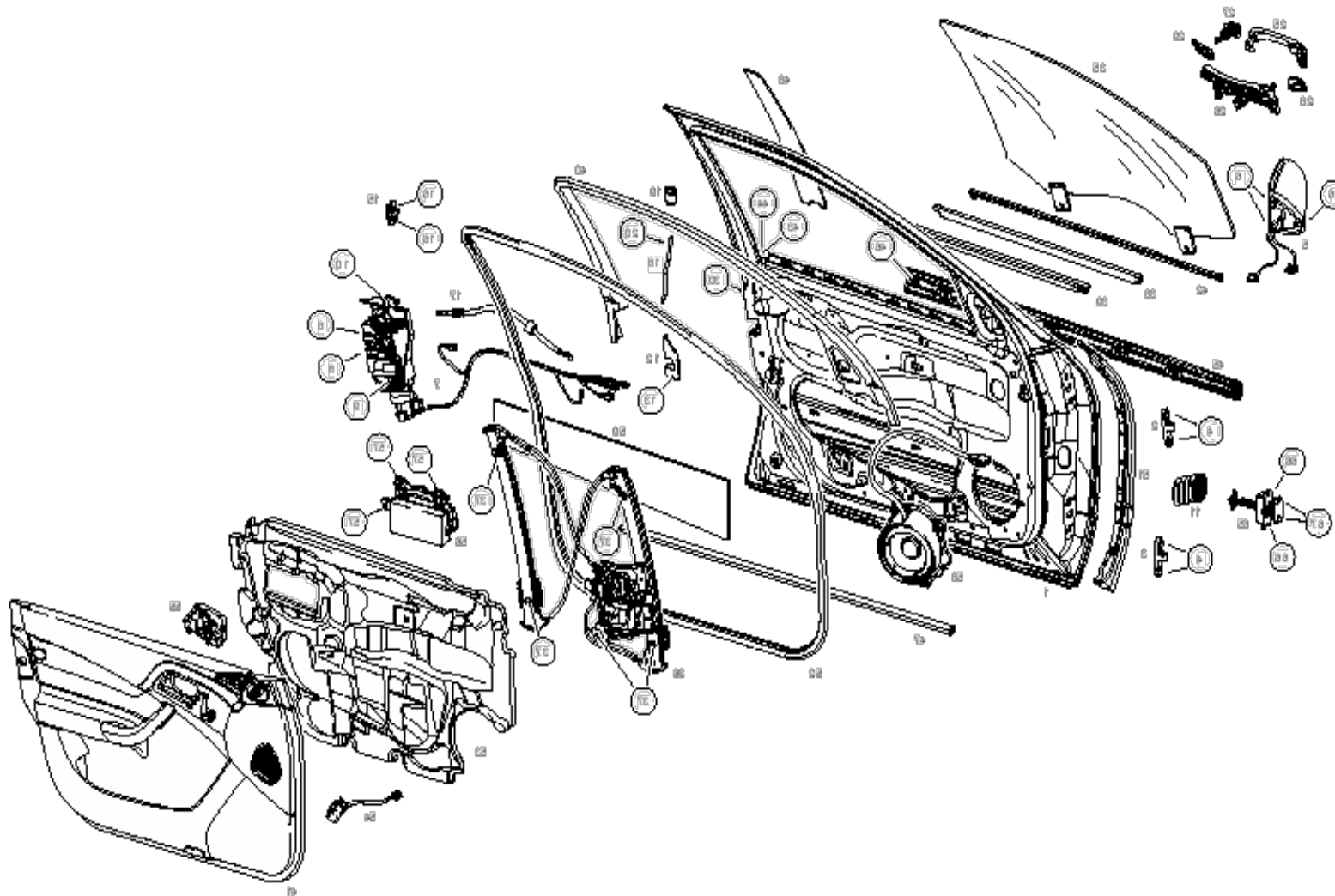
Verteilte und komplexe Systementwicklung zwischen Hersteller (OEM) und Zulieferern

1. Zunahme der Funktionalität und Auswirkung auf Software:
Beispiel Türsteuerung
2. Varianten durch Software:
Beispiel Motoren
3. Zunahme der Varianten und Auswirkung auf Software:
Beispiel Karosseriefunktionen
4. Elektrifizierung und Auswirkung auf Software
5. Sicherheit

Verteilte und komplexe Systementwicklung zwischen Hersteller (OEM) und Zulieferern

- 1. Zunahme der Funktionalität und Auswirkung auf Software:
Beispiel Türsteuerung**
2. Varianten durch Software:
Beispiel Motoren
3. Zunahme der Varianten und Auswirkung auf Software:
Beispiel Karosseriefunktionen
4. Elektrifizierung und Auswirkung auf Software
5. Sicherheit

Beispiel Türsteuerung



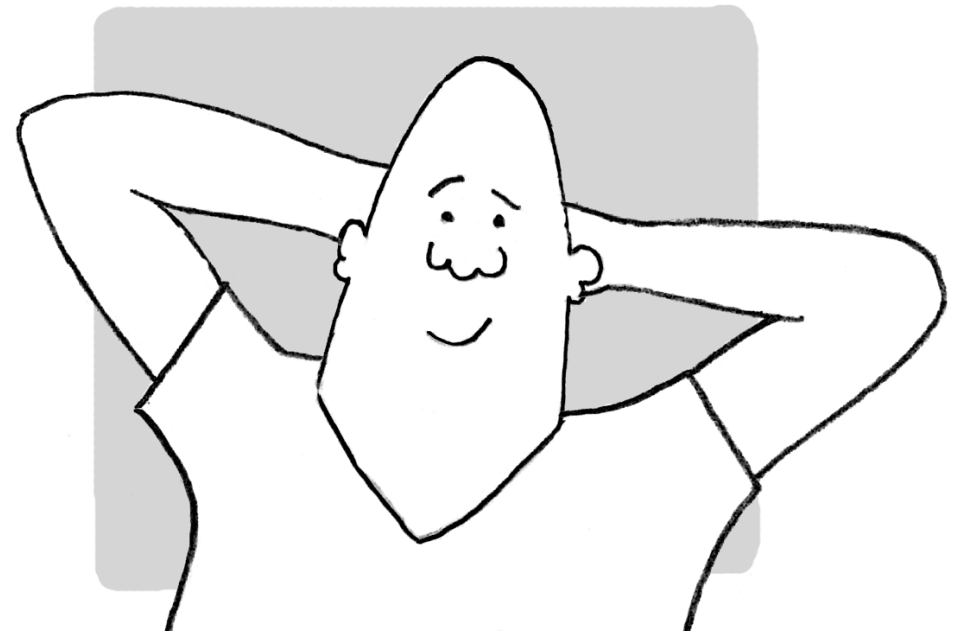
Türsteuerung: Standard bis ca. 1990

- Funktion "Tür entriegeln"
 - Von aussen über Schlüssel
 - Von innen über Hebel
- Funktion "Tür verriegeln"
 - Von aussen über Schlüssel
 - Von innen über Knopf
- Komfortfunktion
 - Einzeltür / Zentral für alle Türen
 - Kindersicherung
- Fensterheber, Spiegel
- Realisierung der Funktionen über Mechanik
 - Keine Kabel
 - Kein Strom
 - Keine Energieübertragung
 - Keine Informationsübertragung
 - Keine Software



Baugruppenverantwortlicher Türe (bis ca. 1990)

- Ansprechpartner
 - Baugruppenverantwortlicher Karosserie
- Zulieferer
 - Schliesssystem
 - Scheiben
 - Fensterheber
 - Aussenspiegel
- Schnittstellen
 - Mechanik
- Vorgaben
 - Funktionalität
 - Qualität
 - Zeitziel
 - Kostenziel
 - Gewichtsziel
 - Bauraum



Türsteuerung: Standard heute (Mittelklasse)

- Funktion "Tür entriegeln"
 - Von aussen über Schlüssel
 - Von aussen über Funkschlüssel
 - Von innen über Hebel
 - Von innen über Schalter an Türe oder in Mittelkonsole
 - Von innen über Airbagsensor
- Funktion "Tür verriegeln"
 - Von aussen über Schlüssel
 - Von aussen über Funkschlüssel
 - Von innen über Schalter an Türe oder in Mittelkonsole
 - Von innen über Knopf
 - Von innen zeitgesteuert
 - Von innen geschwindigkeitsgesteuert
- Komfortfunktionen
 - Einzeltür / Zentral für alle Türen
 - Kindersicherung
 - Ein- und Ausschalten der Geschwindigkeitssteuerung
 - Anzeige des Verriegelungszustands im Display
 - Einklemmschutz (Fenster)
- Aussenspiegel verstellbar und heizbar, Blinker integriert
- Seitenairbag
- Lautsprecher
- Ausstiegsbeleuchtung
- Sitzverstellung (teilweise)
- Sitzheizung (teilweise)

Türsteuerung: Standard heute (Mittelklasse)

- Funktion "Tür entriegeln"
 - Von aussen über Schlüssel
 - Von aussen über Funkschlüssel
 - Von innen über Hebel
 - Von innen über Schalter an Türe oder in Mittelkonsole
 - Von innen über Airbagsensor
- Funktion "Tür verriegeln"
 - Von aussen über Schlüssel
 - Von aussen über Funkschlüssel
 - Von innen über Schalter an Türe oder in Mittelkonsole
 - Von innen über Knopf
 - Von innen zeitgesteuert
 - Von innen geschwindigkeitsgesteuert
- Komfortfunktionen
 - Einzeltür / Zentral für alle Türen
 - Kindersicherung
 - Ein- und Ausschalten der Geschwindigkeitssteuerung
 - Anzeige des Verriegelungszustands im Display
 - Einklemmschutz (Fenster)
- Aussenspiegel verstellbar und heizbar, Blinker integriert
- Seitenairbag
- Lautsprecher
- Ausstiegsbeleuchtung
- Sitzverstellung (teilweise)
- Sitzheizung (teilweise)

Türsteuerung: Standard heute (Mittelklasse)

- Funktion "Tür entriegeln"
 - Von aussen über Schlüssel
 - Von aussen über Funkschlüssel
 - Von innen über Hebel
 - Von innen über Schalter an Türe oder in Mittelkonsole
 - Von innen über Airbagsensor
- Funktion "Tür verriegeln"
 - Von aussen über Schlüssel
 - Von aussen über Funkschlüssel
 - Von innen über Schalter an Türe oder in Mittelkonsole
 - Von innen über Hebel
 - Von innen zeitverzögernd
 - Von innen geschwindigkeitsgesteuert
- Komfortfunktionen
 - Zentralverriegelung / Zentral für alle Türen
 - Kindersicherung
 - Ein- und Ausschalten der Geschwindigkeitssteuerung
 - Anzeige des Verriegelungszustands im Display
 - Einklemmschutz (Fenster)
- Aussenspiegel verstellbar und heizbar, Blinker integriert
- Seitenairbag
- Lautsprecher
- Ausstiegsbeleuchtung
- Sitzverstellung (teilweise)
- Sitzheizung (teilweise)

Realisierung der zusätzlichen Funktionen über Mechatronik mit SW-Anteil

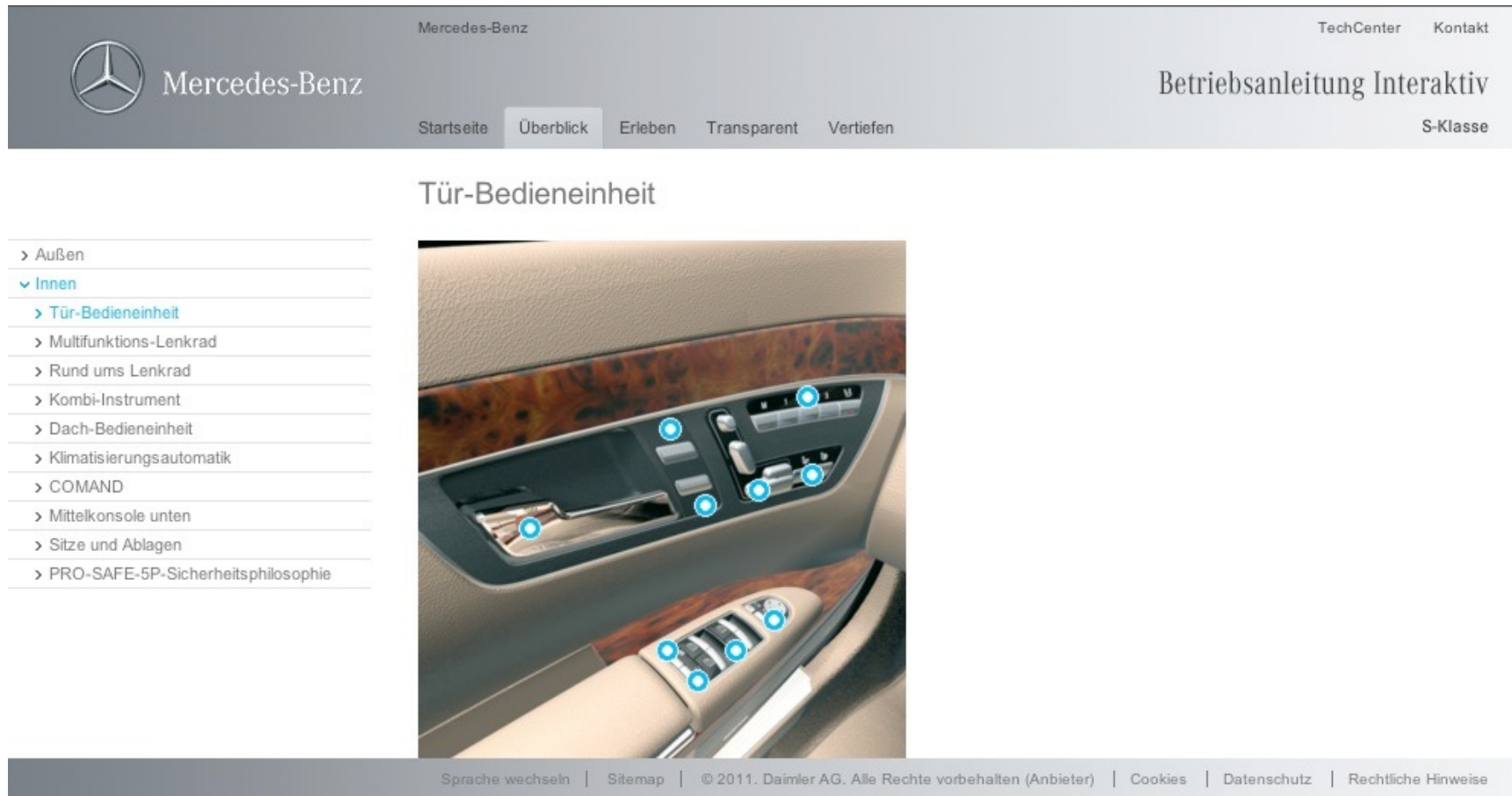
Türsteuerung: Standard heute (Mittelklasse)

- Technisch machbar und zumindest prototypisch realisiert
 - Öffnen und schliessen der Tür (bei Heckklappe in der Oberklasse Standard)
 - Entriegeln, verriegeln und abfragen des Verriegelungszustands über
 - GSM / SMS
 - Internet und GSM, UMTS, WLAN, ...
 - Jeweils ereignis-, zeit- oder ortsgesteuert

Details



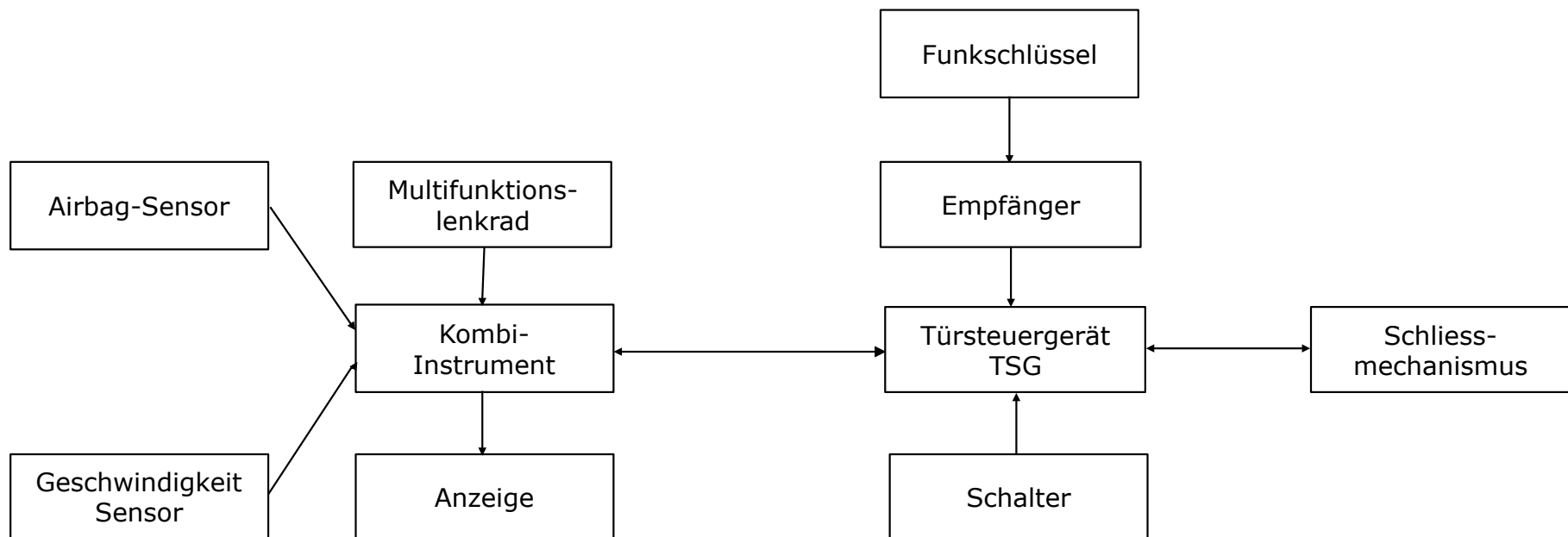
Betriebsanleitung interaktiv Tür-Bedieneinheit



The screenshot displays the Mercedes-Benz website's interactive manual for the S-Class. The header includes the Mercedes-Benz logo, the text 'Mercedes-Benz', and navigation links: 'Startseite', 'Überblick', 'Erleben', 'Transparent', 'Vertiefen', 'TechCenter', and 'Kontakt'. The main title 'Betriebsanleitung Interaktiv' is prominently displayed, with 'S-Klasse' indicated below it. A sidebar on the left lists various vehicle features, with 'Innen' expanded to show 'Tür-Bedieneinheit'. The main content area features a photograph of the interior door control panel, with blue circular callouts highlighting specific buttons and controls. The footer contains links for 'Sprache wechseln', 'Sitemap', copyright information '© 2011. Daimler AG. Alle Rechte vorbehalten (Anbieter)', and links for 'Cookies', 'Datenschutz', and 'Rechtliche Hinweise'.

- <http://www4.mercedes-benz.com/manual-cars/ba/cars/221/de/overview/tuerbedieneinheit.html>

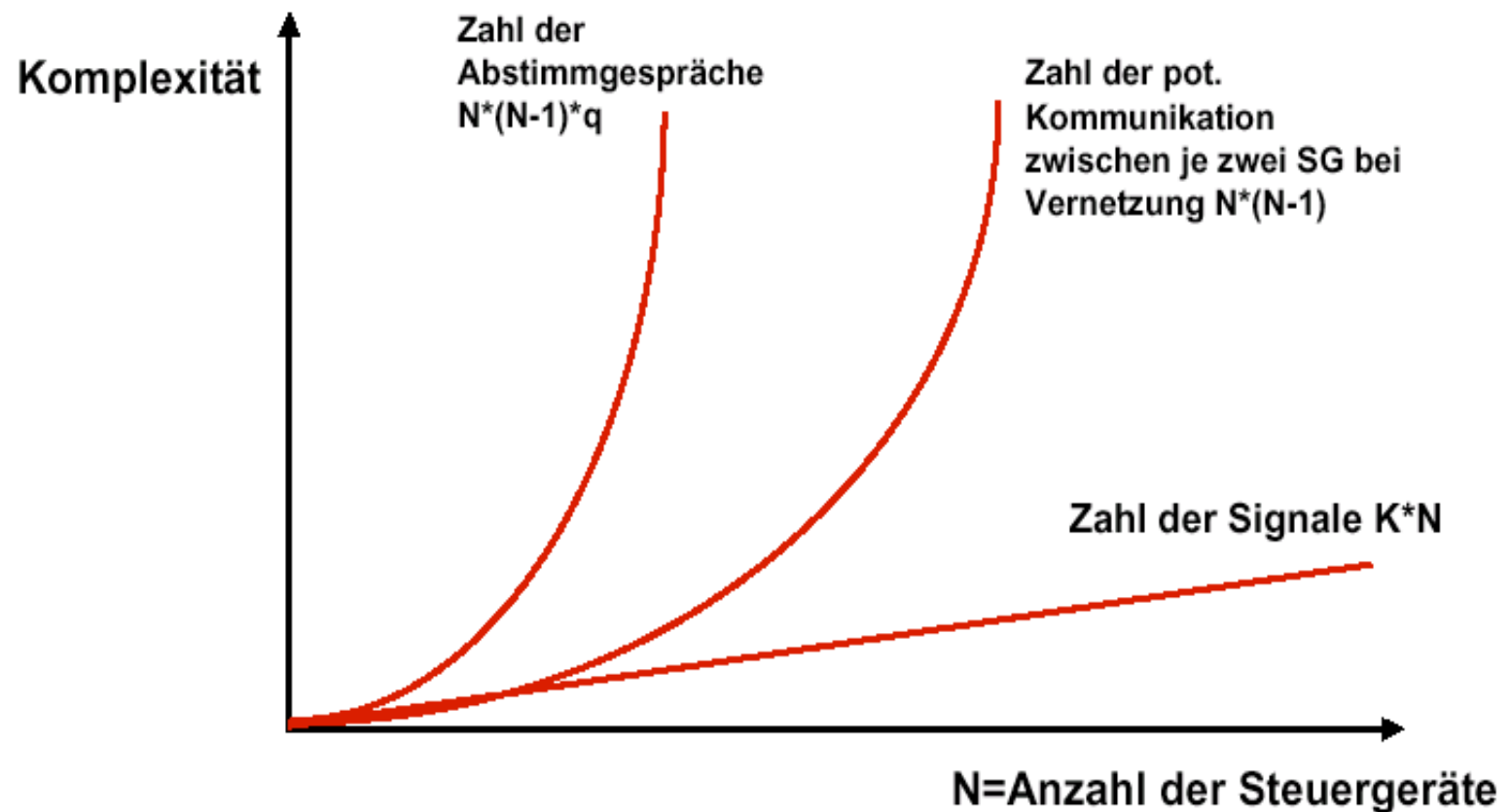
Türsteuerung



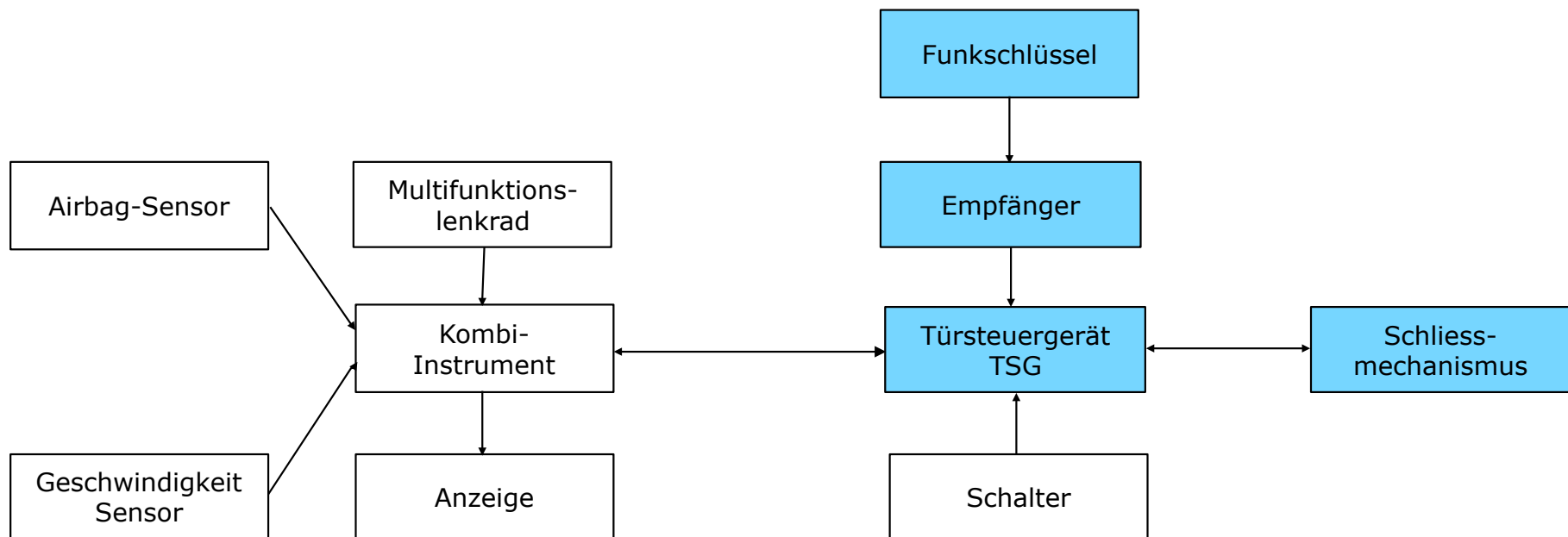
- Steuergeräte, Aktuatoren, Sensoren: Struktur und Vernetzung
- Ohne Spiegel, Blinker, Lautsprecher, Seitenairbag, Ausstiegsbeleuchtung, ...

Automotive Software Engineering

Entwicklung der Komplexität

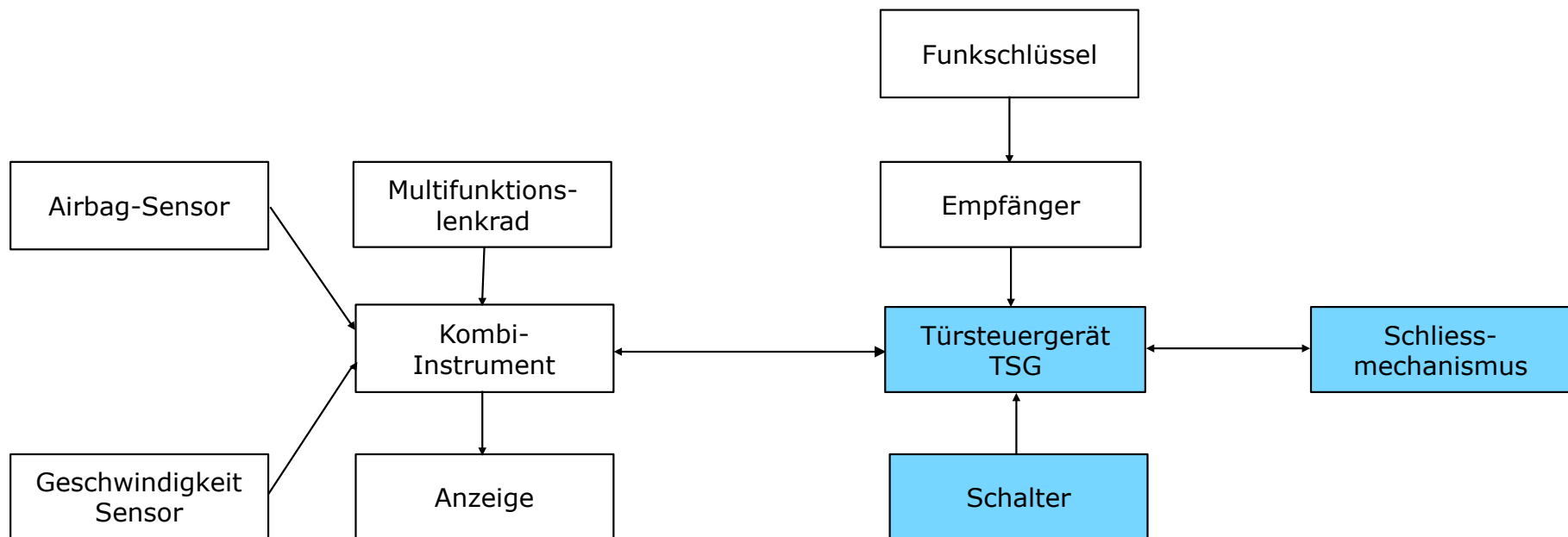


Funktion "Tür entriegeln"



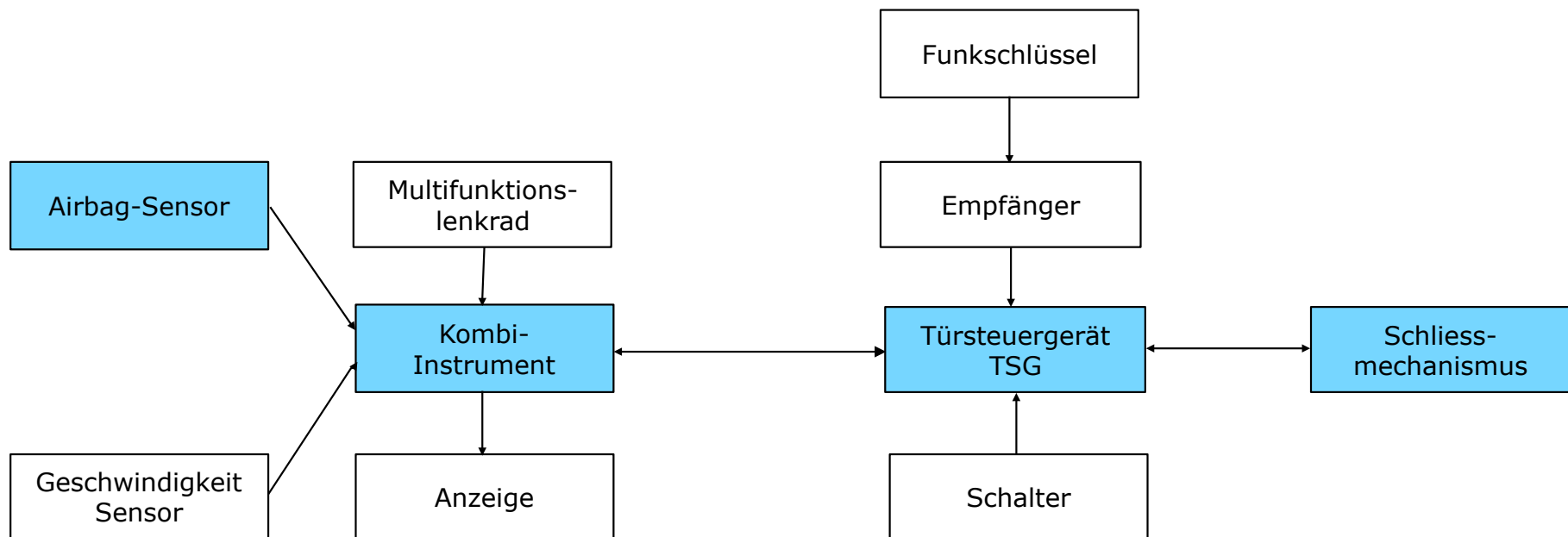
- Von aussen über Funkschlüssel

Funktion "Tür entriegeln"



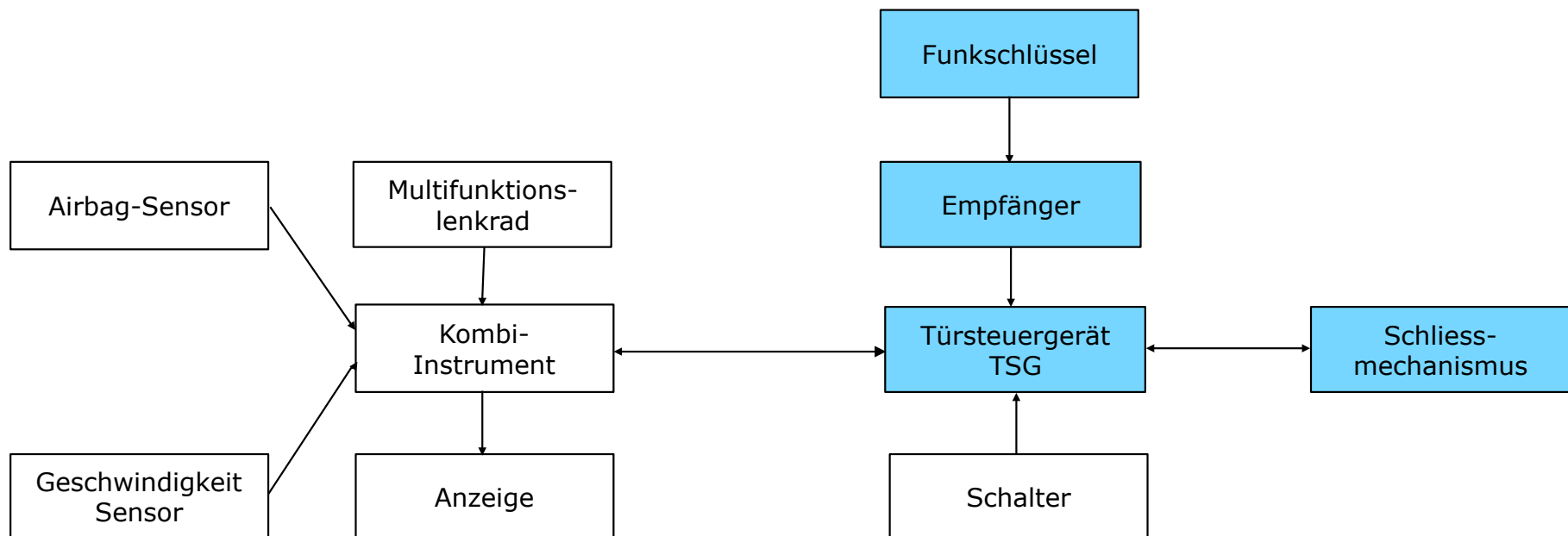
- Von innen über Schalter

Funktion “Tür entriegeln”



