



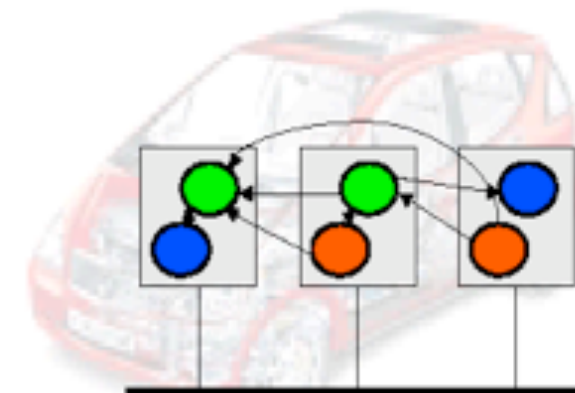
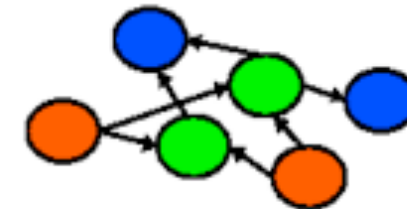
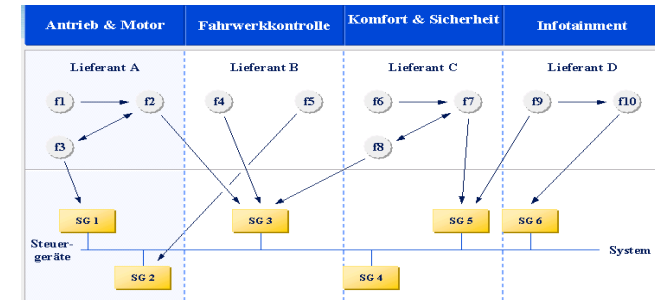
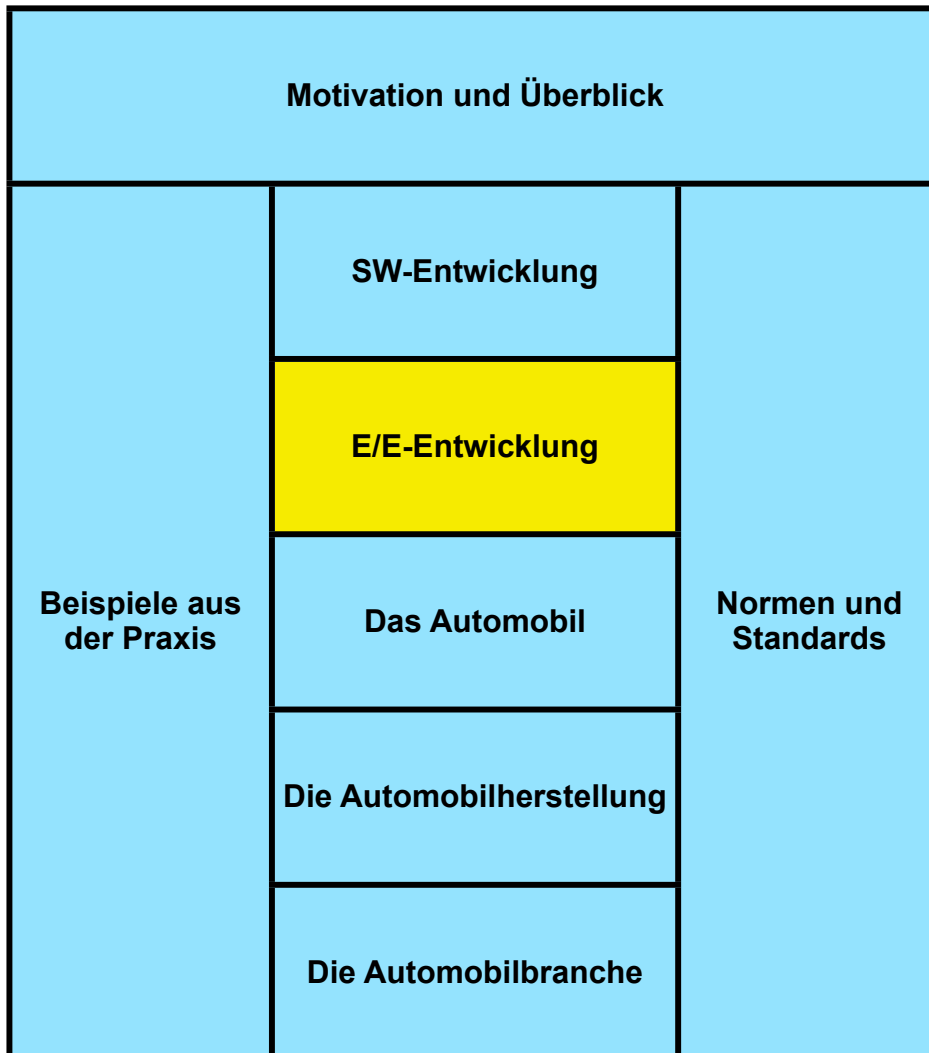
# Vorlesung Automotive Software Engineering Teil 5 E/E-Entwicklung (1)

