

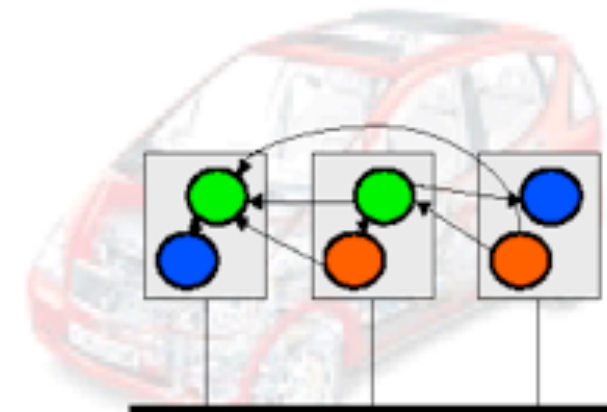
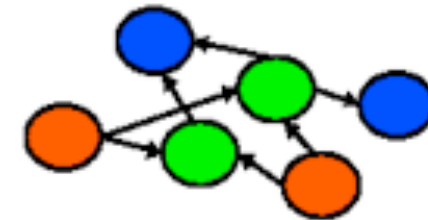
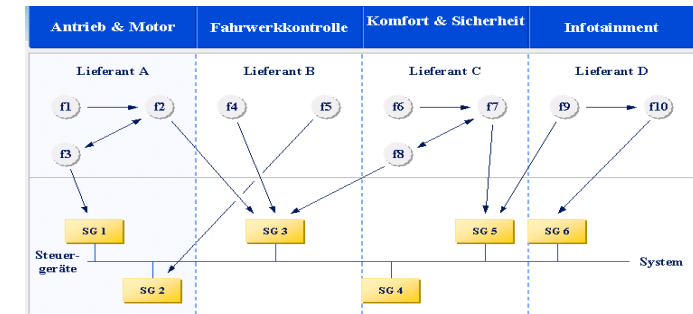
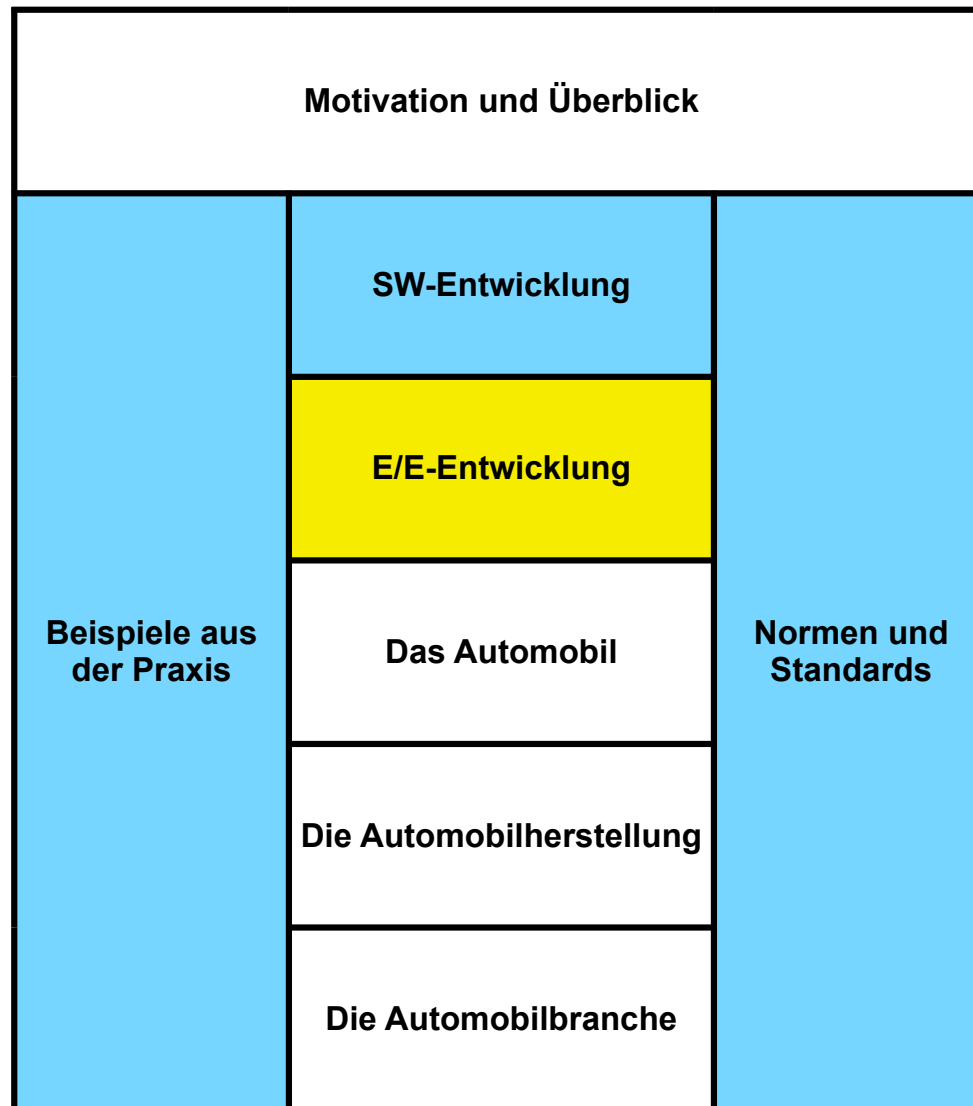
Vorlesung Automotive Software Engineering Teil 5 E/E-Entwicklung (3)

Sommersemester 2015

Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Hohlfeld

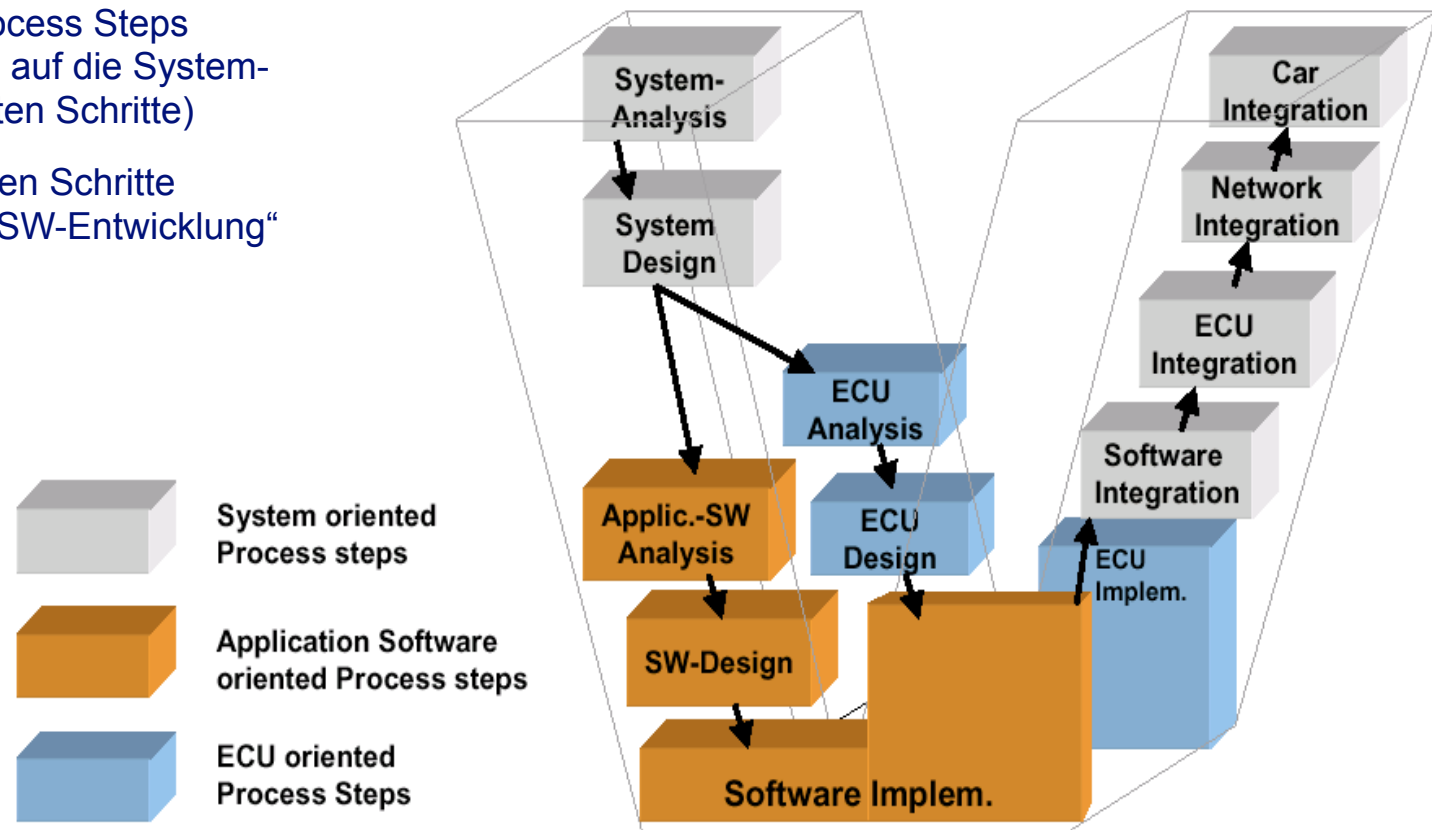
Bernhard.Hohlfeld@mailbox.tu-dresden.de

Technische Universität Dresden, Fakultät Informatik
Honorarprofessur Automotive Software Engineering



- Elektrik/Elektronik-Technologien und -Bauteile sowie Randbedingungen der Elektrik/Elektronik-Entwicklung im Automobil und deren Auswirkung auf die Software-Entwicklung kennenlernen:
 - Bussysteme im Automobil
 - Einführung
 - Architektur serieller Bussysteme
 - Serielle Bussysteme im Kfz
 - Mechatronik-Entwicklungen im Automobil
 - Grundlagen
 - X-by-Wire
 - Elektromechanische Lenkungen
 - Elektromechanische Bremsen
 - Technologien und Bauteile
 - Kabelbaum und Energiebordnetze
 - Halbleitertechnologie
 - Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

- Automotive Elektrik/Elektronik-Entwicklung
- Ziel:
Darstellung von Elektrik/Elektronik-Technologien und -Bauteile sowie von Randbedingungen der Elektrik/Elektronik-Entwicklung für eingebettete Systeme speziell im Automobil
- Schwerpunkt:
ECU oriented Process Steps
(mit Rückwirkung auf die System- und SW-orientierten Schritte)
- Die SW-orientierten Schritte werden in Teil 6 „SW-Entwicklung“ behandelt
- ECU?



5. E/E-Entwicklung

1. Bussysteme im Automobil

1.1. Einführung

1.2. Architektur serieller Bussysteme

1.3. Serielle Bussysteme im Kfz

2. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil

2.1. Grundlagen

2.2. X-by-Wire

2.3. Elektromechanische Lenkungen

2.4. Elektromechanische Bremsen

3. Technologien und Bauteile

3.1. Kabelbaum und Energiebordnetze

3.2. Halbleitertechnologie

3.3. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

5. E/E-Entwicklung

1. Bussysteme im Automobil

1.1. Einführung

1.2. Architektur serieller Bussysteme

1.3. Serielle Bussysteme im Kfz

2. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil

2.1. Grundlagen

2.2. X-by-Wire

2.3. Elektromechanische Lenkungen

2.4. Elektromechanische Bremsen

3. Technologien und Bauteile

3.1. Kabelbaum und Energiebordnetze

3.2. Halbleitertechnologie

3.3. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

1.Bordnetz und Kabelbaum

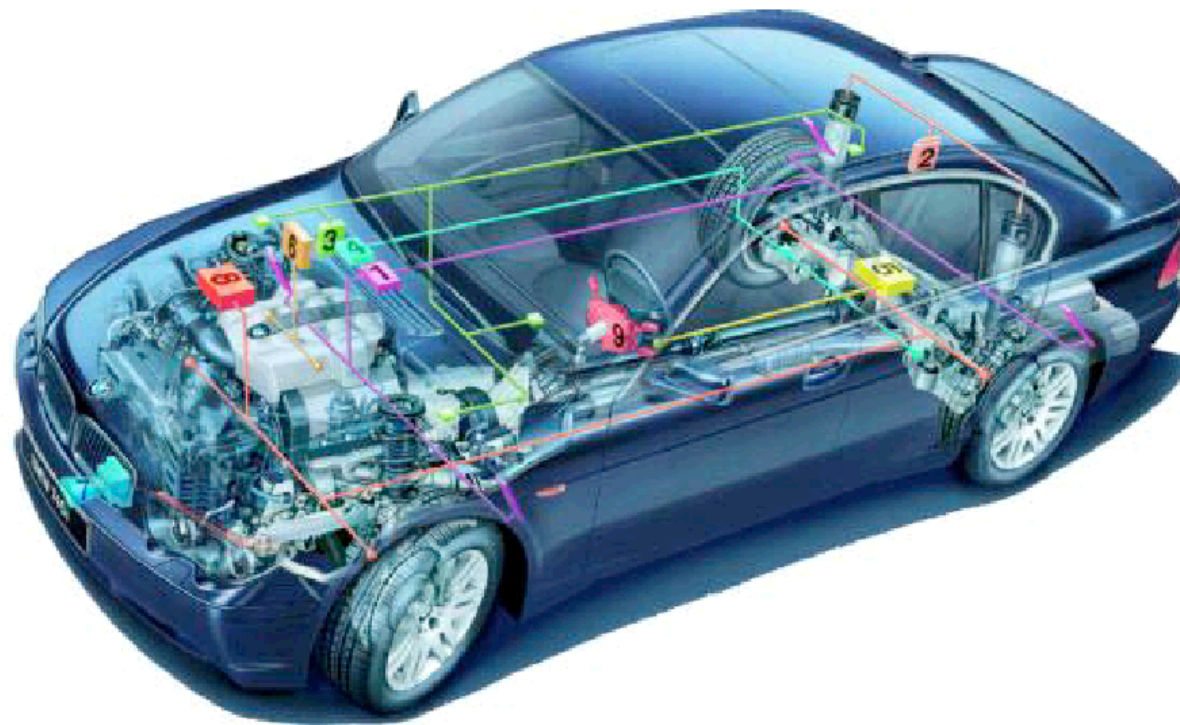
2.42V-Bordnetz und 2 SpBN

3.Alternative Energieversorgung für E/E-Komponenten

4.Energiebordnetze - Zukunft

Der Kabelbaum eines modernen Fahrzeugs besteht aus drei funktionalen Gruppen:

1. Elektrische Energieversorgung (Energiebordnetz)
2. Informationstechnische Verbindung zwischen den Systemen (Bussysteme)
3. HF-Verbindungen von den Antennen zu den Endgeräten



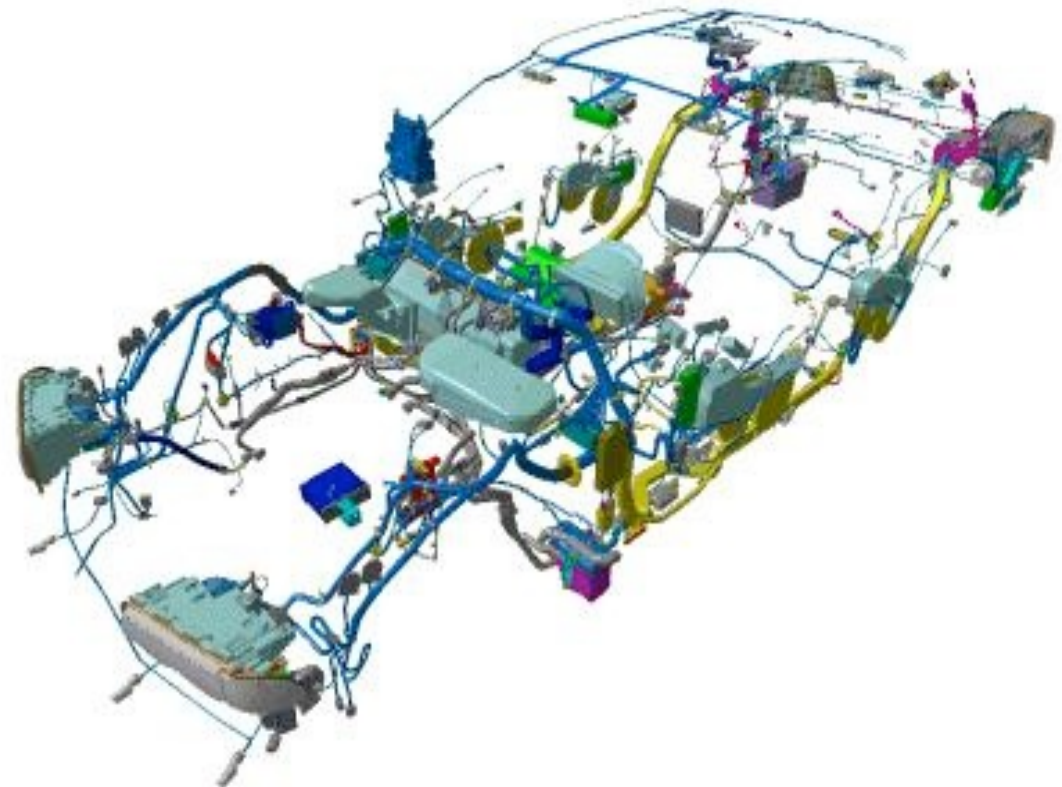
- Die Topologie ergibt sich aus Optimierungszielen:

1. Kosten
2. Gewicht
3. Montagefreundlichkeit
4. Betriebssicherheit

- Das physikalische Bordnetz zählt zu den aufwändigsten, teuersten und schwersten Komponenten in modernen KFZ.