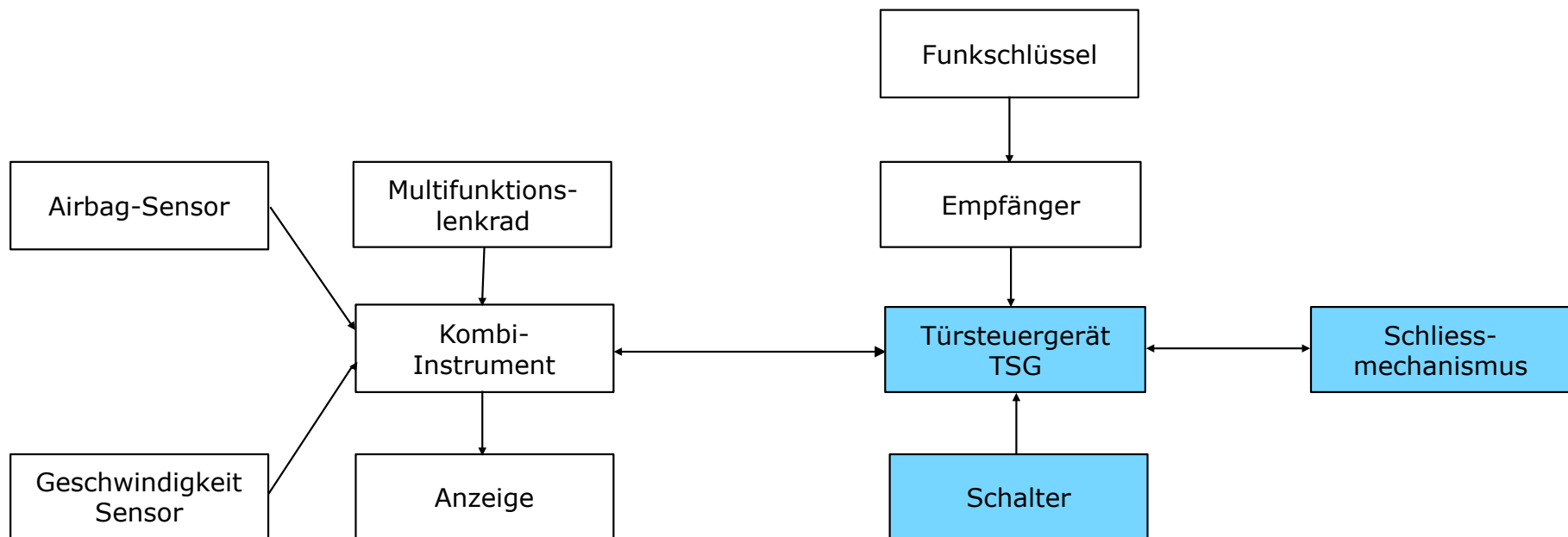
- Von innen über Airbagsensor

Funktion “Tür verriegeln”



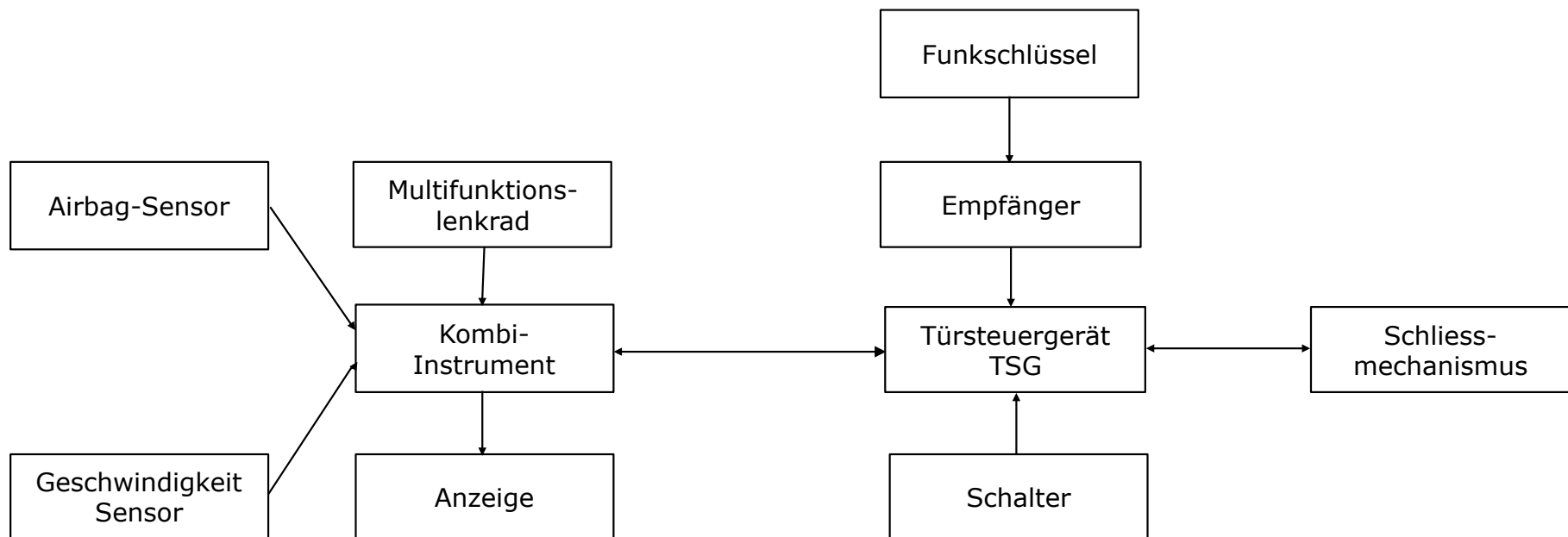
- Von aussen über Funkschlüssel

Funktion “Tür verriegeln”



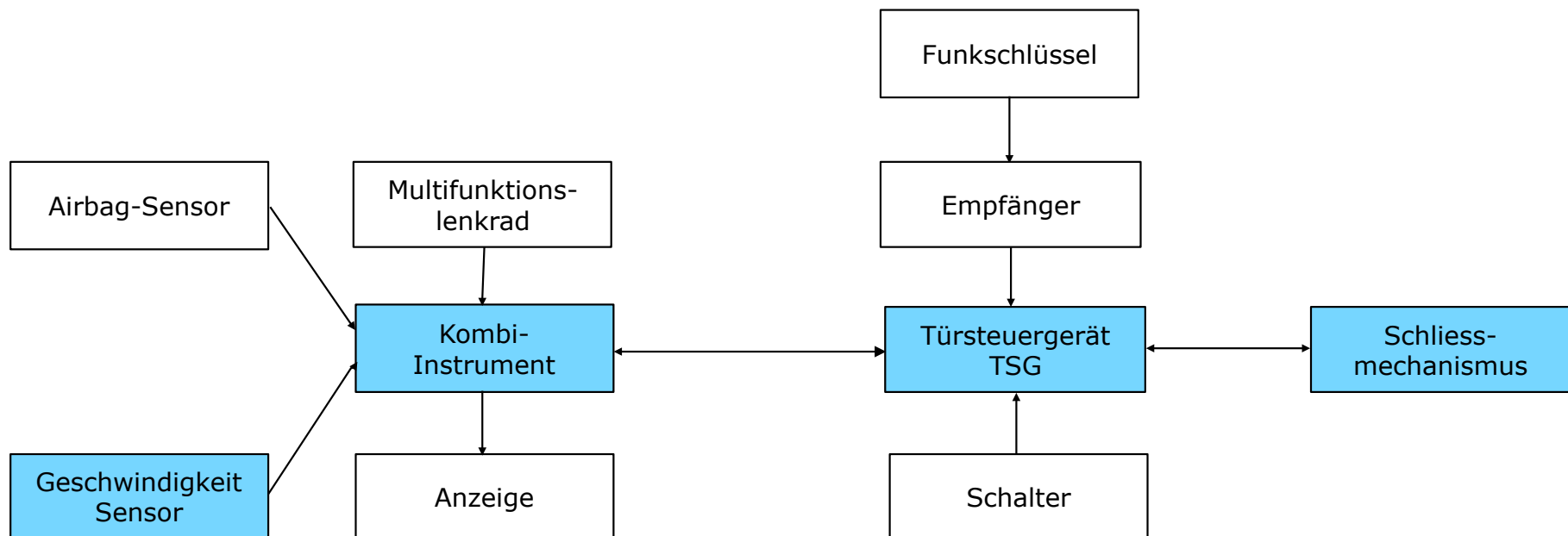
- Von innen über Schalter

Funktion “Tür verriegeln”



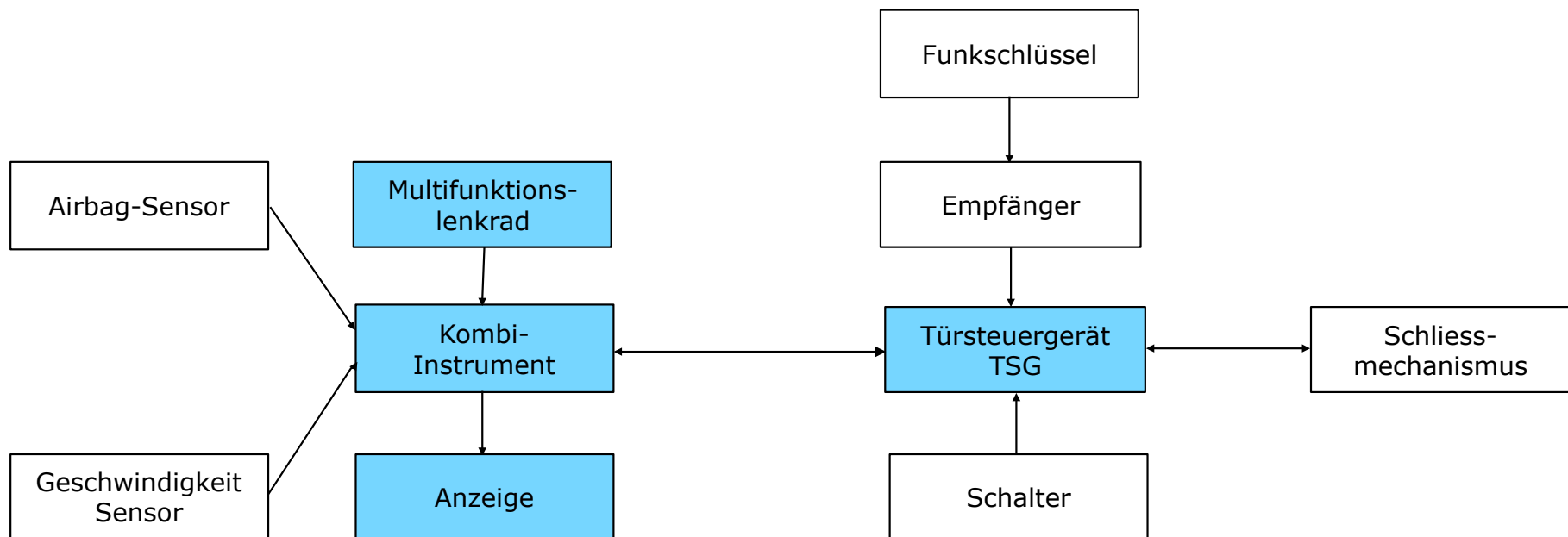
- Von innen zeitgesteuert (5)
- Uhr gehört zur Telematik (GPS-Signal), hier nicht dargestellt

Funktion “Tür verriegeln”



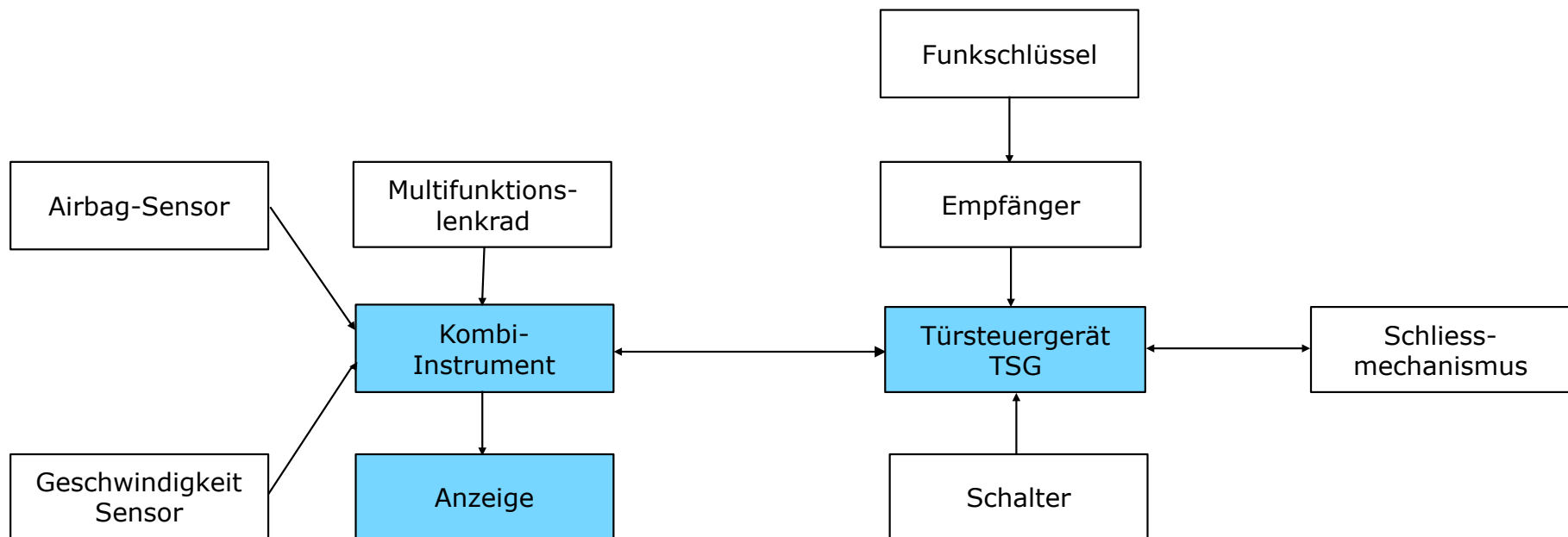
- Von innen geschwindigkeitsgesteuert

Komfortfunktionen



- Ein- und Ausschalten der Geschwindigkeitssteuerung

Komfortfunktionen



- ➡Anzeige des Verriegelungszustands im Display

Das Türsteuergerät – eine Beispielspezifikation



Fraunhofer
Institut
Experimentelles
Software Engineering

Das Türsteuergerät – eine Beispielspezifikation



Autoren:
Frank Houdek (DaimlerChrysler)
Barbara Paech (Fh IESE)

Unterstützt durch das BMBF unter
dem Förderkennzeichen VFG0004A
("QUASAR")

IESE-Report Nr. 002.02/D
Version 1.0
31. Januar, 2002

Eine Publikation des Fraunhofer IESE

Das Türsteuergerät – eine Beispielspezifikation

- Dieser Bericht enthält die Beschreibung eines fiktiven Türsteuergerätes. Die Beschreibung lehnt sich hinsichtlich Systemkomplexität und Beschreibungstiefe an reale Spezifikationen aus dem Hause DaimlerChrysler an, ohne aber tatsächlich ein real existierendes System abzubilden.
- Die Beschreibung wurde von Frank Houdek erstellt. Sie dient als Fallbeispiel für das Projekt QUASAR, das von Barbara Paech geleitet wird. Die Veröffentlichung als QUASAR-Bericht soll es ermöglichen, diese Beispielspezifikation einem breiteren Personenkreis zugänglich zu machen.
- <http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-10473.html>

Inhaltsverzeichnis

0 Überblick	5
0.1 Aufbau des Dokuments	5
0.2 Hinweise zur Notation	5
1 Allgemeines	6
1.1 Absatzmarkt	6
1.2 Entwicklungsablauf	6
1.3 Dokumentation	6
1.4 Mitgeltende Unterlagen	7
1.5 Produktion	7
2 Überblick	8
2.1 Kurzbeschreibung der Komponente	8
2.2 Periphere Komponenten	8
2.3 Sitzeinstellung	8
2.4 Benutzermanagement	9
2.5 Türschloß	10
2.6 Fensterheber	10
2.7 Innenraumbeleuchtung	10
2.8 Außenspiegeleinstellung	10
3 Komponentenbeschreibung	11
3.1 Position im Fahrzeug	11
3.2 Schnittstellen	11
3.2.1 Stecker S1: Türelemente	11
3.2.2 Stecker S2: Externe Elemente	15
3.2.3 Stecker S3: Energie und Kommunikation	20
3.3 Elektrische Spezifikation	21
3.4 Gehäuse	21
3.5 Speicher	21
4 CAN-Kommunikation	22
5 Konfigurierbarkeit	26

6 Funktionen	27
6.1 Aktivieren und Deaktivieren des TSG	27
6.2 Allgemeines Verhalten	28
6.3 Sitzeinstellung	31
6.4 Benutzermanagement	33
6.5 Türschloß	35
6.6 Fensterheber	38
6.7 Innenraumbeleuchtung	42
6.8 Außenspiegeleinstellung	44
6.9 Diagnose	46
6.10 Fehlerspeicher und -codes	47
7 Physikalische Spezifikation	48
7.1 Einsatzprofil	48
7.2 Elektromagnetische Verträglichkeit	48
7.3 Physikalische Eigenschaften	48
7.4 Lagerfähigkeit	48
8 Glossar	49

Abbildungsverzeichnis

1 Schematische Darstellung des TSG mit seinen peripheren Komponenten.	9
2 Position des TSG im Fahrzeug.	11
3 Schematische Darstellung der Anordnung der Bedienelemente.	12
4 Steckerbild S1.	12
5 Anschlußcharakteristik Fensterhebertaster.	14
6 Anschlußcharakteristik Benutzermanagement-Taster.	14
7 Anschlußcharakteristik Schloßnußschalter.	15
8 Steckerbild S2.	15
9 Anschlußcharakteristik Sitztaster.	18
10 Anschlußcharakteristik Spiegeltaster.	18
11 Steckerbild S3.	20
12 Position der Befestigungspunkte.	21
13 Kennfeld der Außenspiegel.	45
14 Spiegelbewegung.	49

Dokumentation

1.3 Dokumentation

Als Nachweis für die Einhaltung der Spezifikationsvorgaben sind nachfolgend genannte Dokumentationen dem Auftraggeber vorzulegen.

Werden keine anderen Vereinbarungen getroffen, sind alle Dokumente als PDF-Dateien abzuliefern.

Hardwaredokumentation

- Konstruktionszeichnung
- Schaltplan
- Bestückungsplan
- Teileliste
- FMEA
- Ergebnisse EMV-Messungen
- Steckerbelegungen

Dokumentation

Softwaredokumentation

- Programmlistings
- Flashbare Binärfiles
- Dokumentation der verwendeten Softwarewerkzeuge (Version, Patches, etc.)
- Ablaufplan der Software
- Modulbeschreibung
- Softwarearchitektur
- Interruptstruktur
- Variablenbeschreibung mit Normierung und Wertebereich
- QS-Plan
- Nachweis der durchgeführten Prüfaktivitäten (Inspektions- und Testprotokolle)
- Anleitung zum Flashen eines neuen Softwarestandes (insbesondere in Hinblick auf die Realisierung der Integritätskontrolle, siehe Abschnitt 6.1)

Kurzbeschreibung

Die in diesem Lastenheft beschriebene Komponente wird als *Türsteuergerät* bezeichnet (kurz: *TSG*).

Das TSG übernimmt folgende Funktionen im Fahrzeug:

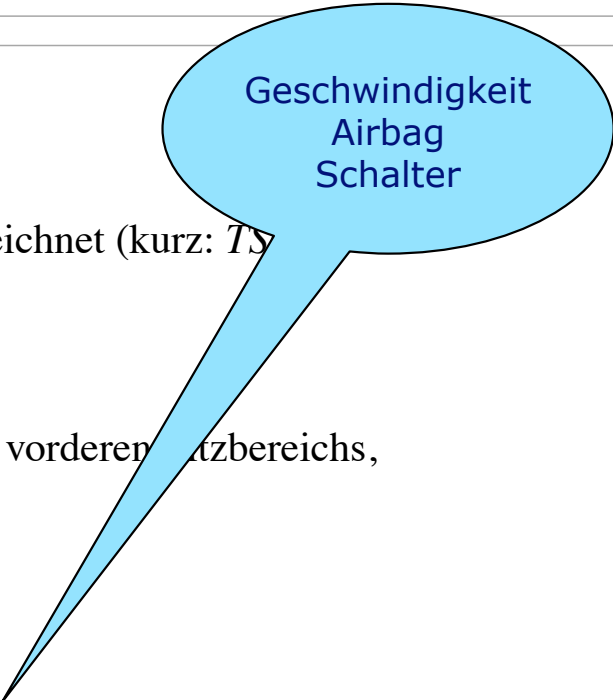
- *Sitzeinstellung*
Verstellen des Lehnenwinkels, der horizontalen Sitzposition, der Höhe des vorderen Sitzbereichs, der Höhe des hinteren Sitzbereichs und der Schalung des Sitzes.
- *Benutzermanagement*
Benutzerspezifisches Abspeichern von Sitz- und Außenspiegelposition.
- *Türschloß*
Auf- und Zuschließen des Fahrzeugs über Schlüssel, Funksender oder CAN.
- *Fensterheber*
Heben und Senken der Fensterscheiben des Fahrzeugs unter Beachtung einer etwaigen Kindersicherung.
- *Innenraumbeleuchtung*
Beleuchtung des Fahrzeuginneren als Hilfe beim Ein- und Aussteigen.
- *Außenspiegeleinstellung*
Verstellen der Außenspiegel entlang einer horizontalen und einer vertikalen Achse.

Kurzbeschreibung

Die in diesem Lastenheft beschriebene Komponente wird als *Türsteuergerät* bezeichnet (kurz: *TSG*).

Das TSG übernimmt folgende Funktionen im Fahrzeug:

- *Sitzeinstellung*
Verstellen des Lehnenwinkels, der horizontalen Sitzposition, der Höhe des vorderen Sitzbereichs, der Höhe des hinteren Sitzbereichs und der Schalung des Sitzes.
- *Benutzermanagement*
Benutzerspezifisches Abspeichern von Sitz- und Außenspiegelposition.
- *Türschloß*
Auf- und Zuschließen des Fahrzeugs über Schlüssel, Funksender oder CAN.
- *Fensterheber*
Heben und Senken der Fensterscheiben des Fahrzeugs unter Beachtung einer etwaigen Kindersicherung.
- *Innenraumbeleuchtung*
Beleuchtung des Fahrzeuginneren als Hilfe beim Ein- und Aussteigen.
- *Außenspiegeleinstellung*
Verstellen der Außenspiegel entlang einer horizontalen und einer vertikalen Achse.



Geschwindigkeit
Airbag
Schalter

Schematische Darstellung

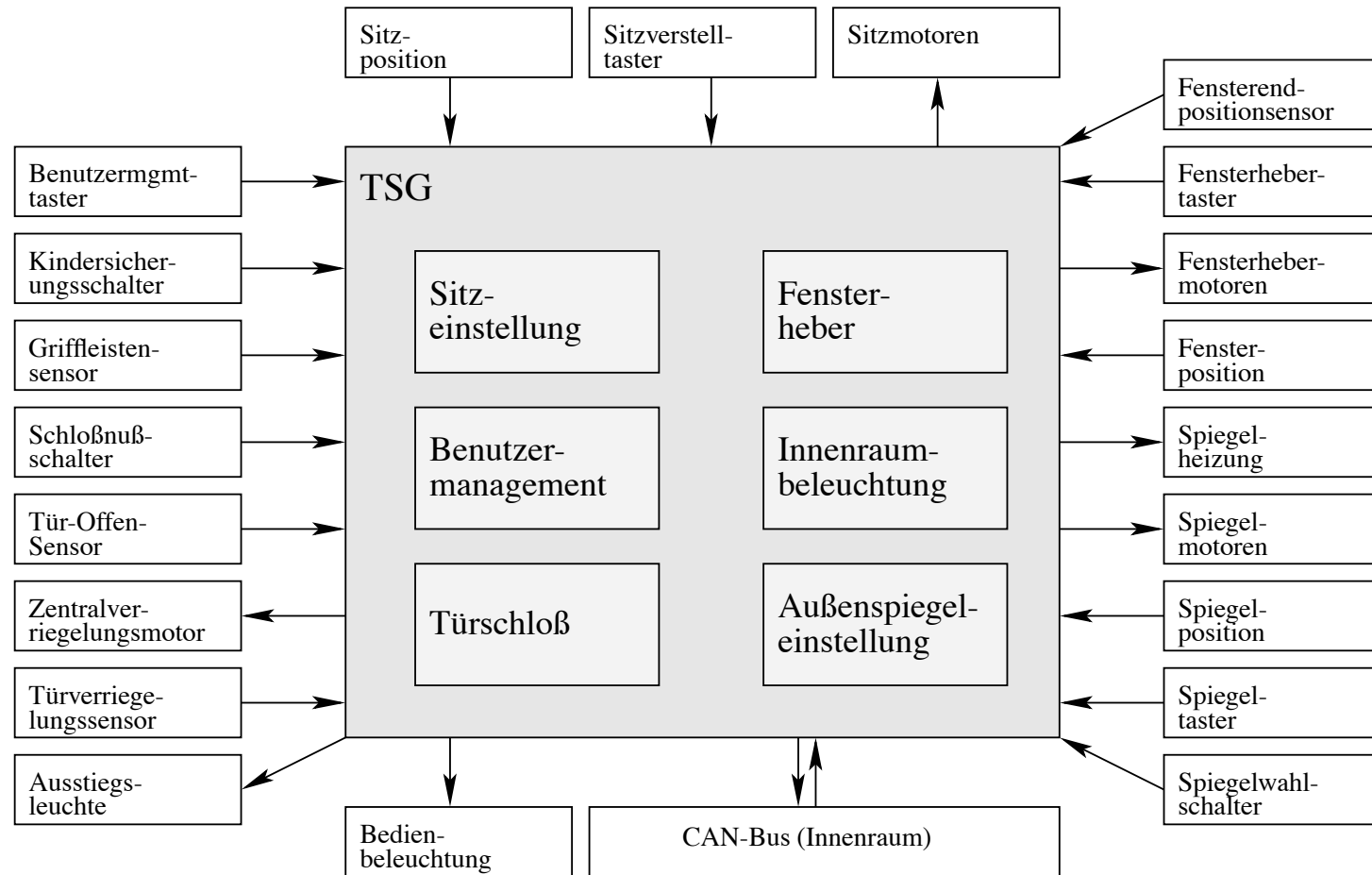


Abbildung 1: Schematische Darstellung des TSG mit seinen peripheren Komponenten.

Funktion Innenraumbeleuchtung (1)

Eingänge

- Konfiguration des TSG
CAN.LL, CAN.RL, CONFIG.TSG_LEFT
- Fahrzeugtyp
CAN.FCODE_T0, CAN.FCODE_T1
- Zustand Zündung CAN.KL_15
- Batteriespannung CAN.BATT
- Zustand der Fahrzeigtüren
S1.T_OFFEN, S2.FT_OFFEN, CAN.F_T_OFFEN, falls Beifahrer-TSG

Ausgänge

- Zustand Innenlicht CAN.I_LICHT
- Zustand der Fahrzeigtüren
CAN.DOOR_STATE, falls Beifahrer-TSG
- Zustand der dem TSG zugeordneten Fahrzeigtüren
CAN.F_T_OFFEN, falls Fahrer-TSG

Funktion Innenraumbelichtung (2)

Verhalten

Fahrer-TSG: Das Fahrer-TSG übermittelt laufend den Status der Fahrertür und der Fondtür auf der Fahrerseite über die CAN-Botschaft F_T_OFFEN (siehe auch Abschnitt 6.2).

Beifahrer-TSG: Das Beifahrer-TSG empfängt laufend den Türstatus vom Fahrer-TSG, ergänzt diesen um den Status Türen auf der Beifahrerseite und sendet den kombinierten Türstatus über die CAN-Botschaft DOOR_STATE (siehe auch Abschnitt 6.2).

Liegt ein Timeout der Botschaft F_T_OFFEN vor, so nimmt das Beifahrer-TSG an, daß die Türen auf der Fahrerseite geschlossen sind.

Innenraumbelichtung: Das Beifahrer-TSG ermittelt, ob — gemäß dem Zustand der Fahrzeigtüren — die Innenraumbelichtung brennen sollte und übermittelt diesen Zustand laufend über die CAN-Botschaft I_LICHT. Dabei sind nachfolgende Regeln zu beachten.

- Die Innenraumbelichtung leuchtet solange eine der Fahrzeigtüren offen ist, aber nur maximal 10 min. nachdem eine Tür geöffnet wurde (das Schließen und Öffnen der Tür setzt dieses Zeitintervall zurück)
- Die Innenraumbelichtung leuchtet für 30 sec. nachdem alle Türen geschlossen wurden.
- Die Innenraumbelichtung endet, sobald die Zündung KL_15 aktiviert wird.

Hinweis: Die eigentliche Ansteuerung der Innenbeleuchtung, die Überwachung der Batteriespannung sowie die Dimmung wird vom Deckensteuergerät übernommen.

Ansteuerung der Ausstiegsleuchten: Für jede Fahrzeigtür überwacht das jeweils zuständige TSG, ob die Tür offen ist und steuert gemäß folgender Regel die jeweilige Ausstiegsleuchte an:

- Die Ausstiegsleuchte einer Tür leuchtet, solange die Tür offen ist.
- Die Ansteuerung der Ausstiegsleuchten endet sobald die Batteriespannung BATT unter den Grenzwert von 10 V fällt. Sobald die Batterispannung wieder über 10.5 V ist, wird die Ansteuerung der Ausstiegsleuchten wieder aufgenommen.

Türsteuergerät (TSG)

- Steuert (auch) die Türe
 - Verriegeln
 - Entriegeln
- Steuert daneben meistens
 - Fensterheber
 - Einklemmschutz
 - Aussenspiegel
 - Einstiegsbeleuchtung
 - Innenbeleuchtung (Meist über Deckensteuergerät: Innenbeleuchtung, Schiebedach)
- In manchen Modellen: Ansteuerung von
 - Sitzverstellung
 - Sitzheizung
- Eigentlich „Steuergerät in der Türe“ (zur Zeit meistens)

Beispiele für Steuergeräte und Bedieneinheiten

- Türsteuergerät für Passat ab Baujahr 2000 mit integriertem Fensterhebermotor
- Dachbedieneinheit im Mercedes W211: Ansteuerung des Deckensteuergerätes



Baugruppenverantwortlicher Türe

- Ansprechpartner
 - Baugruppenverantwortlicher Karosserie
 - Baugruppenverantwortlicher Sitze
 - Baugruppenverantwortlicher Kombi-Instrument
 - Baugruppenverantwortlicher Blinker
 - Baugruppenverantwortlicher Mittelkonsole
 - Baugruppenverantwortlicher Soundsystem
 - Baugruppenverantwortlicher Seitenairbag
 - Verantwortlicher Passive Sicherheit
 - Verantwortlicher EMV
 - Verantwortlicher Verkabelung
 - Verantwortlicher Vernetzung
- Verantwortlicher Telematik
- Zulieferer
 - Schliesssystem
 - Scheiben
 - Fensterheber
 - Aussenspiegel
 - Türsteuergerät
 - Schalter
 - Bedieneinheit
- Schnittstellen
 - Mechanik
 - Energie
 - Information
 - Software

Baugruppenverantwortlicher Türe

- Ansprechpartner
 - Baugruppenverantwortlicher Karosserie
 - Baugruppenverantwortlicher Sitze
 - Baugruppenverantwortlicher Kombi-Instrument
 - Baugruppenverantwortlicher Blinker
 - Baugruppenverantwortlicher Mittelkonsole
 - Baugruppenverantwortlicher Soundsystem
 - Baugruppenverantwortlicher Seitenairbag
 - Verantwortlicher Passive Sicherheit
 - Verantwortlicher EMV
 - Verantwortlicher Verkabelung
 - Verantwortlicher Vernetzung
- Verantwortlicher Telematik
- Zulieferer
 - Schliesssystem
 - Scheiben
 - Fensterheber
 - Aussenspiegel
 - Türsteuergerät
 - Schalter
 - Bedieneinheit
- Schnittstellen
 - Mechanik
 - Energie
 - Information
 - Software

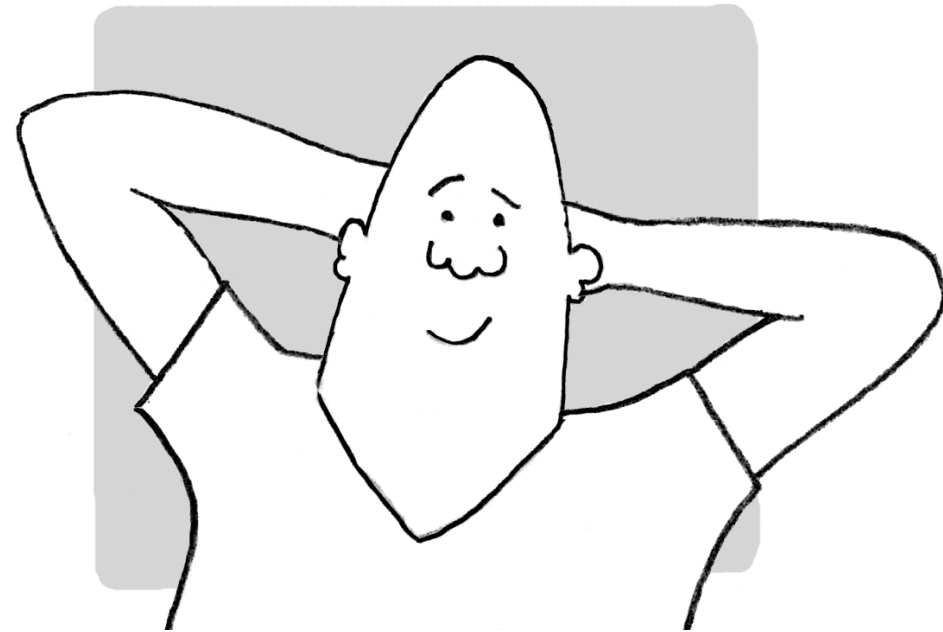
Baugruppenverantwortlicher Türe

- Ansprechpartner
 - Baugruppenverantwortlicher Karosserie
 - Baugruppenverantwortlicher Sitze
 - Baugruppenverantwortlicher Kombi-Instrument
 - Baugruppenverantwortlicher Blinker
 - Baugruppenverantwortlicher Mittelkonsole
 - Baugruppenverantwortlicher Soundsystem
 - Baugruppenverantwortlicher Seitenairbag
 - Verantwortlicher Passive Sicherheit
 - Verantwortlicher EMV
 - Verantwortlicher Verkabelung
 - Verantwortlicher Vernetzung
- Verantwortlicher
 - Zulieferer
 - Schliesssystem
 - Scheiben
 - Fensterheber
 - Aussenspiegel
 - Türsteuergerät
 - Schalter
 - Bedieneinheit
 - Schnittstellen
 - Mechanik
 - Energie
 - Information
 - Software



Baugruppenverantwortlicher Türe

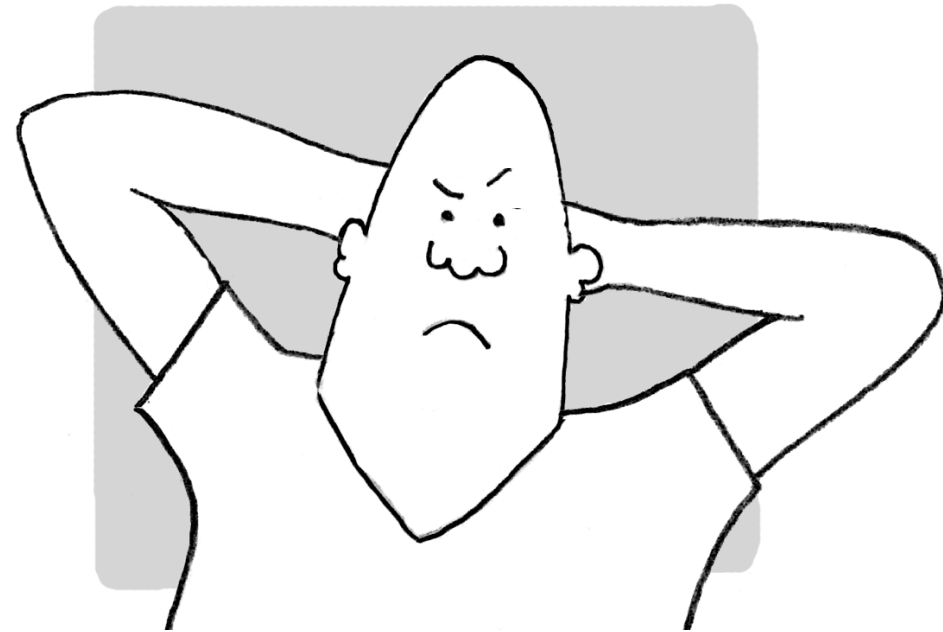
- Ansprechpartner
 - Baugruppenverantwortlicher Karosserie
 - Baugruppenverantwortlicher Sitze
 - Baugruppenverantwortlicher Kombi-Instrument
 - Baugruppenverantwortlicher Blinker
 - Baugruppenverantwortlicher Mittelkonsole
 - Baugruppenverantwortlicher Soundsystem
 - Baugruppenverantwortlicher Seitenairbag
 - Verantwortlicher Passive Sicherheit
 - Verantwortlicher EMV
 - Verantwortlicher Verkabelung
 - Verantwortlicher Vernetzung