TU Dresden, Fakultät Informatik

Sommersemester 2012

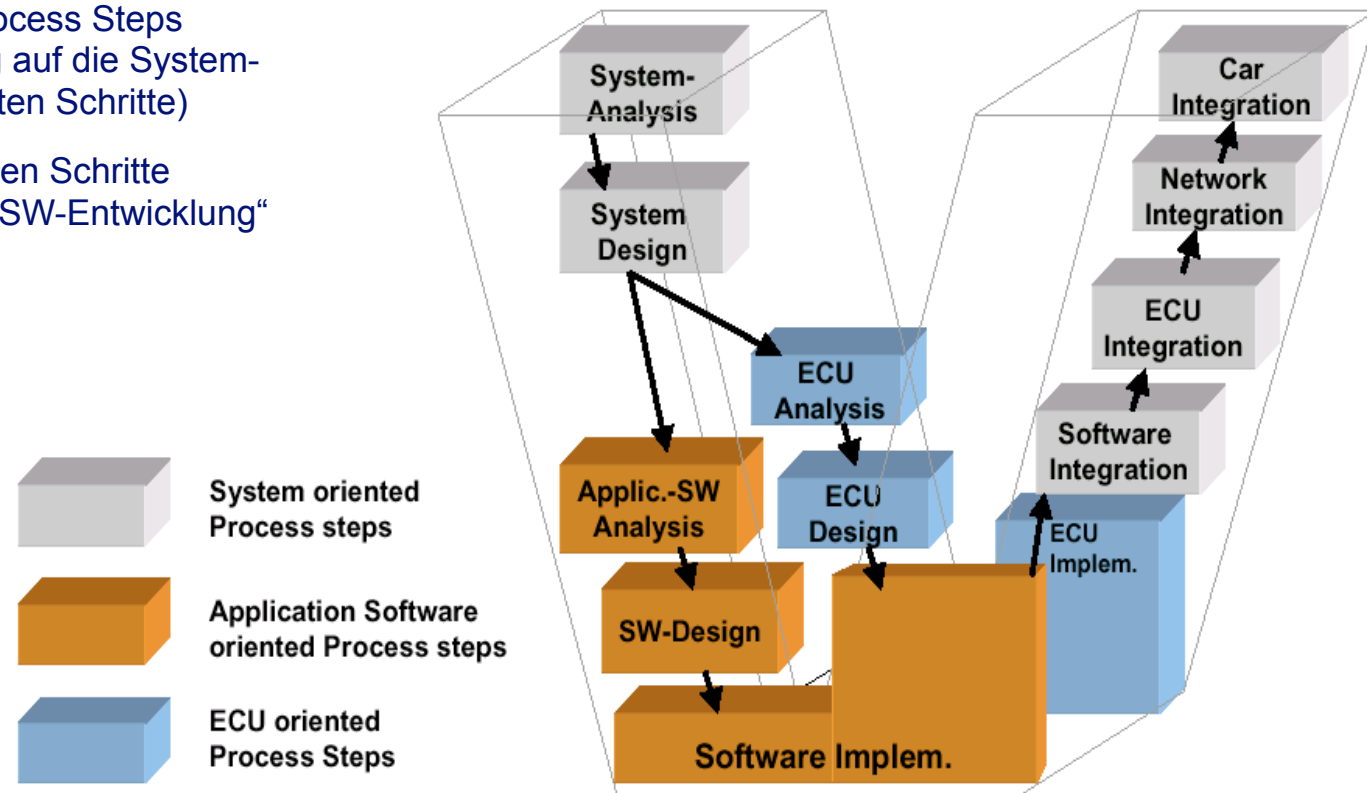
Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Hohlfeld

[bernhard.hohlfeld@daad-alumni.de](mailto:bernhard.hohlfeld@daad-alumni.de)



- Randbedingungen der Elektrik/Elektronik-Entwicklung im Automobil und deren Auswirkung auf die Software-Entwicklung kennenlernen:
  - Halbleitertechnologie
  - Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
  - Mechatronik-Entwicklungen im Automobil
  - Kabelbaum und Energiebordnetze
  - Bussysteme im Automobil

- Automotive Elektrik/Elektronik-Entwicklung
- Ziel:  
Darstellung einiger 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?