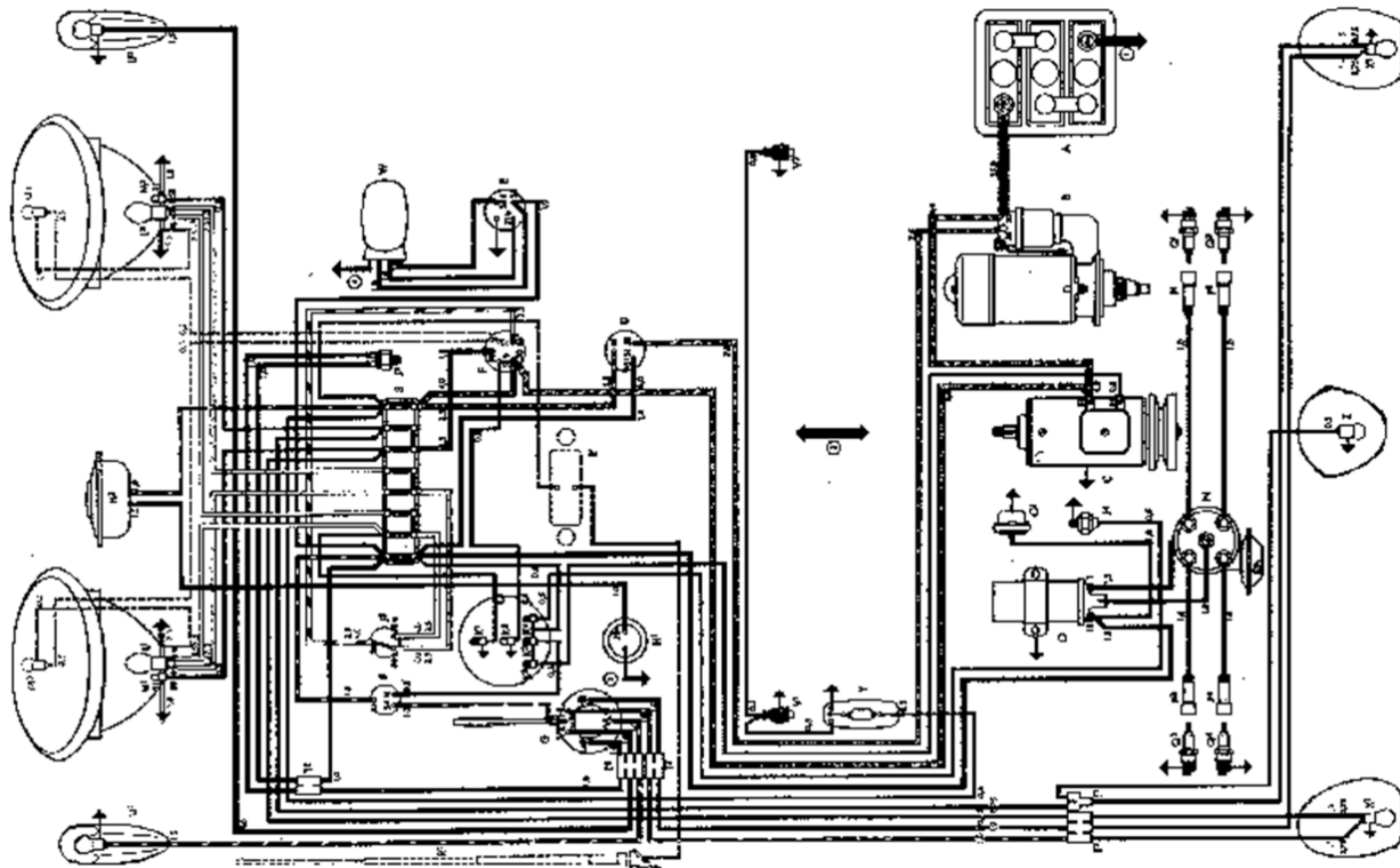
- Beispiel BMW 5er Modelljahr 2003

- Länge 7,3 km
- Masse 55 kg



PREEvision 6

Complexity – in former times



© 2013 . Vector Informatik GmbH. All rights reserved. Any distribution or copying is subject to prior written approval by Vector.

Slide: 6

vector

- Aus der Kosten- und Gewichtssicht rangiert der Kabelbaum bei modernen PKW auf Platz 3 nach Motor und Karosserie
- Das Kabelbaumdesign wird sehr früh im Produktenstehungsprozeß festgelegt. Änderungen sind nur mit sehr großem Aufwand möglich. Modellvarianten werden in der Regel nicht oder nur in kleinen Details (Zündkabelbaum etc.) realisiert.
- Der Kabelbaum hat starken Einfluß auf Performance von Leistungskomponenten, Betriebssicherheit von Steuergeräten, Effizienz der Buskommunikation und EMV-Immission z.B. bei Infotainment-Systemen.

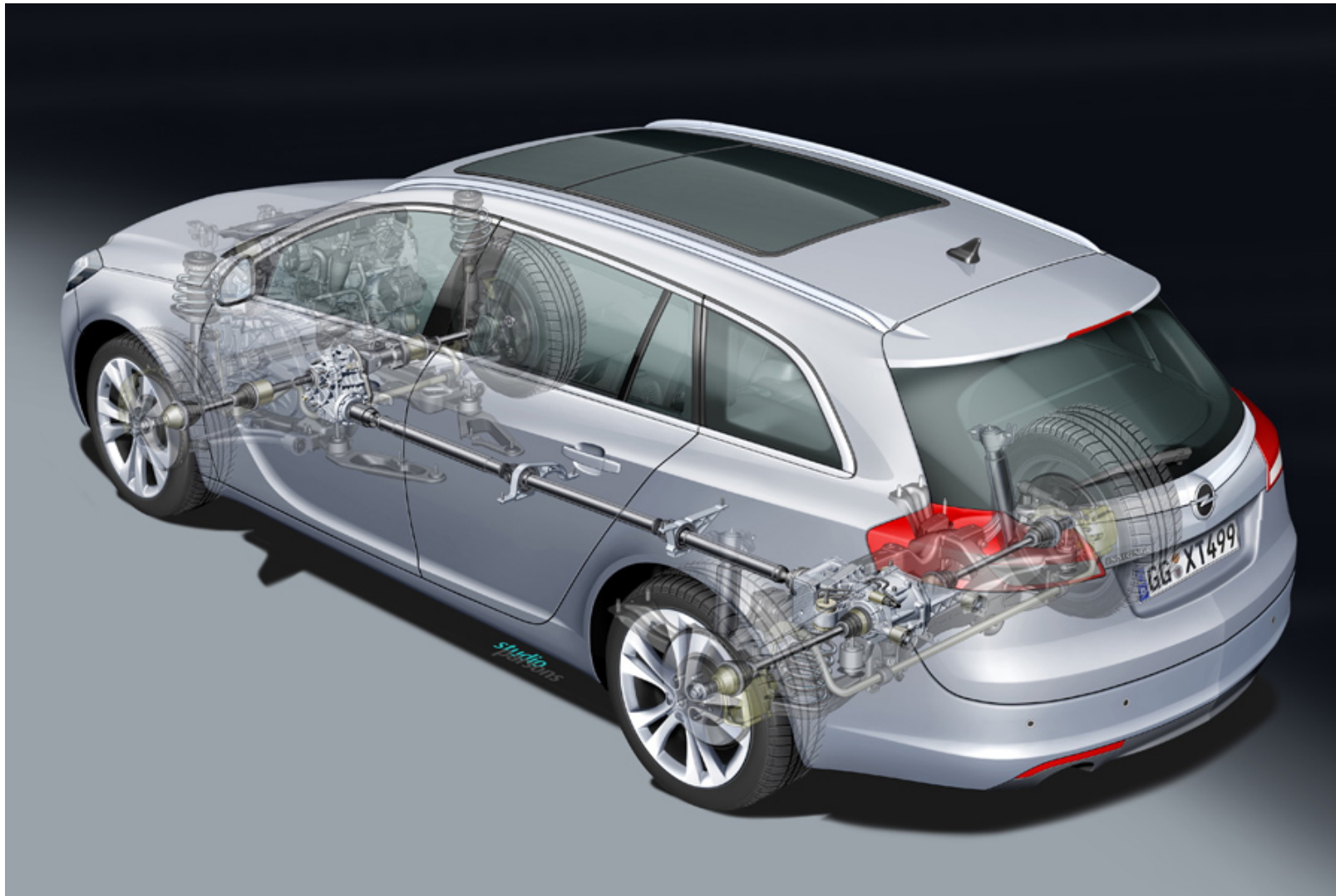


Beispiel für Kabelbäume



- Kabelbaum (deutsch), Wiring harness oder Harness (english)
- OEM: General Motors (<http://www.gm.com/>)
- Zulieferer: Delphi (Ursprünglich Ford Delphi, <http://delphi.com/>)
- Tracking Model: Referenzfahrzeug
- Sechs Referenzfahrzeuge
 - GME TRACKING MODEL
General Motors Europe - Opel Insignia
 - GMNA BASE TRACKING MODEL
General Motors North America Basismodell
 - GMNA MID TRACKING MODEL
General Motors North America Mittelklasse
 - GMNA UP LVL TRACKING MODEL
General Motors North America Oberklasse
 - BUICK POPULAR EQUIPPED TRACKING
Buick Basismodell
 - Buick High End Vehicle
Buick Oberklasse
- Vergleichsgrößen
 - Gewicht (Gesamt, Kupfer)
 - Anzahl Leitungen
 - Gesamtlänge der Leitungen





[Weitere Informationen](#)

1. Bordnetz und Kabelbaum

2. 42V-Bordnetz und 2 SpBN

3. Alternative Energieversorgung für E/E-Komponenten

4. Energiebordnetze - Zukunft

■ Gestern

■ Wenige und einfache Systeme

- Zündung
- Scheibenwischer
- Blinker
- Licht
- ...

■ Gesamtleistung <100W

■ Heute

■ Umfangreiche Komfort- und Sicherheitsfunktionen

- Sitzheizung
- Sitzverstellung
- ABS
- ...

■ Verbrauchs/Immisionsreduzierung

- Katalysatorheizung
- ...

■ Gesamtleistung >6kW

■ Morgen

■ x-by-Wire

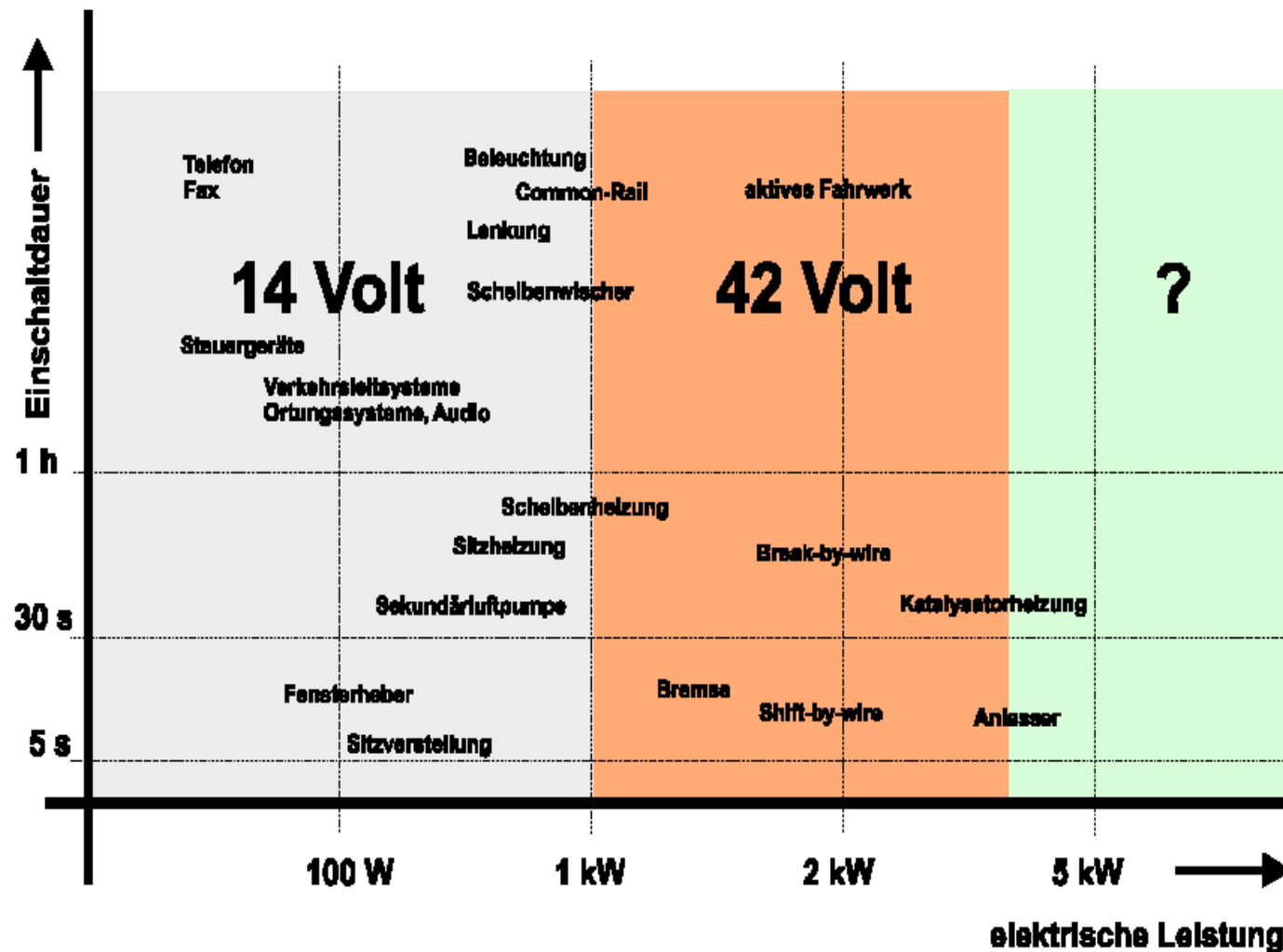
- Throttle-by-Wire: Elektrisches Gaspedal
- Shift-by-Wire: Elektrische Schaltung
- Brake-by-Wire: Elektrische Bremse
- Steer-by-Wire: Elektrische Lenkung
- siehe auch Teil 4 der Vorlesung

■ Erweiterung der Komfort- und Sicherheitsfunktionen

- Aktivlenkung
- Sitzmemory
- ACC (Adaptive Cruise Control)
auch Abstandsregeltempomat, DISTRONIC, ..
- ...