- Schnittstellen
 - Mechanik
 - Energie
 - Information
 - Software

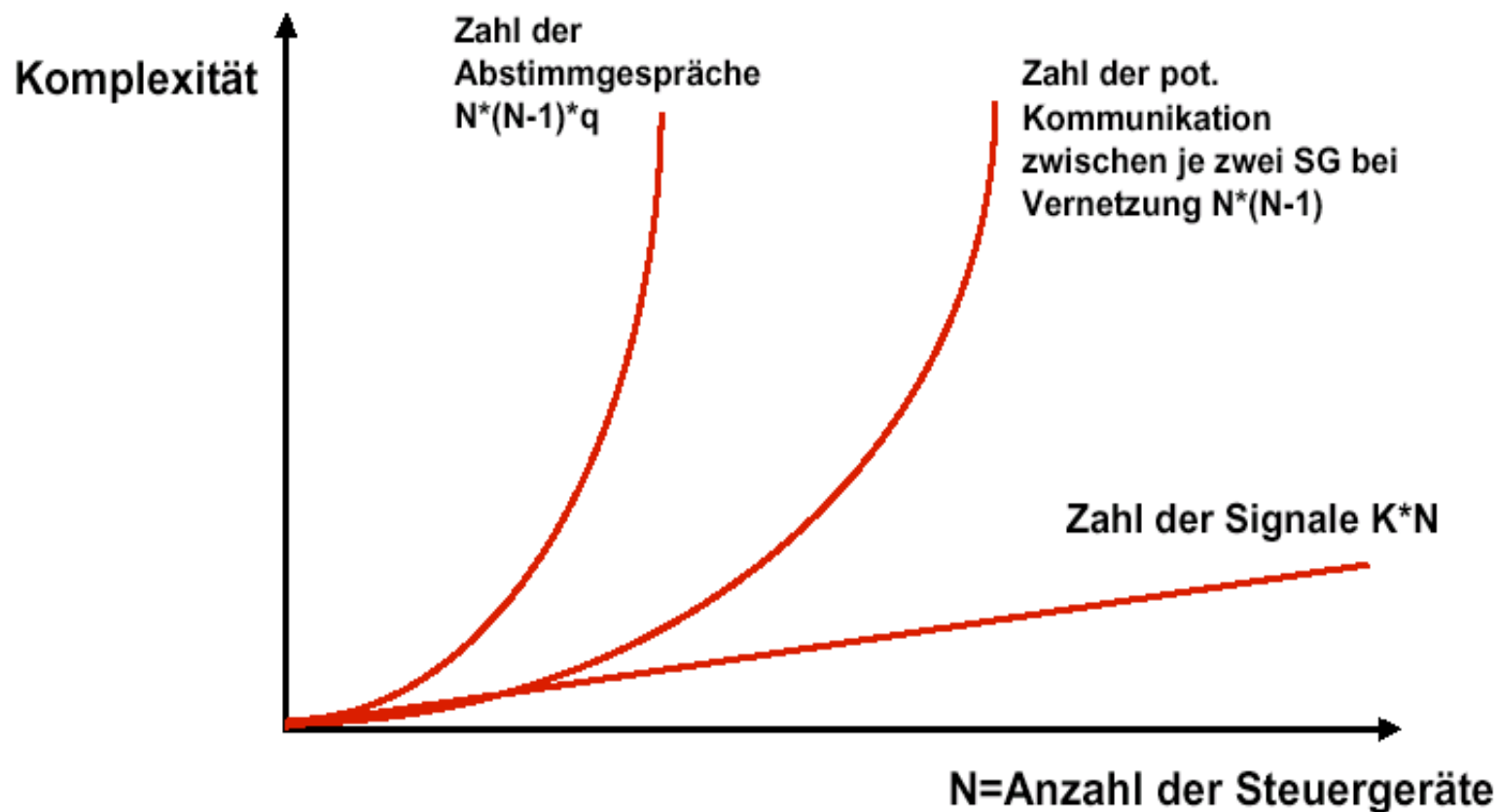
Baugruppenverantwortlicher Türe

- Ansprechpartner
 - Baugruppenverantwortlicher Karosserie
 - Baugruppenverantwortlicher Sitze
 - Baugruppenverantwortlicher Kombi-Instrument
 - Baugruppenverantwortlicher Blinker
 - Baugruppenverantwortlicher Mittelkonsole
 - Baugruppenverantwortlicher Soundsystem
 - Baugruppenverantwortlicher Seitenairbag
 - Verantwortlicher Passive Sicherheit
 - Verantwortlicher EMV
 - Verantwortlicher Verkabelung
 - Verantwortlicher Vernetzung



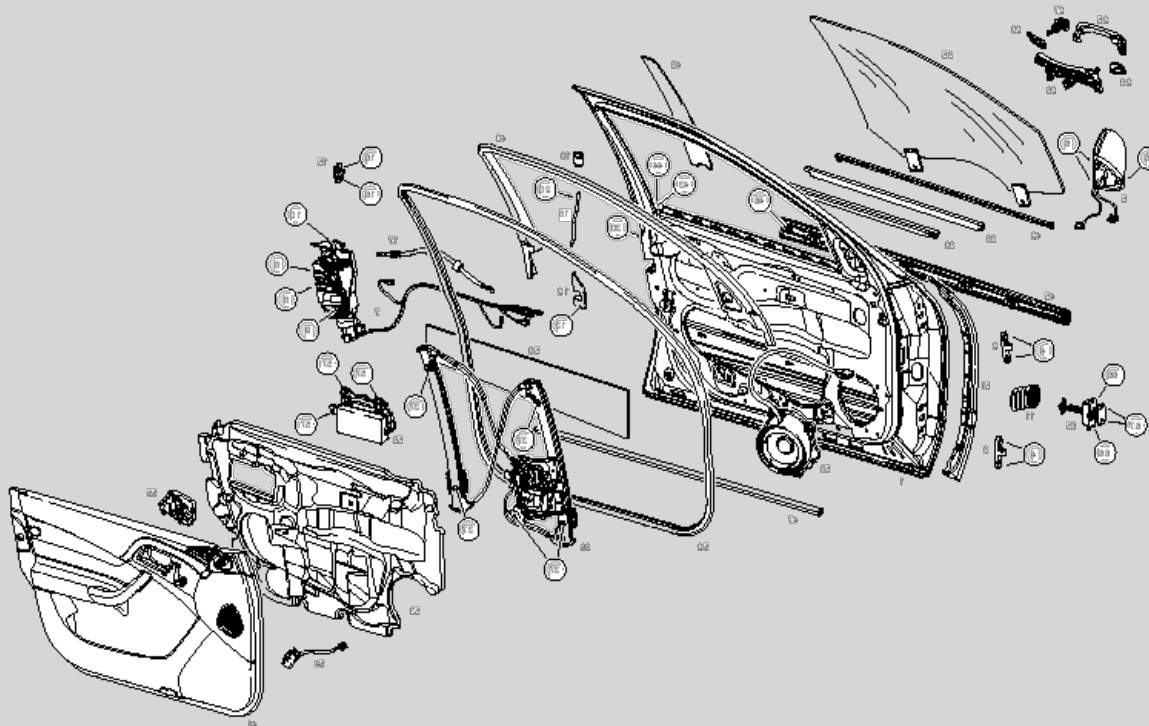
- Schnittstellen
 - Mechanik
 - Energie
 - Information
 - Software

Entwicklung der Komplexität



Komplexitätsproblem

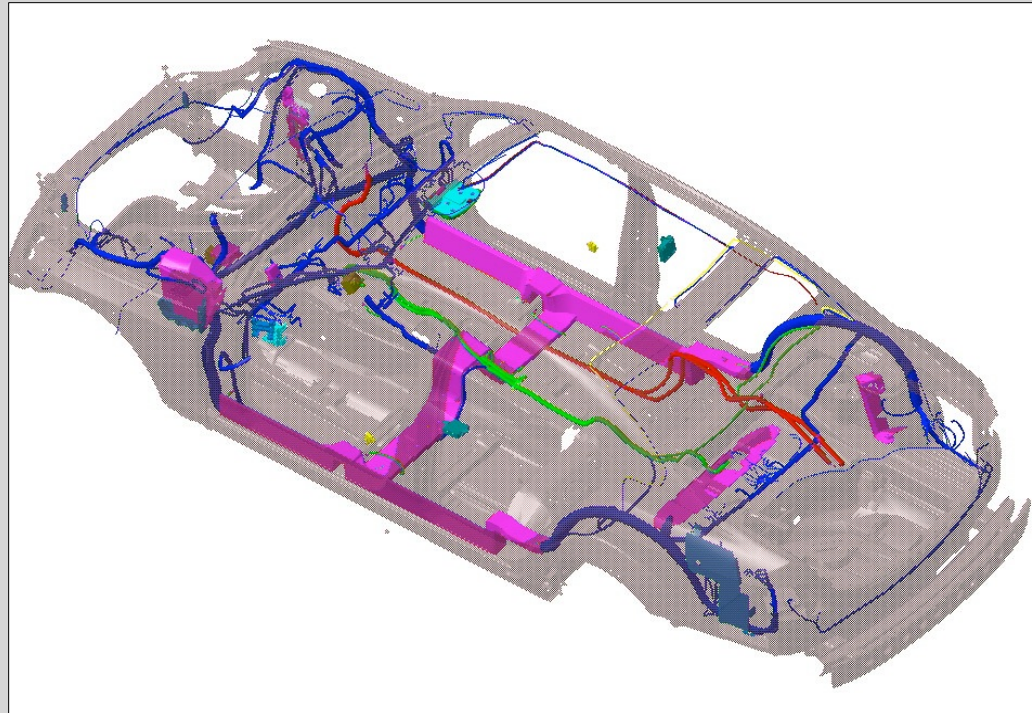
Packaging/Montagemodule



Komplexitätsproblem

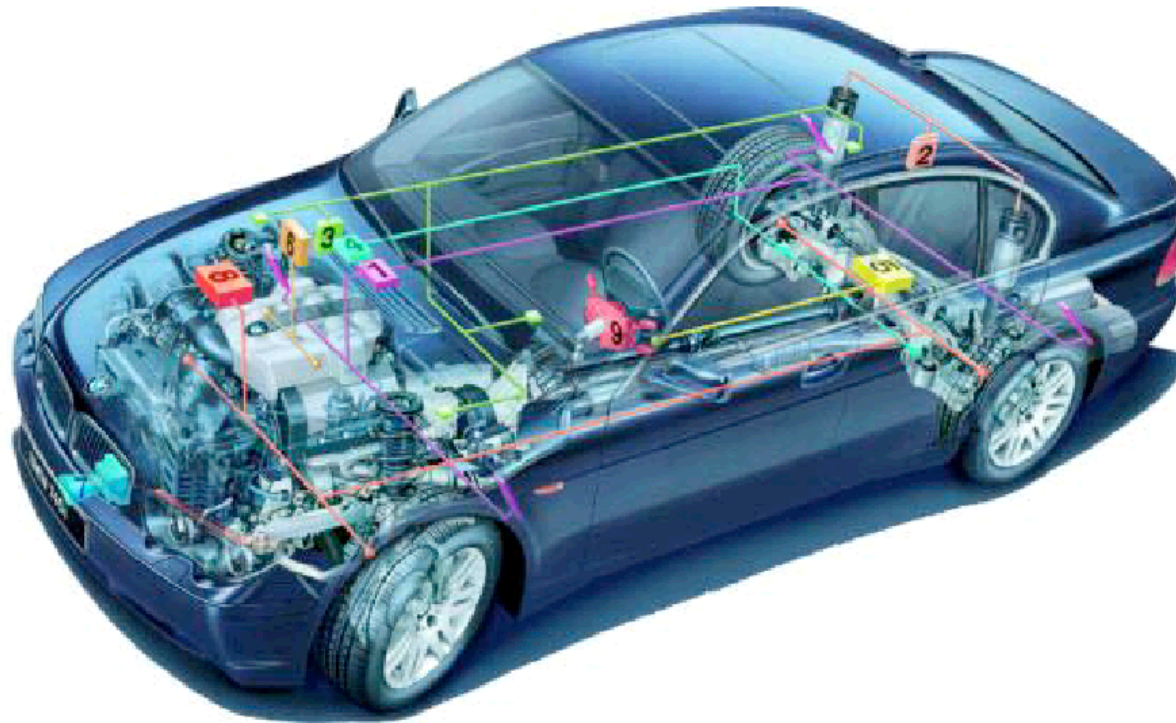
Packaging/Montagemodule

Verkabelung



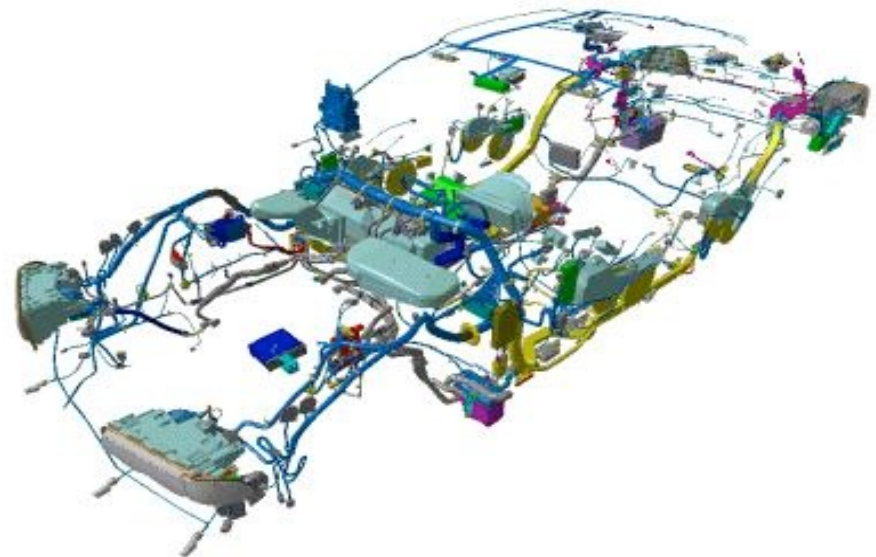
Bordnetz und Kabelbaum

- Der Kabelbaum eines modernen Fahrzeugs besteht aus drei funktionalen Gruppen:
 - Elektrische Energieversorgung (Energiebordnetz)
 - Informationstechnische Verbindung zwischen den Systemen (Bussysteme)
 - HF-Verbindungen von den Antennen zu den Endgeräten



Bordnetz und Kabelbaum

- Die Topologie ergibt sich aus Optimierungszielen:
 - Kosten
 - Gewicht
 - Montagefreundlichkeit
 - Betriebssicherheit
- Das physikalische Bordnetz zählt zu den aufwändigsten, teuersten und schwersten Komponenten in modernen KFZ.
 - Beispiel BMW 5er Modelljahr 2003
 - Länge 7,3 km
 - Masse 55 kg

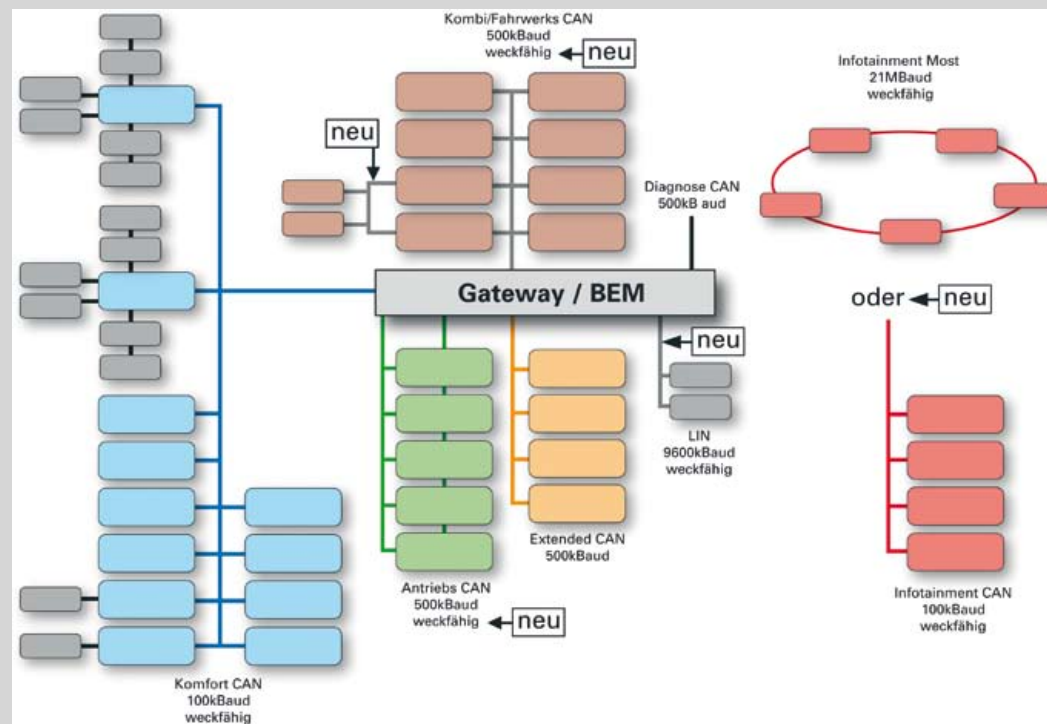


Komplexitätsproblem

Packaging/Montagemodule

Verkabelung

Vernetzung



Komplexitätsproblem

Packaging/Montagemodule

Verkabelung

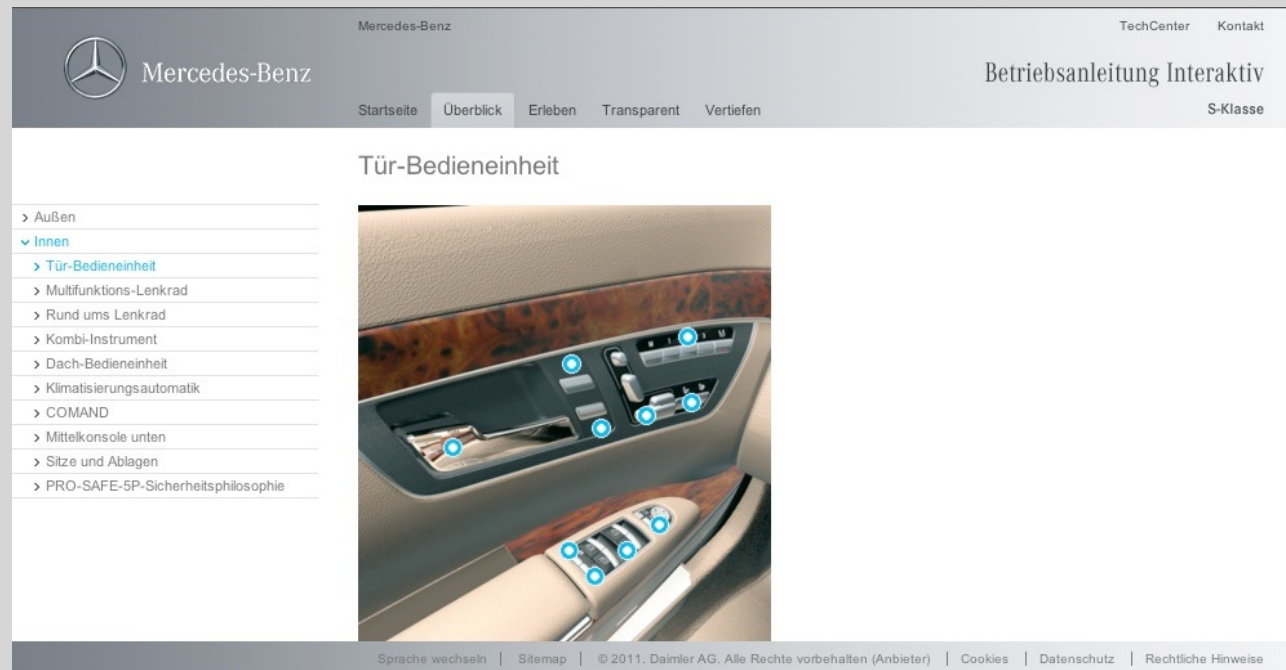
Vernetzung

Technologien/Plattformen

Kundenerlebte Funktionen

Tür entriegeln

Tür verriegeln



Steigender Software Anteil

- Die Vorlesung führt in die Grundlagen und Besonderheiten des Software Engineerings für elektronische Systeme im Automobil ein:
 - Verteilte und komplexe Systementwicklung zwischen OEM und Zulieferern
 - Hoher Zeit- und Kostendruck mit vielen Änderungs- und Konfigurationsanforderungen ✓
 - Zunahme der Funktionalität ✓
 - Zunahme der Varianten
 - Domänenübergreifende Funktionen ✓
 - Sehr hohe Anforderungen an Zuverlässigkeit, Sicherheit (Safety und Security) sowie Echtzeitverhalten
 - Extreme Umweltbedingungen (mechanische Beanspruchung, Verbaauraum, Temperatur, etc.) ✓
 - Unterschiedliche Entwicklungs- und Lebenszyklen zwischen Produkt (Fahrzeug) und Komponenten (Software, Steuergeräte, Datenträger, ...) ✓

Verteilte und komplexe Systementwicklung zwischen Hersteller (OEM) und Zulieferern

1. Zunahme der Funktionalität und Auswirkung auf Software:
Beispiel Türsteuerung
- 2. Varianten durch Software:
Beispiel Motoren**
3. Zunahme der Varianten und Auswirkung auf Software:
Beispiel Karosseriefunktionen
4. Elektrifizierung und Auswirkung auf Software
5. Sicherheit

Fahrzeugklassen bei verschiedenen Herstellern

Hersteller			
Kleinwagen	A1	1er	A/B-Klasse
Kompaktklasse	A4, A5	3er	C-Klasse
Mittelklasse	A6, A7	5er	E-Klasse
Oberklasse	A8	7er	S-Klasse

Beispiel Audi

- A5 2.3: Audi A5, 2,3 l Motor
- A5 3.0: Audi A5, 3,0 l Motor
- Allgemein
 - Ax y.z: Audi Ax, y,z l Motor



Beispiel BMW

- 530: BMW 5er, 3,0 l Motor
- 530d: BMW 5er, 3,0 l Motor (Diesel)
- Allgemein
 - xyz: BMW xer, y,z l Motor



Beispiel Mercedes

- E300: Mercedes E-Klasse, 3,0 l Motor
- E500: Mercedes E-Klasse, 5,0 l Motor
- Allgemein
 - Nxy0: Mercedes N-Klasse
x,y0 l Motor



Motorvarianten C-Klasse Limousine

Modell	Hubraum (cm3)
C 180 CDI BlueEFFICIENCY	
C 200 CDI BlueEFFICIENCY	
C 220 CDI BlueEFFICIENCY	
C 220 CDI BlueEFFICIENCY Edition	
C 250 CDI BlueEFFICIENCY	
C 250 CDI 4MATIC BlueEFFICIENCY	
C 300 CDI 4MATIC BlueEFFICIENCY	
C 350 CDI BlueEFFICIENCY	

- http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc_germany_website/de/home_mpc/passengercars/home/new_cars/models/c-class/_w204/facts_/drivetrain/dieselenqines.html

Motorvarianten C-Klasse Limousine

Modell	Hubraum (cm3)
C 180 CDI BlueEFFICIENCY	1.800
C 200 CDI BlueEFFICIENCY	
C 220 CDI BlueEFFICIENCY	
C 220 CDI BlueEFFICIENCY Edition	
C 250 CDI BlueEFFICIENCY	
C 250 CDI 4MATIC BlueEFFICIENCY	
C 300 CDI 4MATIC BlueEFFICIENCY	
C 350 CDI BlueEFFICIENCY	

- http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc_germany_website/de/home_mpc/passengercars/home/new_cars/models/c-class/_w204/facts_/drivetrain/dieselenqines.html

Motorvarianten C-Klasse Limousine

Modell	Hubraum (cm3)
C 180 CDI BlueEFFICIENCY	1.800
C 200 CDI BlueEFFICIENCY	2.000
C 220 CDI BlueEFFICIENCY	
C 220 CDI BlueEFFICIENCY Edition	
C 250 CDI BlueEFFICIENCY	
C 250 CDI 4MATIC BlueEFFICIENCY	
C 300 CDI 4MATIC BlueEFFICIENCY	
C 350 CDI BlueEFFICIENCY	

- http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc_germany_website/de/home_mpc/passengercars/home/new_cars/models/c-class/_w204/facts_/drivetrain/dieselenqines.html

Motorvarianten C-Klasse Limousine

Modell	Hubraum (cm3)
C 180 CDI BlueEFFICIENCY	1.800
C 200 CDI BlueEFFICIENCY	2.000
C 220 CDI BlueEFFICIENCY	2.200
C 220 CDI BlueEFFICIENCY Edition	
C 250 CDI BlueEFFICIENCY	
C 250 CDI 4MATIC BlueEFFICIENCY	
C 300 CDI 4MATIC BlueEFFICIENCY	
C 350 CDI BlueEFFICIENCY	

- http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc_germany_website/de/home_mpc/passengercars/home/new_cars/models/c-class/_w204/facts_/drivetrain/dieselenqines.html

Motorvarianten C-Klasse Limousine

Modell	Hubraum (cm3)
C 180 CDI BlueEFFICIENCY	1.800
C 200 CDI BlueEFFICIENCY	2.000
C 220 CDI BlueEFFICIENCY	2.200
C 220 CDI BlueEFFICIENCY Edition	2.200
C 250 CDI BlueEFFICIENCY	
C 250 CDI 4MATIC BlueEFFICIENCY	
C 300 CDI 4MATIC BlueEFFICIENCY	
C 350 CDI BlueEFFICIENCY	

- http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc_germany_website/de/home_mpc/passengercars/home/new_cars/models/c-class/_w204/facts_/drivetrain/dieselenqines.html

Motorvarianten C-Klasse Limousine

Modell	Hubraum (cm ³)
C 180 CDI BlueEFFICIENCY	1.800
C 200 CDI BlueEFFICIENCY	2.000
C 220 CDI BlueEFFICIENCY	2.200
C 220 CDI BlueEFFICIENCY Edition	2.200
C 250 CDI BlueEFFICIENCY	2.500
C 250 CDI 4MATIC BlueEFFICIENCY	
C 300 CDI 4MATIC BlueEFFICIENCY	
C 350 CDI BlueEFFICIENCY	

- http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc_germany_website/de/home_mpc/passengercars/home/new_cars/models/c-class/_w204/facts_/drivetrain/dieselenqines.html

Motorvarianten C-Klasse Limousine

Modell	Hubraum (cm3)
C 180 CDI BlueEFFICIENCY	1.800
C 200 CDI BlueEFFICIENCY	2.000
C 220 CDI BlueEFFICIENCY	2.200
C 220 CDI BlueEFFICIENCY Edition	2.200
C 250 CDI BlueEFFICIENCY	2.500
C 250 CDI 4MATIC BlueEFFICIENCY	2.500
C 300 CDI 4MATIC BlueEFFICIENCY	
C 350 CDI BlueEFFICIENCY	

- http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc_germany_website/de/home_mpc/passengercars/home/new_cars/models/c-class/_w204/facts_/drivetrain/dieselenqines.html

Motorvarianten C-Klasse Limousine

Modell	Hubraum (cm3)
C 180 CDI BlueEFFICIENCY	1.800
C 200 CDI BlueEFFICIENCY	2.000
C 220 CDI BlueEFFICIENCY	2.200
C 220 CDI BlueEFFICIENCY Edition	2.200
C 250 CDI BlueEFFICIENCY	2.500
C 250 CDI 4MATIC BlueEFFICIENCY	2.500
C 300 CDI 4MATIC BlueEFFICIENCY	3.000
C 350 CDI BlueEFFICIENCY	

- http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc_germany_website/de/home_mpc/passengercars/home/new_cars/models/c-class/_w204/facts_/drivetrain/dieselenqines.html

Motorvarianten C-Klasse Limousine

Modell	Hubraum (cm3)
C 180 CDI BlueEFFICIENCY	1.800
C 200 CDI BlueEFFICIENCY	2.000
C 220 CDI BlueEFFICIENCY	2.200
C 220 CDI BlueEFFICIENCY Edition	2.200
C 250 CDI BlueEFFICIENCY	2.500
C 250 CDI 4MATIC BlueEFFICIENCY	2.500
C 300 CDI 4MATIC BlueEFFICIENCY	3.000
C 350 CDI BlueEFFICIENCY	3.500

- http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc_germany_website/de/home_mpc/passengercars/home/new_cars/models/c-class/_w204/facts_/drivetrain/dieselenqines.html

Motorvarianten C-Klasse Limousine

Modell	Zylinder- anordnung/ -anzahl	Hubraum (cm ³)	Nenn- leistung (kW bei 1/min)[1]	Höchst- geschwind- igkeit (km/h)	Kraftstoff- verbrauch kombiniert (l/100 km)[2]	CO ₂ - Emissionen kombiniert (g/km)[2]
C 180 CDI BlueEFFICIENCY	R4	2.143	88/2.800–4.600 (88/3.000–4.600)	208 (206)	5,3–4,8 (5,3–4,9)	139–125 (140–129)
C 200 CDI BlueEFFICIENCY	R4	2.143	100/2.800–4.600 (100/2.800–4.600)	218 (215)	5,3–4,8 (5,3–4,9)	139–125 (140–129)
C 220 CDI BlueEFFICIENCY	R4	2.143	125/3.000–4.200 (125/3.000–4.200)	232 (231)	5,1–4,4 (5,2–4,8)	133–117 (136–125)
C 220 CDI BlueEFFICIENCY Edition	R4	2.143	125/3.000–4.200 (125/3.000–4.200)	232 (231)	4,1 (4,4)	109 (116)
C 250 CDI BlueEFFICIENCY	R4	2.143	150/4.200 (150/4.200)	240 (240)	5,3–4,8 (5,2–4,8)	140–125 (136–125)
C 250 CDI 4MATIC BlueEFFICIENCY	R4	2.143	– (150/4.200)	– (240)	– (5,7–5,4)	– (152–144)
C 300 CDI 4MATIC BlueEFFICIENCY	V6	2.987	– (170/3.800)	– (250)[3]	– (7,2–7,0)	– (189–185)
C 350 CDI BlueEFFICIENCY	V6	2.987	– (195/3.800)	– (250)[3]	– (6,0–5,9)	– (157–154)

- http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc_germany_website/de/home_mpc/passengercars/home/new_cars/models/c-class/_w204/facts_/drivetrain/dieselenqines.html

Motorvarianten C-Klasse Limousine

Modell	Zylinder- anordnung/ -anzahl	Hubraum (cm ³)	Nenn- leistung (kW bei 1/min)[1]	Höchst- geschwind- igkeit (km/h)	Kraftstoff- verbrauch kombiniert (l/100 km)[2]	CO ₂ - Emissionen kombiniert (g/km)[2]
C 180 CDI BlueEFFICIENCY	R4	2.143	88/2.800–4.600 (88/3.000–4.600)	208 (206)	5,3–4,8 (5,3–4,9)	139–125 (140–129)
C 200 CDI BlueEFFICIENCY	R4	2.143	100/2.800–4.600 (100/2.800–4.600)	218 (215)	5,3–4,8 (5,3–4,9)	139–125 (140–129)
C 220 CDI BlueEFFICIENCY	R4	2.143	125/3.000–4.200 (125/3.000–4.200)	232 (231)	5,1–4,4 (5,2–4,8)	133–117 (136–125)
C 220 CDI BlueEFFICIENCY Edition	R4	2.143	125/3.000–4.200 (125/3.000–4.200)	232 (231)	4,1 (4,4)	109 (116)
C 250 CDI BlueEFFICIENCY	R4	2.143	150/4.200 (150/4.200)	240 (240)	5,3–4,8 (5,2–4,8)	140–125 (136–125)
C 250 CDI 4MATIC BlueEFFICIENCY	R4	2.143	– (150/4.200)	– (240)	– (5,7–5,4)	– (152–144)
C 300 CDI 4MATIC BlueEFFICIENCY	V6	2.987	– (170/3.800)	– (250)[3]	– (7,2–7,0)	– (189–185)
C 350 CDI BlueEFFICIENCY	V6	2.987	– (195/3.800)	– (250)[3]	– (6,0–5,9)	– (157–154)

- http://www.mercedes-benz.de/content/germany/mpc/mpc_germany_website/de/home_mpc/passengercars/home/new_cars/models/c-class/_w204/facts_/drivetrain/dieselenqines.html

Motorvarianten C-Klasse Limousine

- 2 Basismotoren (Mechanisch)
 - R4, 2,1 l
 - V6, 3,0 l
- 8 Motorenvarianten durch
 - Elektrik / Elektronik
 - Software

Steigender Software Anteil

- Die Vorlesung führt in die Grundlagen und Besonderheiten des Software Engineerings für elektronische Systeme im Automobil ein:
 - Verteilte und komplexe Systementwicklung zwischen OEM und Zulieferern
 - Hoher Zeit- und Kostendruck mit vielen Änderungs- und Konfigurationsanforderungen ✓
 - Zunahme der Funktionalität ✓
 - Zunahme der Varianten ✓
 - Domänenübergreifende Funktionen ✓
 - Sehr hohe Anforderungen an Zuverlässigkeit, Sicherheit (Safety und Security) sowie Echtzeitverhalten
 - Extreme Umweltbedingungen (mechanische Beanspruchung, Verbaauraum, Temperatur, etc.) ✓
 - Unterschiedliche Entwicklungs- und Lebenszyklen zwischen Produkt (Fahrzeug) und Komponenten (Software, Steuergeräte, Datenträger, ...) ✓

Verteilte und komplexe Systementwicklung zwischen Hersteller (OEM) und Zulieferern

1. Zunahme der Funktionalität und Auswirkung auf Software:
Beispiel Türsteuerung
2. Varianten durch Software:
Beispiel Motoren
- 3. Zunahme der Varianten und Auswirkung auf Software:
Beispiel Karosseriefunktionen**
4. Elektrifizierung und Auswirkung auf Software
5. Sicherheit

Baureihen, Fahrzeugvarianten, Karosserievarianten



1 Baureihe: 3er MBW

4 Fahrzeugvarianten: Limousine, Coupé, Kombi, Cabrio

7 Karosserievarianten: Mit und ohne Schiebedach

Karosserie: Varianten und Gleichteile

	Front	Fahrgastzelle mit Schiebedach	Fahrgastzelle ohne Schiebedach	Heck
Limousine mit Schiebedach				
Limousine ohne Schiebedach				
Coupé mit Schiebedach				
Coupé ohne Schiebedach				
Kombi mit Schiebedach				
Kombi ohne Schiebedach				
Cabrio				
7 Karosserievarianten				