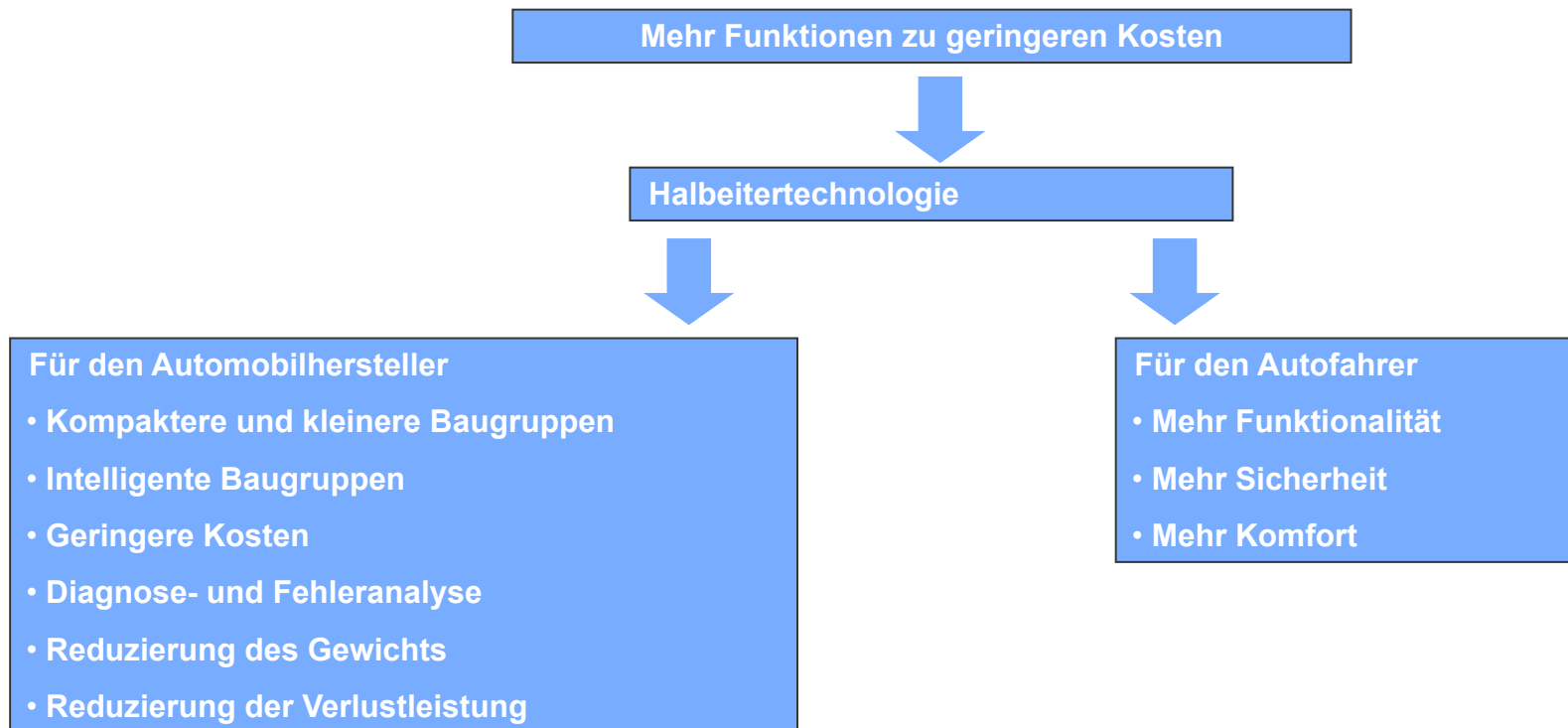
## 5. E/E-Entwicklung

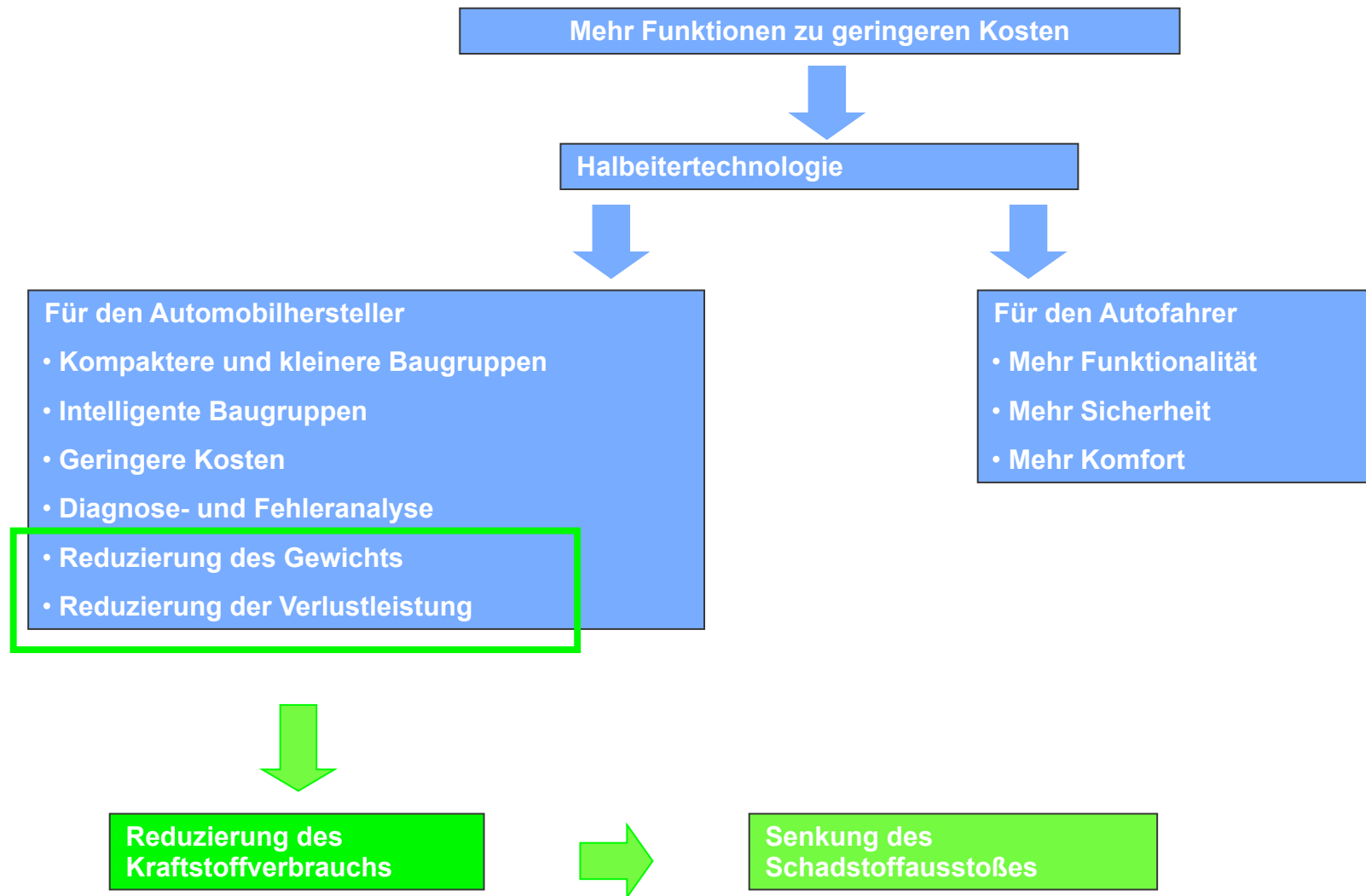
1. Halbleitertechnologie
2. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
3. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil
4. Kabelbaum und Energiebordnetze
5. Bussysteme im Automobil