■ Gesamtleistung: ???

Leistungen und Einschaltzeiten elektrischer Verbraucher



Gründe für 42V-Bordnetz

- Leitungsverluste (Strom 1/3, Verluste 1/9)
 - Energieeinsparung
- Reduzierte Leitungsquerschnitte
 - Gewichtsersparnis
- Möglichkeit für neue Systeme
 - E-Kat
 - Aktivlenkung
- Realisierung bekannter Funktionen als elektrische Systeme
 - Reduktion
 - TTM
 - Entwicklungskosten
 - Erhöhung Gleichteileanteil
- Grundlage für hybridelektrische Antriebskonzepte



42V-Bordnetz und 2SpBN



- Übergang zum 42V-Bordnetz
- Abrupter Übergang problematisch:
 - Verfügbarkeit von HL-Komponenten
 - Gängige Prozesse ergeben Spannungsfestigkeit bis ~48V:
 - Zu wenig für 42V-BN
 - Viele Komponenten zu teuer aus Stückzahlgründen
 - Sicherungen
 - Steckverbinder
 - Fremdstart problematisch
- Weiche Migration erforderlich
 - 14V/42V-Zweispannungsbordnetz (2SpBN)
- Siehe auch:
- x-by-wire-Entwicklungen
 - x-by-wire: Warum eigentlich?



Basisbordnetz (12V) mit Erweiterung auf 24V

- Quelle: [Meitinger]
- Siehe auch:
Teil 4 x-by-wire

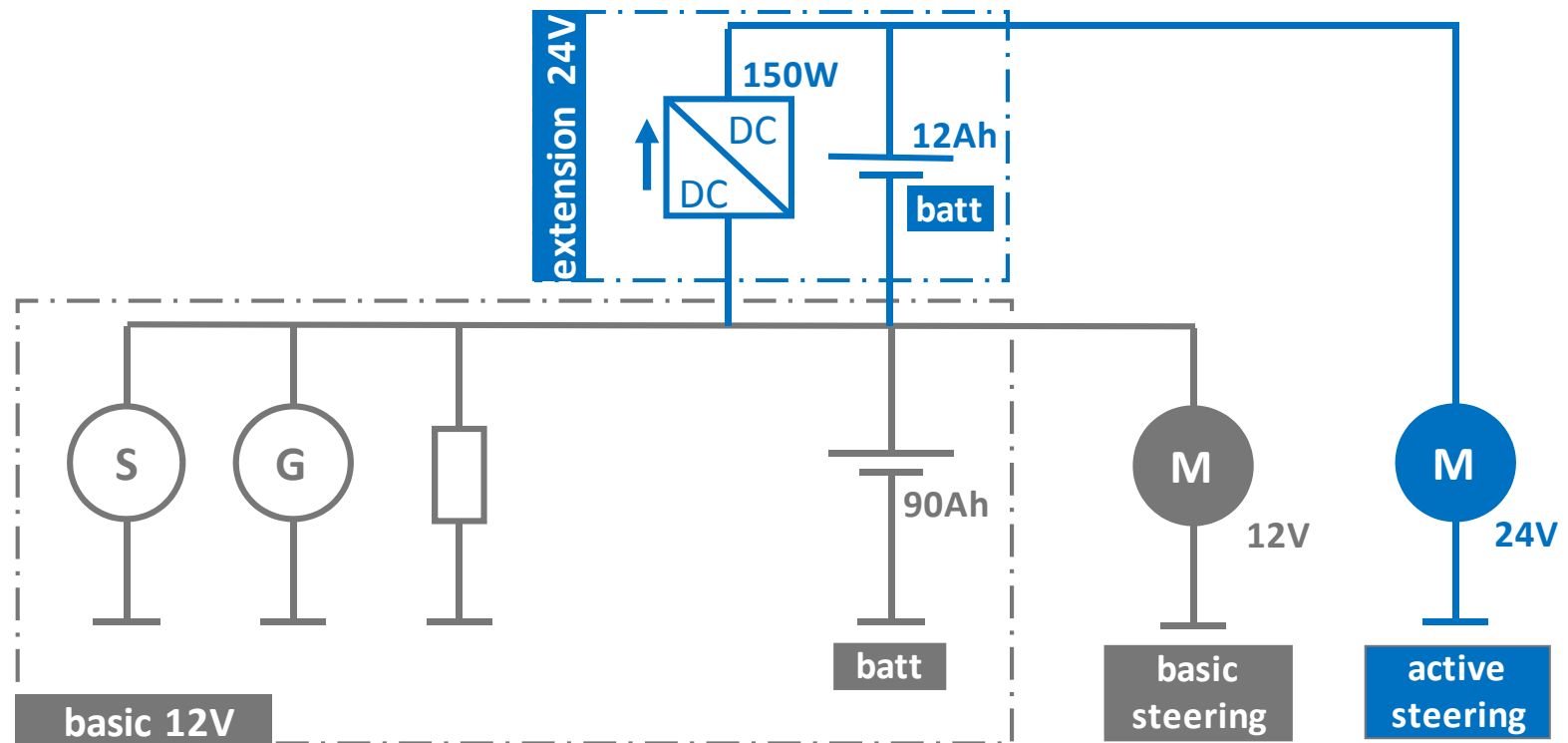


Abbildung 11: Basisbordnetz (12V) mit Erweiterung auf 24V

- 42V-Technologie: Probleme und offene Fragen
- Technik
 - Mangelnde Entwicklungserfahrung
 - EMV
 - Stabilität
 - Design
 - Lichtbogenproblematik
- Logistik und Preis
 - Steckverbinder
 - Sicherungen
 - Leistungshalbleiter
 - Logikbausteine
- Organisation
 - Ausstattung/Umschulung von Fertigung und Vertrieb/Service
 - Parallele Fertigung von alter und neuer Technologie



1.Bordnetz und Kabelbaum

2.42V-Bordnetz und 2 SpBN

3.Alternative Energieversorgung für E/E-Komponenten

4.Energiebordnetze - Zukunft

Anforderungen an die (ideale) Energiespeicherung

- ⇒ Hohe Speicherkapazität
- ⇒ Hohe Leistungsabgabe
- ⇒ Große Anzahl Lade/Entladezyklen
- ⇒ Schnelle Rückladefähigkeit (Rekuperation)
- ⇒ Geringe Selbstentladung
- ⇒ Geringe Temperaturabhängigkeit
- ⇒ Kompakte Abmaße

■ Blei-Säure-Batterie

- + Bewährte Technologie
- + Kostengünstig
- + Geringe Selbstentladung
- Hohes Gewicht / Volumen
- Starke SOC-Abhängigkeit (> 60% nötig)
- Muß optimiert werden

z.B. bei

Max. Energiedichte ca. 50 Wh/kg → geringe Leistung

Max. Leistung > 400 W/kg → geringe Energiedichte

■ SOC

= engl. Abkürzung für State of Charge
= Ladezustand Batterie

■ Beispiel Hochleistungsbatterie (JCI)

- ⇒ Sehr geringer Innenwiderstand
- ⇒ Zellen in Wickeltechnik
- ⇒ Große Kontaktflächen
- ⇒ Vollständig gekapselt
- ⇒ Abmaße nur 10,4 x 11,7 x 19,5 cm³
- ⇒ Leistung bis 2,5 kW (12 V)
- ⇒ 36-V-“Bank“ in versch. Geometrien
- ⇒ Geringe Kapazität 6,5 Ah
- ⇒ Relativ hohe Kosten



■ Lithium-Ionen-Batterie

- + Hohe Energiedichte 70 - 100 Wh/kg
- + Geringe SOC-Abhängigkeit (> 20 % hinreichend)
- + Sehr gute Rückladefähigkeit
- + Zellenspannung 4,2 V
- Hohe Kosten
- Noch nicht verfügbar (?)

■ Nickel-Metall-Hydrid-Batterie

- + Hohe Lebensdauer
- + Energie-/leistungsoptimierbar
- Energiedichte 50 - 80 Wh/kg
- Kleine Zellenspannung (1,2 V)
- Hohe Selbstentladung
- Hohe Kosten

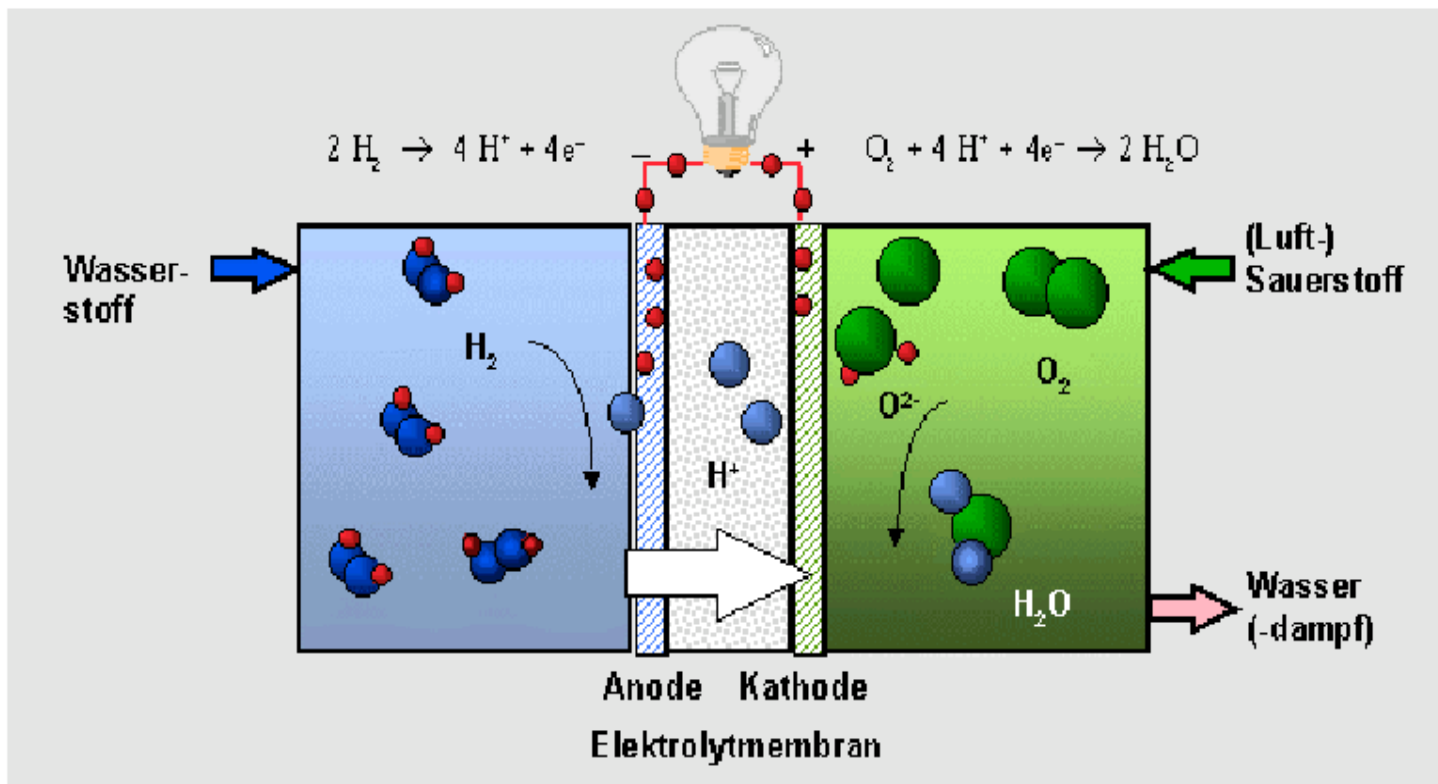
Lithium-Polymer-Batterie

- + Hohe Energiedichte 100 - 120 Wh/kg
- + Feststoffbatterie, nichttoxisch
- + Zellengeometrie beliebig
- + Batteriemanagement direkt integrierbar
- Hohe Kosten
- Noch nicht verfügbar

■ „Aktive“ Batterie (iQ Battery)

- ⇒ Beheizung für opt. Temperatur
- ⇒ Säureumwälzung
- ⇒ Abschaltung bei längerer Standzeit
- ⇒ Verringerung der Kapazität (Gewicht)
- ⇒ 36-V-Batterien als Labormuster

Brennstoffzelle

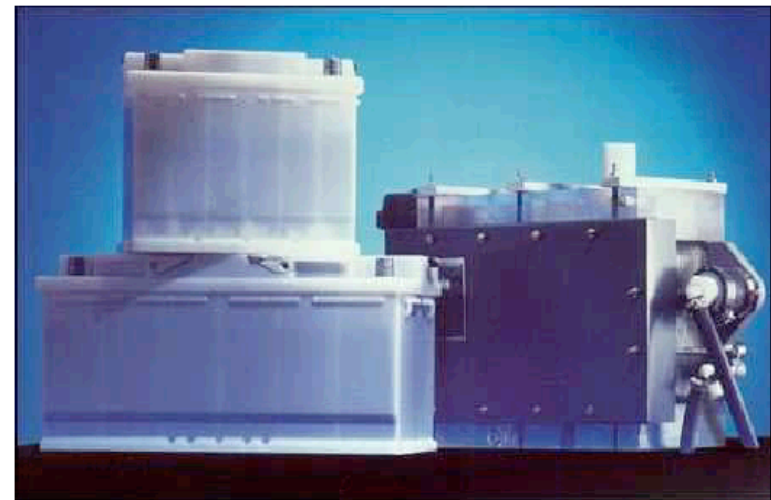


■ Vorteile der Brennstoffzelle

- Strom und Wärme nutzbar
- Saubere Abgase
- Möglichkeit von langfristig großer elektrischer und thermodynamischer Leistung ohne Motorlauf
 - Standklima
 - mobile office

■ Nachteile der Brennstoffzelle:

- Kosten
- Wasserstoff
 - Herstellung
 - Verfügbarkeit
 - Lagerung (Tankstelle)
 - Speicherung (Fahrzeug)
- Gesamtenergiebilanz betrachten!