Karosserie: Varianten und Gleichteile

	Front	Fahrgastzelle mit Schiebedach	Fahrgastzelle ohne Schiebedach	Heck
Limousine mit Schiebedach	Variante L	Variante LmS	entfällt	Variante L
Limousine ohne Schiebedach				
Coupé mit Schiebedach				
Coupé ohne Schiebedach				
Kombi mit Schiebedach				
Kombi ohne Schiebedach				
Cabrio				
7 Karosserievarianten				

Karosserie: Varianten und Gleichteile

	Front	Fahrgastzelle mit Schiebedach	Fahrgastzelle ohne Schiebedach	Heck
Limousine mit Schiebedach	Variante L	Variante LmS	entfällt	Variante L
Limousine ohne Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante LoS	Variante L
Coupé mit Schiebedach				
Coupé ohne Schiebedach				
Kombi mit Schiebedach				
Kombi ohne Schiebedach				
Cabrio				
7 Karosserievarianten				

Karosserie: Varianten und Gleichteile

	Front	Fahrgastzelle mit Schiebedach	Fahrgastzelle ohne Schiebedach	Heck
Limousine mit Schiebedach	Variante L	Variante LmS	entfällt	Variante L
Limousine ohne Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante LoS	Variante L
Coupé mit Schiebedach	Variante L	Variante CmS	entfällt	Variante L
Coupé ohne Schiebedach				
Kombi mit Schiebedach				
Kombi ohne Schiebedach				
Cabrio				
7 Karosserievarianten				

Karosserie: Varianten und Gleichteile

	Front	Fahrgastzelle mit Schiebedach	Fahrgastzelle ohne Schiebedach	Heck
Limousine mit Schiebedach	Variante L	Variante LmS	entfällt	Variante L
Limousine ohne Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante LoS	Variante L
Coupé mit Schiebedach	Variante L	Variante CmS	entfällt	Variante L
Coupé ohne Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante CoS	Variante L
Kombi mit Schiebedach				
Kombi ohne Schiebedach				
Cabrio				
7 Karosserievarianten				

Karosserie: Varianten und Gleichteile

	Front	Fahrgastzelle mit Schiebedach	Fahrgastzelle ohne Schiebedach	Heck
Limousine mit Schiebedach	Variante L	Variante LmS	entfällt	Variante L
Limousine ohne Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante LoS	Variante L
Coupé mit Schiebedach	Variante L	Variante CmS	entfällt	Variante L
Coupé ohne Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante CoS	Variante L
Kombi mit Schiebedach	Variante L	Variante LmS	entfällt	Variante K
Kombi ohne Schiebedach				
Cabrio				
7 Karosserievarianten				

Karosserie: Varianten und Gleichteile

	Front	Fahrgastzelle mit Schiebedach	Fahrgastzelle ohne Schiebedach	Heck
Limousine mit Schiebedach	Variante L	Variante LmS	entfällt	Variante L
Limousine ohne Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante LoS	Variante L
Coupé mit Schiebedach	Variante L	Variante CmS	entfällt	Variante L
Coupé ohne Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante CoS	Variante L
Kombi mit Schiebedach	Variante L	Variante LmS	entfällt	Variante K
Kombi ohne Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante LoS	Variante K
Cabrio				
7 Karosserievarianten				

Karosserie: Varianten und Gleichteile

	Front	Fahrgastzelle mit Schiebedach	Fahrgastzelle ohne Schiebedach	Heck
Limousine mit Schiebedach	Variante L	Variante LmS	entfällt	Variante L
Limousine ohne Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante LoS	Variante L
Coupé mit Schiebedach	Variante L	Variante CmS	entfällt	Variante L
Coupé ohne Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante CoS	Variante L
Kombi mit Schiebedach	Variante L	Variante LmS	entfällt	Variante K
Kombi ohne Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante LoS	Variante K
Cabrio	Variante L	entfällt	Variante Cabrio	Variante Cabrio
7 Karosserievarianten				

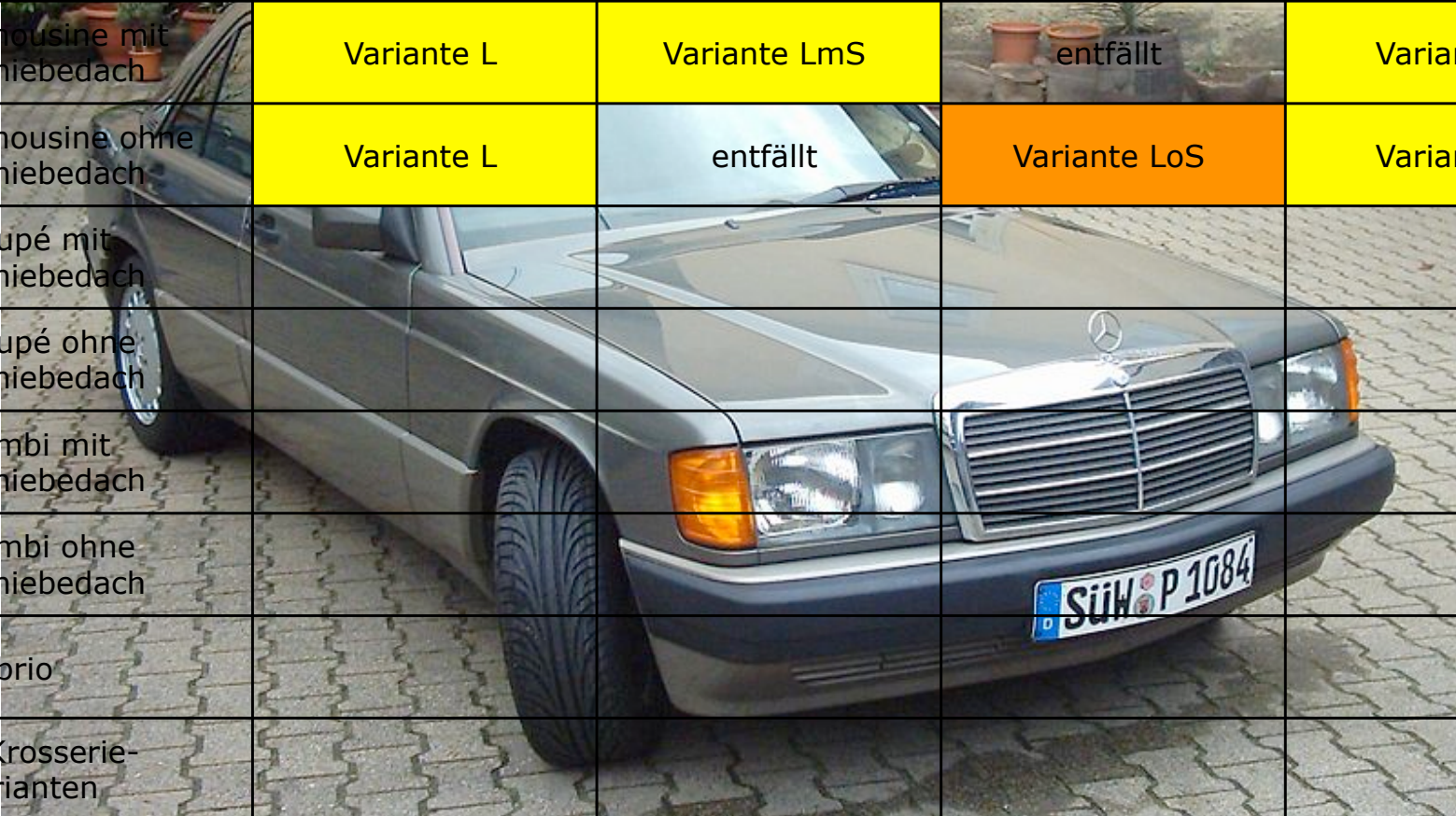
Karosserie: Varianten und Gleichteile

	Front	Fahrgastzelle mit Schiebedach	Fahrgastzelle ohne Schiebedach	Heck
Limousine mit Schiebedach	Variante L	Variante LmS	entfällt	Variante L
Limousine ohne Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante LoS	Variante L
Coupé mit Schiebedach	Variante L	Variante CmS	entfällt	Variante L
Coupé ohne Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante CoS	Variante L
Kombi mit Schiebedach	Variante L	Variante LmS	entfällt	Variante K
Kombi ohne Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante LoS	Variante K
Cabrio	Variante L	entfällt	Variante Cabrio	Variante Cabrio
7 Karosserievarianten	1 Frontvariante	2 Fahrgastzellenvarianten	3 Fahrgastzellenvarianten	3 Heckvarianten

Karosserie: Varianten und Gleichteile



Karosserie: Varianten und Gleichteile

	Front	Fahrgastzelle mit Schiebedach	Fahrgastzelle ohne Schiebedach	Heck
Limousine mit Schiebedach	Variante L	Variante LmS	entfällt	Variante L
Limousine ohne Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante LoS	Variante L
Coupé mit Schiebedach				
Coupé ohne Schiebedach				
Kombi mit Schiebedach				
Kombi ohne Schiebedach				
Cabrio				
7 Karosserievarianten				

Die Zunahme an Variantenvielfalt auf Produktebene schlägt sich direkt auf die Teileebene durch

PROSTEP
IMP

Evolution der Produktvarianten



1983 Mercedes 190
1 Karosserievariante
4 Motoren



1993 Mercedes C-Class
4 Karosserievariante
7 Motoren
4 Designlinien



2000 Mercedes C-Class
5 Karosserievariante
7 Motoren
3 Designlinien



2007 Mercedes C-Class
7 Karosserievariante
9 Motoren
3 Designlinien



- 80 Sonderausstattungen
- Wiederholrate identische Fahrzeuge: 1,4 p.a.
- 20 000 Zukaufteile
- 12 000 selbsthergestellte Teile
- 75% der Teile sind für Sonderausstattungen

Quelle: Katzenbach, Daimler AG

G. Rock 04/06/09 – Seite/Page 5

Quelle: Dr. Georg Rock, PROSTEP IMP GmbH:
Variantenmanagement: Forschung und industrieller Einsatz
Darmstädter „Automotive Software Engineering“-Kolloquium 2009

Karosserie: Varianten und Gleichteile

	Front	Fahrgastzelle mit Schiebedach	Fahrgastzelle ohne Schiebedach	Heck
Limousine mit Schiebedach	Variante L	Variante LmS	entfällt	Variante L
Limousine ohne Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante LoS	Variante L
Coupé mit Schiebedach	Variante L	Variante CmS	entfällt	Variante L
Coupé ohne Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante CoS	Variante L
Kombi mit Schiebedach	Variante L	Variante LmS	entfällt	Variante K
Kombi ohne Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante LoS	Variante K
Cabrio	Variante L	entfällt	Variante Cabrio	Variante Cabrio
7 Krosserie-varianten	1 Frontvariante	2 Fahrgast- zellenvarianten	3 Fahrgast- zellenvarianten	3 Heckvarianten

Karosserie: Varianten und Gleichteile

	Front	Fahrgastzelle mit Schiebedach	Fahrgastzelle ohne Schiebedach	Heck
Limousine mit Schiebedach	Variante L	Variante LmS	entfällt	Variante L
Limousine ohne Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante LoS	Variante L
Coupé mit Schiebedach	Variante L	Variante CmS	entfällt	Variante L
Coupé ohne Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante CoS	Variante L
Kombi mit Schiebedach	Variante L	Variante LmS	entfällt	Variante K
Kombi ohne Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante LoS	Variante K
Cabrio	Variante L	entfällt	Variante Cabrio	Variante Cabrio
7 Krosserievarianten	1 Frontvariante	2 Fahrgastzellenvarianten	3 Fahrgastzellenvarianten	3 Heckvarianten

Was hat das mit Softwareentwicklung zu tun?

Karosserie: Varianten und Gleichteile

- Unterschiedliche Karosserievarianten benötigen unterschiedliche Karosseriefunktionen
- Realisierung der Karosseriefunktionen durch
 - Bedienelemente / Sollwertgeber
 - Aktuatoren
 - Sensoren
 - Steuergeräte
 - Software
- Folge: Varianten und Gleichteile auf den Ebenen
 - Bedienelemente / Sollwertgeber
 - Aktuatoren
 - Sensoren
 - Steuergeräte
 - Software

Karosseriefunktionen: Varianten und Gleichteile

Steuerung von 12 Funktionen	Limousine mit Schiebedach	Limousine ohne Schiebedach	Coupé mit Schiebedach	Coupé ohne Schiebedach	Kombi mit Schiebedach	Kombi ohne Schiebedach	Cabrio	
Türschliessen vorne F								
Türschliessen vorne BF								
Türschliessen hinten F								
Türschliessen hinten BF								
Fensterheber vorne F								
Fensterheber vorne BF								
Fensterheber hinten F								
Fensterheber hinten BF								
Schiebedach								
Beleuchtung Innenraum								
Heckklappe								
Verdeck								

Karosseriefunktionen: Varianten und Gleichteile

Steuerung von 12 Funktionen	Limousine mit Schiebedach	Limousine ohne Schiebedach	Coupé mit Schiebedach	Coupé ohne Schiebedach	Kombi mit Schiebedach	Kombi ohne Schiebedach	Cabrio	
Türschliessen vorne F	Variante L							
Türschliessen vorne BF	Variante L							
Türschliessen hinten F	Variante L							
Türschliessen hinten BF	Variante L							
Fensterheber vorne F	Variante L							
Fensterheber vorne BF	Variante L							
Fensterheber hinten F	Variante L							
Fensterheber hinten BF	Variante L							
Schiebedach	Variante L							
Beleuchtung Innenraum	Variante L							
Heckklappe	Variante L							
Verdeck	entfällt							

Karosseriefunktionen: Varianten und Gleichteile

Steuerung von 12 Funktionen	Limousine mit Schiebedach	Limousine ohne Schiebedach	Coupé mit Schiebedach	Coupé ohne Schiebedach	Kombi mit Schiebedach	Kombi ohne Schiebedach	Cabrio	
Türschliessen vorne F	Variante L	Variante L						
Türschliessen vorne BF	Variante L	Variante L						
Türschliessen hinten F	Variante L	Variante L						
Türschliessen hinten BF	Variante L	Variante L						
Fensterheber vorne F	Variante L	Variante L						
Fensterheber vorne BF	Variante L	Variante L						
Fensterheber hinten F	Variante L	Variante L						
Fensterheber hinten BF	Variante L	Variante L						
Schiebedach	Variante L	entfällt						
Beleuchtung Innenraum	Variante L	Variante L						
Heckklappe	Variante L	Variante L						
Verdeck	entfällt	entfällt						

Karosseriefunktionen: Varianten und Gleichteile

Steuerung von 12 Funktionen	Limousine mit Schiebedach	Limousine ohne Schiebedach	Coupé mit Schiebedach	Coupé ohne Schiebedach	Kombi mit Schiebedach	Kombi ohne Schiebedach	Cabrio	
Türschliessen vorne F	Variante L	Variante L	Variante L					
Türschliessen vorne BF	Variante L	Variante L	Variante L					
Türschliessen hinten F	Variante L	Variante L	entfällt					
Türschliessen hinten BF	Variante L	Variante L	entfällt					
Fensterheber vorne F	Variante L	Variante L	Variante Coupé					
Fensterheber vorne BF	Variante L	Variante L	Variante Coupé					
Fensterheber hinten F	Variante L	Variante L	Variante Coupé					
Fensterheber hinten BF	Variante L	Variante L	Variante Coupé					
Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante L					
Beleuchtung Innenraum	Variante L	Variante L	Variante Coupé					
Heckklappe	Variante L	Variante L	Variante L					
Verdeck	entfällt	entfällt	entfällt					

Karosseriefunktionen: Varianten und Gleichteile

Steuerung von 12 Funktionen	Limousine mit Schiebedach	Limousine ohne Schiebedach	Coupé mit Schiebedach	Coupé ohne Schiebedach	Kombi mit Schiebedach	Kombi ohne Schiebedach	Cabrio	
Türschliessen vorne F	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L				
Türschliessen vorne BF	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L				
Türschliessen hinten F	Variante L	Variante L	entfällt	entfällt				
Türschliessen hinten BF	Variante L	Variante L	entfällt	entfällt				
Fensterheber vorne F	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé				
Fensterheber vorne BF	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé				
Fensterheber hinten F	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé				
Fensterheber hinten BF	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé				
Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante L	entfällt				
Beleuchtung Innenraum	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé				
Heckklappe	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L				
Verdeck	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt				

Karosseriefunktionen: Varianten und Gleichteile

Steuerung von 12 Funktionen	Limousine mit Schiebedach	Limousine ohne Schiebedach	Coupé mit Schiebedach	Coupé ohne Schiebedach	Kombi mit Schiebedach	Kombi ohne Schiebedach	Cabrio	
Türschliessen vorne F	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L			
Türschliessen vorne BF	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L			
Türschliessen hinten F	Variante L	Variante L	entfällt	entfällt	Variante L			
Türschliessen hinten BF	Variante L	Variante L	entfällt	entfällt	Variante L			
Fensterheber vorne F	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé	Variante L			
Fensterheber vorne BF	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé	Variante L			
Fensterheber hinten F	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé	Variante L			
Fensterheber hinten BF	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé	Variante L			
Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante L	entfällt	Variante L			
Beleuchtung Innenraum	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé	Variante K			
Heckklappe	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	Variante K			
Verdeck	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt			

Karosseriefunktionen: Varianten und Gleichteile

Steuerung von 12 Funktionen	Limousine mit Schiebedach	Limousine ohne Schiebedach	Coupé mit Schiebedach	Coupé ohne Schiebedach	Kombi mit Schiebedach	Kombi ohne Schiebedach	Cabrio	
Türschliessen vorne F	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L		
Türschliessen vorne BF	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L		
Türschliessen hinten F	Variante L	Variante L	entfällt	entfällt	Variante L	Variante L		
Türschliessen hinten BF	Variante L	Variante L	entfällt	entfällt	Variante L	Variante L		
Fensterheber vorne F	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé	Variante L	Variante L		
Fensterheber vorne BF	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé	Variante L	Variante L		
Fensterheber hinten F	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé	Variante L	Variante L		
Fensterheber hinten BF	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé	Variante L	Variante L		
Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante L	entfällt	Variante L	entfällt		
Beleuchtung Innenraum	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé	Variante K	Variante K		
Heckklappe	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	Variante K	Variante K		
Verdeck	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt		

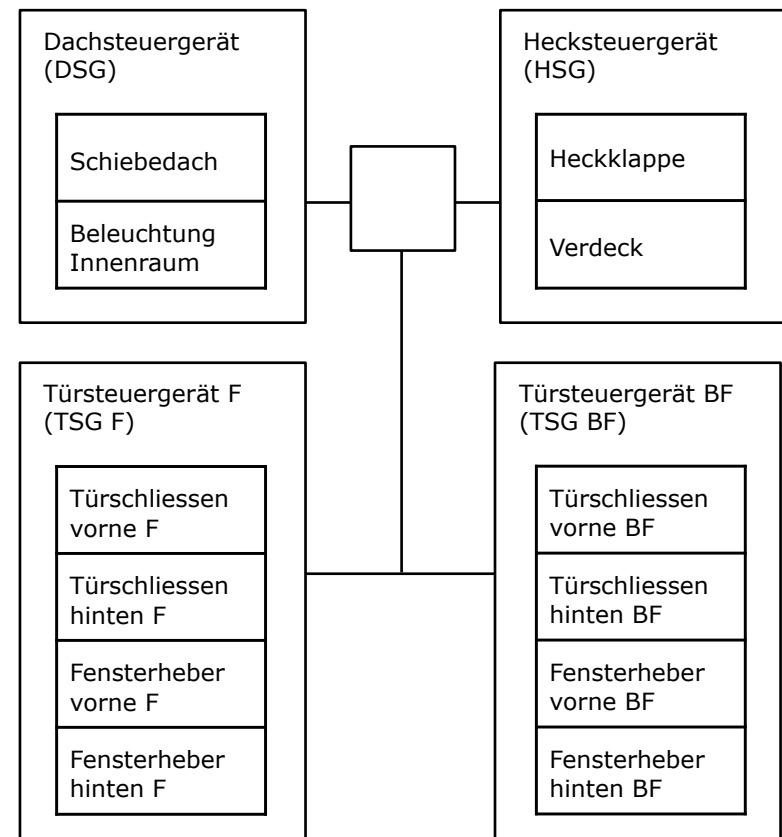
Karosseriefunktionen: Varianten und Gleichteile

Steuerung von 12 Funktionen	Limousine mit Schiebedach	Limousine ohne Schiebedach	Coupé mit Schiebedach	Coupé ohne Schiebedach	Kombi mit Schiebedach	Kombi ohne Schiebedach	Cabrio	
Türschliessen vorne F	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	
Türschliessen vorne BF	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	
Türschliessen hinten F	Variante L	Variante L	entfällt	entfällt	Variante L	Variante L	entfällt	
Türschliessen hinten BF	Variante L	Variante L	entfällt	entfällt	Variante L	Variante L	entfällt	
Fensterheber vorne F	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé	Variante L	Variante L	Variante Cabrio	
Fensterheber vorne BF	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé	Variante L	Variante L	Variante Cabrio	
Fensterheber hinten F	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé	Variante L	Variante L	Variante Cabrio	
Fensterheber hinten BF	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé	Variante L	Variante L	Variante Cabrio	
Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante L	entfällt	Variante L	entfällt	entfällt	
Beleuchtung Innenraum	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé	Variante K	Variante K	Variante Cabrio	
Heckklappe	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	Variante K	Variante K	Variante Cabrio	
Verdeck	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	Variante Cabrio	

Karosseriefunktionen: Varianten und Gleichteile

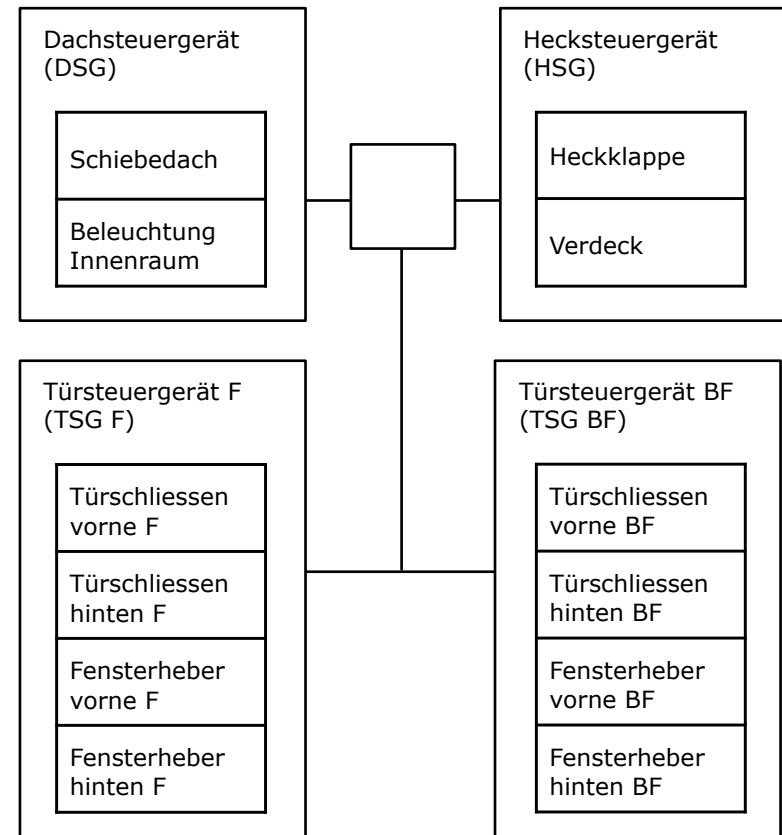
Steuerung von 12 Funktionen	Limousine mit Schiebedach	Limousine ohne Schiebedach	Coupé mit Schiebedach	Coupé ohne Schiebedach	Kombi mit Schiebedach	Kombi ohne Schiebedach	Cabrio	
Türschliessen vorne F	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	1
Türschliessen vorne BF	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	1
Türschliessen hinten F	Variante L	Variante L	entfällt	entfällt	Variante L	Variante L	entfällt	1
Türschliessen hinten BF	Variante L	Variante L	entfällt	entfällt	Variante L	Variante L	entfällt	1
Fensterheber vorne F	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé	Variante L	Variante L	Variante Cabrio	3
Fensterheber vorne BF	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé	Variante L	Variante L	Variante Cabrio	3
Fensterheber hinten F	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé	Variante L	Variante L	Variante Cabrio	3
Fensterheber hinten BF	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé	Variante L	Variante L	Variante Cabrio	3
Schiebedach	Variante L	entfällt	Variante L	entfällt	Variante L	entfällt	entfällt	1
Beleuchtung Innenraum	Variante L	Variante L	Variante Coupé	Variante Coupé	Variante K	Variante K	Variante Cabrio	4
Heckklappe	Variante L	Variante L	Variante L	Variante L	Variante K	Variante K	Variante Cabrio	3
Verdeck	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	entfällt	Variante Cabrio	1

Verteilung auf Steuergeräte



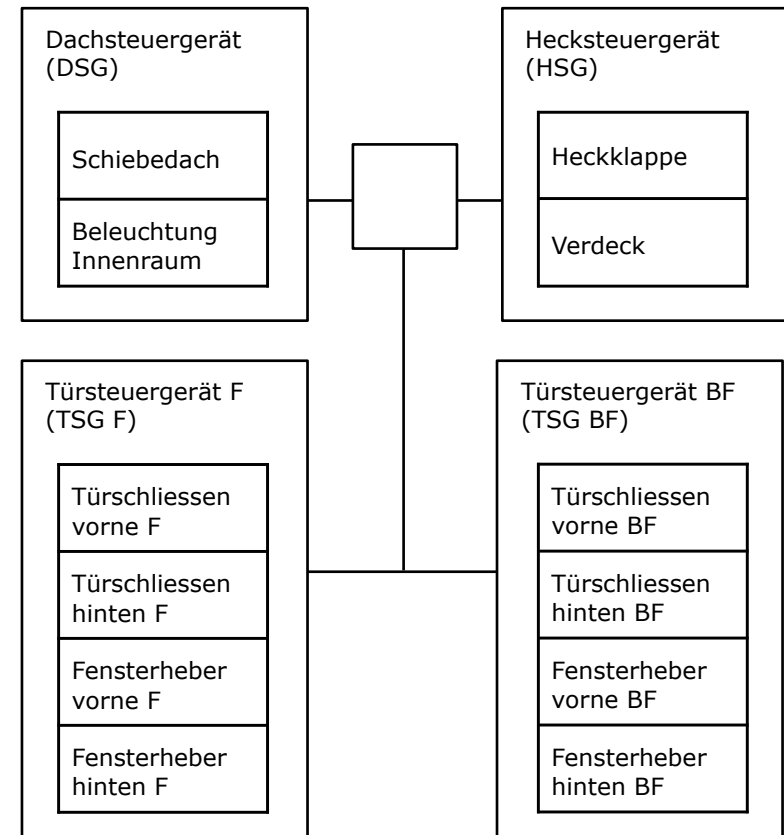
Verteilung auf Steuergeräte

- Beispiel, andere Verteilungen möglich



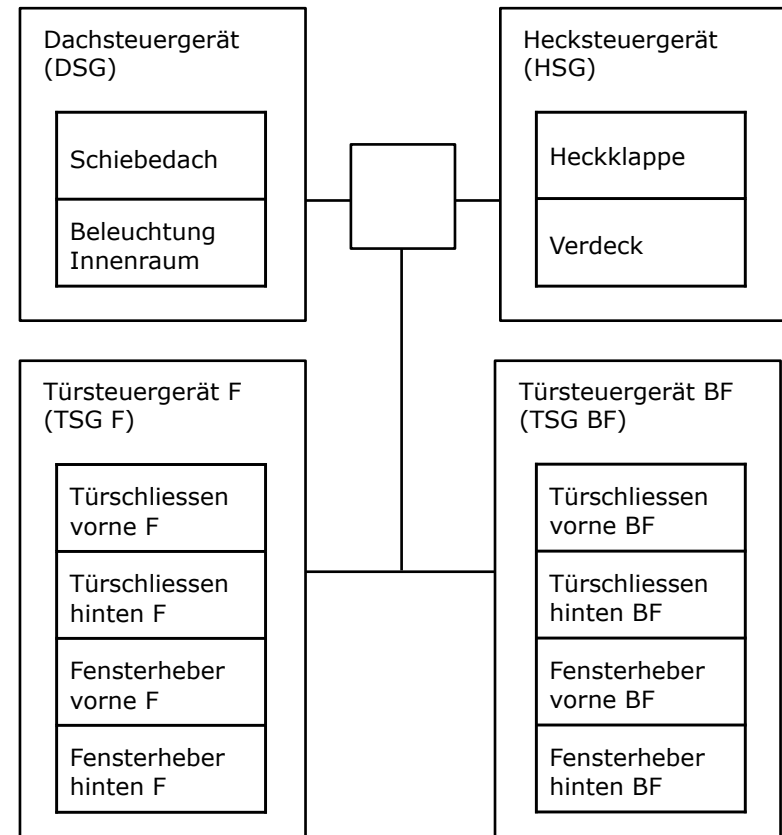
Verteilung auf Steuergeräte

- Beispiel, andere Verteilungen möglich
 - Andere Verteilung der Funktionen



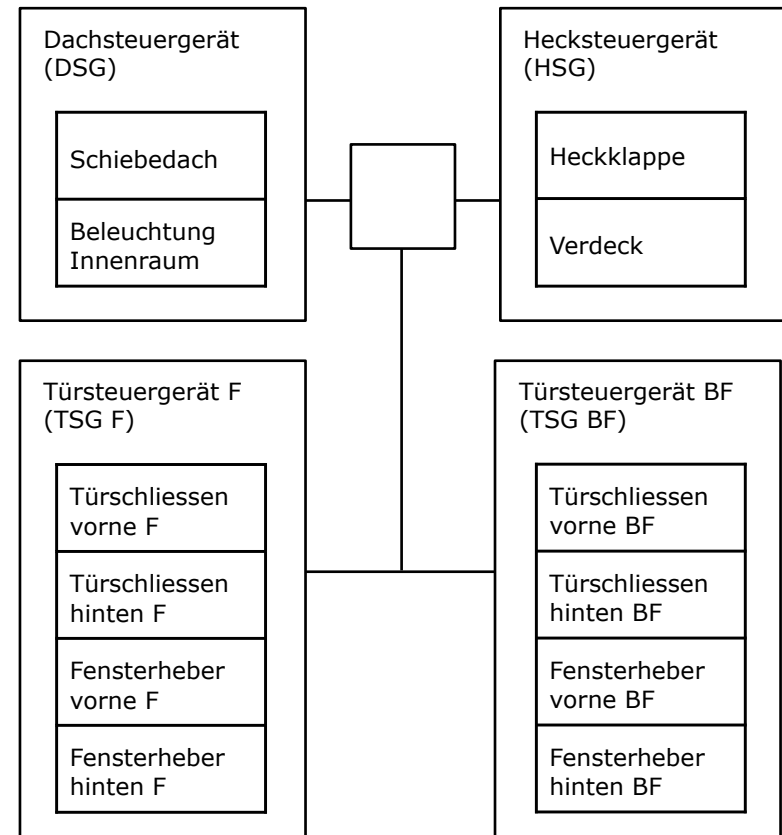
Verteilung auf Steuergeräte

- Beispiel, andere Verteilungen möglich
 - Andere Verteilung der Funktionen
 - Mehr Steuergeräte



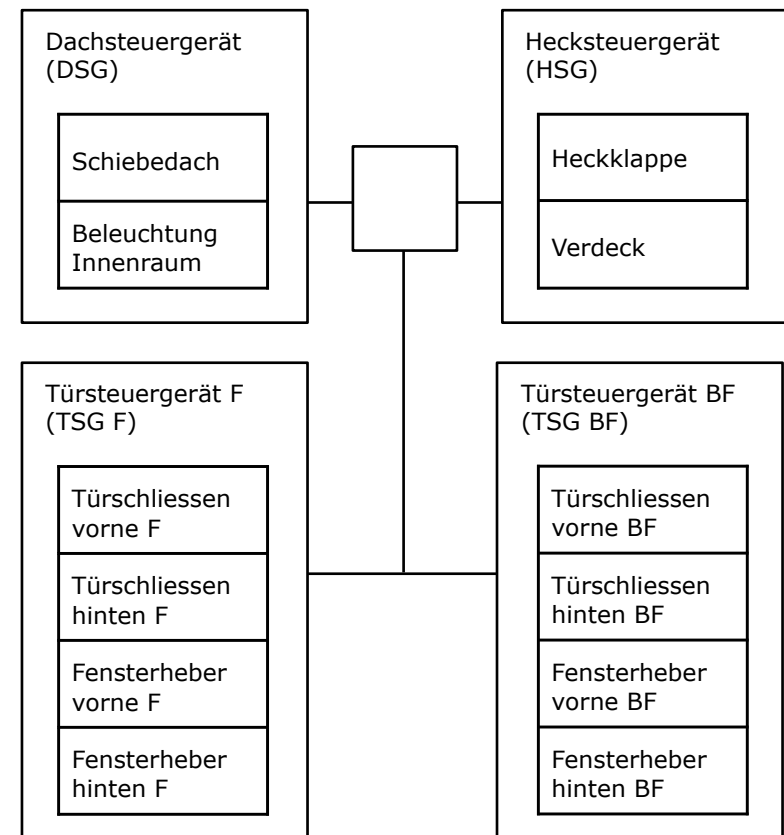
Verteilung auf Steuergeräte

- Beispiel, andere Verteilungen möglich
 - Andere Verteilung der Funktionen
 - Mehr Steuergeräte
 - Weniger Steuergeräte



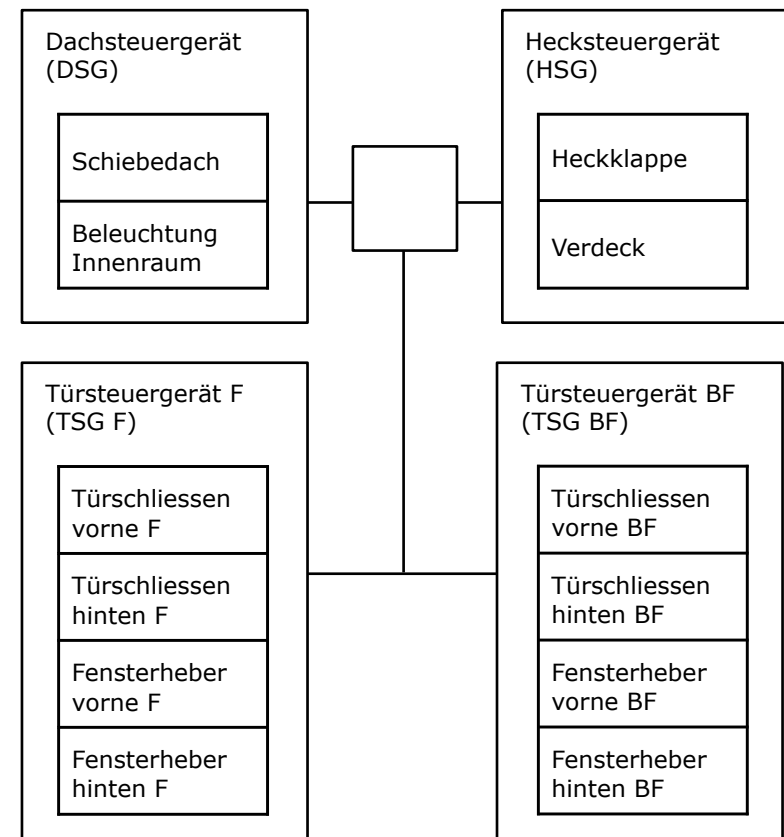
Verteilung auf Steuergeräte

- Beispiel, andere Verteilungen möglich
 - Andere Verteilung der Funktionen
 - Mehr Steuergeräte
 - Weniger Steuergeräte
 - Andere Vernetzung der Steuergeräte