## 5. E/E-Entwicklung

### 1. Halbleitertechnologie

2. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
3. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil
4. Kabelbaum und Energiebordnetze
5. Bussysteme im Automobil

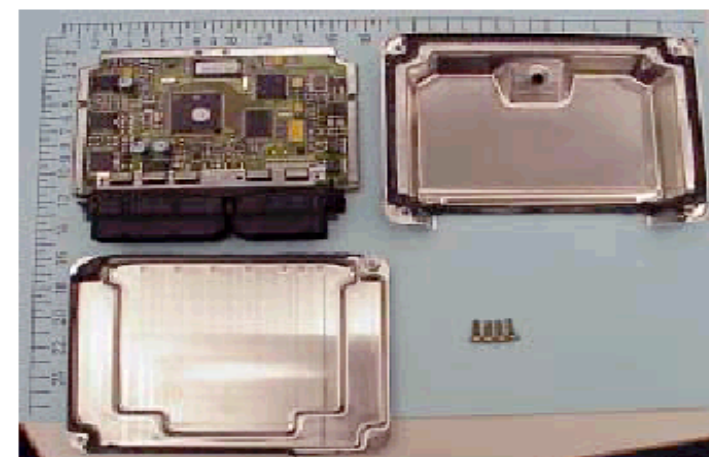






## Beispiele für Steuergeräte

- 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%



## ■ 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

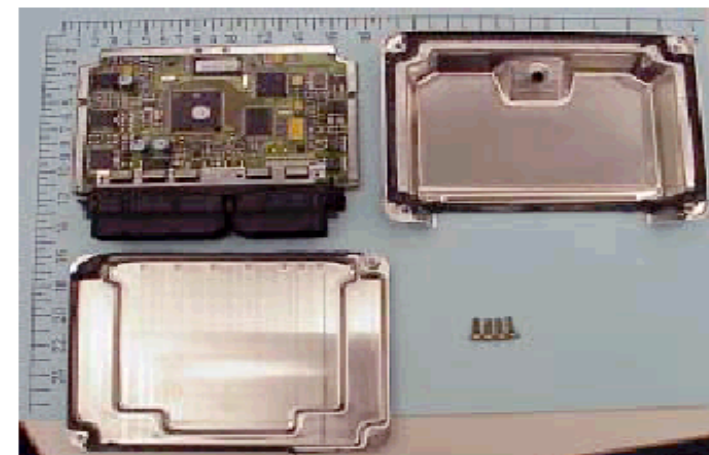
- Unempfindlichkeit gegen Vibrationen und Stöße
- Komplexe Funktionalität möglich
- Geringes Gewicht
- Kein Verschleiß von Schaltern

## ■ Probleme der HL-Technologie

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

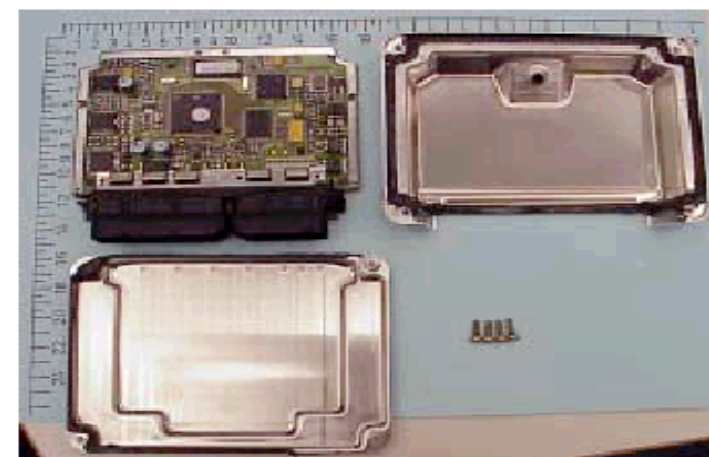
## Beispiele für Steuergeräte

- 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. Halbleitertechnologie
- 2. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)**
3. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil
4. Kabelbaum und Energiebordnetze
5. Bussysteme im Automobil