Größenvergleich Autobatterie - Brennstoffzelle

1. Bordnetz und Kabelbaum

2. 42V-Bordnetz und 2 SpBN

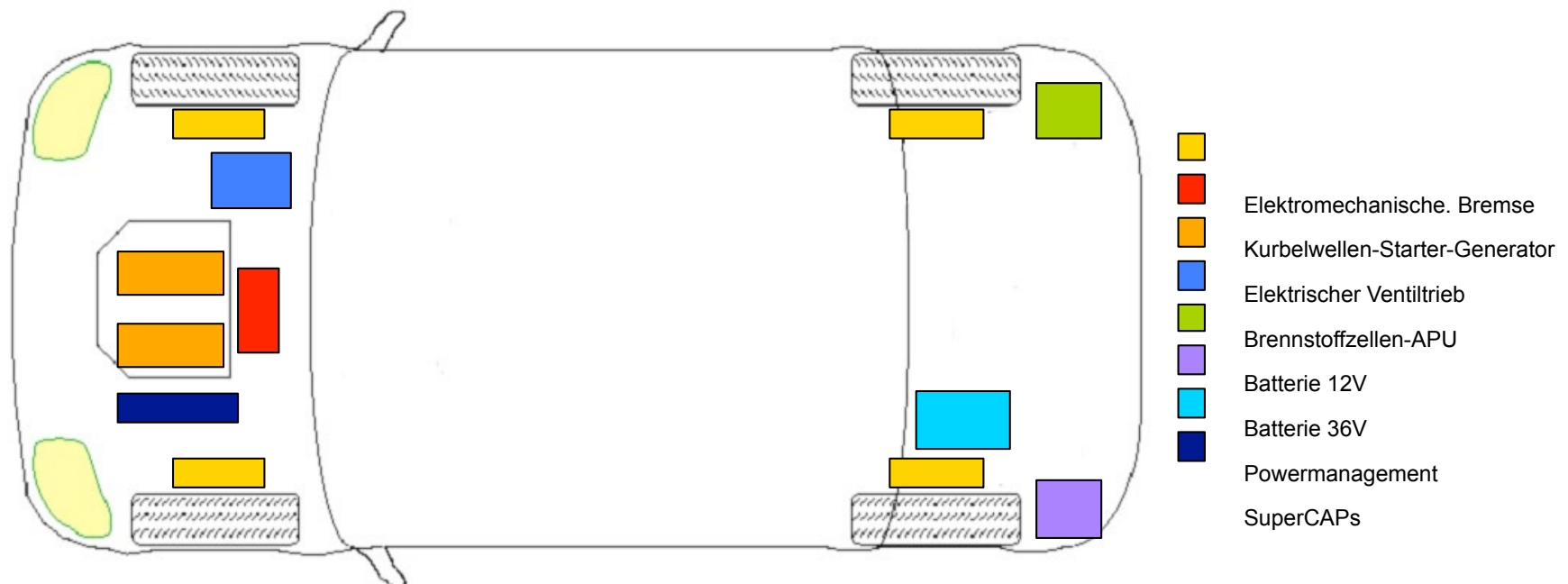
3. Alternative Energieversorgung für E/E-Komponenten

4. Energiebordnetze - Zukunft

■ Kernelemente:

- 2-Spannungsbordnetz
- Li-Polymerbatterien 12V und 36V
- Kurbelwellen-Starter-Generator

- APU: Brennstoffzelle
- Hilfstriebwerk (engl. auxiliary power unit, APU)
- Elektromechanische Bremse
- „Brake-by-Wire“
- Elektrischer Ventiltrieb
- „Throttle-by-wire“



Supercap statt Akku: Neue Hochleistungs-Energiepuffer machen Brennstoffzellenautos wirtschaftlicher (1)



http://www.innovations-report.de/html/berichte/energie_elektrotechnik/bericht-30605.html

Für den Einbau in den Brennstoffzellen-Bora verbanden die Schweizer Entwickler je 140 Supercaps zu zwei Modulen, die sie unter der Motorhaube und unter dem Rücksitz platzierten. Foto: psi



Supercap statt Akku: Neue Hochleistungs-Energiepuffer machen Brennstoffzellenautos wirtschaftlicher (2)



Supercaps sollen künftige Brennstoffzellenautos wirtschaftlicher machen und deren Fahrleistungen verbessern: Die Hochleistungs-Kondensatoren werden mit überschüssiger Energie oder mit der beim Abbremsen des Fahrzeugs freiwerdenden Energie aufgeladen. Beim Beschleunigen bringt der Energieschub aus den Supercaps zusätzliche Leistung. Anders als Akkus unterliegen solche Kondensatoren jedoch keinem Verschleiß.

Die Motoren gewöhnlicher Autos mit Verbrennungsmotor sind etwa um den Faktor zwei überdimensioniert: Die maximale Motorleistung wird nur während eines Bruchteils der Betriebszeit benötigt, etwa beim Beschleunigen aus dem Stand oder bei einem Überholmanöver. Den größten Teil der Zeit, beispielsweise beim "Mitschwimmen" im dichten Verkehr oder bei der Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit auf einer Bundesstraße, würde ein Motor mit wesentlich geringerer Leistung völlig ausreichen. Überdimensionierte Motoren sind jedoch nicht nur teurer und schwerer, sie verbrauchen insgesamt auch mehr Kraftstoff, da der Wirkungsgrad eines Verbrennungsmotors im unteren Bereich seiner Leistungskurve deutlich geringer ist.

5. E/E-Entwicklung

1. Bussysteme im Automobil

1.1. Einführung

1.2. Architektur serieller Bussysteme

1.3. Serielle Bussysteme im Kfz

2. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil

2.1. Grundlagen

2.2. X-by-Wire

2.3. Elektromechanische Lenkungen

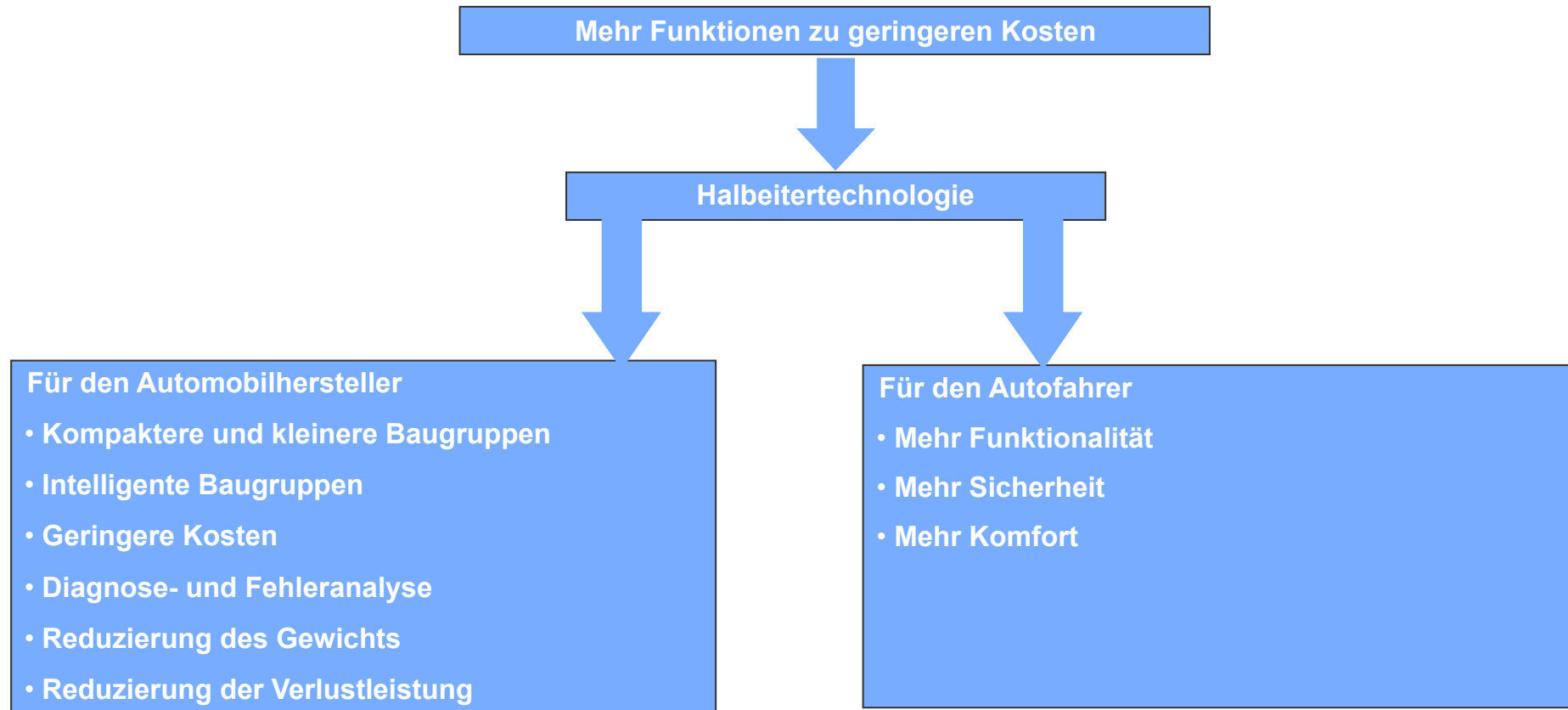
2.4. Elektromechanische Bremsen

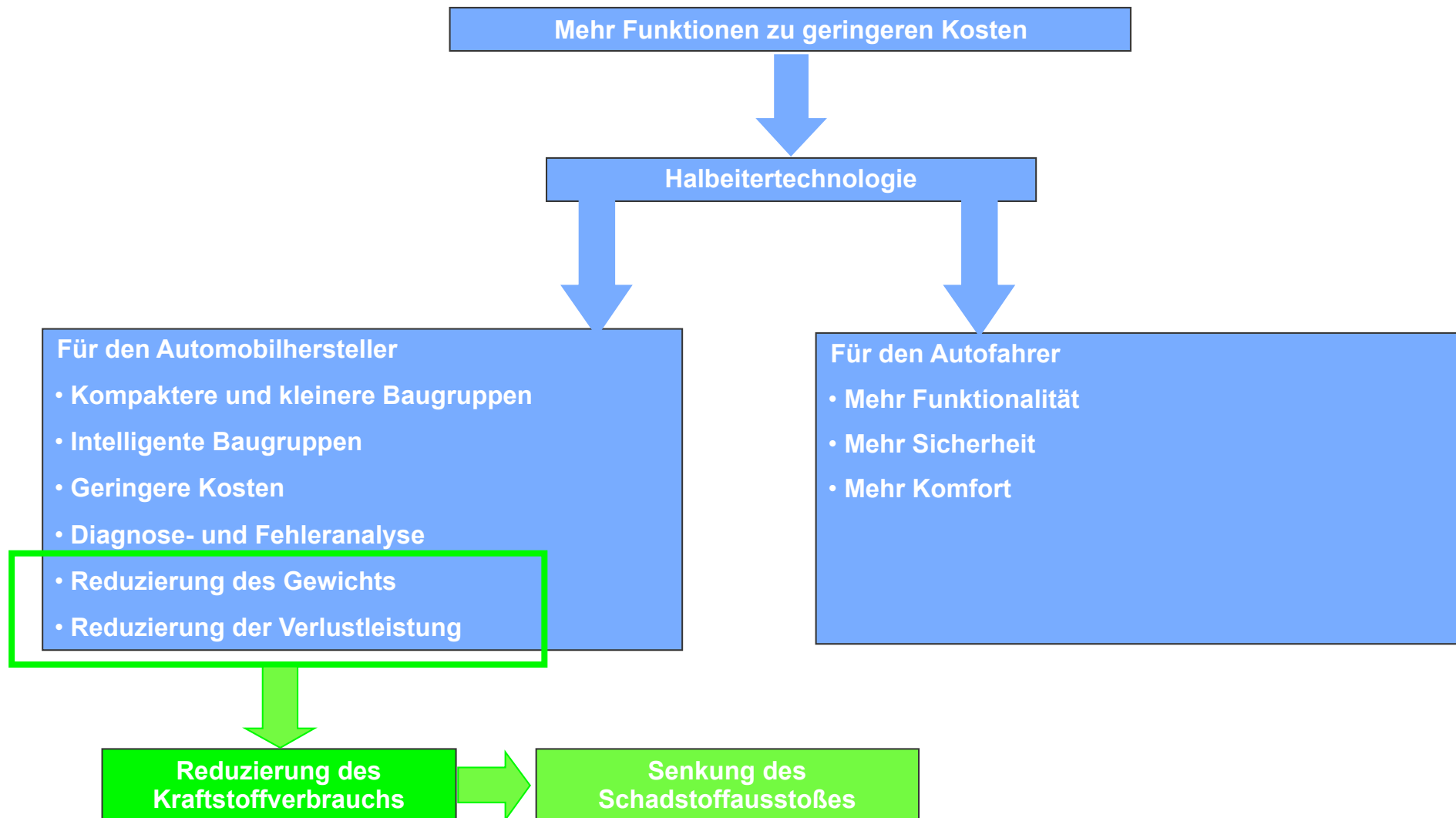
3. Technologien und Bauteile

3.1. Kabelbaum und Energiebordnetze

3.2. Halbleitertechnologie

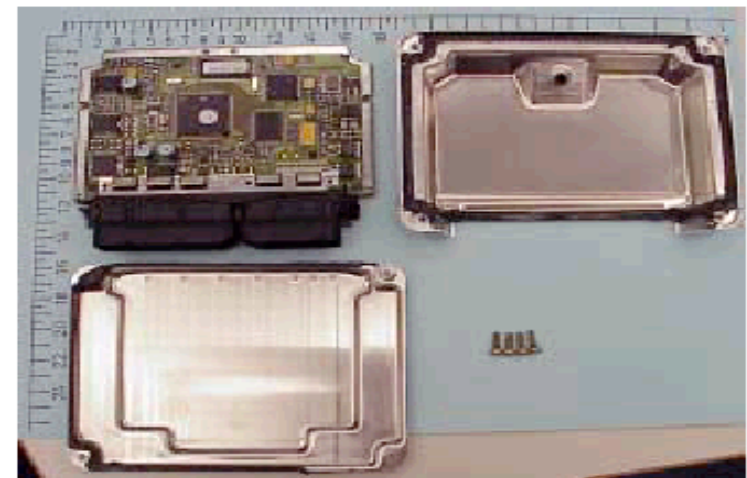
3.3. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)





Beispiele für Steuergeräte

- Türsteuerung
 - Fensterheber
 - Türverriegelung
 - Kindersicherung
 - Spiegelheizung
 - usw.
- Steuerung der Fahrzeugbeleuchtung
- Mit Halbleitern Kostenersparnis von 40% :-) gegenüber den auf elektromechanischen Relais basierenden Steuergeräten
- Steigerung der Funktionalität um 140% :-)
- Veraltete Zahlen, mittlerweile Stand der Technik



■ Vorteile eines Steuergeräts mit Halbleitertechnologie

- Unempfindlichkeit gegen Vibrationen und Stöße
- Komplexe Funktionalität möglich
- Geringes Gewicht
- Kein Verschleiß von Schaltern

■ Probleme der HL-Technologie

- Temperatur
- Automotive-typische Spannungen problematisch
- ESD (Electrostatic Discharge)
- (Teurer als mechanische Schalter (Relais))

■ Vorteile eines Steuergeräts mit Halbleitertechnologie

- Unempfindlichkeit gegen Vibrationen und Stöße
- Komplexe Funktionalität möglich
- Geringes Gewicht
- Kein Verschleiß von Schaltern