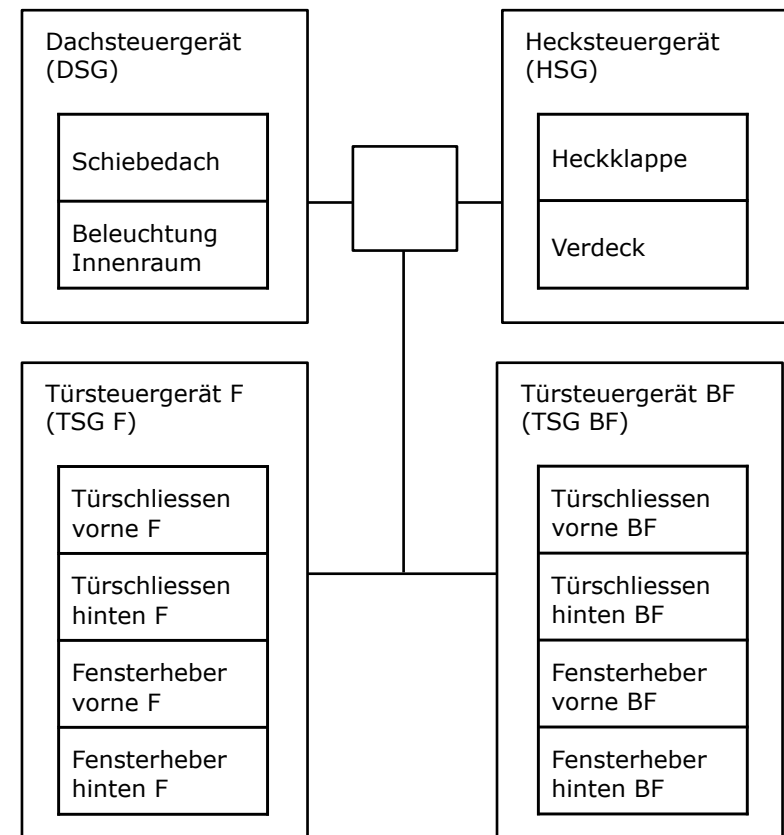
Verteilung auf Steuergeräte

- Beispiel, andere Verteilungen möglich
 - Andere Verteilung der Funktionen
 - Mehr Steuergeräte
 - Weniger Steuergeräte
 - Andere Vernetzung der Steuergeräte
- Nicht gezeigt: Vernetzung von



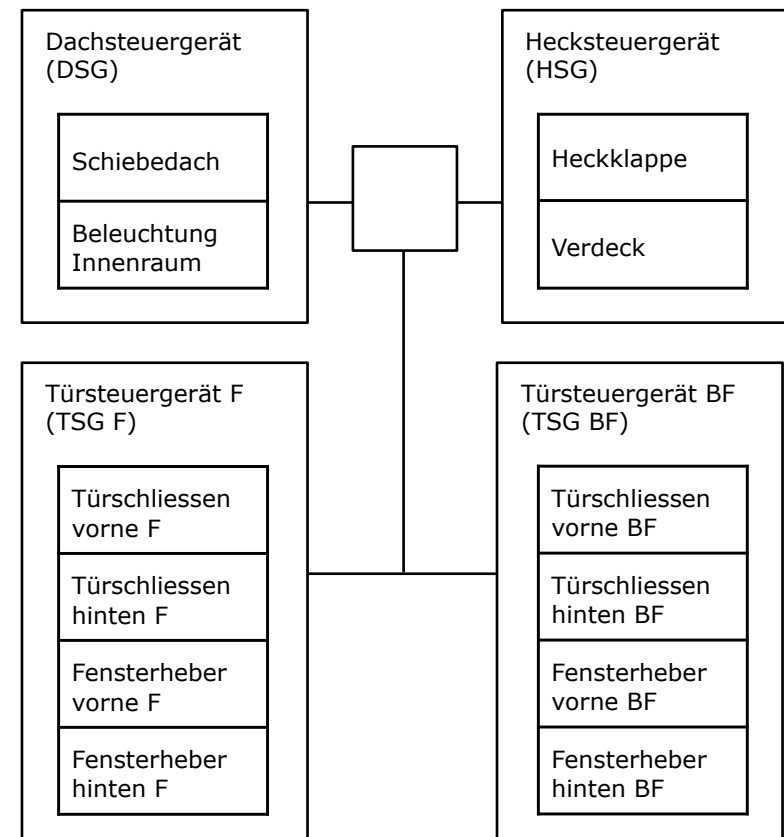
Verteilung auf Steuergeräte

- Beispiel, andere Verteilungen möglich
 - Andere Verteilung der Funktionen
 - Mehr Steuergeräte
 - Weniger Steuergeräte
 - Andere Vernetzung der Steuergeräte
- Nicht gezeigt: Vernetzung von
 - Bedienelementen / Sollwertgebern



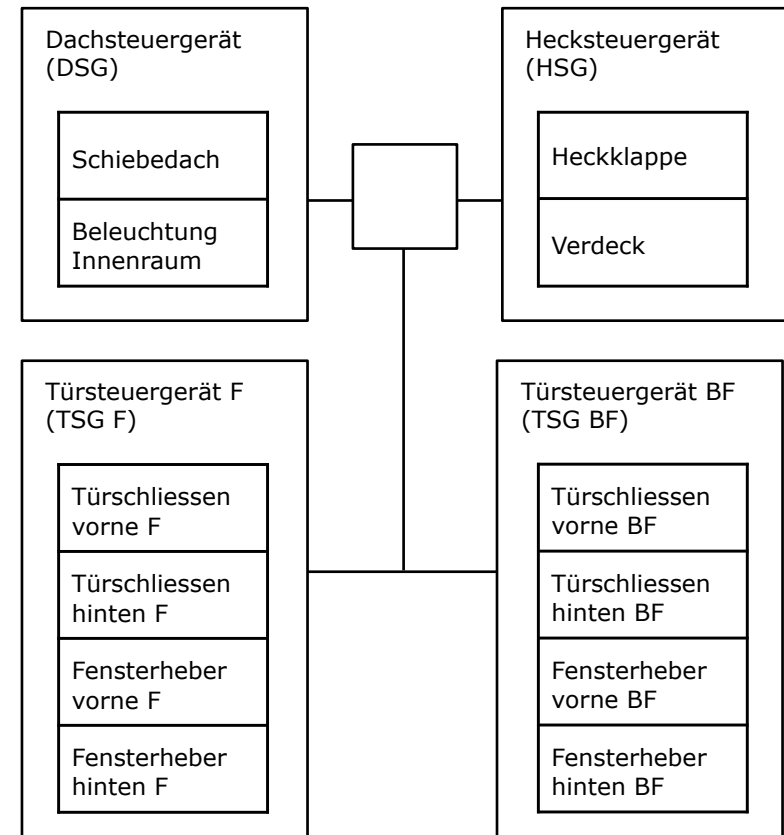
Verteilung auf Steuergeräte

- Beispiel, andere Verteilungen möglich
 - Andere Verteilung der Funktionen
 - Mehr Steuergeräte
 - Weniger Steuergeräte
 - Andere Vernetzung der Steuergeräte
- Nicht gezeigt: Vernetzung von
 - Bedienelementen / Sollwertgebern
 - Aktuatoren und Sensoren



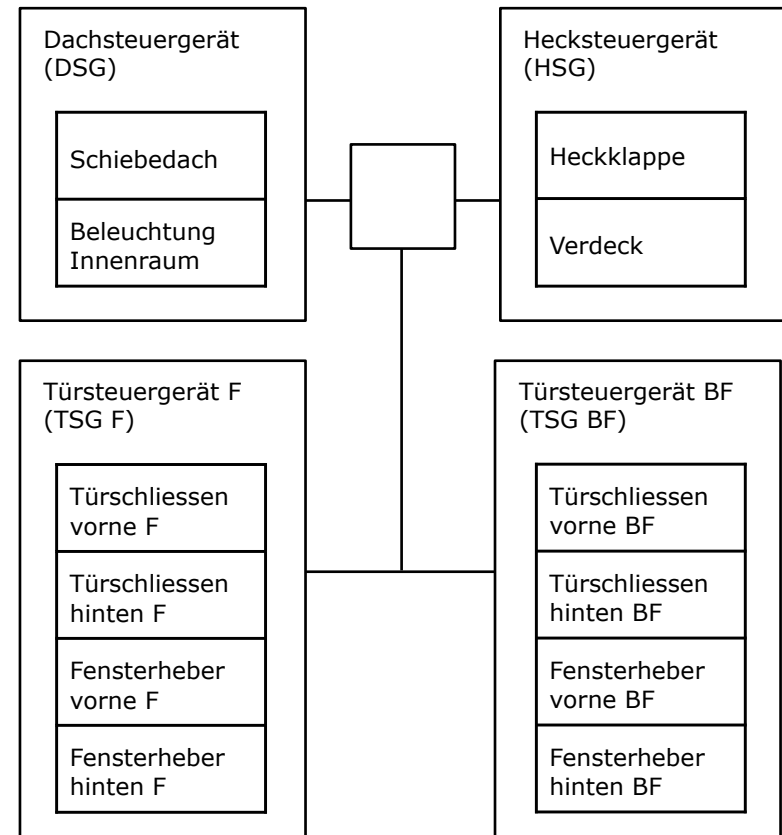
Verteilung auf Steuergeräte

- Beispiel, andere Verteilungen möglich
 - Andere Verteilung der Funktionen
 - Mehr Steuergeräte
 - Weniger Steuergeräte
 - Andere Vernetzung der Steuergeräte
- Nicht gezeigt: Vernetzung von
 - Bedienelementen / Sollwertgebern
 - Aktuatoren und Sensoren
 - Weiteren Steuergeräten



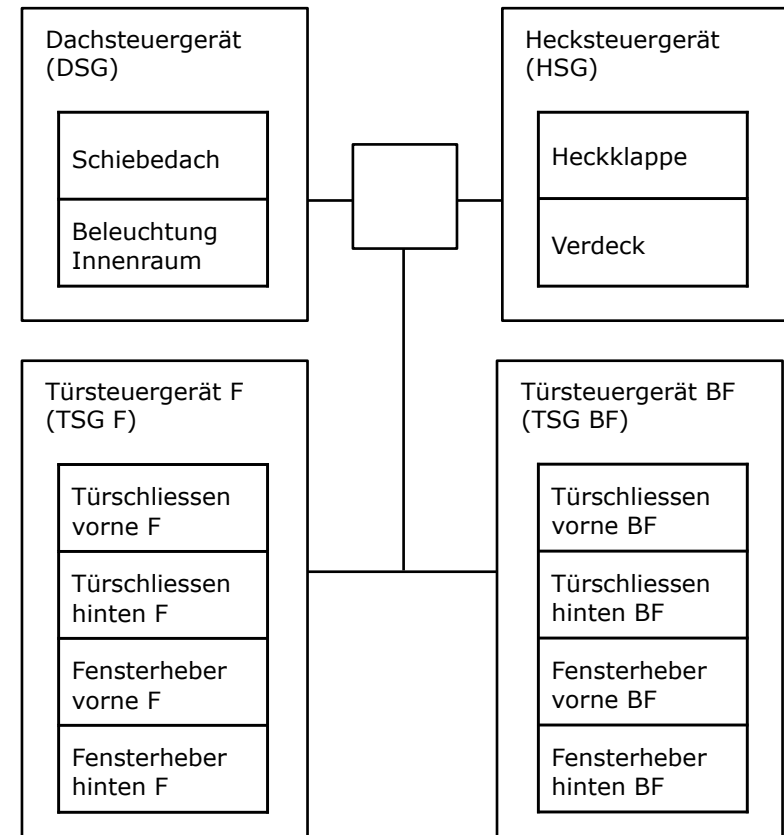
Verteilung auf Steuergeräte

- Beispiel, andere Verteilungen möglich
 - Andere Verteilung der Funktionen
 - Mehr Steuergeräte
 - Weniger Steuergeräte
 - Andere Vernetzung der Steuergeräte
- Nicht gezeigt: Vernetzung von
 - Bedienelementen / Sollwertgebern
 - Aktuatoren und Sensoren
 - Weiteren Steuergeräten
 - Karosserie: Scheibenwischer



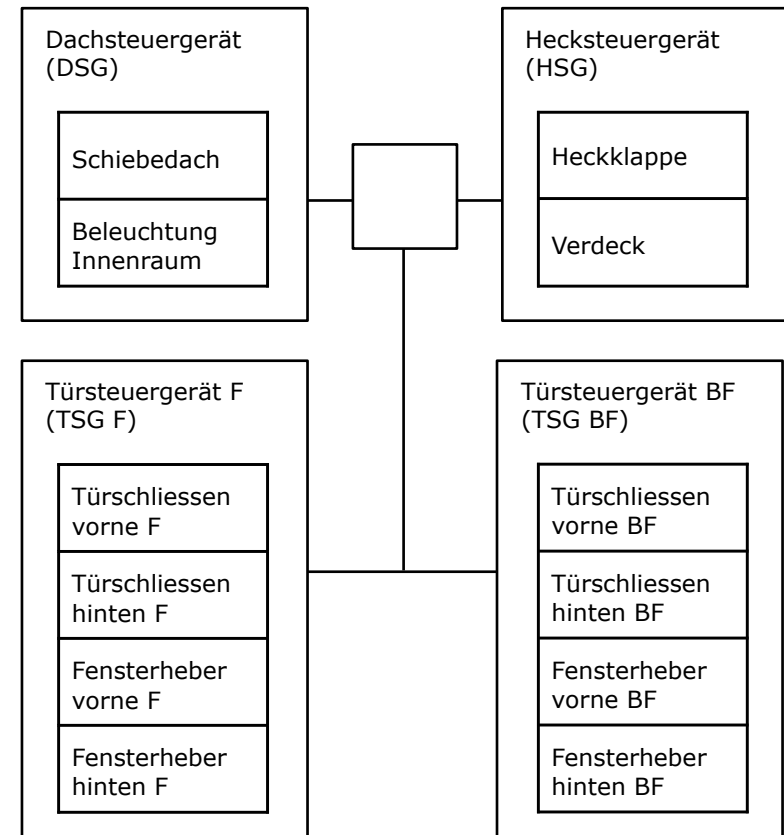
Verteilung auf Steuergeräte

- Beispiel, andere Verteilungen möglich
 - Andere Verteilung der Funktionen
 - Mehr Steuergeräte
 - Weniger Steuergeräte
 - Andere Vernetzung der Steuergeräte
- Nicht gezeigt: Vernetzung von
 - Bedienelementen / Sollwertgebern
 - Aktuatoren und Sensoren
 - Weiteren Steuergeräten
 - Karosserie: Scheibenwischer
 - Andere Domänen: Welche?



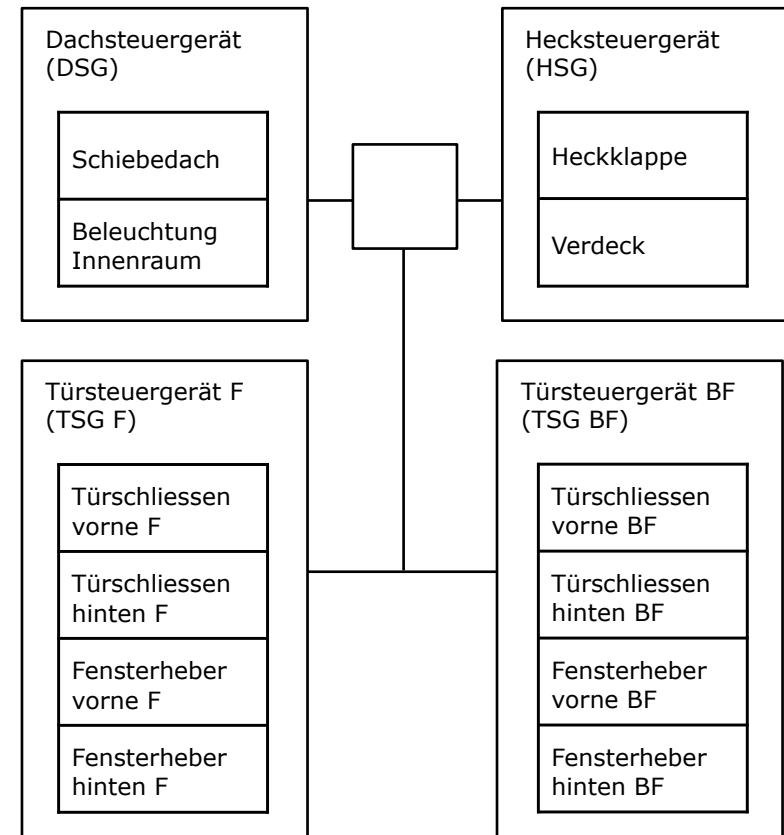
Verteilung auf Steuergeräte

- Beispiel, andere Verteilungen möglich
 - Andere Verteilung der Funktionen
 - Mehr Steuergeräte
 - Weniger Steuergeräte
 - Andere Vernetzung der Steuergeräte
- Nicht gezeigt: Vernetzung von
 - Bedienelementen / Sollwertgebern
 - Aktuatoren und Sensoren
 - Weiteren Steuergeräten
 - Karosserie: Scheibenwischer
 - Andere Domänen: Welche?
 - Gleiche Steuergeräte bei ähnlichen Anforderungen an



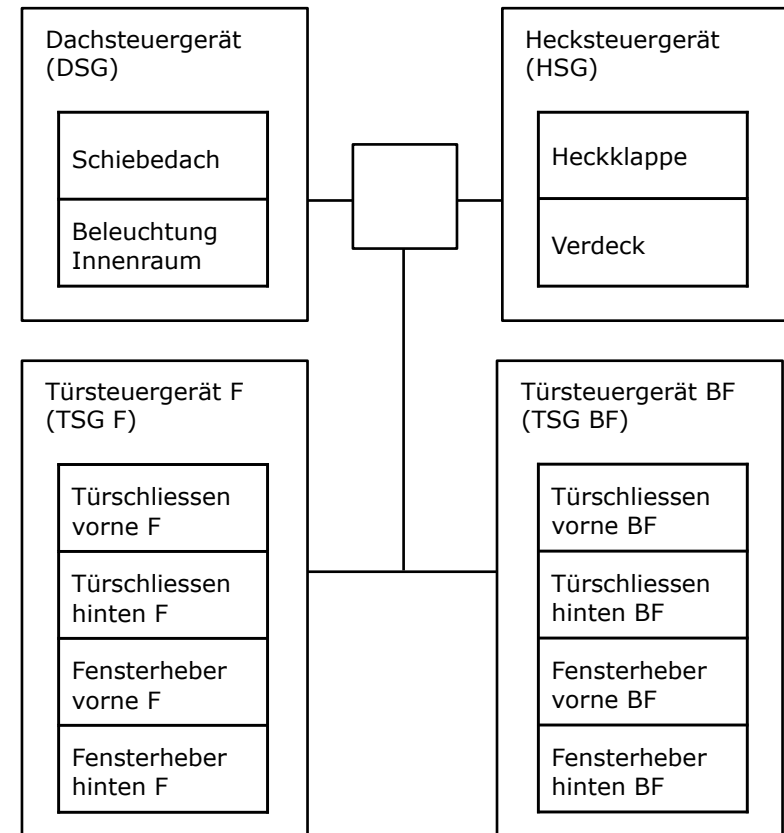
Verteilung auf Steuergeräte

- Beispiel, andere Verteilungen möglich
 - Andere Verteilung der Funktionen
 - Mehr Steuergeräte
 - Weniger Steuergeräte
 - Andere Vernetzung der Steuergeräte
- Nicht gezeigt: Vernetzung von
 - Bedienelementen / Sollwertgebern
 - Aktuatoren und Sensoren
 - Weiteren Steuergeräten
 - Karosserie: Scheibenwischer
 - Andere Domänen: Welche?
 - Gleiche Steuergeräte bei ähnlichen Anforderungen an
 - Rechenleistung



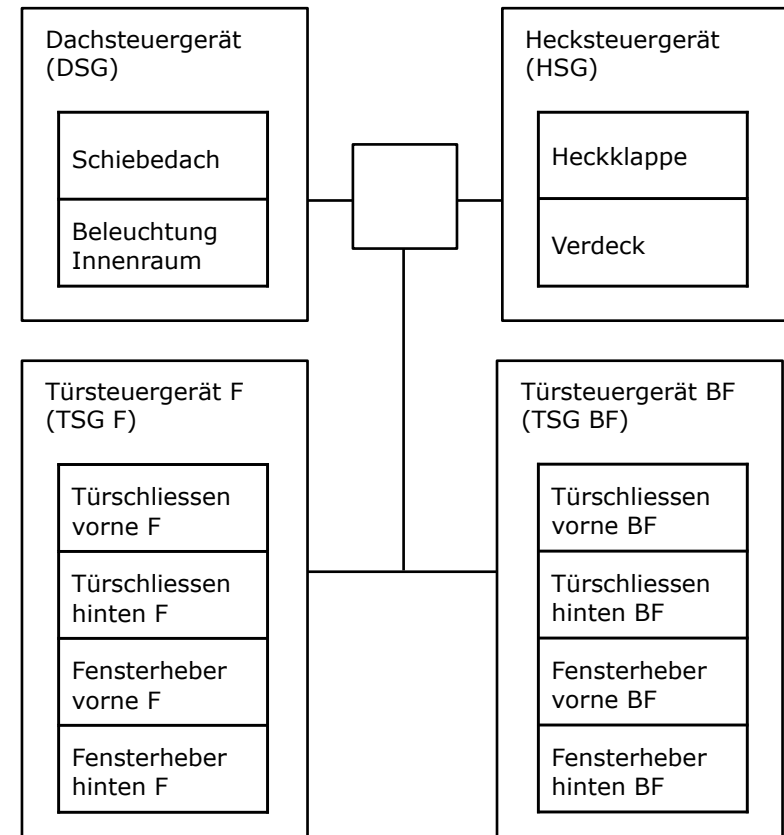
Verteilung auf Steuergeräte

- Beispiel, andere Verteilungen möglich
 - Andere Verteilung der Funktionen
 - Mehr Steuergeräte
 - Weniger Steuergeräte
 - Andere Vernetzung der Steuergeräte
- Nicht gezeigt: Vernetzung von
 - Bedienelementen / Sollwertgebern
 - Aktuatoren und Sensoren
 - Weiteren Steuergeräten
 - Karosserie: Scheibenwischer
 - Andere Domänen: Welche?
 - Gleiche Steuergeräte bei ähnlichen Anforderungen an
 - Rechenleistung
 - Speicherplatz

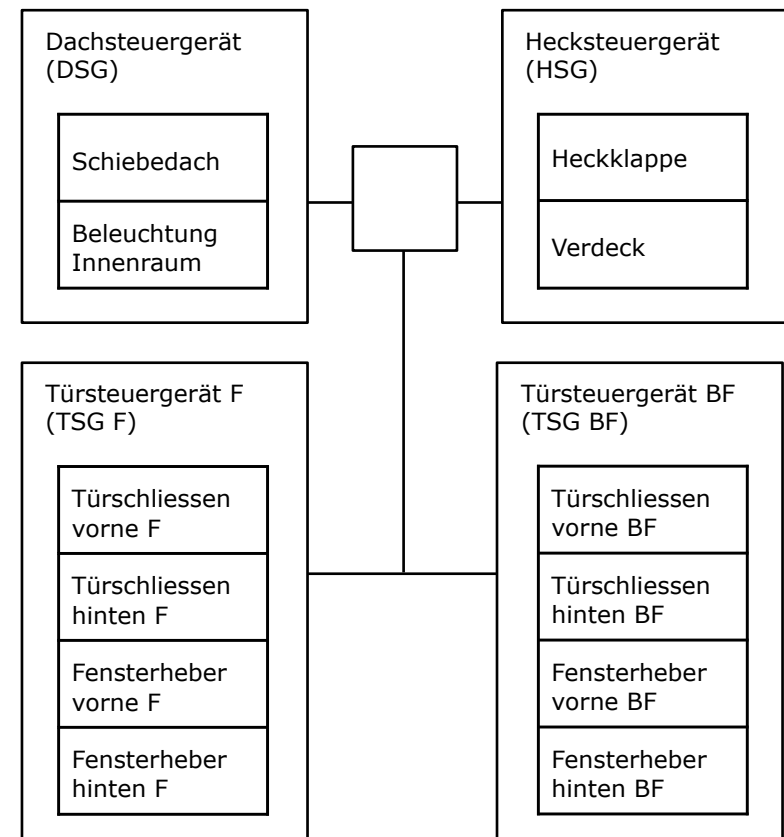


Verteilung auf Steuergeräte

- Beispiel, andere Verteilungen möglich
 - Andere Verteilung der Funktionen
 - Mehr Steuergeräte
 - Weniger Steuergeräte
 - Andere Vernetzung der Steuergeräte
- Nicht gezeigt: Vernetzung von
 - Bedienelementen / Sollwertgebern
 - Aktuatoren und Sensoren
 - Weiteren Steuergeräten
 - Karosserie: Scheibenwischer
 - Andere Domänen: Welche?
 - Gleiche Steuergeräte bei ähnlichen Anforderungen an
 - Rechenleistung
 - Speicherplatz
 - Zeitverhalten

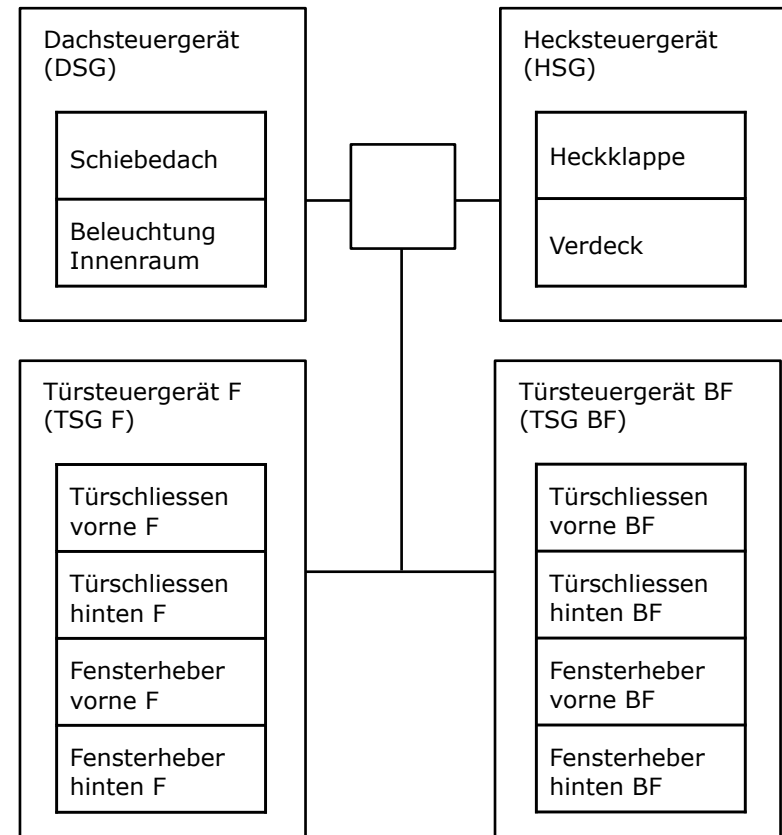


Verteilung auf Steuergeräte



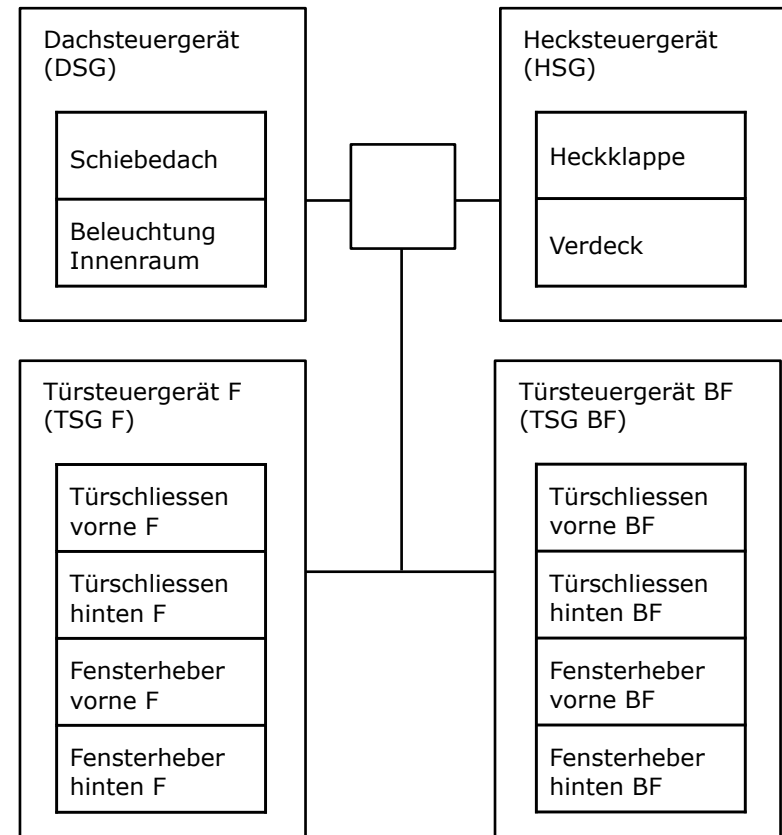
Verteilung auf Steuergeräte

- Mit welchem Bussystem werden die Steuergeräte vernetzt?



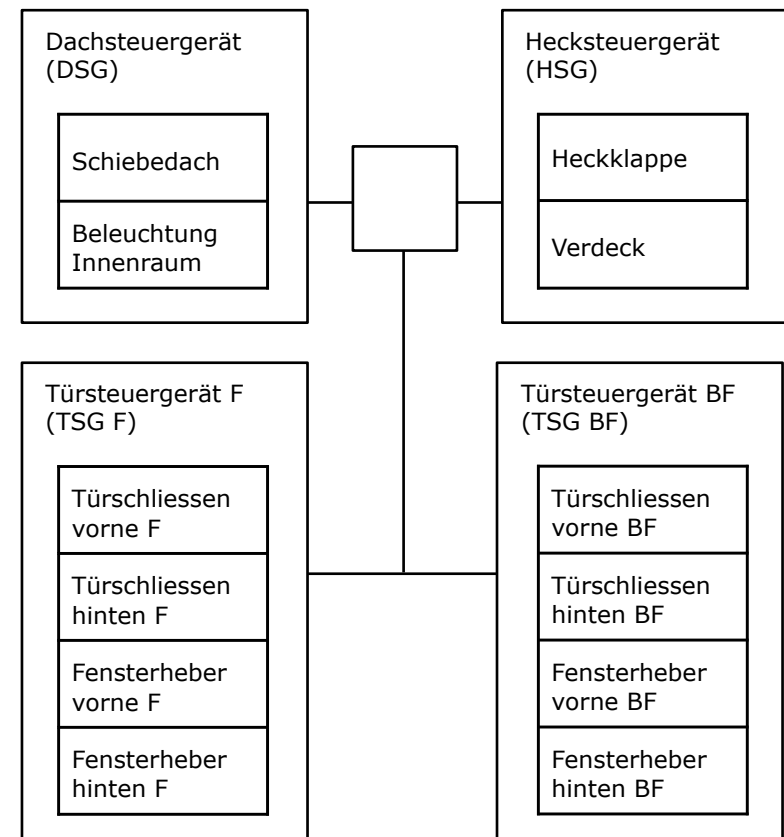
Verteilung auf Steuergeräte

- Mit welchem Bussystem werden die Steuergeräte vernetzt?
 - Karosserie-CAN (K-CAN, CAN L)



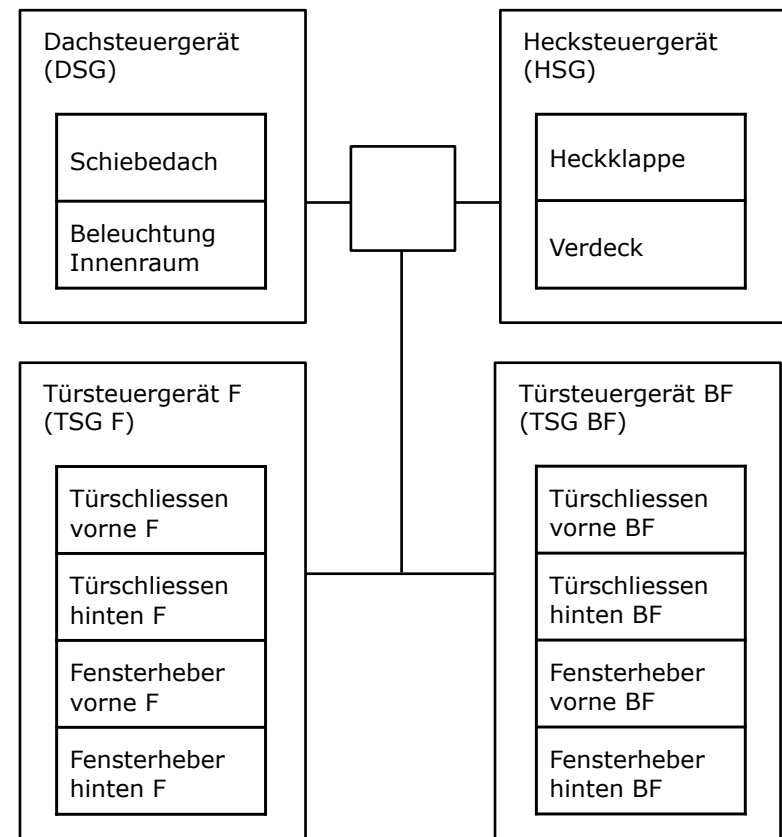
Verteilung auf Steuergeräte

- Mit welchem Bussystem werden die Steuergeräte vernetzt?
 - Karosserie-CAN (K-CAN, CAN L)
- Welche Varianzen wurde bisher nicht betrachtet?