## 5. E/E-Entwicklung



### 2. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

#### 1. Störfestigkeit und Störemission

2. EMV vernetzter E/E-Systeme

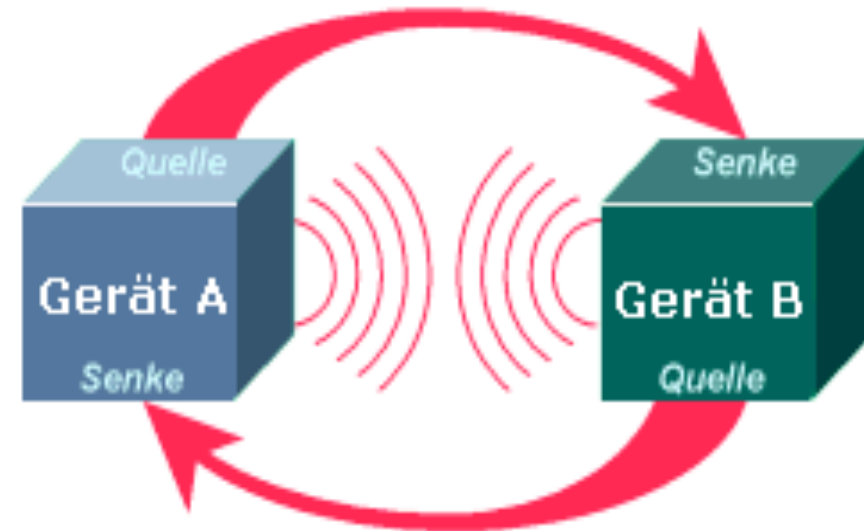
3. Entwicklungsprozess

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?



# 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

## ■ Schnittstellen

- Mechanik
- Energie
- Information

# Baugruppenverantwortlicher Türe

## ■ Ansprechpartner

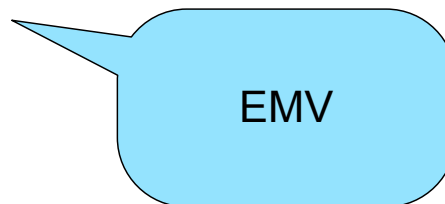
- Baugruppenverantwortlicher Karosserie
- Baugruppenverantwortlicher Sitze
- Baugruppenverantwortlicher Kombi-Instrument
- Baugruppenverantwortlicher Blinker
- Baugruppenverantwortlicher Mittelkonsole
- Baugruppenverantwortlicher Soundsystem
- Baugruppenverantwortlicher Seitenairbag
- Verantwortlicher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

## ■ Zulieferer

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

## ■ Schnittstellen

- Mechanik
- Energie
- Information

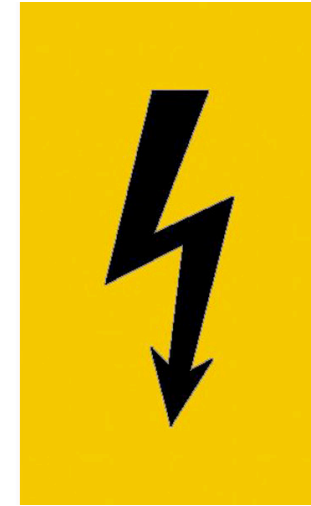
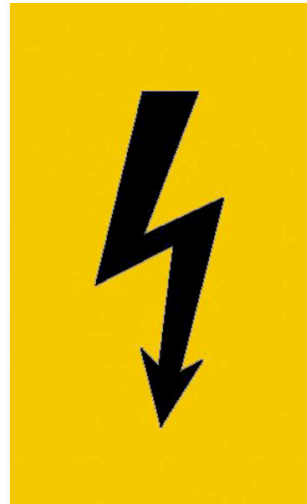