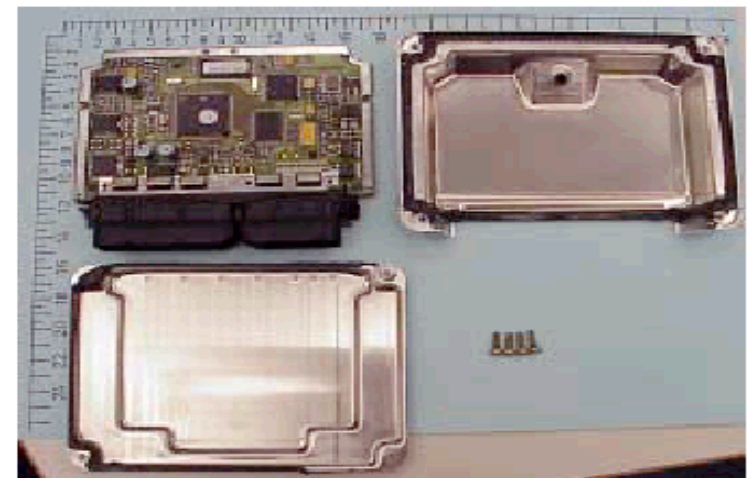
■ Probleme der HL-Technologie

- Temperatur
- Automotive-typische Spannungen problematisch
- ESD (Electrostatic Discharge)
- (Teurer als mechanische Schalter (Relais))



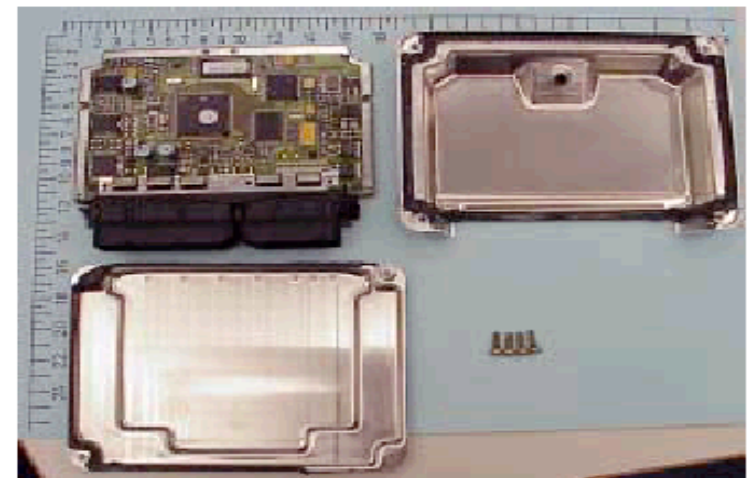
Beispiele für Steuergeräte

- Türsteuerung
 - Fensterheber
 - Türverriegelung
 - Kindersicherung
 - Spiegelheizung
 - usw.
- Steuerung der Fahrzeugbeleuchtung
- Mit Halbleitern Kostenersparnis von 40% gegenüber den auf elektromechanischen Relais basierenden Steuergeräten
- Steigerung der Funktionalität um 140%



Beispiele für Steuergeräte

- Türsteuerung
 - Fensterheber
 - Türverriegelung
 - Kindersicherung
 - Spiegelheizung
 - usw.
- Steuerung der Fahrzeugbeleuchtung
- Mit Halbleitern Kostenersparnis von 40% gegenüber den auf elektromechanischen Relais basierenden Steuergeräten
- Steigerung der Funktionalität um 140%



- Elektrostatische Entladung (engl. electrostatic discharge, kurz ESD) ist ein durch große Potenzialdifferenz in einem elektrisch isolierenden Material entstehender Funke oder Durchschlag, der einen sehr kurzen hohen elektrischen Stromimpuls verursacht.
- Ursache der Potenzialdifferenz ist meist eine Aufladung durch Reibungselektrizität.
- Produktionsmaschinen für elektrisch isolierende Endloserzeugnisse sowie der Umgang mit isolierenden Schüttgütern erfordert besondere Sicherheitsmaßnahmen gegen elektrostatische Aufladung.
- Reibungselektrizität tritt z. B. auch beim Laufen über einen Teppichboden auf, wobei ein Mensch auf ca. 30.000 V aufgeladen werden kann. Auch Bewegen auf einem Stuhl kann Aufladungen erzeugen, Kunststoffgriffe von Werkzeugen können elektrostatische Potentialunterschiede verursachen, die empfindliche Bauteile gefährden.
- Symbol für eine ESD-Schutzkomponente (links) und Gefahrenzeichen für ESD-gefährdete Bauteile (rechts)



5. E/E-Entwicklung

1. Bussysteme im Automobil

1.1. Einführung

1.2. Architektur serieller Bussysteme

1.3. Serielle Bussysteme im Kfz

2. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil

2.1. Grundlagen

2.2. X-by-Wire

2.3. Elektromechanische Lenkungen

2.4. Elektromechanische Bremsen

3. Technologien und Bauteile

3.1. Kabelbaum und Energiebordnetze

3.2. Halbleitertechnologie

3.3. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

1.Störfestigkeit und Störemission

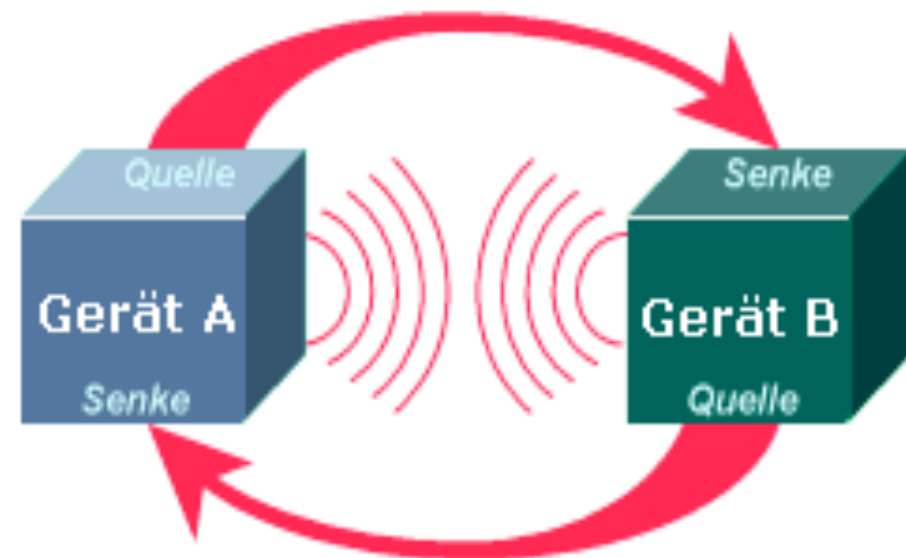
2.EMV vernetzter E/E-Systeme

3.Entwicklungsprozess

4.Komponentenprüfungen

5.Fahrzeugprüfungen

- Definition von elektromagnetischer Verträglichkeit
- Laut dem deutschen Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten (EMVG) (§2.9) ist elektromagnetische Verträglichkeit die Fähigkeit eines Gerätes, in der elektromagnetischen Umwelt zufriedenstellend zu arbeiten, ohne dabei selbst elektromagnetische Störungen zu verursachen, die für andere in dieser Umwelt vorhandene Geräte unannehmbar wären, wobei nach §2.3 des EMVG Geräte alle elektrischen und elektronischen Apparate, Systeme, Anlagen und Netze, die elektrische oder elektronische Bauteile enthalten, sind (engl.: EMC=Electromagnetic Compatibility)
- Elektromagnetische Strahlungen werden von jedem elektrischen oder elektronischem Gerät ausgesendet. (Störquellen)
- Durch von außen einwirkende elektromagnetische Störungen kann jedes elektrische oder elektronische Gerät in seiner Funktion beeinträchtigt oder gar beschädigt werden. (Störsenken)



Extreme Umweltbedingungen (mechanische Beanspruchung, Verbaauraum, Temperatur, etc.)

- Was hat das mit Softwareentwicklung zu tun?



Extreme Umweltbedingungen (mechanische Beanspruchung, Verbaauraum, Temperatur, etc.)



EMV

- Was hat das mit Softwareentwicklung zu tun?



■ 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

■ Schnittstellen

- Mechanik
- Energie
- Information

■ Ansprechpartner

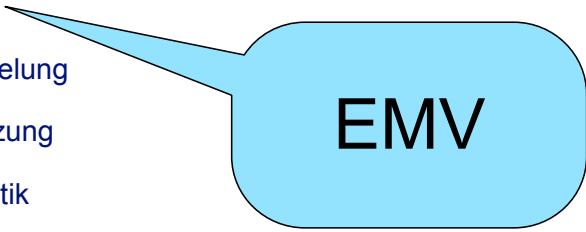
- Baugruppenverantwortlicher Karosserie
- Baugruppenverantwortlicher Sitze
- Baugruppenverantwortlicher Kombi-Instrument
- Baugruppenverantwortlicher Blinker
- Baugruppenverantwortlicher Mittelkonsole
- Baugruppenverantwortlicher Soundsystem
- Baugruppenverantwortlicher Seitenairbag
- Verantwortlicher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

■ Zulieferer

- Schliesssystem
- Scheiben
- Fensterheber
- Aussenspiegel
- Türsteuergerät
- Schalter

■ Schnittstellen

- Mechanik
- Energie
- Information



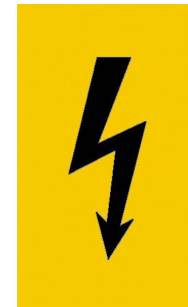
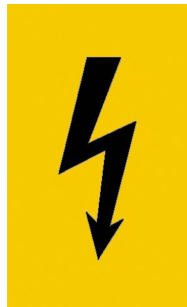
EMV

■ Störsenken

- Funkempfänger
 - Fernseher
 - Radio
- Consumer-Elektronik
- EDV-Anlagen
- Sensoren
 - Motorelektronik
 - Fahrdynamik
 - Airbag
- Medizinelektronik
 - Herzschrittmacher

■ Störquellen

- Zündanlagen
- E-Motoren
- Leistungselektronik (z.B. ICE)
- Sendeanlagen
 - UKW-Sender
 - Mobilfunktelefone
- Leuchtstofflampen
- Portable Electronic Devices (PED)
 - Tragbarer CD-Spieler
 - LapTop
 - PDA
 - iPod



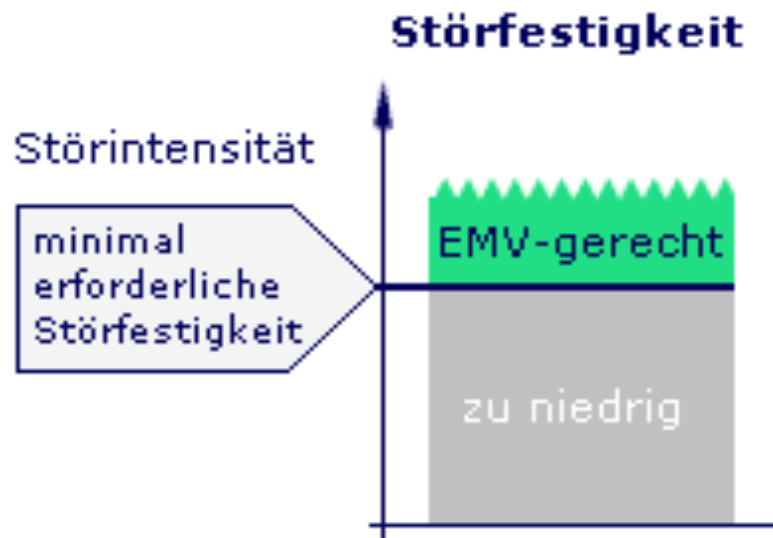
EMV-Prüfung der elektrischen Feldstärke

Störfestigkeit und Störemission



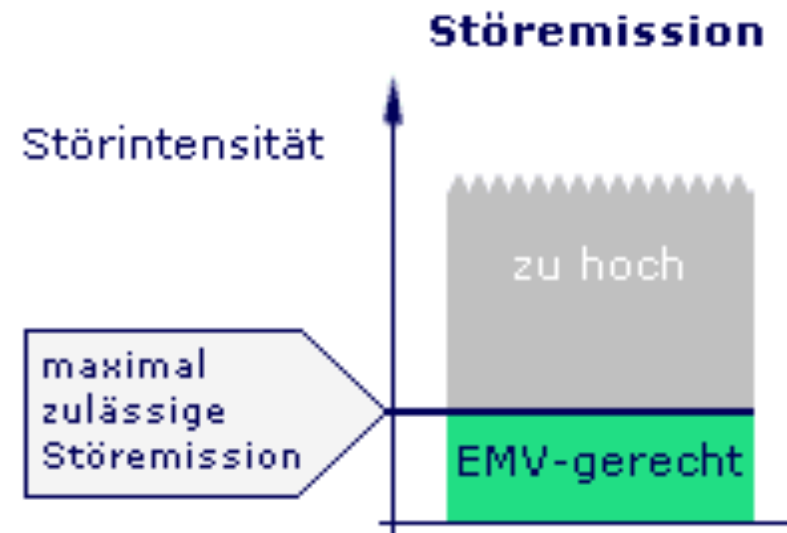
■ Störfestigkeit

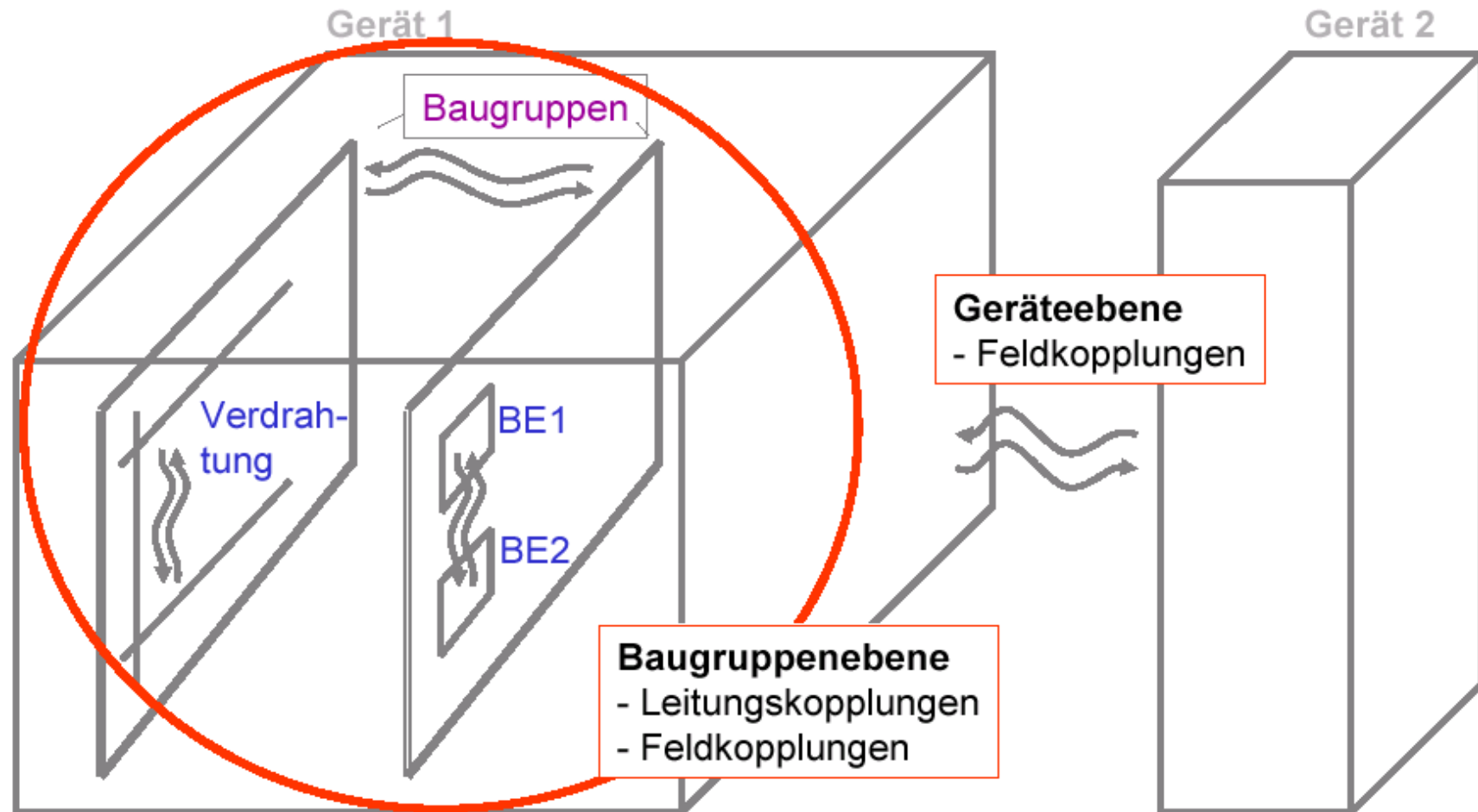
- Prüfung der Festigkeit gegenüber elektromagnetischen Störungen bezogen auf den vorgesehenen Einsatzort
- EMV-gerecht: Keine Störungen bei Einstrahlungen unterhalb der minimal erforderlichen Störfestigkeit