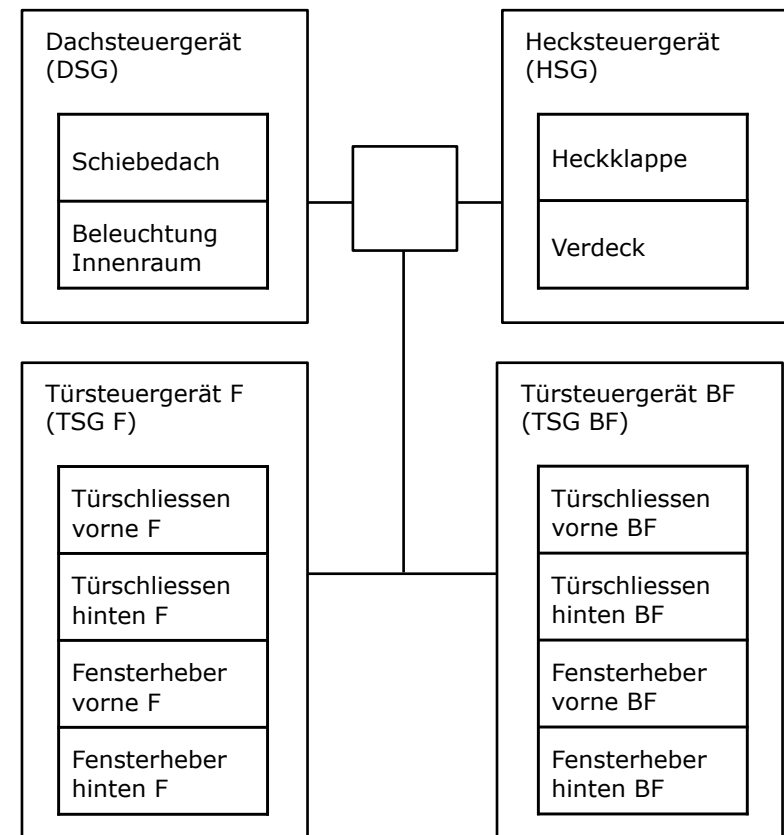
Verteilung auf Steuergeräte

- Mit welchem Bussystem werden die Steuergeräte vernetzt?
 - Karosserie-CAN (K-CAN, CAN L)
- Welche Varianzen wurde bisher nicht betrachtet?
 - Karosserieformabhängig



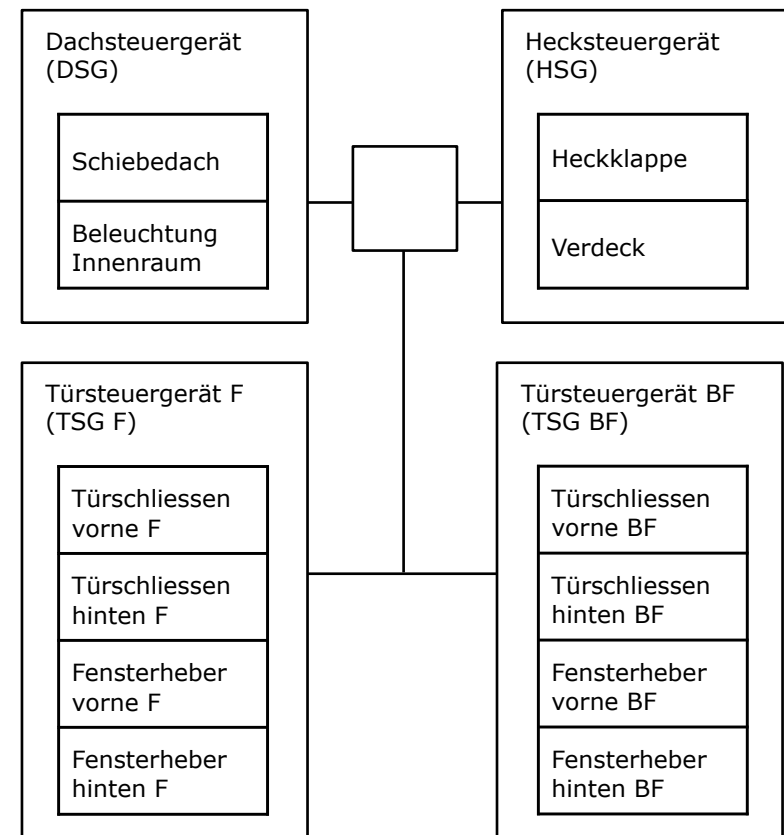
Verteilung auf Steuergeräte

- Mit welchem Bussystem werden die Steuergeräte vernetzt?
 - Karosserie-CAN (K-CAN, CAN L)
- Welche Varianzen wurde bisher nicht betrachtet?
 - Karosserieformabhängig
 - Heckscheibenwischer



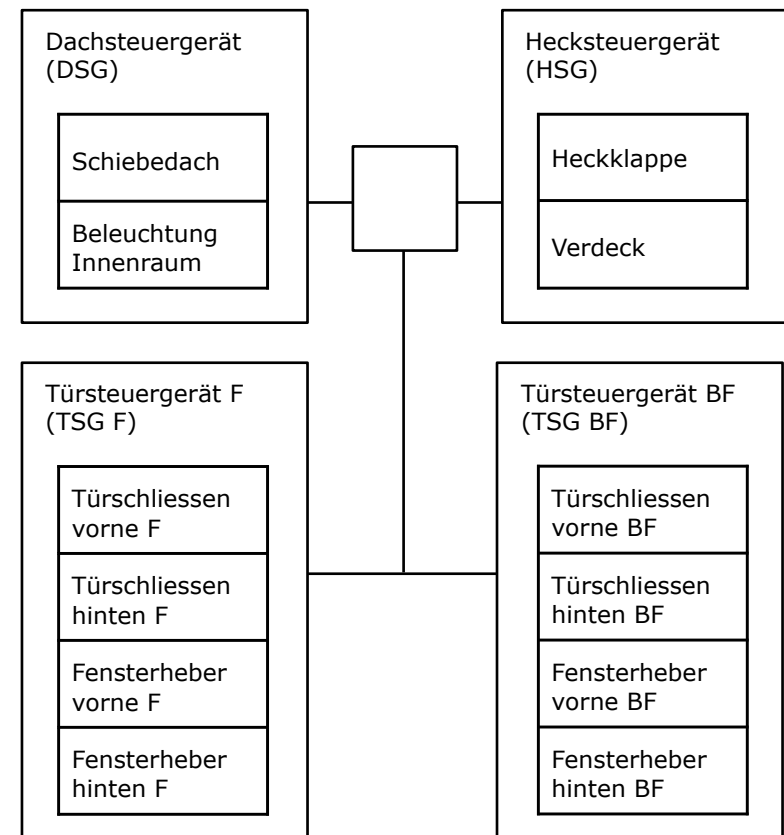
Verteilung auf Steuergeräte

- Mit welchem Bussystem werden die Steuergeräte vernetzt?
 - Karosserie-CAN (K-CAN, CAN L)
- Welche Varianzen wurde bisher nicht betrachtet?
 - Karosserieformabhängig
 - Heckscheibenwischer
 - Karosserieformunabhängig



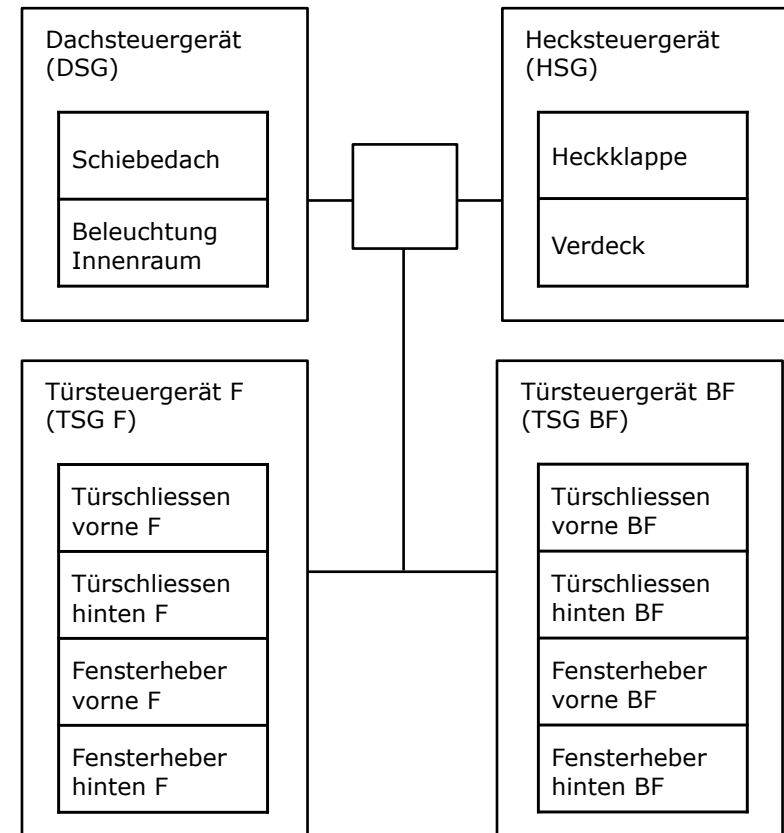
Verteilung auf Steuergeräte

- Mit welchem Bussystem werden die Steuergeräte vernetzt?
 - Karosserie-CAN (K-CAN, CAN L)
- Welche Varianzen wurde bisher nicht betrachtet?
 - Karosserieformabhängig
 - Heckscheibenwischer
 - Karosserieformunabhängig
 - Linkslenker / Rechtslenker



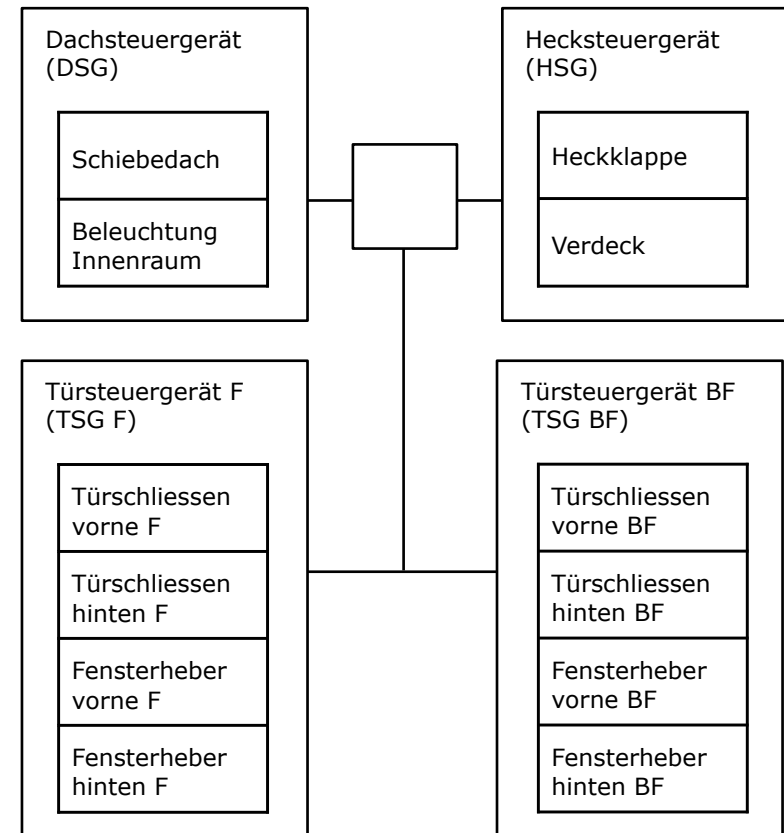
Verteilung auf Steuergeräte

- Mit welchem Bussystem werden die Steuergeräte vernetzt?
 - Karosserie-CAN (K-CAN, CAN L)
- Welche Varianzen wurde bisher nicht betrachtet?
 - Karosserieformabhängig
 - Heckscheibenwischer
 - Karosserieformunabhängig
 - Linkslenker / Rechtslenker



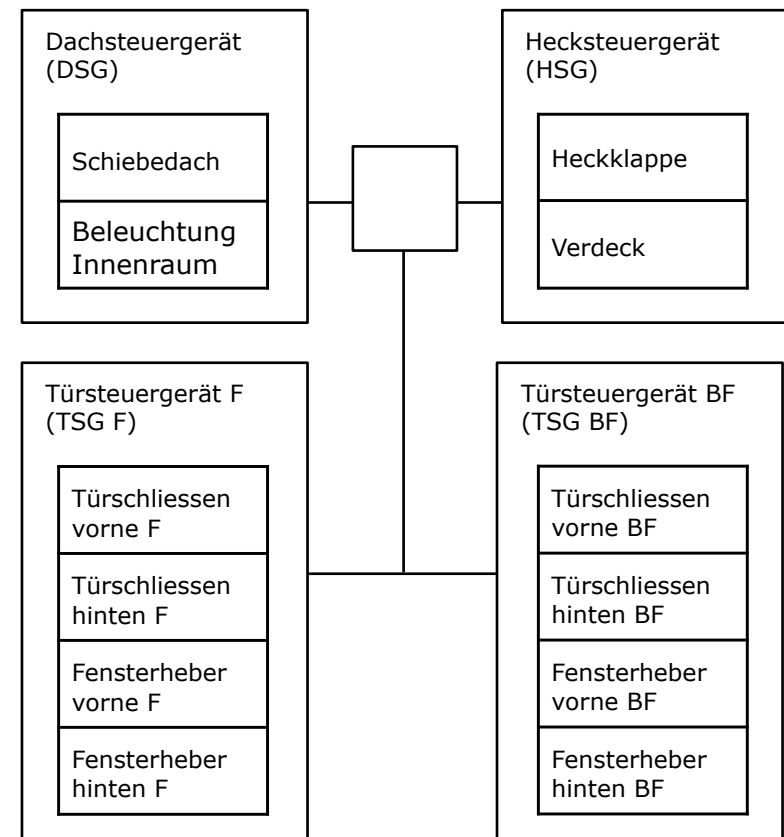
Verteilung auf Steuergeräte

- Mit welchem Bussystem werden die Steuergeräte vernetzt?
 - Karosserie-CAN (K-CAN, CAN L)
- Welche Varianzen wurde bisher nicht betrachtet?
 - Karosserieformabhängig
 - Heckscheibenwischer
 - Karosserieformunabhängig
 - Linkslenker / Rechtslenker



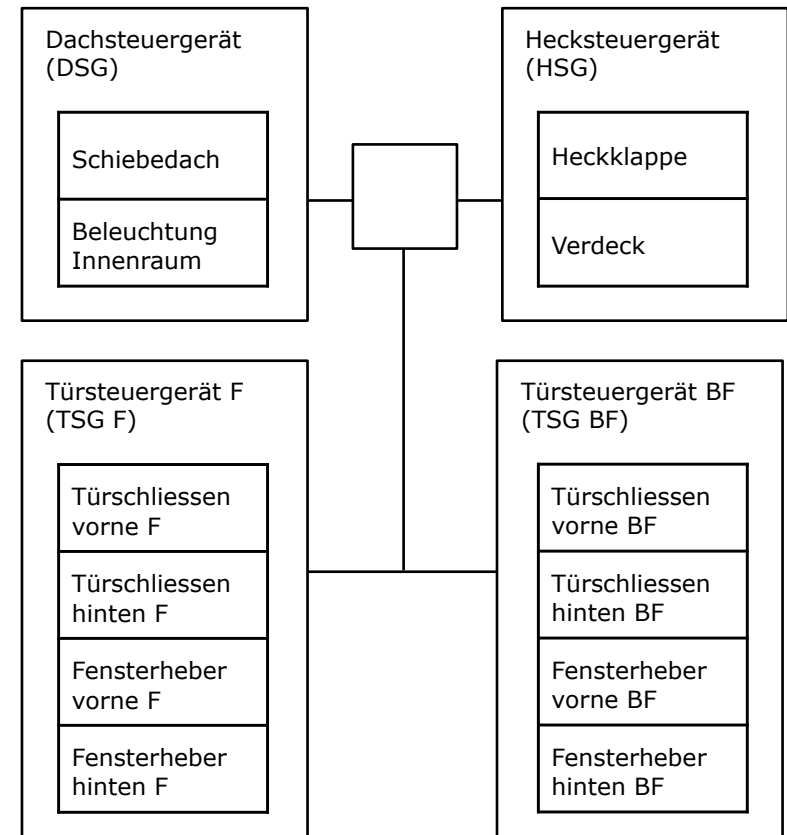
Verteilung auf Steuergeräte: AUTOSAR

- Limousine mit Schiebedach
- Limousine ohne Schiebedach
- Coupé mit Schiebedach
- Coupé ohne Schiebedach
- Kombi mit Schiebedach
- Kombi ohne Schiebedach
- Cabriolet
- **SWC Description**
Beschreibung der SW-Funktionen
- System Description
Verteilung der Funktionen auf die Steuergeräte
- System Communication-Matrix
Vernetzung der Steuergeräte



Verteilung auf Steuergeräte: AUTOSAR

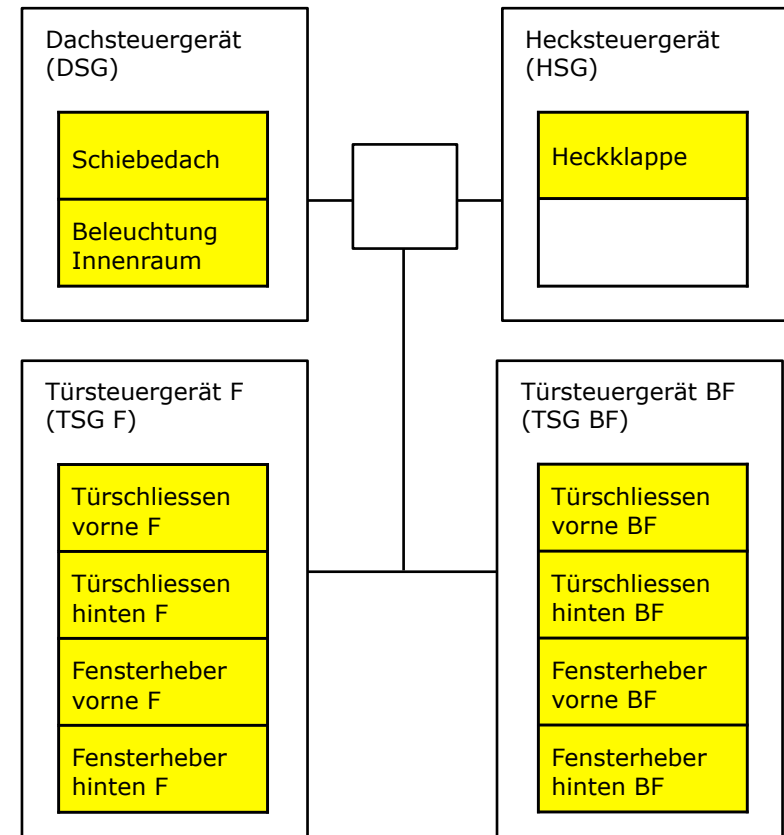
- Limousine mit Schiebedach
- Limousine ohne Schiebedach
- Coupé mit Schiebedach
- Coupé ohne Schiebedach
- Kombi mit Schiebedach
- Kombi ohne Schiebedach
- Cabriolet
- **SWC Description**
Beschreibung der SW-Funktionen
- System Description
Verteilung der Funktionen auf die Steuergeräte
- System Communication-Matrix
Vernetzung der Steuergeräte



**Gleiche Steuergeräten und gleiche Vernetzung für alle Karosserievarianten
Unterschiedliche Softwarestände**

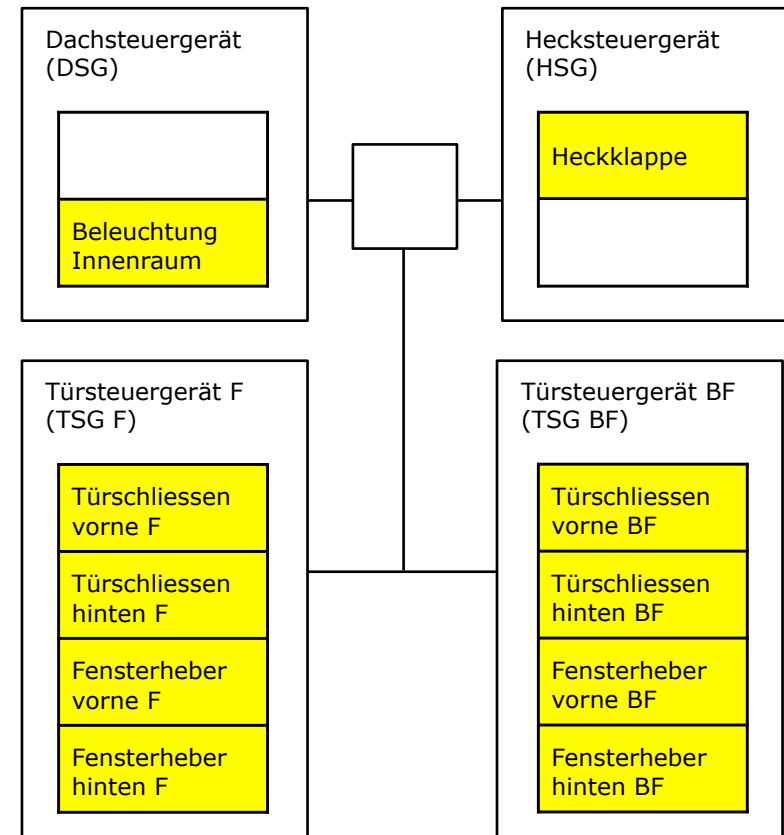
Verteilung auf Steuergeräte: AUTOSAR

- **Limousine mit Schiebedach**
- Limousine ohne Schiebedach
- Coupé mit Schiebedach
- Coupé ohne Schiebedach
- Kombi mit Schiebedach
- Kombi ohne Schiebedach
- Cabriolet
- **SWC Description**
Beschreibung der SW-Funktionen
- System Description
Verteilung der Funktionen auf die Steuergeräte
- System Communication-Matrix
Vernetzung der Steuergeräte



Verteilung auf Steuergeräte: AUTOSAR

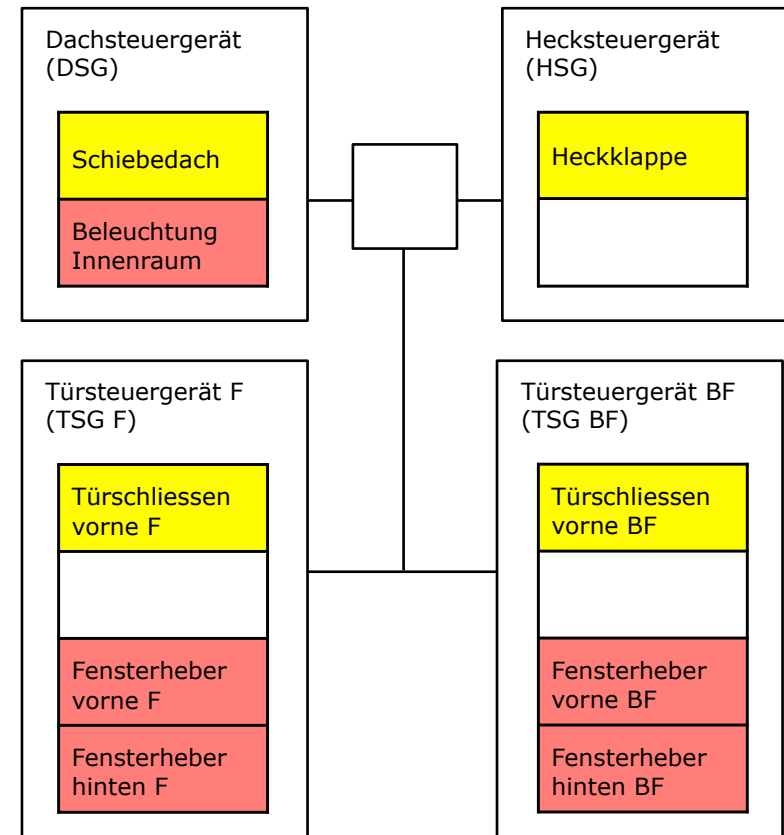
- Limousine mit Schiebedach
- **Limousine ohne Schiebedach**
- Coupé mit Schiebedach
- Coupé ohne Schiebedach
- Kombi mit Schiebedach
- Kombi ohne Schiebedach
- Cabriolet
- **SWC Description**
Beschreibung der SW-Funktionen
- System Description
Verteilung der Funktionen auf die Steuergeräte
- System Communication-Matrix
Vernetzung der Steuergeräte



Verteilung auf Steuergeräte: AUTOSAR

- Limousine mit Schiebedach
- Limousine ohne Schiebedach
- **Coupé mit Schiebedach**
- Coupé ohne Schiebedach
- Kombi mit Schiebedach
- Kombi ohne Schiebedach
- Cabriolet

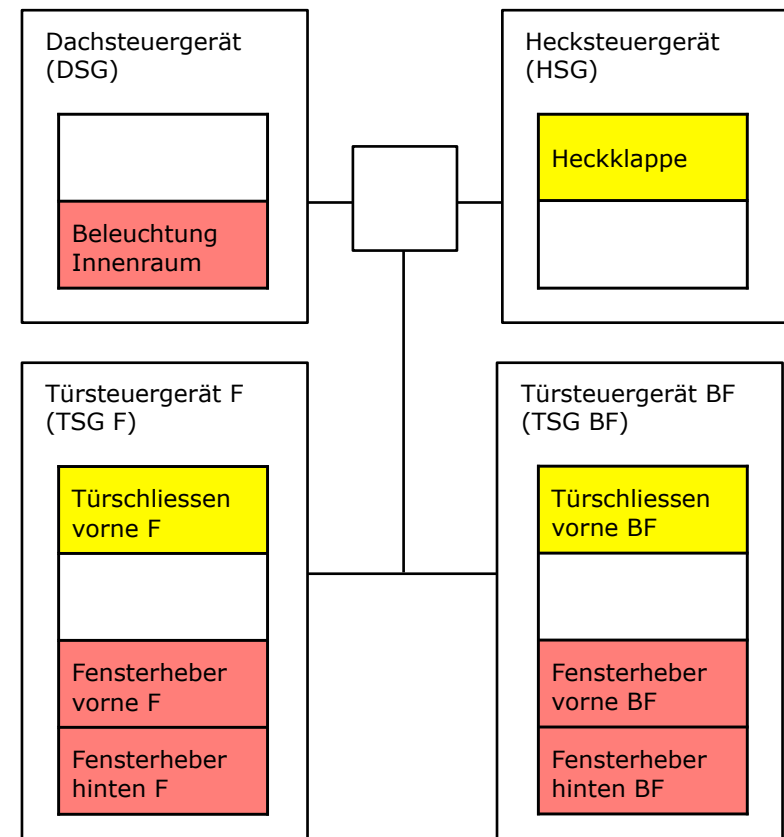
- **SWC Description**
Beschreibung der SW-Funktionen
- System Description
Verteilung der Funktionen auf die Steuergeräte
- System Communication-Matrix
Vernetzung der Steuergeräte



Verteilung auf Steuergeräte: AUTOSAR

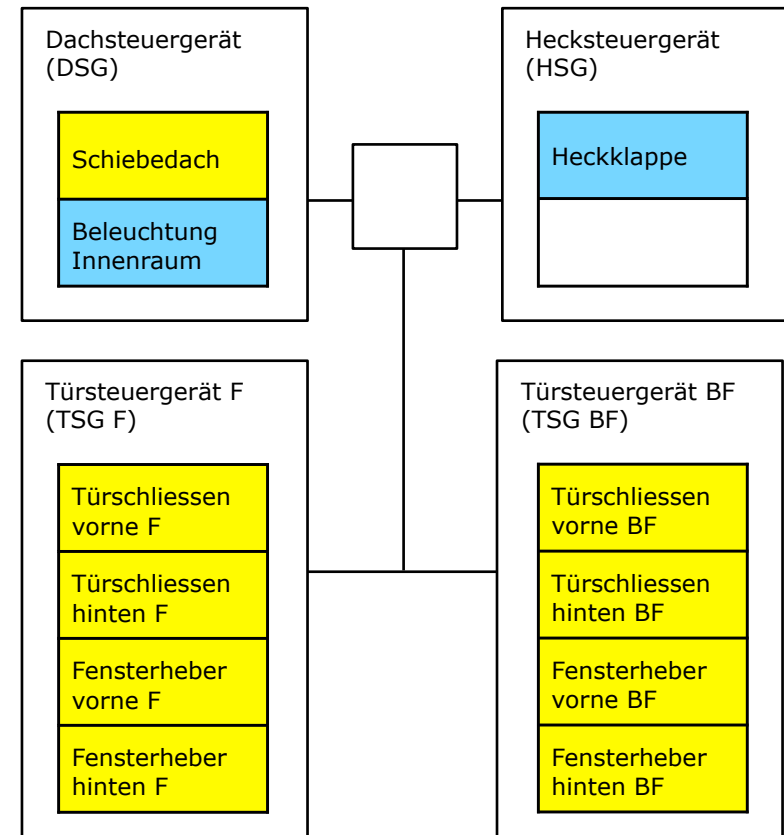
- Limousine mit Schiebedach
- Limousine ohne Schiebedach
- Coupé mit Schiebedach
- **Coupé ohne Schiebedach**
- Kombi mit Schiebedach
- Kombi ohne Schiebedach
- Cabriolet

- **SWC Description**
Beschreibung der SW-Funktionen
- System Description
Verteilung der Funktionen auf die Steuergeräte
- System Communication-Matrix
Vernetzung der Steuergeräte



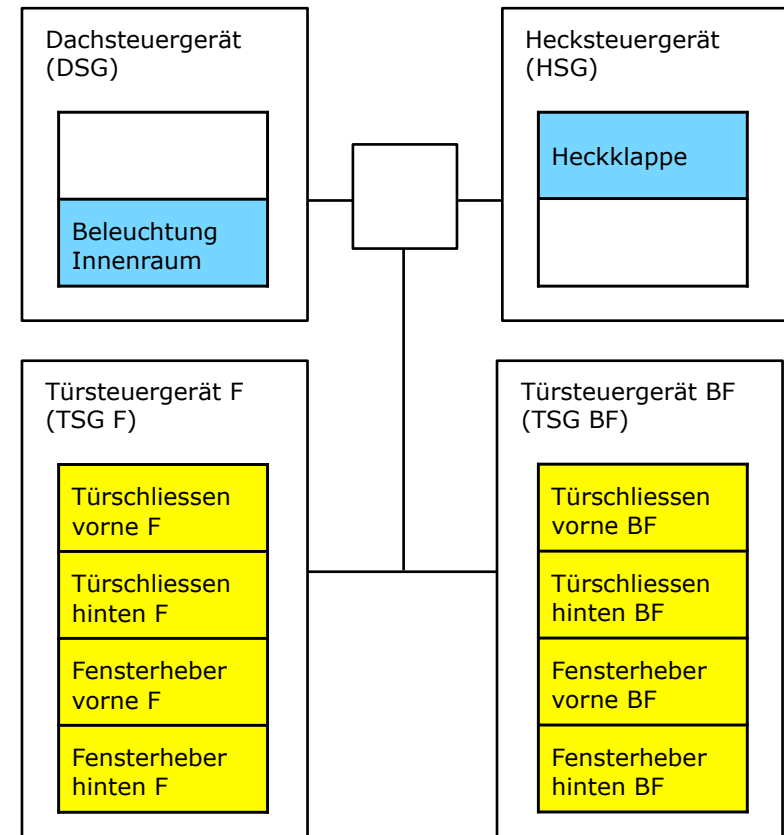
Verteilung auf Steuergeräte: AUTOSAR

- Limousine mit Schiebedach
- Limousine ohne Schiebedach
- Coupé mit Schiebedach
- Coupé ohne Schiebedach
- **Kombi mit Schiebedach**
- Kombi ohne Schiebedach
- Cabriolet
- **SWC Description**
Beschreibung der SW-Funktionen
- System Description
Verteilung der Funktionen auf die Steuergeräte
- System Communication-Matrix
Vernetzung der Steuergeräte



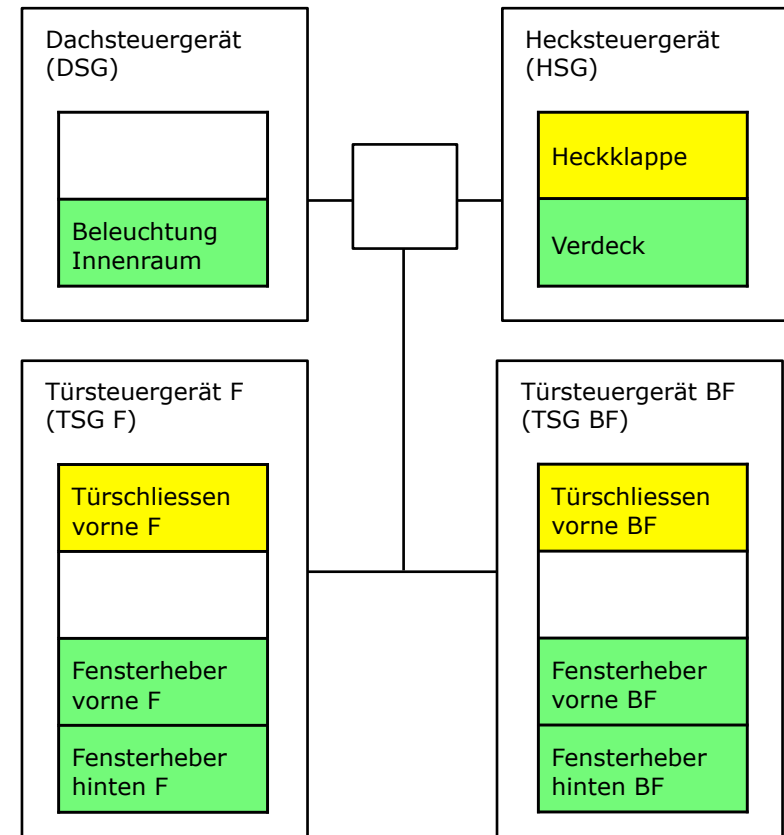
Verteilung auf Steuergeräte: AUTOSAR

- Limousine mit Schiebedach
- Limousine ohne Schiebedach
- Coupé mit Schiebedach
- Coupé ohne Schiebedach
- Kombi mit Schiebedach
- **Kombi ohne Schiebedach**
- Cabriolet
- **SWC Description**
Beschreibung der SW-Funktionen
- System Description
Verteilung der Funktionen auf die Steuergeräte
- System Communication-Matrix
Vernetzung der Steuergeräte



Verteilung auf Steuergeräte: AUTOSAR

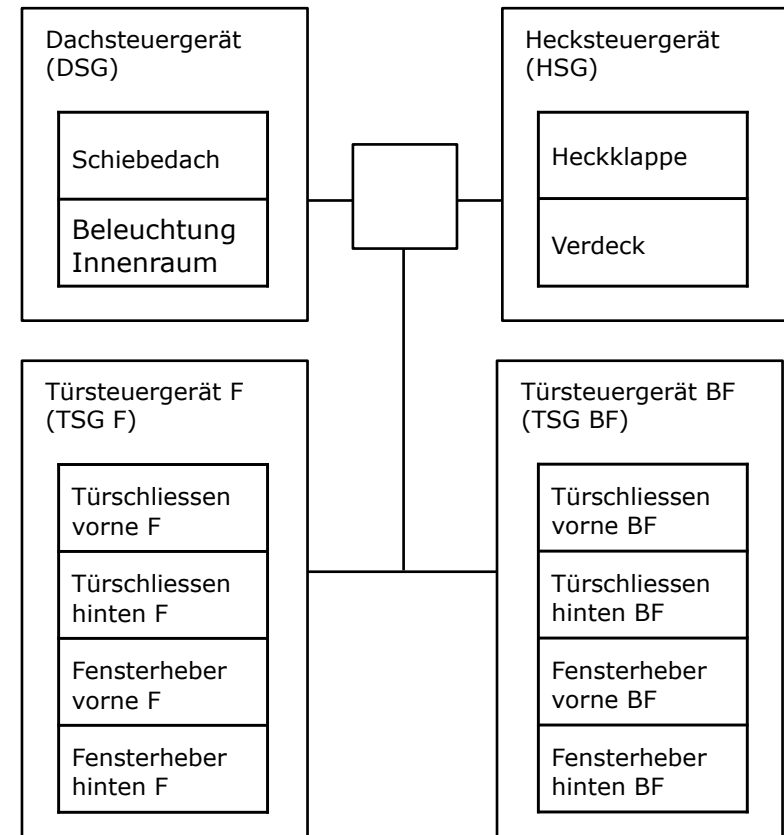
- Limousine mit Schiebedach
- Limousine ohne Schiebedach
- Coupé mit Schiebedach
- Coupé ohne Schiebedach
- Kombi mit Schiebedach
- Kombi ohne Schiebedach
- **Cabriolet**
- **SWC Description**
Beschreibung der SW-Funktionen
- System Description
Verteilung der Funktionen auf die Steuergeräte
- System Communication-Matrix
Vernetzung der Steuergeräte