## ■ Störsenken

- 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



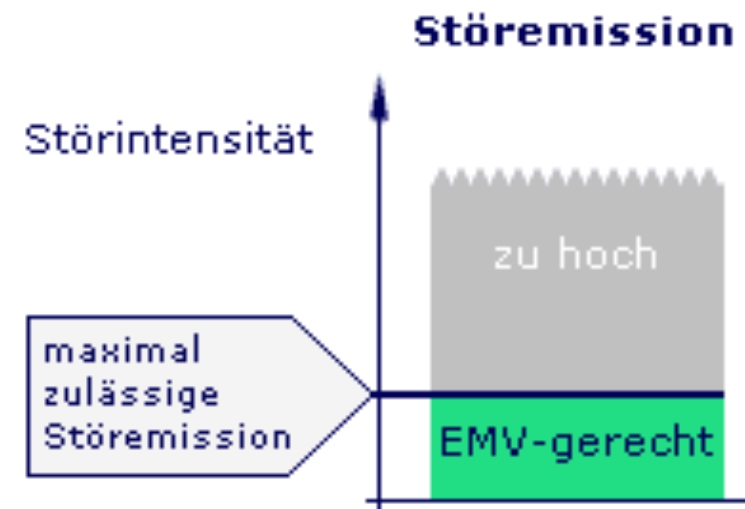
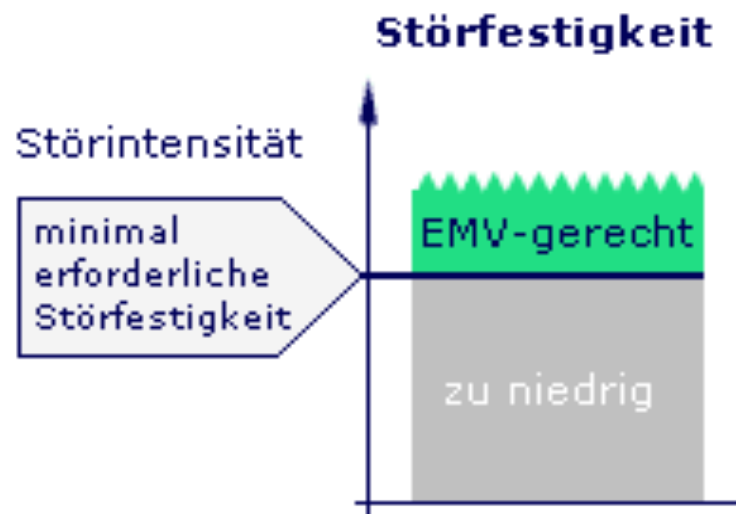
# EMV-Prüfung der elektrischen Feldstärke

## Störfestigkeit und Störemission

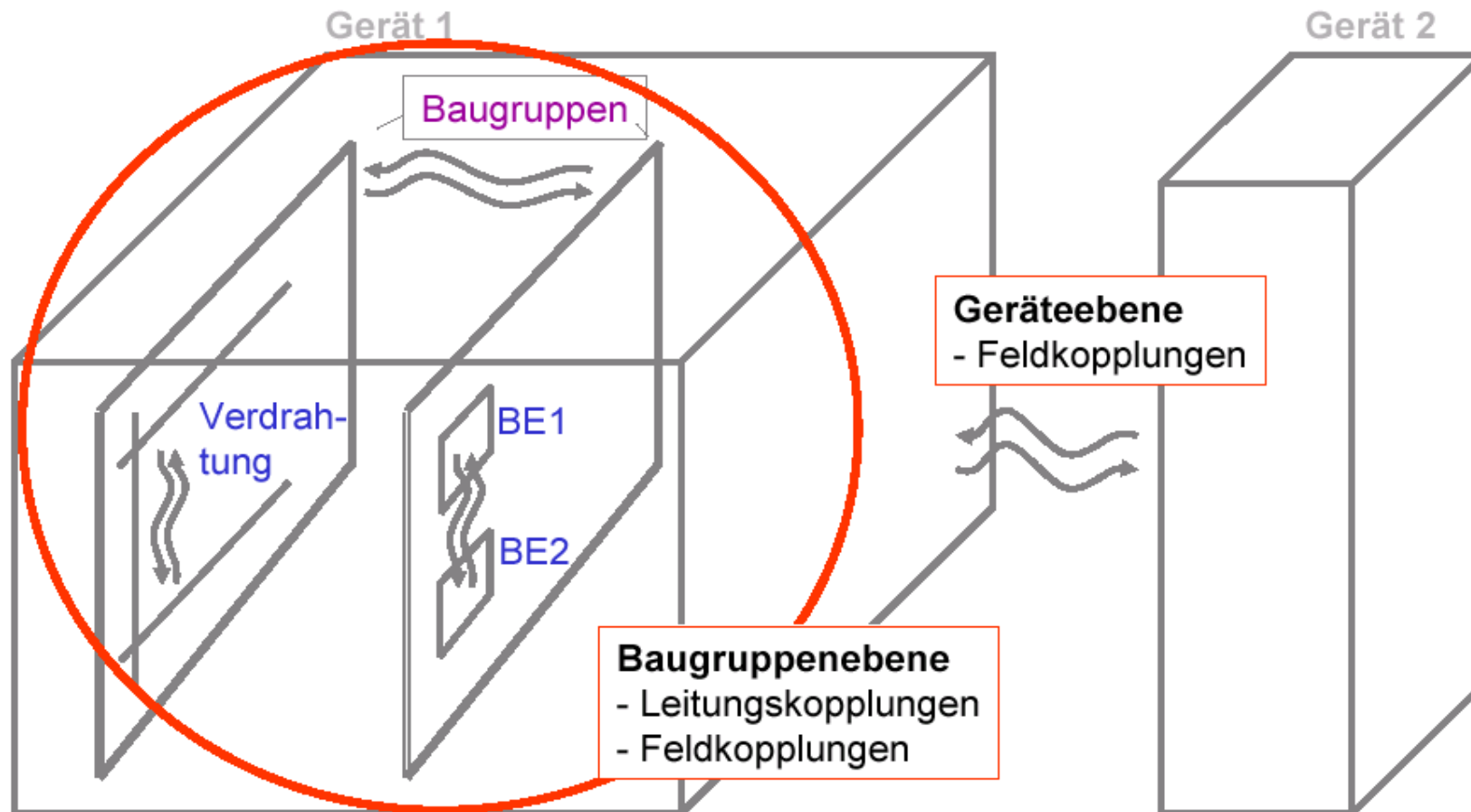


- Störfestigkeit
- Prüfung der Festigkeit gegenüber elektromagnetischen Störungen bezogen auf den vorgesehenen Einsatzort
- EMV-gerecht: Keine Störungen bei Einstrahlungen unterhalb der minimal erforderlichen Störfestigkeit

- 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.