■ Störemission

- Messung der vom Prüfling ausgesandten elektromagnetischen Störungen
- EMV-gerecht: Keine Abstrahlungen oberhalb der maximal zulässigen Störemission





EMV- Normreihe mit weltweiter Bedeutung

- IEC 61000-1 : Introduction, terms and conditions
- IEC 61000-2 : Classification of electromagnetic environments
- IEC 61000-3 : Limits and disturbance levels
- IEC 61000-4 : Testing and measurement techniques
- IEC 61000-5 : Installation and mitigation guidelines
- IEC 61000-6 : Generic standards

Ausgewählte Normen

Anwendungsbereich	Störaussendung	Störfestigkeit
Informationstechnische Einrichtungen	DIN EN 55022 (P)	DIN EN 55024 (P)
Industrielle, wissenschaftl. und medizinische HF-Geräte	DIN EN 55011 (P)	EN 55082-2 (FG)
Signalübertragung auf Niederspannungsnetzen	DIN EN 50065 (P)	DIN EN 50082-2 (FG)
Beleuchtungseinrichtungen	DIN EN 55015 (P)	DIN EN 50082-2 (FG)
Rundfunkempfänger	DIN EN 55013 (P)	DIN EN 55020 (P)
Haushaltsgeräte	DIN EN 55014 (P)	DIN EN 55104 (P)

Grundsatz:

Produktnorm (P) anwenden-
existiert für ein Gerät oder ein
System keine entsprechende, ist
die Fachgrundnorm (FG) bindend.

1. Störfestigkeit und Störemission

2. EMV vernetzter E/E-Systeme

3. Entwicklungsprozess

4. Komponentenprüfungen

5. Fahrzeugprüfungen

EMV-Bereiche für die Auslegung der elektrischen und elektronischen Systeme für das Kfz (1)



■ Sender und Empfänger

■ Störeinstrahlung

- Keine Funktionsstörungen durch leistungsstarke Rundfunksender

■ Störausstrahlung

- Keine Störung von ortsfestem Funkempfang durch den Betrieb eines Fahrzeugs



■ E/E-Komponente

Die Rückwirkung (impulsförmige Signale u.a. Störsignale) durch verschiedene E/E-Komponenten, die im Fahrzeug in enger räumlicher Nähe zueinander eingebaut und aus einem gemeinsamen Bordnetz versorgt werden, darf untereinander nicht zu unzulässigen Fehlfunktionen führen



EMV-Bereiche für die Auslegung der elektrischen und elektronischen Systeme für das Kfz (3)



■ Bordnetzelektronik

Da periodisch auftretende Schaltvorgänge und vor allem Taktsignale von μC in den Empfangsgeräten der mobilen Kommunikation Störungen hervorrufen können, muss die Störaussendung der Bordnetzelektronik begrenzt werden



1. Störfestigkeit und Störemission

2. EMV vernetzter E/E-Systeme

3. Entwicklungsprozess

4. Komponentenprüfungen

5. Fahrzeugprüfungen

■ Konzeptphase:

- Klärung und Analyse des Einsatzbereiches und der Einsatzbedingungen
- Identifikation der anzuwendenden Normen

■ Lastenheft:

- Festlegung der EMV-Anforderungen mit Prüf- und Nachweisbedingungen seitens OEM

■ Pflichtenheft:

- Seitens Zulieferers zu erfüllende EMV-Anforderungen

■ Produktentwicklung

- EMV-gerechter Entwurf (Baugruppen und Gerät)
- Durchführung von Messungen (Komponenten- und Fahrzeugprüfungen)
- Zertifizierung

■ Produktpflege

- Sicherstellung von EMV bei Änderungen und Bauteilersatz

Entwicklungsprozess

EMV-Aktivitäten in der Produktentwicklung



Gilt sinngemäss auch für
andere Aktivitäten in der
Produktentwicklung

■ Konzeptphase:

- Klärung und Analyse des Einsatzbereiches und der Einsatzbedingungen
- Identifikation der anzuwendenden Normen

■ Lastenheft:

- Festlegung der EMV-Anforderungen mit Prüf- und Nachweisbedingungen seitens OEM

■ Pflichtenheft:

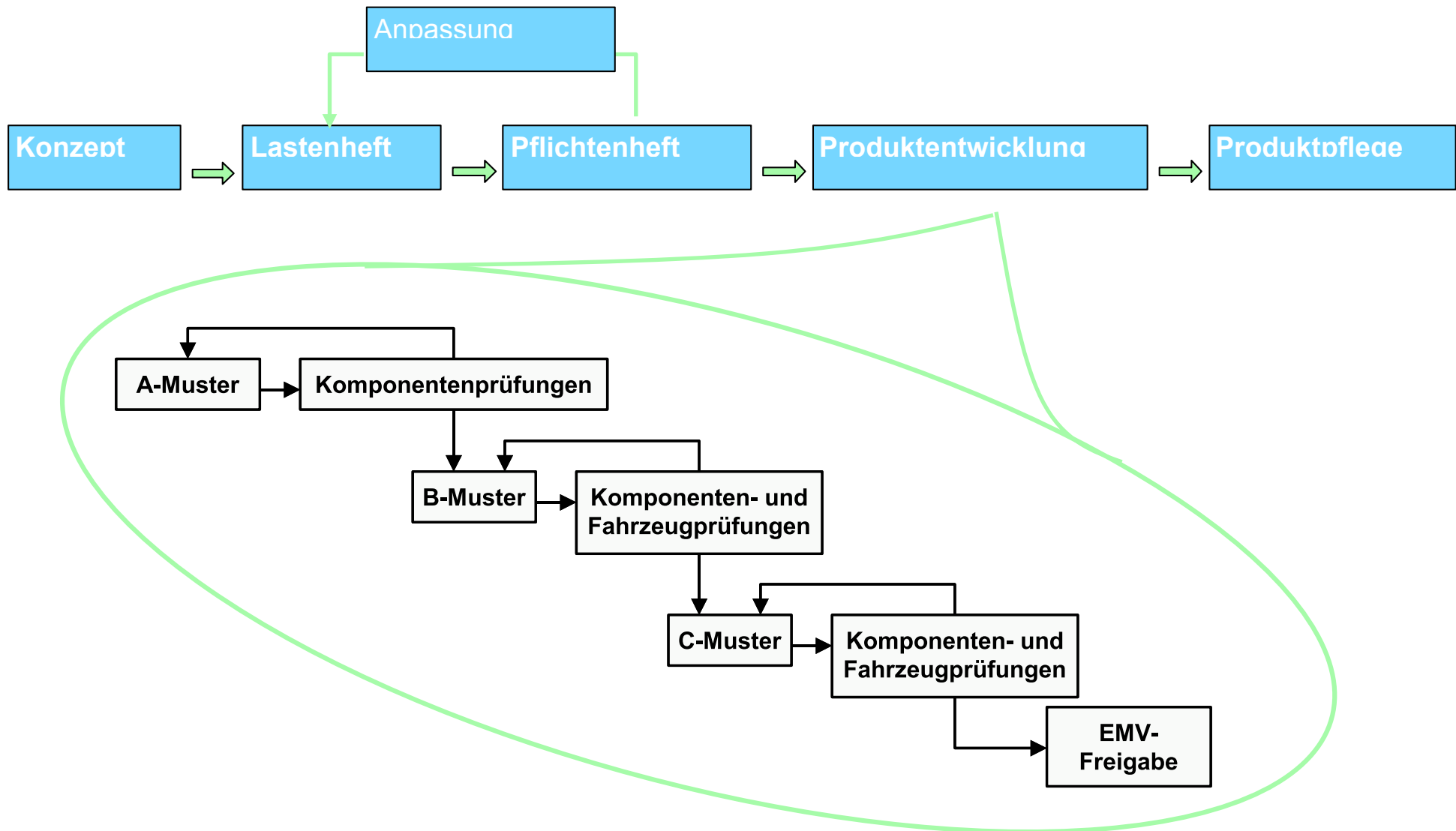
- Seitens Zulieferers zu erfüllende EMV-Anforderungen

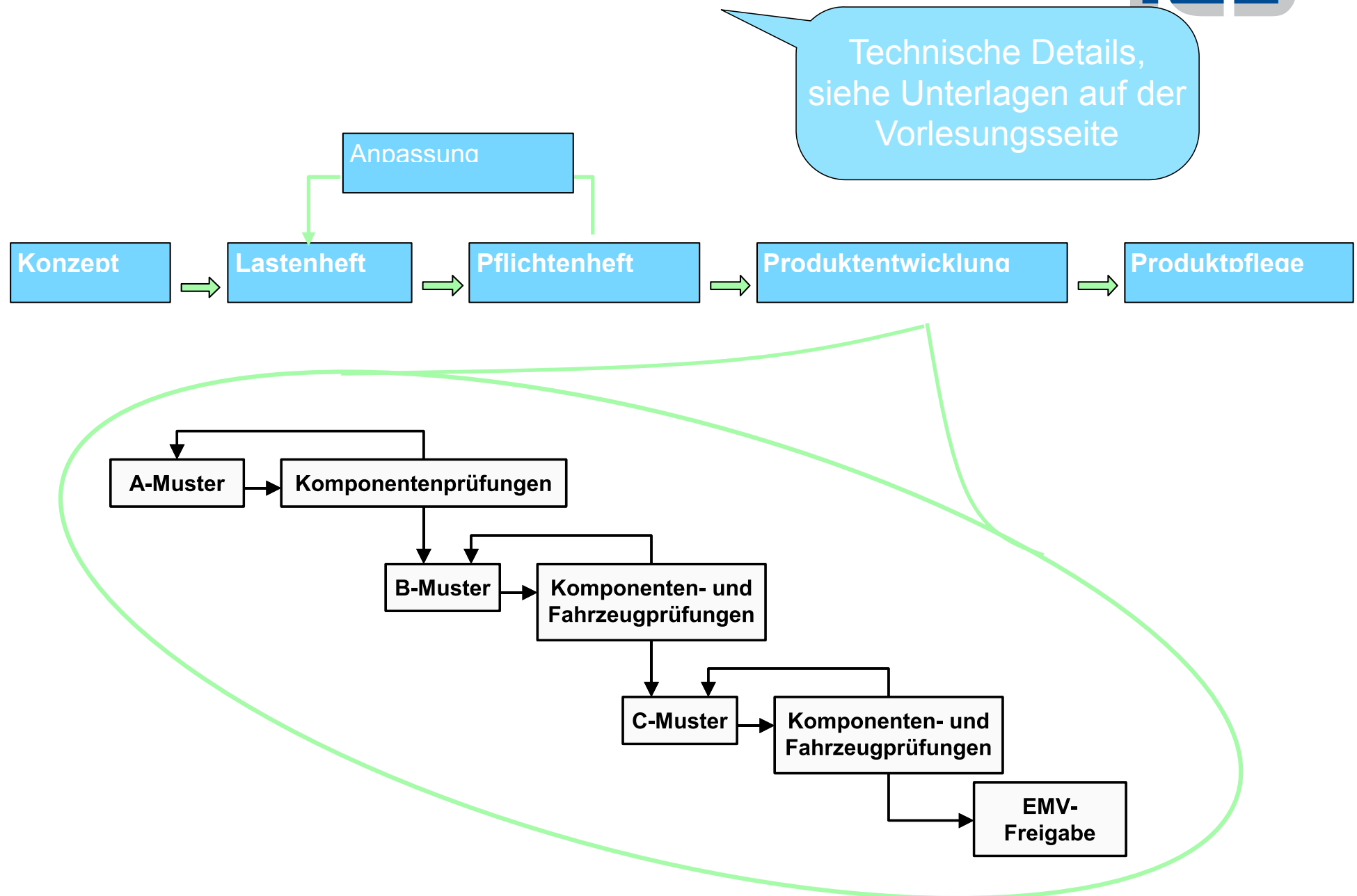
■ Produktentwicklung

- EMV-gerechter Entwurf (Baugruppen und Gerät)
- Durchführung von Messungen (Komponenten- und Fahrzeugprüfungen)
- Zertifizierung

■ Produktpflege

- Sicherstellung von EMV bei Änderungen und Bauteilersatz





■ Geräte- und Komponentenentwicklung

- Festlegung der Prüfnormen gemäß Einsatzspektrum
- Definition notwendiger globaler EMV-Massnahmen
- Massekonzept
- Gehäuseabschirmung
- Kabelschirmung
- Kabelverlegung
- Entstörbauteile
- Erstellung von EMV-Lastenhefte
- Durchführung entwicklungsbegleitender EMV-Tests
- Abnahmeprüfung