Verteilung auf Steuergeräte: AUTOSAR

- Limousine mit Schiebedach
- Limousine ohne Schiebedach
- Coupé mit Schiebedach
- Coupé ohne Schiebedach
- Kombi mit Schiebedach
- Kombi ohne Schiebedach
- Cabriolet

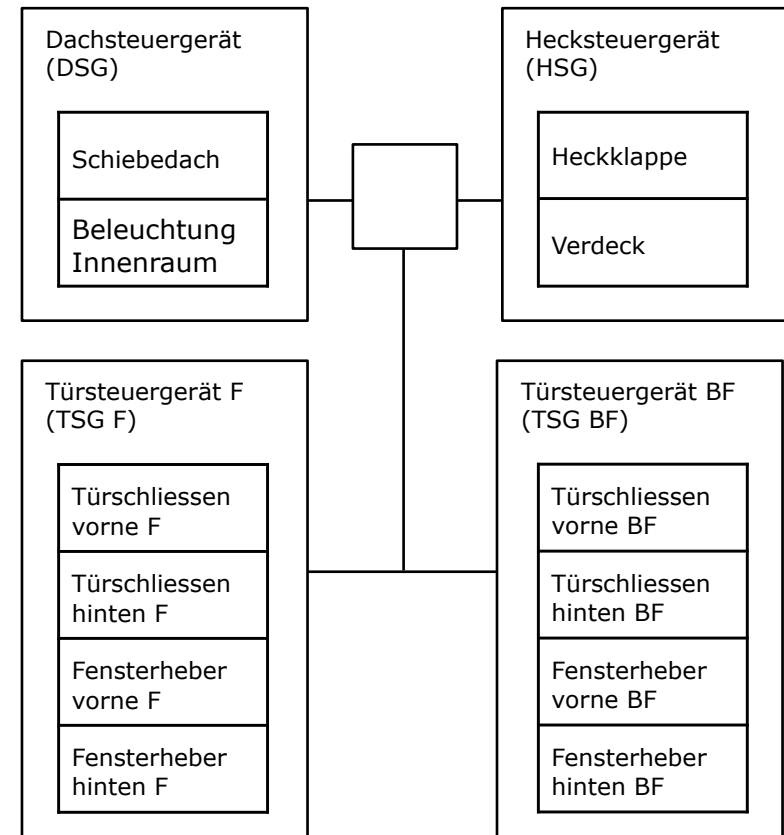
- SWC Description
Beschreibung der SW-Funktionen
- **System Description**
Verteilung der Funktionen auf die Steuergeräte
- System Communication-Matrix
Vernetzung der Steuergeräte



Verteilung auf Steuergeräte: AUTOSAR

- Limousine mit Schiebedach
- Limousine ohne Schiebedach
- Coupé mit Schiebedach
- Coupé ohne Schiebedach
- Kombi mit Schiebedach
- Kombi ohne Schiebedach
- Cabriolet

- SWC Description
Beschreibung der SW-Funktionen
- **System Description**
Verteilung der Funktionen auf die Steuergeräte
- System Communication-Matrix
Vernetzung der Steuergeräte

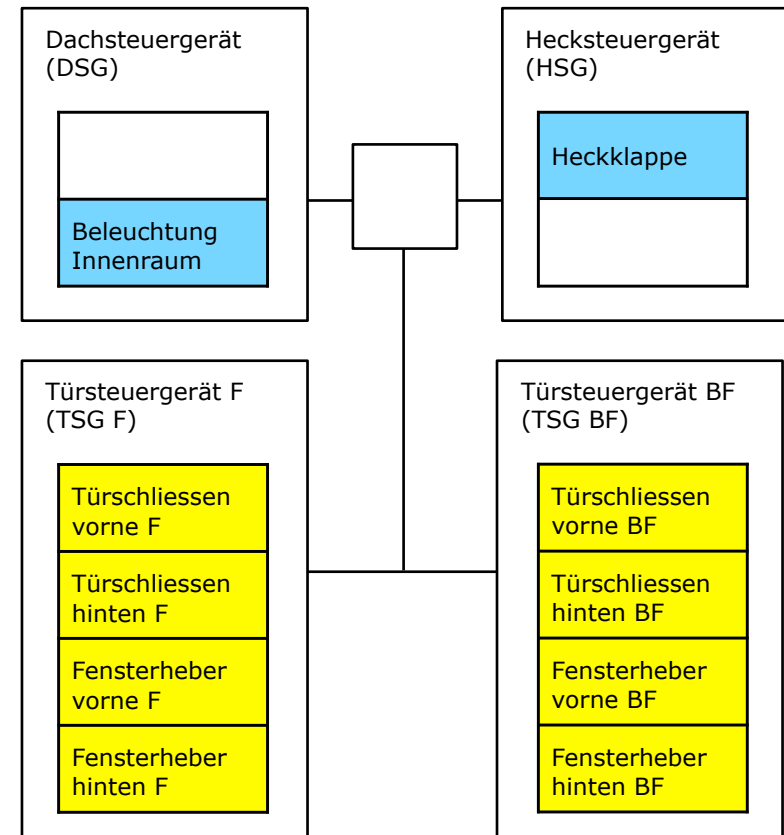


1. **Gleiche SW-Funktionen anders verteilt**
2. **Gleiche SW-Funktionen auf anderen (z.B. neuen) Steuergeräten**

Verteilung auf Steuergeräte: AUTOSAR

- Limousine mit Schiebedach
- Limousine ohne Schiebedach
- Coupé mit Schiebedach
- Coupé ohne Schiebedach
- Kombi mit Schiebedach
- **Kombi ohne Schiebedach**
- Cabriolet

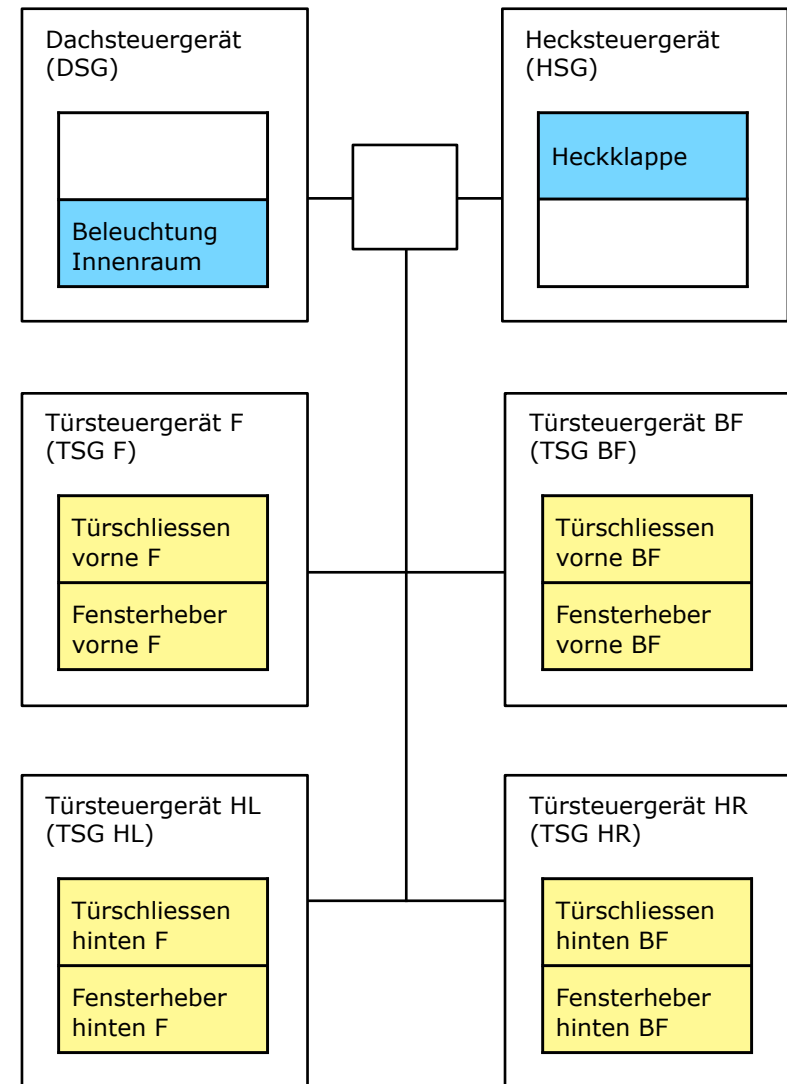
- SWC Description
Beschreibung der SW-Funktionen
- **System Description**
Verteilung der Funktionen auf die Steuergeräte
- System Communication-Matrix
Vernetzung der Steuergeräte



Verteilung auf Steuergeräte: AUTOSAR

Limousine mit Schiebedach
 Limousine ohne Schiebedach
 Coupé mit Schiebedach
 Coupé ohne Schiebedach
 Kombi mit Schiebedach
Kombi ohne Schiebedach
 Cabriolet

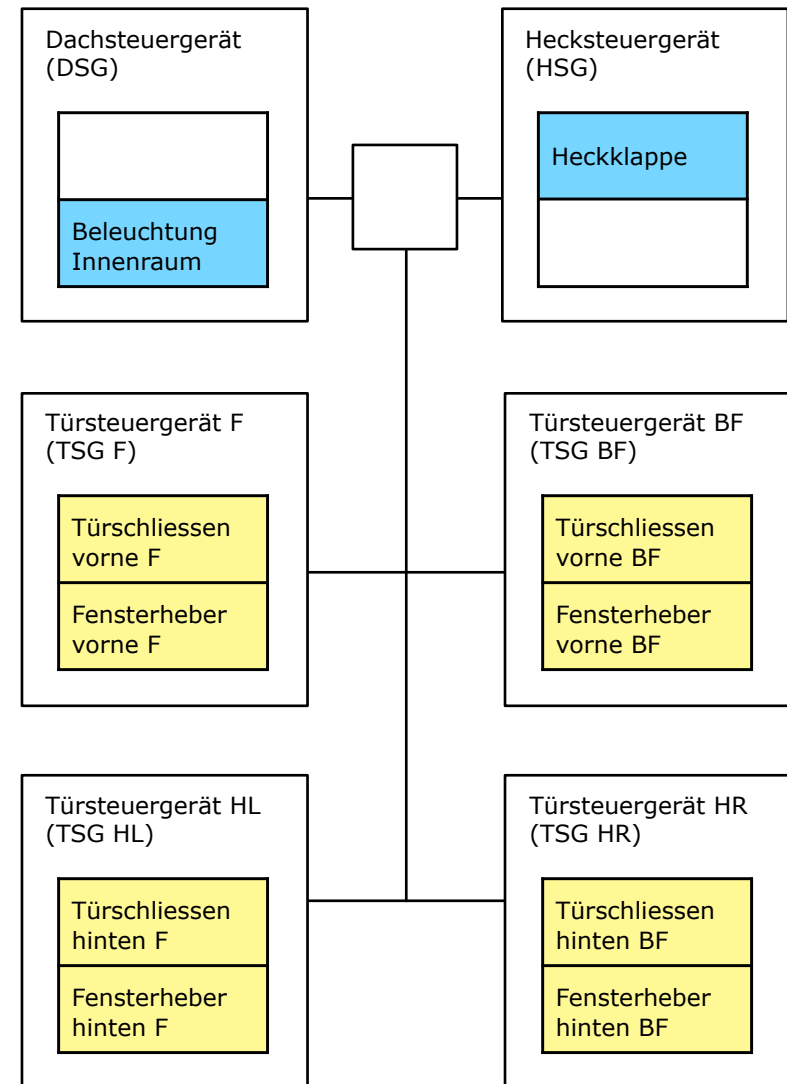
- SWC Description
Beschreibung der SW-Funktionen
- **System Description**
Verteilung der Funktionen auf die Steuergeräte
- System Communication-Matrix
Vernetzung der Steuergeräte



Verteilung auf Steuergeräte: AUTOSAR

Limousine mit Schiebedach
 Limousine ohne Schiebedach
 Coupé mit Schiebedach
 Coupé ohne Schiebedach
 Kombi mit Schiebedach
Kombi ohne Schiebedach
 Cabriolet

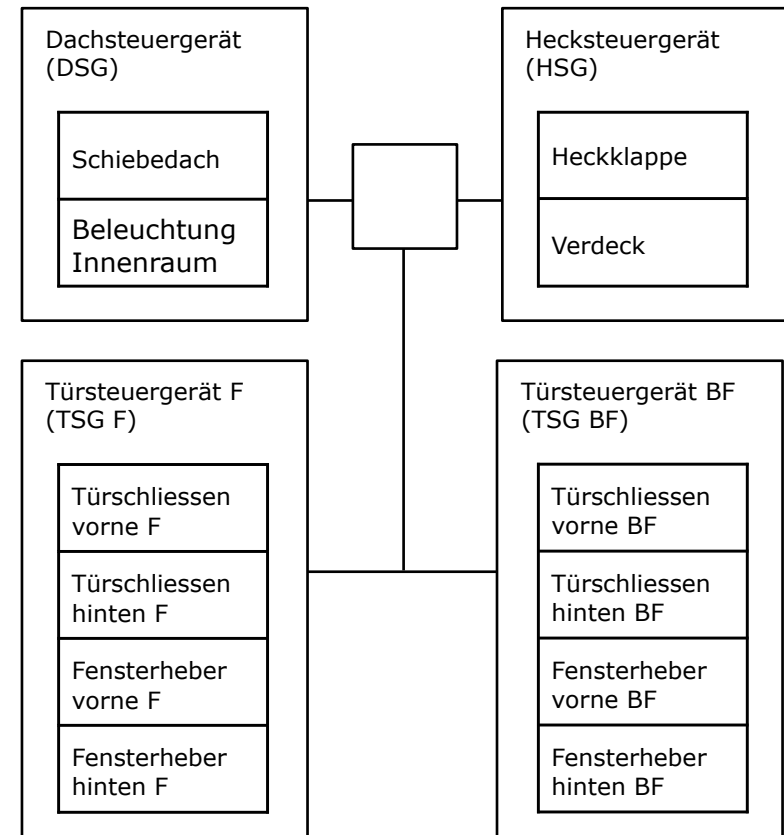
- SWC Description
Beschreibung der SW-Funktionen
- **System Description**
Verteilung der Funktionen auf die Steuergeräte
- **System Communication-Matrix**
Vernetzung der Steuergeräte



Verteilung auf Steuergeräte: AUTOSAR

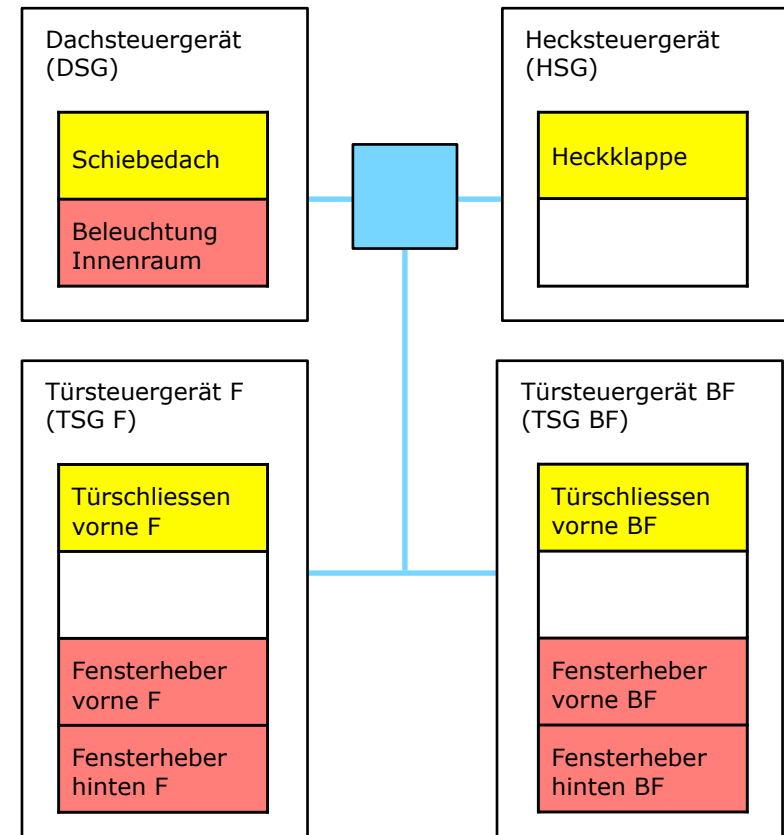
- Limousine mit Schiebedach
- Limousine ohne Schiebedach
- Coupé mit Schiebedach
- Coupé ohne Schiebedach
- Kombi mit Schiebedach
- Kombi ohne Schiebedach
- Cabriolet

- SWC Description
Beschreibung der SW-Funktionen
- System Description
Verteilung der Funktionen auf die Steuergeräte
- **System Communication-Matrix**
Vernetzung der Steuergeräte



Verteilung auf Steuergeräte: AUTOSAR

- Limousine mit Schiebedach
- Limousine ohne Schiebedach
- **Coupé mit Schiebedach**
- Coupé ohne Schiebedach
- Kombi mit Schiebedach
- Kombi ohne Schiebedach
- Cabriolet
- SWC Description
Beschreibung der SW-Funktionen
- System Description
Verteilung der Funktionen auf die Steuergeräte
- **System Communication-Matrix**
Vernetzung der Steuergeräte

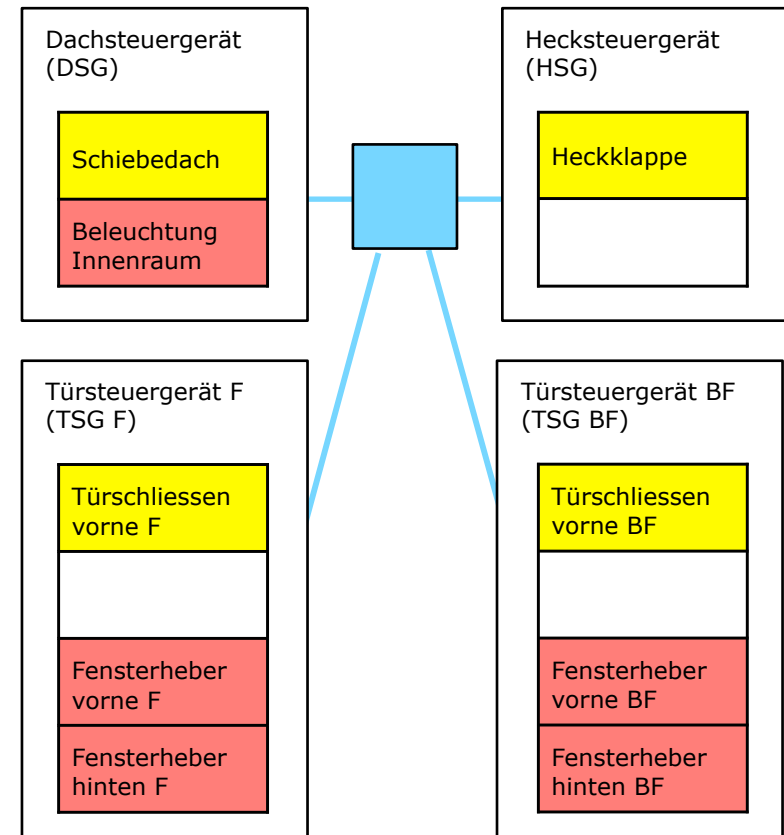


Gleiche SW-Funktionen und gleiche Steuergeräte anders vernetzt

Verteilung auf Steuergeräte: AUTOSAR

- Limousine mit Schiebedach
- Limousine ohne Schiebedach
- **Coupé mit Schiebedach**
- Coupé ohne Schiebedach
- Kombi mit Schiebedach
- Kombi ohne Schiebedach
- Cabriolet

- SWC Description
Beschreibung der SW-Funktionen
- System Description
Verteilung der Funktionen auf die Steuergeräte
- **System Communication-Matrix**
Vernetzung der Steuergeräte



Gleiche SW-Funktionen und gleiche Steuergeräte anders vernetzt

Steigender Software Anteil

- Die Vorlesung führt in die Grundlagen und Besonderheiten des Software Engineerings für elektronische Systeme im Automobil ein:
 - Verteilte und komplexe Systementwicklung zwischen OEM und Zulieferern
 - Hoher Zeit- und Kostendruck mit vielen Änderungs- und Konfigurationsanforderungen ✓
 - Zunahme der Funktionalität ✓
 - Zunahme der Varianten ✓ ✓
 - Domänenübergreifende Funktionen ✓
 - Sehr hohe Anforderungen an Zuverlässigkeit, Sicherheit (Safety und Security) sowie Echtzeitverhalten
 - Extreme Umweltbedingungen (mechanische Beanspruchung, Verbaauraum, Temperatur, etc.) ✓
 - Unterschiedliche Entwicklungs- und Lebenszyklen zwischen Produkt (Fahrzeug) und Komponenten (Software, Steuergeräte, Datenträger, ...) ✓

Verteilte und komplexe Systementwicklung zwischen Hersteller (OEM) und Zulieferern

1. Zunahme der Funktionalität und Auswirkung auf Software:
Beispiel Türsteuerung
2. Varianten durch Software:
Beispiel Motoren
3. Zunahme der Varianten und Auswirkung auf Software:
Beispiel Karosseriefunktionen
- 4. Elektrifizierung und Auswirkung auf Software**
5. Sicherheit

Elektrifizierung und Auswirkung auf Software

- Gründe für Elektrifizierung
 - Mehr Gleichteile - Geringere Kosten in Entwicklung, Fertigung, Logistik
 - Weniger Montageaufwand - Geringere Kosten in Fertigung
 - Weniger Treibstoffverbrauch - weniger CO2-Ausstoss
- Auswirkung auf Software
 - Software zur Steuerung der Funktionen
 - Elektrische Lenkung
 - Elektrische Bremse
 - ...
 - Software zur Steuerung der elektrischen Energieversorgung
 - Batterie Management System - BMS
 - Niedervolt Energiemanagement - NVEM
- Ausführlicher mit Quellen in
 - Teil 5 E/E-Entwicklung: Mechatronik-Entwicklungen im Automobil
 - Teil 8 Beispiele aus der Praxis: Energieeffizienz

Mehr Gleichteile

- Geringere Kosten in Entwicklung, Fertigung, Logistik

steering system			mechanics								electronics				
			basic housing	ball screw housing	sensor housing	angular actor	rack/pinion	tie rods	belt drive	ball screw	torque sensor	ecu logic	ecu power	motor	motor pulley
left hand drive	basic steering	#1	A	A	A	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	active steering 12V	#2	B	A	B	A	B	A	B	B	A	A	A	A	A
	active steering 24V	#3	B	A	B	A	B	A	B	B	A	A	B	B	B
right hand drive	basic steering	#4	C	B	A	-	C	A	A	A	A	A	A	A	A
	active steering 12V	#5	D	B	B	A	D	A	B	B	A	A	A	A	A
	active steering 24V	#6	D	B	B	A	D	A	B	B	A	A	B	B	B
Σ			4	2	2	1	4	1	2	2	1	1	2	2	2

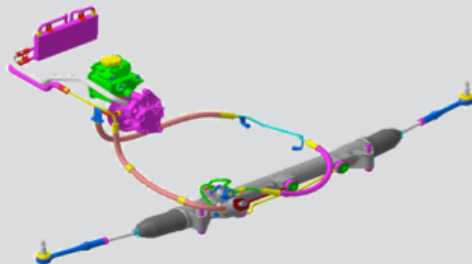
Abbildung 8: Lenkgetriebebaukasten im 5er

Weniger Montageaufwand

- Geringere Kosten in Fertigung

Beispiel aus TF Chassis: HPV-Reduktion durch Einsatz Elektrolenkung

Erhebliche Reduktion des Montageumfanges durch Entfall von: Hydraulikleitungen, Ölkühler, Hydraulikpumpe, Öltank



Eingesparte Montageumfänge:

EMO-Umfang (Motorenendmontage) M271 Kostenstelle 230 2

Halter für Servoltg. unterlegen	0,3 min
LHP montieren	1,4 min
ND-Schlauch montieren	0,3 min

Aggregate- bzw. Fahrwerkumfang Kostenstellen 253 5 und 254 5

Anschluß HD/ND-Schläuche incl. Kommissionierung	1,7 min - Kst 254 5
Zusatzumfang Diesel bzw. Benzin	0,6 min - Kst 254 5
Verschrauben HD an Ölwanne / Halter	0,2 + x min (x= 0 - 0,3 min)
Befüllen (ohne Prozeßzeit)	0,57 min - Kst 253 5
Schläuche an Servokühlrohr	1,1 min - Kst 253 5
Servokühlrohr an Kühler	0,27 min - Kst 254 5

Vorkommissionierung ZSL

0,5 min Fertigungszeit für Vorkommissionierung ZSL (entspricht 0,375 Euro/Fzg)

HPV-Effekt:

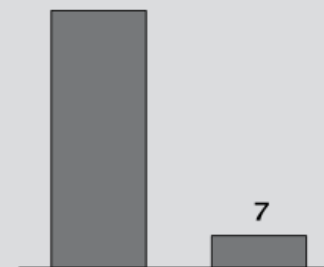
Reduktion der Montageumfänge: - 420 sec

(entspricht einer Einsparung von ca. 5 € pro Fahrzeug)

Teilevielfalt: 211 / 212

Hydrauliklenkung:

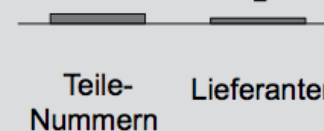
57



Elektrolenkung:

2

1



Weniger Treibstoffverbrauch - weniger CO₂

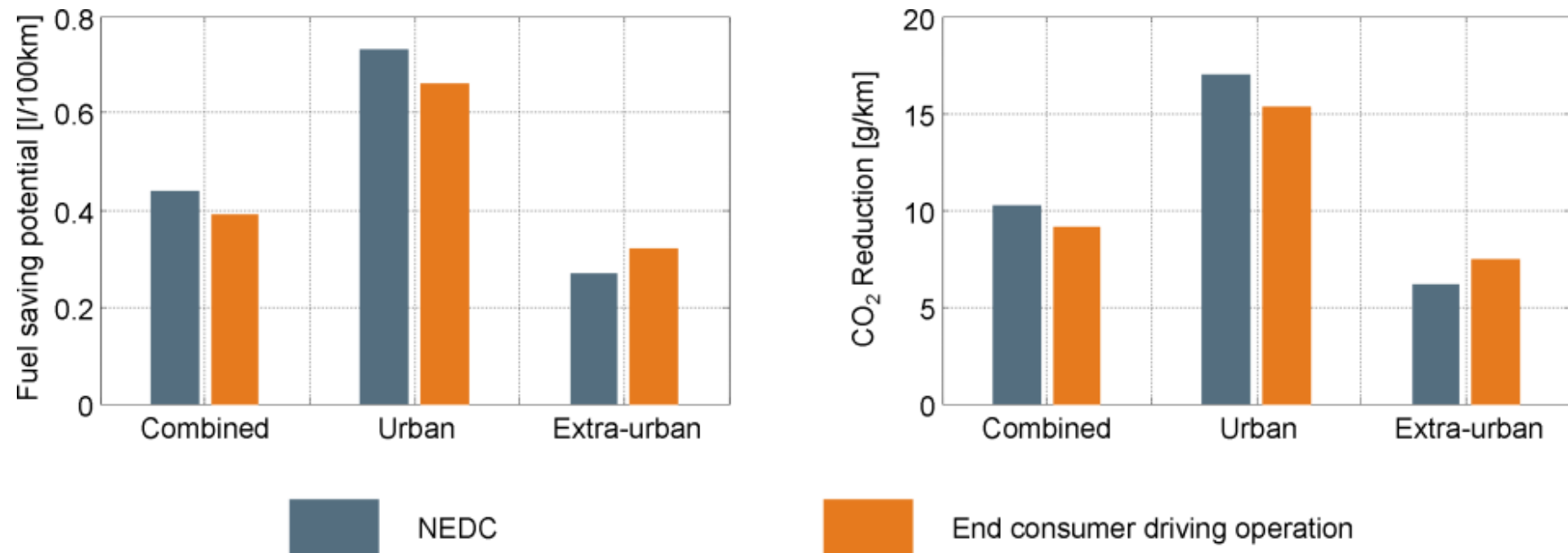


Figure 3: Saving in fuel consumption with EPS compared with conventional hydraulic rack-and-pinion power steering. The results of the NEDC (New European Driving Cycle) and normal driving by the end customer are comparable. Measurements are based on a medium-sized vehicle with a 2.0 l petrol engine.

Software

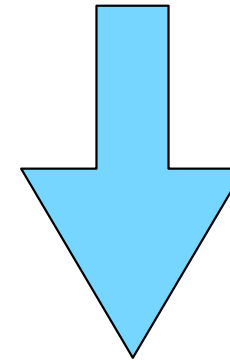
- Steuerung der Funktionen
 - Elektrische Lenkung
 - Elektrische Bremse
 - ...

steering system			mechanics								electronics				
			basic housing	ball screw housing	sensor housing	angular actor	rack/pinion	tie rods	belt drive	ball screw	torque sensor	ecu logic	ecu power	motor	motor pulley
left hand drive	basic steering	#1	A	A	A	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	active steering 12V	#2	B	A	B	A	B	A	B	B	A	A	A	A	A
	active steering 24V	#3	B	A	B	A	B	A	B	B	A	A	B	B	B
right hand drive	basic steering	#4	C	B	A	-	C	A	A	A	A	A	A	A	A
	active steering 12V	#5	D	B	B	A	D	A	B	B	A	A	A	A	A
	active steering 24V	#6	D	B	B	A	D	A	B	B	A	A	B	B	B
Σ			4	2	2	1	4	1	2	2	1	1	2	2	2

Abbildung 8: Lenkgetriebebaukasten im 5er

Software

- Steuerung der Funktionen
 - Elektrische Lenkung
 - Elektrische Bremse
 - ...



steering system			mechanics								electronics				
			basic housing	ball screw housing	sensor housing	angular actor	rack/pinion	tie rods	belt drive	ball screw	torque sensor	ecu logic	ecu power	motor	motor pulley
left hand drive	basic steering	#1	A	A	A	-	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	active steering 12V	#2	B	A	B	A	B	A	B	B	A	A	A	A	A
	active steering 24V	#3	B	A	B	A	B	A	B	B	A	A	B	B	B
right hand drive	basic steering	#4	C	B	A	-	C	A	A	A	A	A	A	A	A
	active steering 12V	#5	D	B	B	A	D	A	B	B	A	A	A	A	A
	active steering 24V	#6	D	B	B	A	D	A	B	B	A	A	B	B	B
Σ			4	2	2	1	4	1	2	2	1	1	2	2	2

Abbildung 8: Lenkgetriebebaukasten im 5er

Software

- Steuerung der elektrischen Energieversorgung
 - Batterie Management System - BMS
 - Messen, überwachen und anzeigen von
 - Spannung
 - Strom
 - Ladungszustand
 - Temperatur
 - ...
 - Entdeckung von unerwünschten und/oder gefährlichen Zuständen der Batterie
 - Daten für Niedervolt Energiemanagement - NVEM
 - Daten für Start-Stop-Automatik



Steigender Software Anteil

- Die Vorlesung führt in die Grundlagen und Besonderheiten des Software Engineerings für elektronische Systeme im Automobil ein:
 - Verteilte und komplexe Systementwicklung zwischen OEM und Zulieferern ✓
 - Hoher Zeit- und Kostendruck mit vielen Änderungs- und Konfigurationsanforderungen ✓
 - Zunahme der Funktionalität ✓
 - Zunahme der Varianten ✓ ✓
 - Domänenübergreifende Funktionen ✓ ✓
 - Sehr hohe Anforderungen an Zuverlässigkeit, Sicherheit (Safety und Security) sowie Echtzeitverhalten
 - Extreme Umweltbedingungen (mechanische Beanspruchung, Verbaauraum, Temperatur, etc.) ✓
 - Unterschiedliche Entwicklungs- und Lebenszyklen zwischen Produkt (Fahrzeug) und Komponenten (Software, Steuergeräte, Datenträger, ...) ✓

Verteilte und komplexe Systementwicklung zwischen Hersteller (OEM) und Zulieferern

1. Zunahme der Funktionalität und Auswirkung auf Software:
Beispiel Türsteuerung
2. Varianten durch Software:
Beispiel Motoren
3. Zunahme der Varianten und Auswirkung auf Software:
Beispiel Karosseriefunktionen
4. Elektrifizierung und Auswirkung auf Software
- 5. Sicherheit**

Nicht zu vergessen: Sicherheit

- Funktionale Sicherheit: Safety
- RAMS
 - Reliability Zuverlässigkeit
 - Availability Verfügbarkeit
 - Maintainability Instandhaltbarkeit
 - Safety Sicherheit
- Lange Tradition:
 - Luftfahrt: DO-178B
 - Eisenbahnwesen: 50128
 - Generische Norm: 61508
- Automotive: ISO 26262
 - Relevant für
 - Fahrwerk
 - Antriebsstrang
 - Karosserie
 - Assistentsysteme
- Datensicherheit: Security
 - Vertraulichkeit
 - Unverfälschtheit
 - Zuordenbarkeit
 - Verfügbarkeit
- Relevant für
 - Telematik
 - Service

Vergleich der Sicherheitsstandards

Vergleich der Sicherheitsstandards

	IEC 61508	EN 50126 EN 50128 EN 50129 EN 50159	ISO 26262	DO-178B/C DO-254 ARP 4761 ARP 4754
Anwendungsbereich	Generisch	Bahnen (1-dimensional)	Automotive (2-dimensional)	Luftfahrt (3-dimensional)
Sicherheitsansatz	Sicherer Zustand, Fail-safe	Sicherer Zustand, Fail- safe im Fehlerfall	Sicherer Zustand oder sichere Fortsetzung mit Restfunktionalität	Sichere Fortsetzung des Fluges und sichere Landung
Betrachtete Gefahren	Gefährdungen von Menschen und Umwelt		Nur Gefährdungen von Menschen	
Abdeckung	System, Umwelt, Wartung		System	
Safety Integrity Levels (SIL)	SIL 4 (hoch) SIL 3 SIL 2 SIL 1 (niedrig) --	SIL 4 (hoch) SIL 3 SIL 2 SIL 1 (niedrig) SIL 0 (nicht sicherheitsrelevant)	-- ASIL D (hoch) ASIL C ASIL B ASIL A (niedrig) (QM)	Level A (hoch) Level B Level C Level D Level E (niedrig) --
Organisatorische	Teilweise	Ja	Ja	Nein
Werkzeug- qualifizierung	Nein (?)	Ja	Ja	Ja