■ 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

■ Schnittstellen

- Mechanik
- Energie
- Information

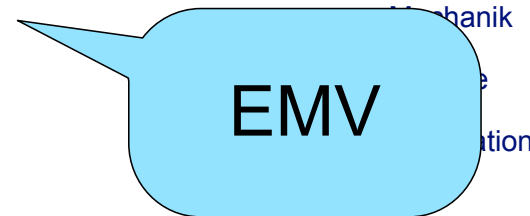
■ Ansprechpartner

- 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

■ Schnittstellen



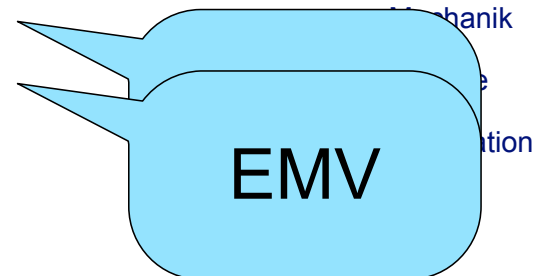
■ Ansprechpartner

- 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

■ Schnittstellen



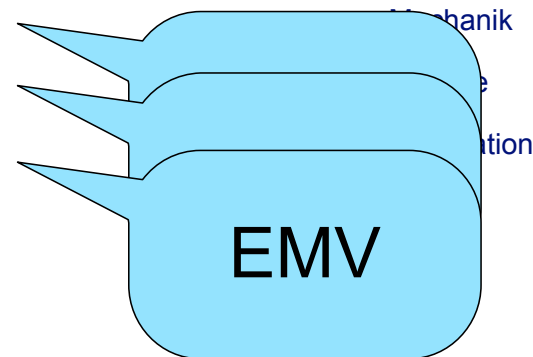
■ Ansprechpartner

- 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

■ Schnittstellen



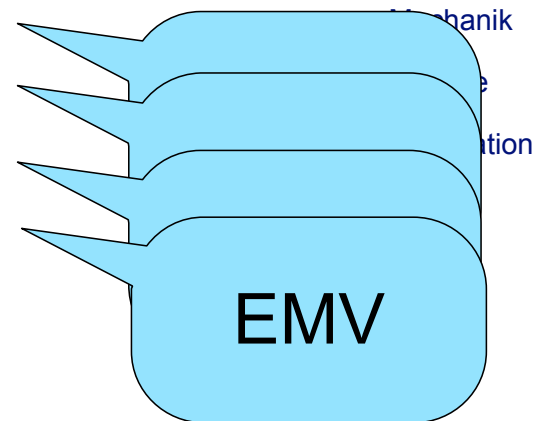
■ Ansprechpartner

- 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

■ Schnittstellen



■ Leiterplattenentwicklung

- Auswahl EMV-gerechter Elektronikbauteile
- EMV-Maßnahmen in der Schaltung
- Bauteileplatzierung auf dem Layout
- EMV-gerechter Lagenaufbau
- EMV-gerechtes Versorgungssystem
- EMV-gerechte Leiterplattenentflechtung
- Erstellen von EMV-Lastenheften
- Durchführung entwicklungsbegleitender EMV-Tests

■ Aufbau von EMV-Filtern

- Netzfilter
- Entstörung von induktiven Leistungskomponenten
- Begrenzung der Flankensteilheit bei PWM-Signalen (PWM = Pulsweitenmodulation)
- Begrenzung der Flankensteilheit von Kommunikations-Bussen

■ EMV bei Serienprodukten

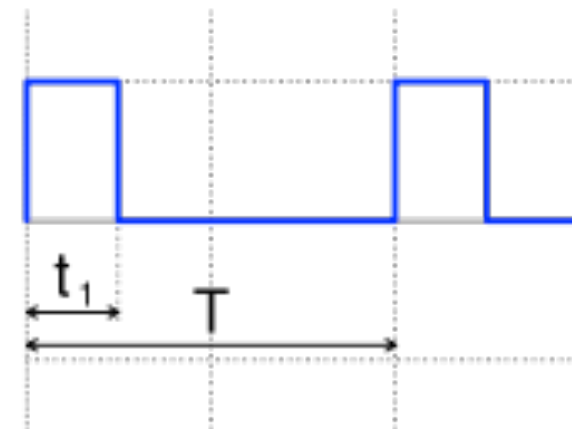
- Serienüberwachung
- Vorortmessungen
- Entstörmaßnahmen

Die Pulsweitenmodulation (PWM) (auch Unterschwingungsverfahren) ist eine Modulationsart, bei der eine technische Größe (z. B. elektrischer Strom) zwischen zwei Werten wechselt. Dabei wird das Tastverhältnis bei konstanter Frequenz moduliert. Ein PWM-Signal wird allgemein über einen Tiefpass demoduliert. Die resultierende demodulierte technische Größe entspricht dem arithmetischen Mittelwert und damit der mittleren Höhe der Fläche unter der modulierten Größe, mathematisch bestimmt aus dem Integral über eine ganze Zahl von Perioden, geteilt durch die Dauer der Integration (Integralrechnung).

PWM ist auch unter Pulsbreitenmodulation (PBM) und Pulsdauermodulation (PDM) bekannt.

Ein anschauliches Beispiel für diese Modulationsart ist ein Schalter, mit dem man eine Heizung ständig ein- und ausschaltet. Je länger die Einschaltzeit gegenüber der Ausschaltzeit ist, umso höher die mittlere Heizleistung. Die Temperatur der Heizung kann nur vergleichsweise langsam dem Ein- und Ausschaltvorgang folgen und ergibt so das notwendige Tiefpassverhalten zur Demodulation.

- PWM-Signal mit einem Tastverhältnis
 $t_1 / T = 0,25 = 25 \%$



■ Komponentenprüfung

- Ziel der Komponentenprüfung ist es, eine Vorqualifikation der Komponenten vorzunehmen und zwar bereits zu einem Zeitpunkt, zu dem noch keine Fahrzeuge verfügbar sind.

■ Fahrzeugprüfung

- Entscheidend für eine EMV-Freigabe ist die Fahrzeugprüfung.
- Zur Fahrzeugprüfung werden nur Komponenten zugelassen, die sich entsprechend den Vorgaben des Komponentenprüfverfahrens qualifiziert haben.

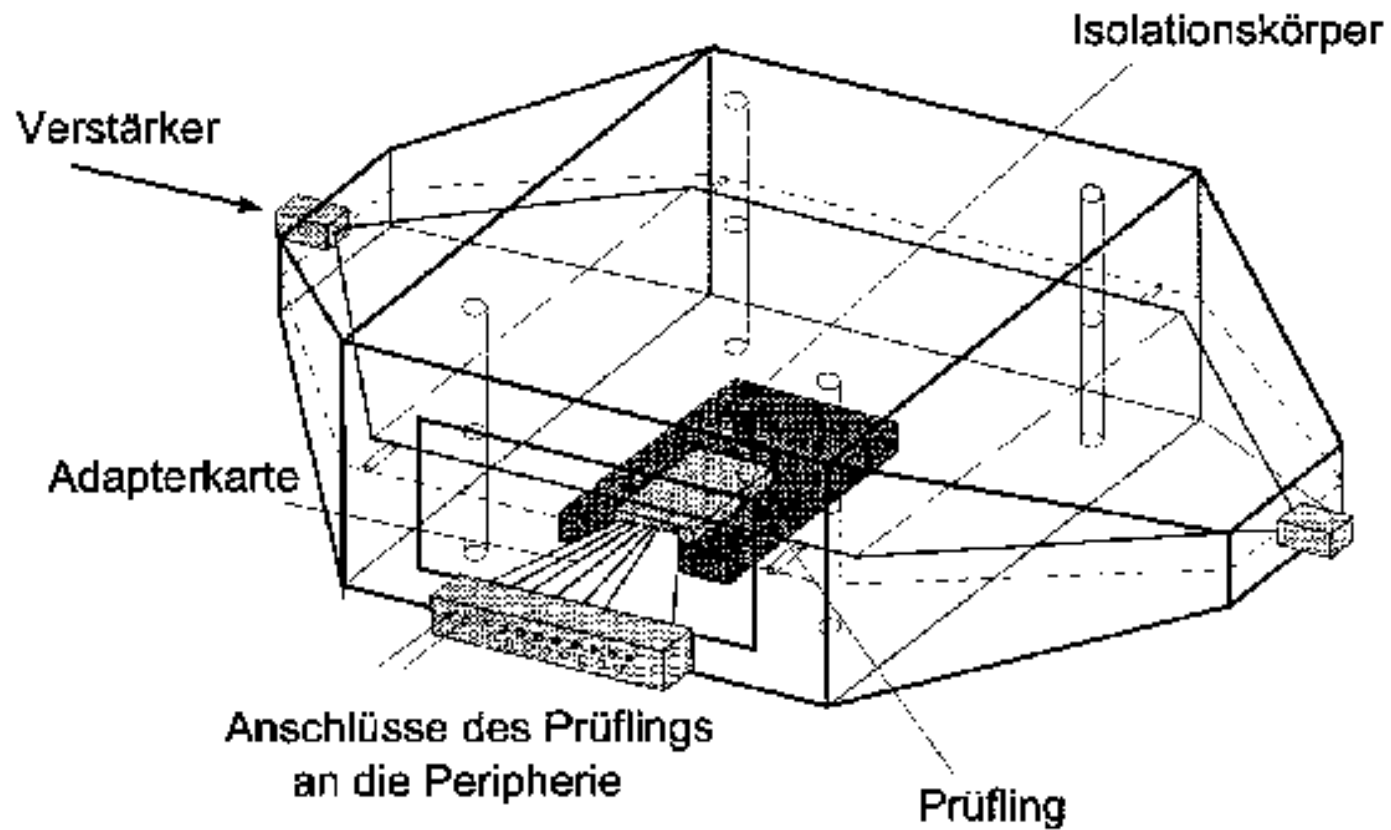
■ Freigabe

- Eine Freigabe erfolgt, wenn sowohl die Komponentenmessungen (Qualifikationsbericht) als auch die Fahrzeugmessungen positiv abgeschlossen sind.

- 1. Störfestigkeit und Störemission
- 2. EMV vernetzter E/E-Systeme
- 3. Entwicklungsprozess
- 4. Komponentenprüfungen**
- 5. Fahrzeugprüfungen

Einstrahlung

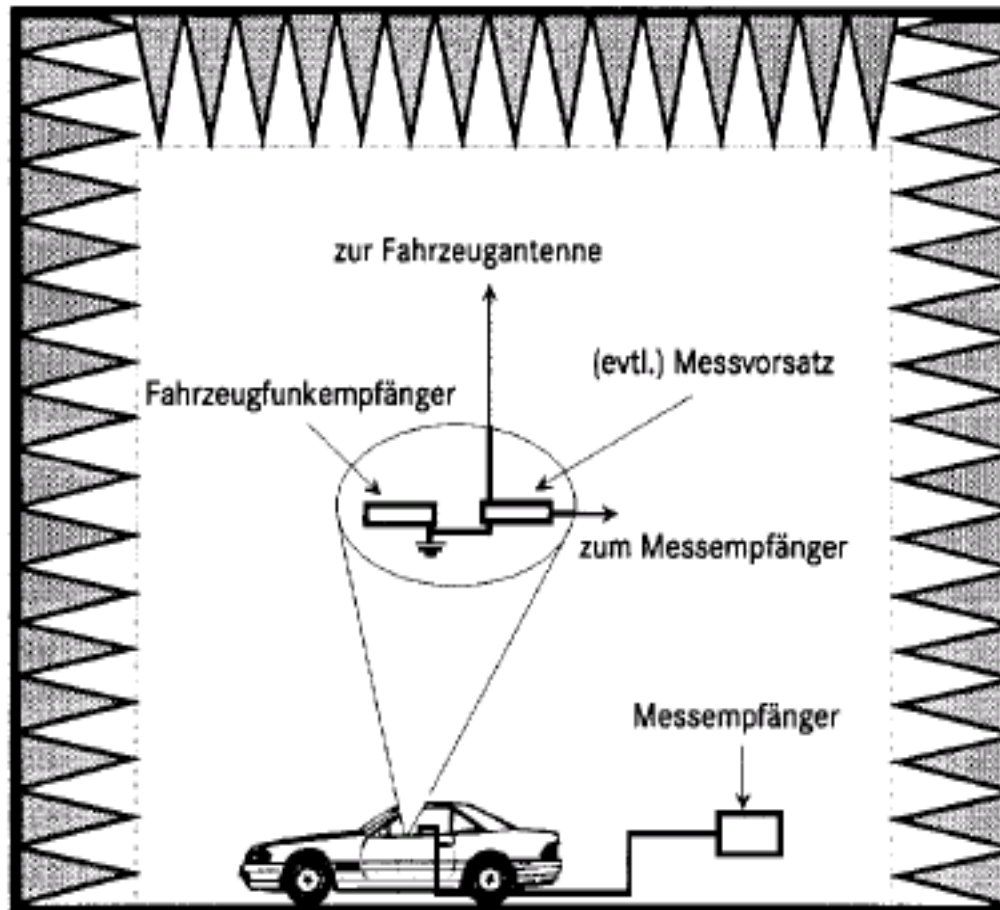
Der Prüfling wird in der Zelle im Frequenzbereich von 1MHz ... 200MHz eingestrahlt.



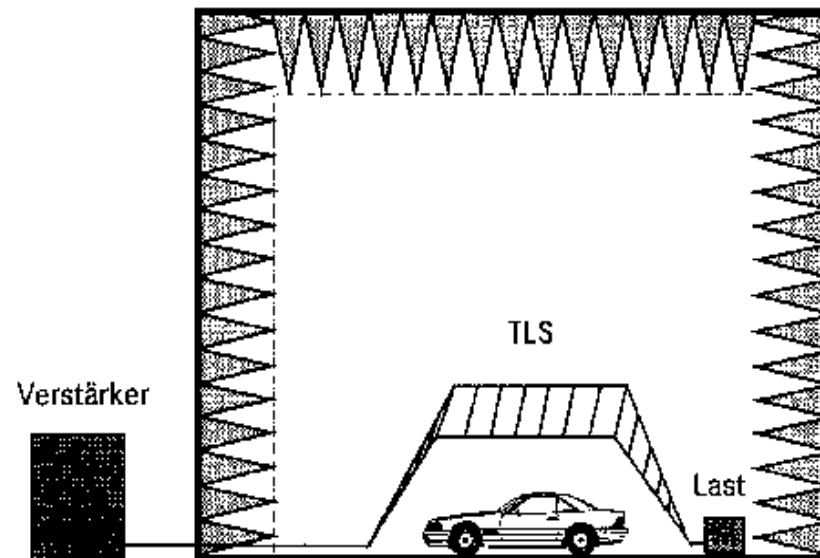
- 1. Störfestigkeit und Störemission
- 2. EMV vernetzter E/E-Systeme
- 3. Entwicklungsprozess
- 4. Komponentenprüfungen
- 5. Fahrzeugprüfungen**

- Funkstörungen
- Vom Fahrzeug werden schmal- und breitbandige Störungen ausgesendet
 - Meßbereich laut Kraftfahrzeugrichtlinie: 30 Mhz – 1 GHz
 - Zunehmende Relevanz größerer Bandbreite: z.B. 30kHz – 3 GHz (BMW GS)
- Quellen breitbandiger Störungen:
 - Zündanlage
 - Elektrische Antriebe
 - Leistungskomponenten und -schalter
- Quellen schmalbandiger Störungen:
 - Mikrocontroller
 - Netzwerke (CAN, Most, ...)
 - Funksysteme (Handy, Bluetooth)

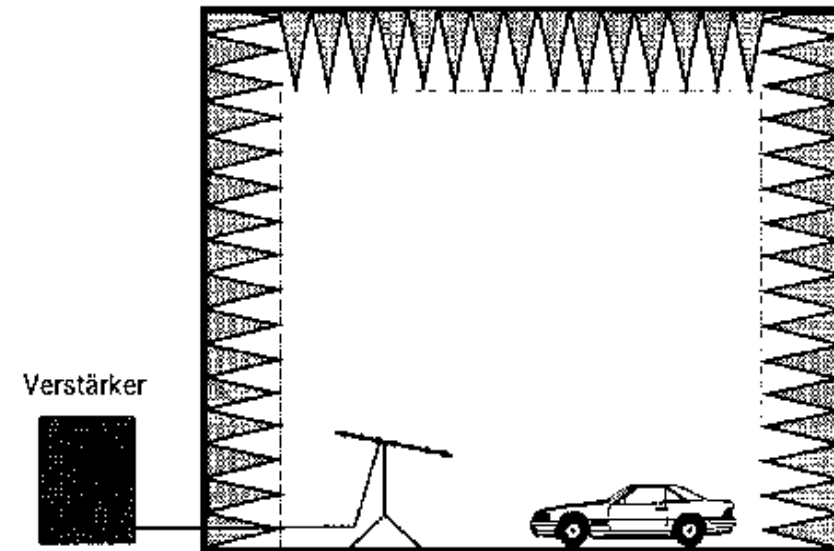




Messung der Störemission in einem Absorberraum



Prüfaufbau: Einstrahlung mit einem TLS



Prüfaufbau: Einstrahlung mit einer Antenne.

Einstrahlung

Die Antenneneinstrahlung-Prüfung ist im Frequenzbereich von 20MHz ... 18GHz anwendbar (in begründeten Fällen kann die obere Prüffrequenz bis auf 1GHz herabgesetzt werden)

TLS steht für



- Flughafen Toulouse-Blagnac in Frankreich (IATA-Code)
- Suzuki TL1000 in der S-Version, ein Motorrad von Suzuki
- Target Level of Safety, Grenzwerte in der Risikoanalyse
- Technische Lieferbedingungen für Streckenstationen (von der Bundesanstalt für Straßenwesen herausgegebene Richtlinie)
- Teilleistungsschwäche, z. B. Legasthenie oder Dyskalkulie
- Third Level Support im IT-Management
- Thread-local storage in der Informatik
- Thüringer Landesamt für Statistik
- Thüringer Landessternwarte Tautenburg
- Times Literary Supplement, eine britische Literaturzeitschrift
- Timor Leste, offizieller Name von Osttimor, als Länderkürzel nach ISO 3166
- Total Least Squares, eine Erweiterung der Methode der kleinsten Quadrate
- Transport Layer Security, ein Protokoll zur Verschlüsselung von Datenübertragungen im Internet

EMV-Meßtechnik und -Standards für Fahrzeuge

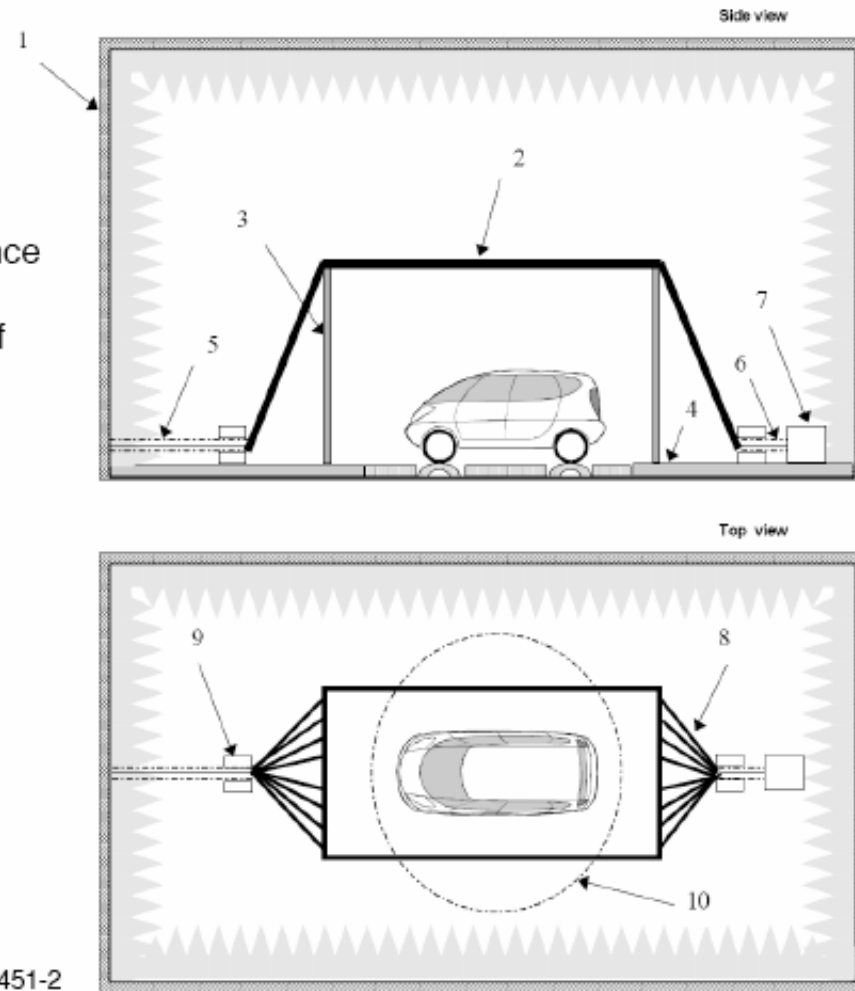
Parallel Plate TLS nach ISO 11451-2

- No part of a TLS, with the exception of the ground plane, shall be closer than 0,5 m to any part of the vehicle.
- The TLS radiating element or elements shall be separated by at least 1 m vertically from the reference point.
- The TLS shall extend centrally over at least 75 % of the length of the vehicle.

Key

- 1 Shielded enclosure (absorbers permitted)
- 2 Conductive plate or set of wires
- 3 Non-metallic supports
- 4 Shielded enclosure floor
- 5 Signal source feed line (coaxial cable)
- 6 Coaxial cable
- 7 Load
- 8 Conductive wires
- 9 Signal source feed connection
- 10 Turntable (not required for this test)

Quelle: ISO 11451-2



Prof. Dr.-Ing. T. Form
Lehrstuhl für elektronische Fahrzeugsysteme
Institut für Regelungstechnik, TU Braunschweig



EMV-Meßtechnik und -Standards für Fahrzeuge

Parallel Plate TLS nach ISO 11451-2

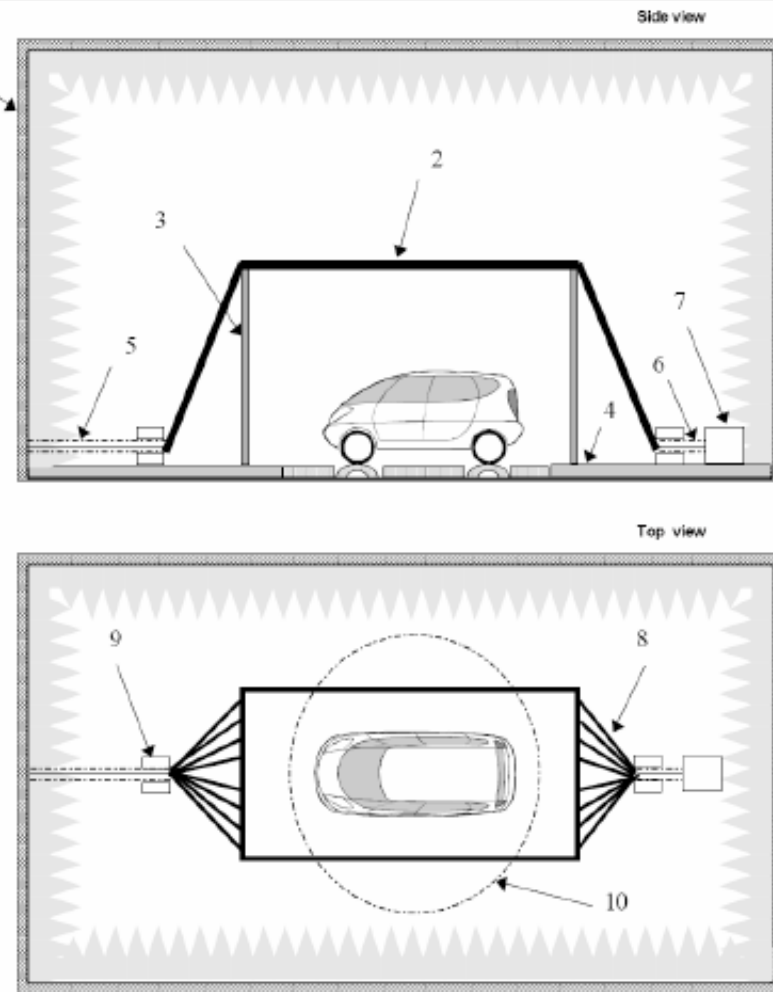
TLS

- No part of a TLS, with the exception of the reference plane, shall be closer than 0,5 m to the vehicle.
- The TLS radiating element or elements shall be separated by at least 1 m vertically from the reference plane.
- The TLS shall extend centrally over at least 75 % of the length of the vehicle.

Key

- 1 Shielded enclosure (absorbers permitted)
- 2 Conductive plate or set of wires
- 3 Non-metallic supports
- 4 Shielded enclosure floor
- 5 Signal source feed line (coaxial cable)
- 6 Coaxial cable
- 7 Load
- 8 Conductive wires
- 9 Signal source feed connection
- 10 Turntable (not required for this test)

Quelle: ISO 11451-2



Prof. Dr.-Ing. T. Form
Lehrstuhl für elektronische Fahrzeugsysteme
Institut für Regelungstechnik, TU Braunschweig



Straßenfahrzeuge - Fahrzeugprüfverfahren für elektrische Störungen durch schmalbandige gestrahlte elektromagnetische Energie - Teil 2: Störstrahlungsquellen außerhalb des Fahrzeugs (ISO/DIS 11451-2:1999)

Beginn des Projekts
2002-10-01

Geplante Dokumentnummer
DIN ISO 11451-2

Kurzreferat

Das Vorhaben beschreibt Verfahren mit einer Störstrahlungsquelle außerhalb des Fahrzeugs zur Prüfung von Personenkraftwagen (PKW) und Nutzfahrzeugen; die spezifizierten Fahrzeugprüfverfahren sind unabhängig vom Antriebssystem des Fahrzeugs (z. B. Ottomotor, Dieselmotor, Elektromotor). Die in diesem Teil der DIN ISO 11451 berücksichtigten elektromagnetischen Störgrößen beschränken sich auf kontinuierliche schmalbandige elektromagnetische Felder. Für die Prüfung werden die Prüfbedingungen, die Prüfeinrichtung (Absorberkammer oder Übertragungsleitungssystem (en: TLS)) sowie die Prüfausrüstung und die Durchführung der Prüfung festgelegt. Festlegungen zur Funktionszustands-Klassifizierung werden im Anhang A gegeben.

Zuständiges nationales Arbeitsgremium

DKE/UK 767.13 Elektromagnetische Verträglichkeit, Fahrzeuge

Straßenfahrzeuge - Fahrzeugprüfverfahren für elektrische Störungen durch schmalbandige gestrahlte elektromagnetische Energie - Teil 2: Störstrahlungsquellen außerhalb des Fahrzeugs (ISO/DIS 11451-2:1999)

Beginn des Projekts
2002-10-01

Geplante Dokumentnummer
DIN ISO 11451-2

Kurzreferat

Das Vorhaben beschreibt Verfahren mit einer Störstrahlungsquelle außerhalb des Fahrzeugs zur Prüfung von Personenkraftwagen (PKW) und Nutzfahrzeugen; die spezifizierten Fahrzeugprüfverfahren sind unabhängig vom Antriebssystem des Fahrzeugs (z. B. Ottomotor, Dieselmotor, Elektromotor). Die in diesem Teil der DIN ISO 11451 berücksichtigten elektromagnetischen Störgrößen beschränken sich auf kontinuierliche schmalbandige elektromagnetische Felder. Für die Prüfung werden die Prüfbedingungen, die Prüfeinrichtung (Absorberkammer oder Übertragungsleitung (z. B. TLS)) sowie die Prüfausrüstung und die Durchführung der Prüfung für die Klassifizierung der Fahrzeuge zur Funktionszustands-Klassifizierung werden im Anhang A gegeben.



EMV

Zuständiges nationales Arbeitsgremium
DKE/UK 767.13 Elektromagnetische Verträglichkeit, Fahrzeuge

Road vehicles - Vehicle test methods for electrical disturbances by narrowband radiated electromagnetic energy - Part 2: Off-vehicle radiation source (ISO/DIS 11451-2:1999)

Project begin
2002-10-01

Planned document number
DIN ISO 11451-2

Abstract

The project specifies off-vehicle radiation source test methods and procedures for testing passenger cars and commercial vehicles regardless of the propulsion system (e.g. spark-ignition engine, diesel engine, electric motor). The electromagnetic disturbances considered in this part of ISO 11451 are limited to continuous narrowband electromagnetic fields. For the test the test conditions, the test equipment (absorber lined shielded enclosure, transmission line system (TLS)) and instrumentation and the test procedure are specified. Requirements concerning the function performance status classification are given in annex A.

Responsible Committee

[DKE/UK 767.13 Elektromagnetische Verträglichkeit, Fahrzeuge](#)

Road vehicles - Vehicle test methods for electrical disturbances by narrowband radiated electromagnetic energy - Part 2: Off-vehicle radiation source (ISO/DIS 11451-2:1999)

Project begin
2002-10-01

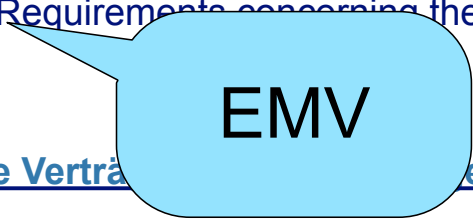
Planned document number
DIN ISO 11451-2

Abstract

The project specifies off-vehicle radiation source test methods and procedures for testing passenger cars and commercial vehicles regardless of the propulsion system (e.g. spark-ignition engine, diesel engine, electric motor). The electromagnetic disturbances considered in this part of ISO 11451 are limited to continuous narrowband electromagnetic fields. For the test the test conditions, the test equipment (absorber lined shielded enclosure, transmission line system (TLS)) and instrumentation and the test procedure are specified. Requirements concerning the function performance status classification are given in annex A.

Responsible Committee

DKE/UK 767.13 Elektromagnetische Verträglichkeit



EMV

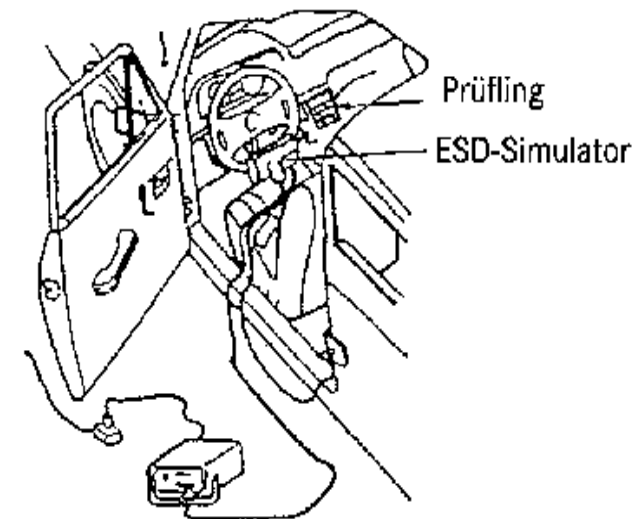
Elektrostatische Entladung (ESD)

Entladepunkte sind alle vom Benutzer berührbare Stellen des Prüflings selbst und der damit verbundenen Komponenten (z.B. Gehäuse, Stecker, Schalter, Kabel, Diagnoseleitung, etc.)

ESD-Anforderungen

Entladungspunkte	Prüfschärfegrad			
	1	2	3	4
Fahrzeugprüfung/ Innenraum	±4kV	±8kV	±14kV	±15kV
Fahrzeugprüfung/ von außen berührbar	±4kV	±8kV	±15kV	±25kV

Bei allen Prüfständen muss das Gerät während und nach der Beaufschlagung mit den Prüfparametern alle Funktionen wie vorgegeben erfüllen.



Prüfaufbau: ESD-Fahrzeugprüfung nach ISO/TR 10605