Vergleich der Sicherheitsstandards

	IEC 61508	EN 50126 EN 50128 EN 50129 EN 50159	ISO 26262	DO-178B/C DO-254 ARP 4761 ARP 4754
Unterschied 1	Generisch	Bahnen (1-dimensional)	Automotive (2-dimensional)	Luftfahrt (3-dimensional)
Sicherheitsansatz	Sicherer Zustand, Fail-safe	Sicherer Zustand, Fail- safe im Fehlerfall	Sicherer Zustand oder sichere Fortsetzung mit Restfunktionalität	Sichere Fortsetzung des Fluges und sichere Landung
Betrachtete Gefahren	Gefährdungen von Menschen und Umwelt		Nur Gefährdungen von Menschen	
Abdeckung	System, Umwelt, Wartung		System	
Safety Integrity Levels (SIL)	SIL 4 (hoch) SIL 3 SIL 2 SIL 1 (niedrig) --	SIL 4 (hoch) SIL 3 SIL 2 SIL 1 (niedrig) SIL 0 (nicht sicherheitsrelevant)	-- ASIL D (hoch) ASIL C ASIL B ASIL A (niedrig) (QM)	Level A (hoch) Level B Level C Level D Level E (niedrig) --
Organisatorische	Teilweise	Ja	Ja	Nein
Werkzeug- qualifizierung	Nein (?)	Ja	Ja	Ja

Vergleich der Sicherheitsstandards

	IEC 61508	EN 50126 EN 50128 EN 50129 EN 50159	ISO 26262	DO-178B/C DO-254 ARP 4761 ARP 4754
Unterschied 1	Generisch	Bahnen (1-dimensional)	Automotive (2-dimensional)	Luftfahrt (3-dimensional)
Unterschied 2	Sicherer Zustand, Fail-safe	Sicherer Zustand, Fail- safe im Fehlerfall	Sicherer Zustand oder sichere Fortsetzung mit Restfunktionalität	Sichere Fortsetzung des Fluges und sichere Landung
Betrachtete Gefahren	Gefährdungen von Menschen und Umwelt		Nur Gefährdungen von Menschen	
Abdeckung	System, Umwelt, Wartung		System	
Safety Integrity Levels (SIL)	SIL 4 (hoch) SIL 3 SIL 2 SIL 1 (niedrig) --	SIL 4 (hoch) SIL 3 SIL 2 SIL 1 (niedrig) SIL 0 (nicht sicherheitsrelevant)	-- ASIL D (hoch) ASIL C ASIL B ASIL A (niedrig) (QM)	Level A (hoch) Level B Level C Level D Level E (niedrig) --
Organisatorische	Teilweise	Ja	Ja	Nein
Werkzeug- qualifizierung	Nein (?)	Ja	Ja	Ja

Vergleich der Sicherheitsstandards

	IEC 61508	EN 50126 EN 50128 EN 50129 EN 50159	ISO 26262	DO-178B/C DO-254 ARP 4761 ARP 4754
Unterschied 1	Generisch	Bahnen (1-dimensional)	Automotive (2-dimensional)	Luftfahrt (3-dimensional)
Unterschied 2	Sicherer Zustand, Fail-safe	Sicherer Zustand, Fail- safe im Fehlerfall	Sicherer Zustand oder sichere Fortsetzung mit Restfunktionalität	Sichere Fortsetzung des Fluges und sichere Landung
Betrachtete Gefahren	Gefährdungen von Menschen und Umwelt		Nur Gefährdungen von Menschen	
Abdeckung	System, Umwelt, Wartung		System	
Unterschied 3 Levels (SIL)	SIL 4 (hoch) SIL 3 SIL 2 SIL 1 (niedrig) --	SIL 4 (hoch) SIL 3 SIL 2 SIL 1 (niedrig) SIL 0 (nicht sicherheitsrelevant)	-- ASIL D (hoch) ASIL C ASIL B ASIL A (niedrig) (QM)	Level A (hoch) Level B Level C Level D Level E (niedrig) --
Organisatorische	Teilweise	Ja	Ja	Nein
Werkzeug- qualifizierung	Nein (?)	Ja	Ja	Ja

Vergleich der Sicherheitsstandards

	IEC 61508	EN 50126 EN 50128 EN 50129 EN 50159	ISO 26262	DO-178B/C DO-254 ARP 4761 ARP 4754
Unterschied 1	Generisch	Bahnen (1-dimensional)	Automotive (2-dimensional)	Luftfahrt (3-dimensional)
Unterschied 2	Sicherer Zustand, Fail-safe	Sicherer Zustand, Fail- safe im Fehlerfall	Sicherer Zustand oder sichere Fortsetzung mit Restfunktionalität	Sichere Fortsetzung des Fluges und sichere Landung
Betrachtete Gefahren	Gefährdungen von Menschen und Umwelt		Nur Gefährdungen	Weniger Personen Geringere kinetische Energie
Abdeckung	System, Umwelt, Wartung		System	
Unterschied 3	SIL 4 (hoch) SIL 3	SIL 4 (hoch) SIL 3	--	Level A (hoch)
Levels (SIL)	SIL 2 SIL 1 (niedrig) --	SIL 2 SIL 1 (niedrig) SIL 0 (nicht sicherheitsrelevant)	ASIL D (hoch) ASIL C ASIL B ASIL A (niedrig) (QM)	Level B Level C Level D Level E (niedrig) --
Organisatorische	Teilweise	Ja	Ja	Nein
Werkzeug- qualifizierung	Nein (?)	Ja	Ja	Ja

Funktionale Sicherheit (Safety) - ISO 26262

- Siehe Teil 7 Normen und Standards (Überblick)
- Vertiefung
 - Vorlesung Funktionale Sicherheit (Safety) - ISO 26262
 - Geplant für WS 2015/16
 - Dozent Dr.-Ing. Mirko Conrad

Datensicherheit: Security

- Vertraulichkeit
- Unverfälschtheit
- Zuordenbarkeit /
Verfügbarkeit

Datensicherheit: Security

- Vertraulichkeit
 - Unverfälschtheit
 - Zuordenbarkeit / Verfügbarkeit
- Confidentiality

Datensicherheit: Security

- | | |
|-------------------------------------|-----------------|
| • Vertraulichkeit | Confidentiality |
| • Unverfälschtheit | Integrity |
| • Zuordenbarkeit /
Verfügbarkeit | |

Datensicherheit: Security

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| • Vertraulichkeit | Confidentiality |
| • Unverfälschtheit | Integrity |
| • Zuordenbarkeit /
Verfügbarkeit | Accountability /
Availability |

Datensicherheit: Security

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| • Vertraulichkeit | Confidentiality |
| • Unverfälschtheit | Integrity |
| • Zuordenbarkeit /
Verfügbarkeit | Accountability /
Availability |

Datensicherheit: Security

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| • Vertraulichkeit | Confidentiality |
| • Unverfälschtheit | Integrity |
| • Zuordenbarkeit /
Verfügbarkeit | Accountability /
Availability |

Datensicherheit: Security

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| • Vertraulichkeit | Confidentiality |
| • Unverfälschtheit | Integrity |
| • Zuordenbarkeit /
Verfügbarkeit | Accountability /
Availability |



Sicherheit (Safety): Systemfunktion „Anfahren“

- PKW mit Automatikgetriebe
- Gewolltes Anfahren bei laufendem Motor wird durch die folgenden Bedienschritte erreicht:
 - Auf die Betriebsbremse („Fussbremse“) treten und diese gedrückt halten.
 - Den Wählhebel in die Stellung „D“ oder „R“ bringen.
 - Ggf. die Feststellbremse („Handbremse“) lösen.
 - Die Betriebsbremse lösen.
 - Gas geben.
 - Fehlverhalten der Systemfunktion „Anfahren“ wäre „nicht gewolltes Anfahren“.



Sicherheit (Safety): Systemfunktion „Anfahren“

- Komfortfunktion bei elektromechanischer Bremse und Automatikgetriebe
 - Arretieren der Feststellbremse durch kräftiges Durchtreten der Betriebsbremse
 - Lösen der Feststellbremse?



Sicherheit (Safety): Systemfunktion „Anfahren“

- Komfortfunktion bei elektromechanischer Bremse und Automatikgetriebe
 - Arretieren der Feststellbremse durch kräftiges Durchtreten der Betriebsbremse
 - Lösen der Feststellbremse?



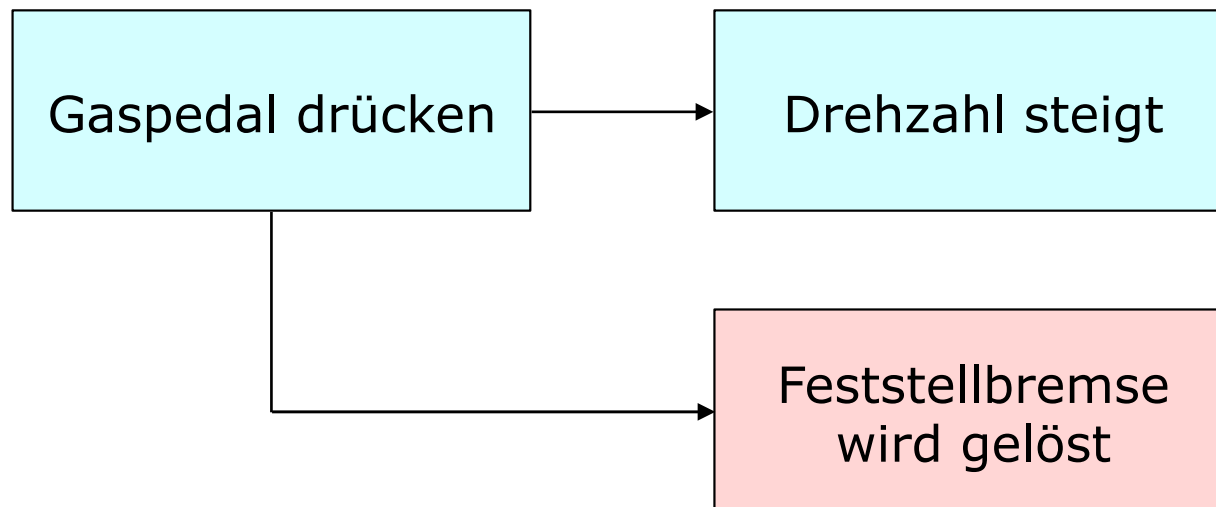
„Alles hängt mit allem irgendwie irgendwo irgendwann zusammen.“

Systems Engineering:

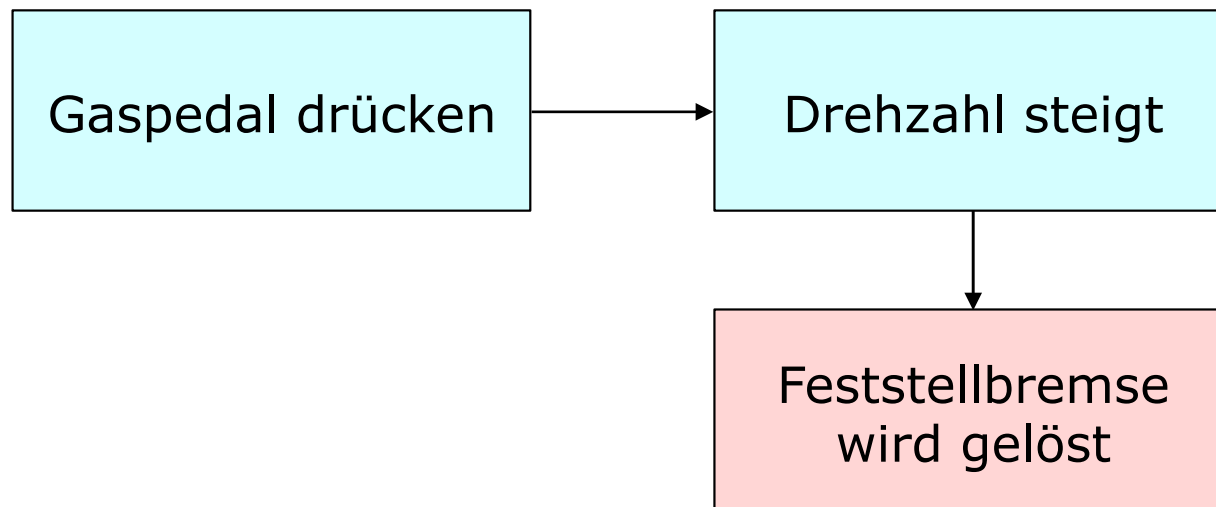
Die Lösung eines Problems sollte nicht neue Probleme schaffen.



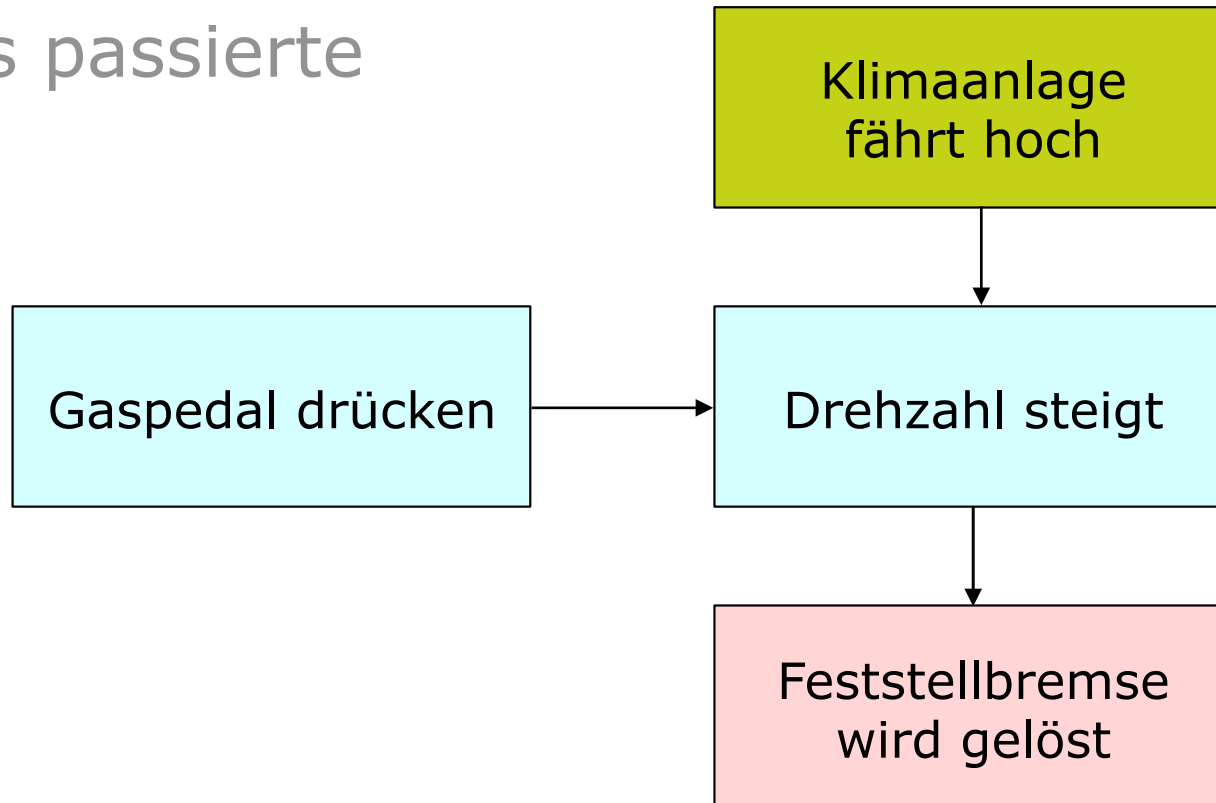
Was der System-Entwickler dachte



Was der SW-Entwickler realisierte

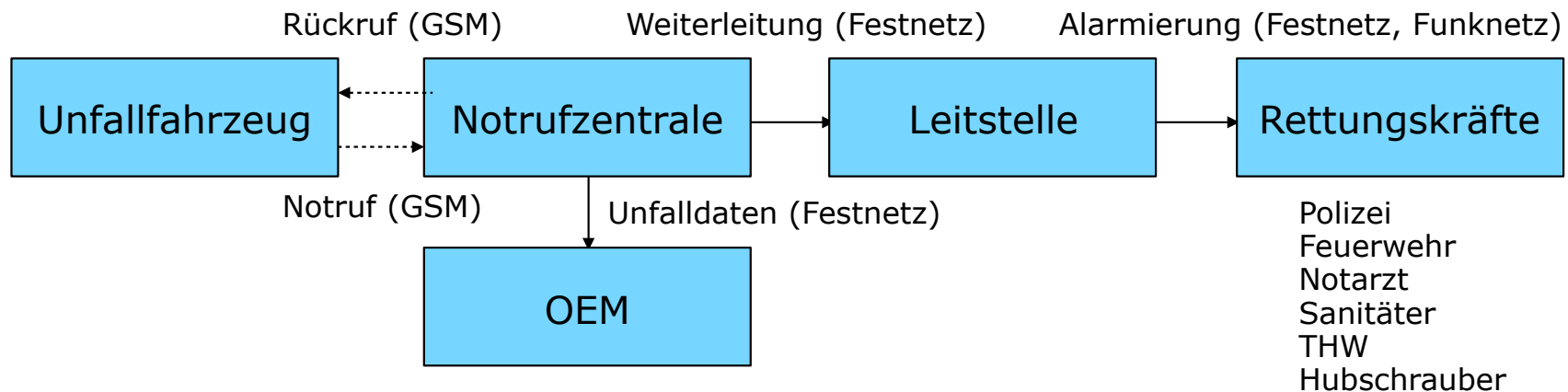


Was passierte



Notrufsystem - Emergency Call (E-Call)

- Mögliche Realisierung eines Notrufsystems
- Real existierende Notrufsysteme werden i. A. davon abweichen
- Dies gilt insbesondere für die übermittelten Daten



Übermittelte Daten - Safety und Security

- Die aufgeführten Daten KÖNNEN grundsätzlich übermittelt werden. Insbesondere die Speicherung und Weiterleitung der unter „Fahrtschreiber“ aufgeführten Daten wird unter Datenschutzaspekten sehr kritisch diskutiert.
- Speicherung und Weitergabe der Fahrzeugposition ist aus Safety-Sicht nützlich, aus Security-Sicht kritisch.
- Notruf
 - Position des Fahrzeug fahrbahngenau
 - Identität des Fahrzeugs (Fahrzeug-Identifizierungsnummer)
 - Rufnummer der SIM-Karte
 - Anzahl der geschlossenen Gurte und/oder Sitzbelegung (Rückschluss auf Zahl der Opfer)
 - Anzahl und Position der gezündeten Airbags (Rückschluss auf Art und Schwere der Verletzungen sowie auf Schäden am Fahrzeug)
 - Fahrtschreiber / Black Box
 - Lenk-, Beschleunigungs- und Bremsmanöver unmittelbar vor dem Unfall
 - Geschwindigkeitsprofil
 - ABS-Daten, ESP-Daten, ...

Beteiligte und Gefährdungen

- Aufgeführt sind MÖGLICHE Gefährdungen. Es wird nicht unterstellt, dass die aufgeführten Institutionen und Mitarbeiter - von Ausnahmefällen abgesehen - vertrauliche Informationen vorsätzlich oder fahrlässig weitergeben

Beteiligte	Gefährdungen
Netzbetreiber (GSM, Festnetz, Funknetz)	- Ausspähen von Daten im Netz durch Dritte - Weitergabe von Daten durch Netzbetreiber - Weitergabe von Daten durch Mitarbeiter
Betreiber der Notrufstelle Betreiber der Rettungsleitstelle	- Ausspähen von Daten im System durch Dritte - Weitergabe von Daten durch Betreiber - Weitergabe von Daten durch Mitarbeiter
Rettungskräfte	- siehe oben
OEM	- siehe oben

Steigender Software Anteil

- Die Vorlesung führt in die Grundlagen und Besonderheiten des Software Engineerings für elektronische Systeme im Automobil ein:
 - Verteilte und komplexe Systementwicklung zwischen OEM und Zulieferern ✓
 - Hoher Zeit- und Kostendruck mit vielen Änderungs- und Konfigurationsanforderungen ✓
 - Zunahme der Funktionalität ✓
 - Zunahme der Varianten ✓ ✓
 - Domänenübergreifende Funktionen ✓ ✓
 - Sehr hohe Anforderungen an Zuverlässigkeit, Sicherheit (Safety und Security) sowie Echtzeitverhalten ✓
 - Extreme Umweltbedingungen (mechanische Beanspruchung, Verbaauraum, Temperatur, etc.) ✓
 - Unterschiedliche Entwicklungs- und Lebenszyklen zwischen Produkt (Fahrzeug) und Komponenten (Software, Steuergeräte, Datenträger, ...) ✓

Verteilte und komplexe Systementwicklung zwischen Hersteller (OEM) und Zulieferern

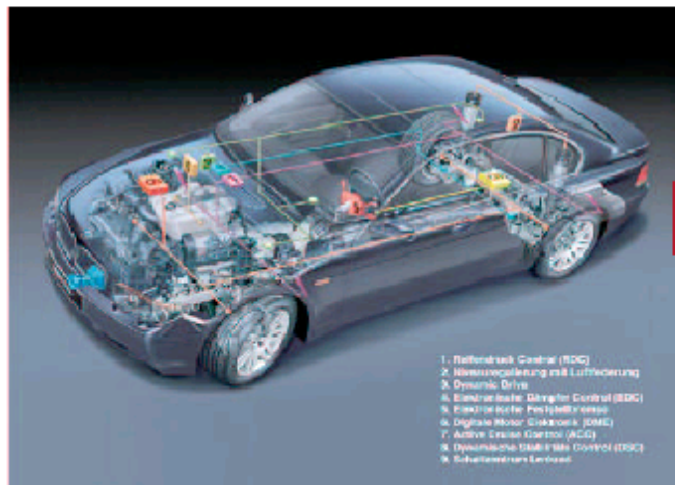
1. Zunahme der Funktionalität und Auswirkung auf Software:
Beispiel Türsteuerung
2. Varianten durch Software:
Beispiel Motoren
3. Zunahme der Varianten und Auswirkung auf Software:
Beispiel Karosseriefunktionen
4. Elektrifizierung und Auswirkung auf Software
5. Sicherheit

Warum Software beim OEM (Fahrzeughersteller)?

- Ein großer Teil der Funktionen im Fahrzeug hängt direkt oder indirekt mit Software zusammen
- Software bestimmt auch wesentlich das Zusammenspiel zwischen Onboard- und Offboard-Systemen in Produktion und Service
- Die Komplexität der Software ist durch Funktionszuwachs und Integration dramatisch gewachsen
- Die Software wird von einer Vielzahl von Lieferanten erstellt, die Rolle des Systemintegrators hat der OEM
- Software wird zunehmend zu einem der Hauptrisikofaktoren für den Anlauf einer neuen Baureihe
- Hohe wirtschaftliche Risiken durch Rückruf oder Produkthaftungsfälle
- Obwohl die Software im Fahrzeug überwiegend von Lieferanten erstellt wird, muß der OEM die qualitäts- und termingerechte Erstellung und Auslieferung kontrollieren und steuern können.

Der aktuelle Stand

- Bis zu 40% der Herstellkosten eines Fahrzeugs werden heute durch Elektronik/Software bestimmt
- 90% aller Innovation sind getrieben durch Elektronik/Software
- Oberklassefahrzeuge besitzen bis zu 70 ECU's, welche über verschiedene Bussysteme kommunizieren



- Steigende Systemkomplexität
- Erhöhte Abhängigkeiten
- Kosten spielen tragende Rolle

Konsequenzen für die Softwareentwicklung

- Strukturierten Software-Entwurf
- Passende Modellierungssprachen
 - ML/SL
 - UML, Automotive UML
 - ...
- Funktionsentwurf unabhängig von Hardware Architektur
- Abbildung auf unterschiedliche Hardware Plattformen ohne Codeänderung
- Optimierung auf Systemebene: Verteilung auf Steuergeräte
- Entwicklung für Wiederverwendung
 - Befüllen des Baukastens
- Entwicklung mit Wiederverwendung
 - Verwenden des Baukastens
- Software von unterschiedlichen Zulieferern auf einer Hardware Plattform

Konsequenzen für die Softwareentwicklung

- Strukturierten Software-Entwurf
- Passende Modellierungssprachen
 - ML/SL
 - UML, Automotive UML
 - ...
- Funktionsentwurf unabhängig von Hardware Architektur
- Abbildung auf unterschiedliche Hardware Plattformen ohne Codeänderung
- Optimierung auf Systemebene: Verteilung auf Steuergeräte
- Entwicklung für Wiederverwendung
 - Befüllen des Baukastens
- Entwicklung mit Wiederverwendung
 - Verwenden des Baukastens
- Software von unterschiedlichen Zulieferern auf einer Hardware Plattform

Software Entwicklungsprozess

- Anforderungen an Entwickler
 - Exzellente praktische und theoretische Kenntnisse im Entwurf komplexer Software
 - Kenntnisse in der Modellierung und Analyse komplexer technischer Systeme
 - Verständnis für die ingenieurtechnischen Grundlagen der Anwendung
 - Sehr gute Hardware Kenntnisse
 - Prozessoren
 - Aktuatoren
 - Sensoren
 - Grundkenntnisse in
 - Schaltungstechnik
 - Datenerfassung und A/D / D/A-Wandlung
 - Fahrzeugkommunikation

Software Entwicklungsprozess

- Anforderungen an Entwickler
 - Exzellente praktische und theoretische Kenntnisse im Entwurf komplexer Software
 - Kenntnisse in der Modellierung und Analyse komplexer technischer Systeme
 - Verständnis für die ingenieurtechnischen Grundlagen der Anwendung
 - Sehr gute Hardware Kenntnisse
 - Prozessoren
 - Aktuatoren
 - Sensoren
 - Grundkenntnisse in
 - Schaltungstechnik
 - Datenerfassung und A/D / D/A-Wandlung
 - Sehr gute Fahrzeugkommunikation Kenntnisse!

1. Motivation und Überblick

- 1. Das Automobil - Geschichte und Grundbegriffe**
2. Eingebettete Systeme und Cyber-Physical-Systems (CPS)
3. Motivation Automotive Software Engineering
4. Verteilte und komplexe Systementwicklung zwischen Hersteller (OEM) und Zulieferern
- 5. GI-Fachgruppe Automotive Software Engineering**
6. Lehrveranstaltungen

Ziele der Fachgruppe (1)

- Gesellschaft für Informatik (GI): <http://www.gi-ev.de/>
- Fachgruppe ASE: <http://www.fg-ase.gi-ev.de/>
 - Motivation
 - Das Thema „Automotive Software Engineering“ ist insbesondere in Deutschland und Europa von ständig wachsender Bedeutung, die Automobilindustrie ist bereits heute ein entscheidender Innovationstreiber im Bereich der eingebetteten Systeme.
 - Langfristig sind intensive Anstrengungen erforderlich, um den deutschen Wettbewerbsvorsprung bei software-basierten Innovationen im Automobil zu halten.
 - Die Automobilindustrie wird deswegen in weiter zunehmendem Maße ein wichtiger Anwender der Informatik und ein wichtiger Arbeitgeber für Informatiker sein.
 - Das Gebiet wirft spezifische interessante Forschungsfragen auf.
 - Die stärkere Berücksichtigung des Gebiets in der Lehre ist zu erreichen.

Ziele der Fachgruppe (2)

- Vorgeschichte
 - Workshops zum Thema „Automotive Software Engineering“ auf der ICSE und der GI-Jahrestagung (jeweils seit 2003) ermöglichten einen intensiven Austausch zwischen der Automobilindustrie und der wissenschaftlichen Community.
 - Insbesondere die Darstellung und Diskussion des State-of-the-Art im Software-Engineering in der Automobilindustrie lieferte wertvolle Anforderungen an die zukünftigen Handlungsbedarfe und Forschungsschwerpunkte auf diesem Gebiet, und aktuelle Forschungsergebnisse konnten einer breiten automobilen Öffentlichkeit vorgestellt werden.
 - Die Fachgruppe „Automotive Software Engineering (ASE)“ wurde im Februar 2005 vom Präsidium Gesellschaft für Informatik eingerichtet. Die FG ist dem Fachbereich Softwaretechnik zugeordnet. Sie hatte am 21. September 2005 im Rahmender GI-Jahrestagung in Bonn ihre Gründungsversammlung.
- Ziel der Fachgruppe „Automotive Software Engineering“ im Fachbereich Softwaretechnik der Gesellschaft für Informatik (GI) ist der intensive fachliche Austausch zwischen der Automobilindustrie und der wissenschaftlichen Community.

GI-Fachgruppe Automotive Software Engineering

- <http://www.fg-ase.gi-ev.de/>
- Die Fachgruppe veranstaltet regelmässig den Workshop „Automotive Software Engineering“ im Rahmen der Jahrestagungen der Gesellschaft für Informatik.
 - 26. September 2014 in Stuttgart
Organisation: Dr. Mario Trapp, FhG IESE
 - 17. September 2013 in Koblenz
Organisation: Bernd Frielingsdorf, Ford Werke GmbH
 - 17. September 2012 in Braunschweig
Organisation: Dr. Marcel Wille, Volkswagen AG
 - 6. Oktober 2011 in Berlin
Organisation: Dr. Heiko Dörr, carmeq GmbH
 - 30. September 2010 in Leipzig
Organisation: Prof. Dr. Jörn Schneider, FH Trier
 - 28. September 2009 in Lübeck
Organisation: Dr. Christian Allmann, Audi Electronics Venture GmbH
 - 11. September 2008 in München
Organisation: Dr. Reinhard Stolle, BMW Car IT

GI-Fachgruppe Automotive Software Engineering

- <http://www.fg-ase.gi-ev.de/>
- Die Fachgruppe veranstaltet regelmässig den Workshop „Automotive Software Engineering“ im Rahmen der Jahrestagungen der Gesellschaft für Informatik.
 - ...
 - 27. September 2007 in Bremen
Organisation: Dr. Michael Reinfrank, Siemens VDO
 - 5. Oktober 2006 in Dresden
Organisation: Dr. Michael Daginnus, Volkswagen AG
 - 21. September 2005 in Bonn
Organisation: Dr. Thomas Kropf, Robert Bosch GmbH
 - 23. September 2004 in Ulm
Organisation: Dr. Bernhard Hohlfeld, DaimlerChrysler AG
 - 30. September 2003 in Frankfurt
Organisation: Dr. Alexandre Saad, BMW Group

1. Motivation und Überblick

1. Das Automobil - Geschichte und Grundbegriffe

2. Eingebettete Systeme und Cyber-Physical-Systems (CPS)

3. Motivation Automotive Software Engineering

4. Verteilte und komplexe Systementwicklung zwischen Hersteller (OEM) und Zulieferern

5. GI-Fachgruppe Automotive Software Engineering

6. Lehrveranstaltungen

Software Entwicklungsprozess

- Anforderungen an Entwickler
 - Exzellente praktische und theoretische Kenntnisse im Entwurf komplexer Software
 - Kenntnisse in der Modellierung und Analyse komplexer technischer Systeme
 - Verständnis für die ingenieurtechnischen Grundlagen der Anwendung
 - Sehr gute Hardware Kenntnisse
 - Prozessoren
 - Aktuatoren
 - Sensoren
 - Grundkenntnisse in
 - Schaltungstechnik
 - Datenerfassung und A/D / D/A-Wandlung
 - Sehr gute Fahrzeugkommunikation Kenntnisse

Lehrveranstaltungen (1)

- Siehe GI-Fachgruppe Automotive Software Engineering
 - Teilweise nicht mehr aktuell
- Beispiel:
Masterstudiengang und Vorlesung Automotive Software Engineering an der TU München
<http://www.in.tum.de/fuer-studieninteressierte/master-studiengaenge/automotive-software-engineering.html>
- Hochschule Landshut, Prof. Dr. Dieter Nazareth
Bachelor-Studiengang Automobilinformatik
http://www.fh-landshut.de/fb/if/studium/bachelor_aif
- Systems Engineering for Automotive Electronics
siehe nächste Folien

Lehrveranstaltungen (2)

- Lehrgang ETAS GmbH, Prof. Dr. Dieter Nazareth
Automotive Software Engineering – Effektive und effiziente Anwendung der Methoden und Werkzeuge
http://www.etas.com/de/etas_germany_contact.php?regionalPage=/regional/de/de/3744-3804.php
- Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Informatik, Prof. Dr. Holger Schlingloff, Dr. Mirko Conrad Vorlesung "Modellbasierte Software-Entwicklung eingebetteter Systeme", Sommersemester 2011
http://www2.informatik.hu-berlin.de/~hs/Lehre/2011-SS_MBSWEES/index.html
- TU Chemnitz. Prof. Hardt, Masterstudiengang Automotive Software Engineering
- TU Braunschweig, Prof. Schäfer, Vorlesung Fahrzeuginformatik
- ...

Systems Engineering for Automotive Electronics (1)

- http://www.itiv.kit.edu/60_1120.php
- SS 2011
- 2 SWS
- Dozent: Prof. Dr. Jürgen Bortolazzi,
Porsche AG
- Voraussetzungen
Empfohlen wird der Besuch der beiden
Vorlesungen SAE LV-Nr. 23606 und SE
LV-Nr. 23611.
- Ziele
Einblicke in den systematischen
Entwicklungsprozess und die dabei
verwendeten, die systematische
Entwicklung unterstützenden
Werkzeuge, am konkreten Beispiel der
Automobilindustrie. Der Kurs besteht
aus drei Teilen: Vorlesung, Labor und
Exkursion.
- Entwicklungsprozess:
 - Automobilelektronik-Markttrends
 - Technologische Trends
 - Entwicklungsprozesse
 - Anforderungen an Prozesse,
Methoden und Tools
 - Überblick über Lösungsansätze
 - Überblick weitere Veranstaltungen.

Systems Engineering for Automotive Electronics (2)

- Zielarchitektur im Fahrzeug
 - Architektur-Entwicklungsprozess
 - Beschreibung der Zielarchitekturen im Fahrzeug
 - HW/SW-Architektur
 - Vernetzung
 - Bussysteme
 - CAN, LIN, MOST, FlexRay
 - Prozessorfamilien
 - Standard-SW-Module
 - OSEK
 - Diagnosestandards
 - Randbedingungen für den Architekturentwurf
 - Bauraum, Kosten, Montage, Leitungssatz
- Entwicklungswerkzeuge I (Systemebene):
 - Entwicklungsprozesse
 - Anforderungen an Tools im Serieneinsatz
 - Models of Computation (Modellierungsverfahren)
 - Requirements Engineering
 - Methoden und Tools für den Entwurf von Regelsystemen
 - Methoden und Tools für den Entwurf verteilter Systeme (TITUS).

Systems Engineering for Automotive Electronics (3)

- Entwicklungswerkzeuge II (Softwareebene):
 - Automatische Codegenerierung
 - Prozesse, Verfahren, Tools
 - Automatisierter Test
- Qualitätsmanagement:
 - SW-Qualitätsmanagement-System DC.
- Systementwurf und Projektmanagement:
 - Gestaltung eines Entwicklungsprojektes
 - Zusammenspiel Projektmanagement, Prozesse und Tools, Risikomanagement, Lieferantenmanagement.
- SEAE Labor
 - Während des Labors arbeiten die Studenten mit einem aktuellen Tool zur Elektrik- / Elektronik-Architektur Entwicklung und entwickeln eine Teilfunktionalität eines aktuellen Fahrzeugs. Das zu erstellende Modell bietet als Architekturvorschlag aus verschiedene Sichten auf die Teilfunktionalität. Hierdurch wird die Komplexität aktueller Architekturen sowie Möglichkeiten zu deren Beherrschung vermittelt. Das Labor findet an zwei Terminen statt.
- Exkursion zur Porsche AG