## 5. E/E-Entwicklung



### 2. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

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



## EMV-Bereiche für die Auslegung der elektrischen und elektronischen Systeme für das Kfz (2)



### ■ 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  $\mu\text{C}$  in den Empfangsgeräten der mobilen Kommunikation Störungen hervorrufen können, muss die Störaussendung der Bordnetzelektronik begrenzt werden



## 5. E/E-Entwicklung



### 2. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

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

# Entwicklungsprozess

## EMV-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

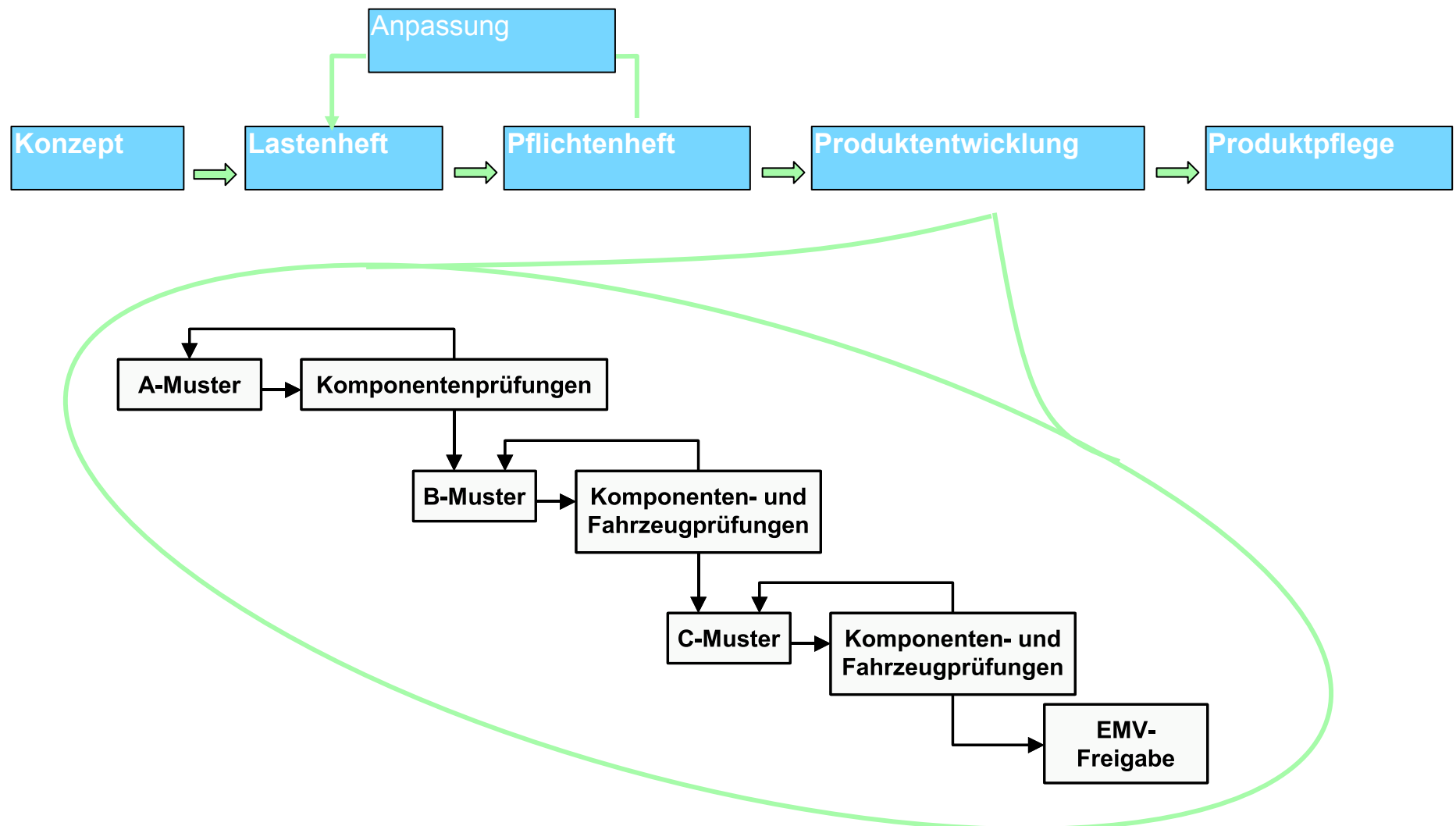


# Entwicklungsprozess EMV-Aktivitäten in der Produktentwicklung

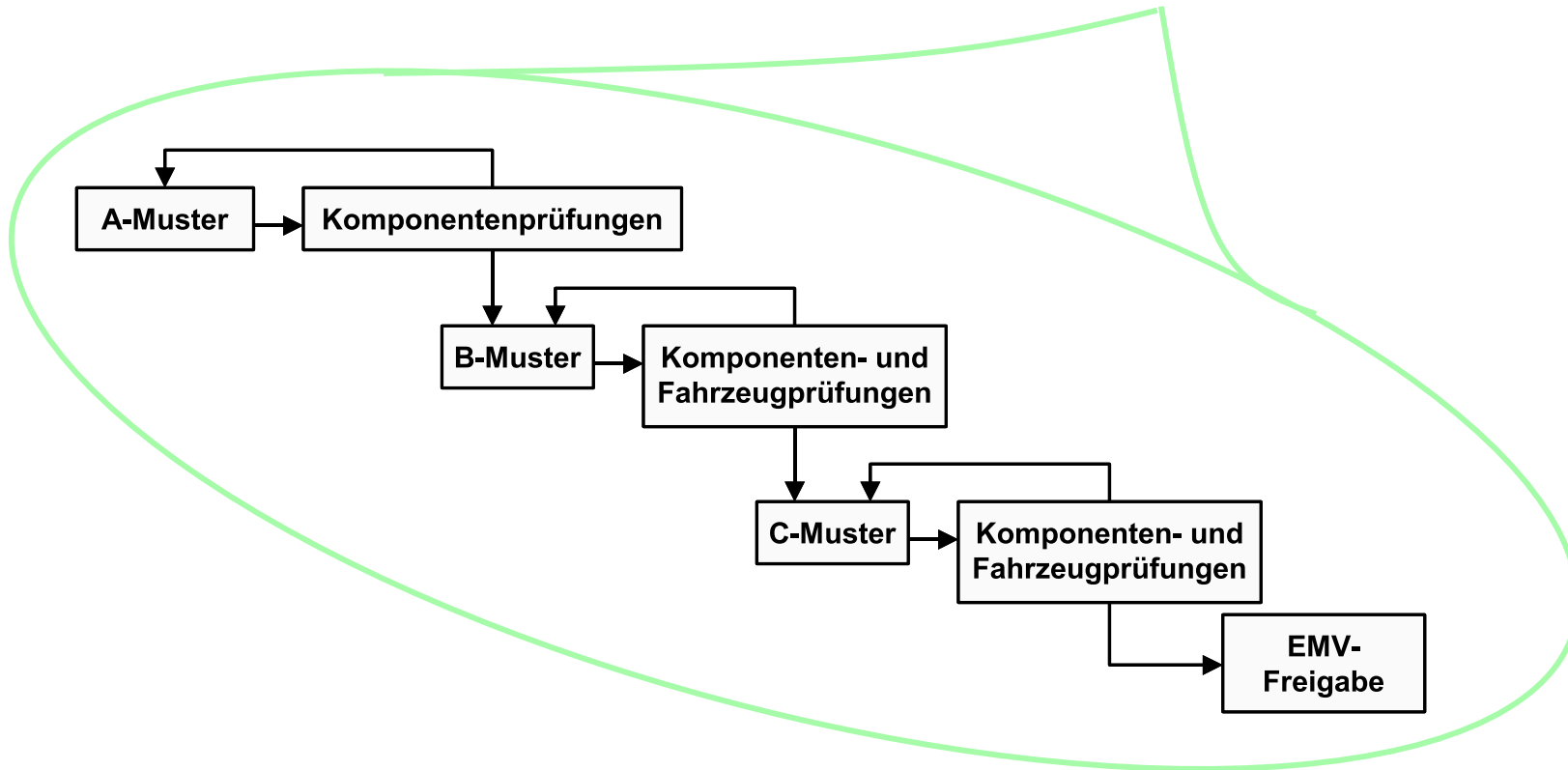
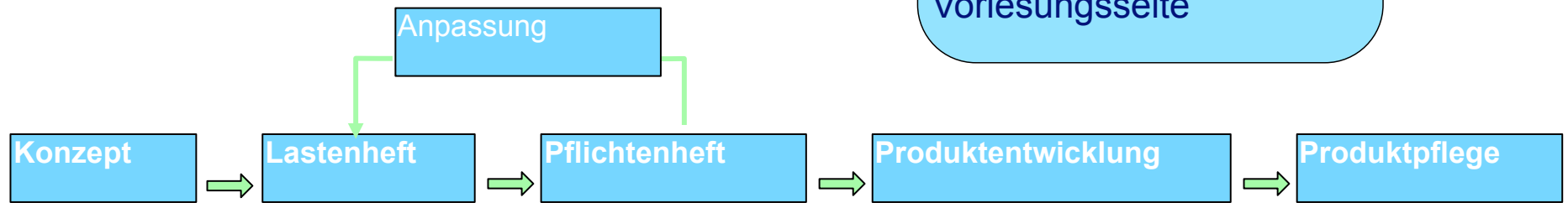


Gilt sinngemäss auch für  
andere Aktivitäten in der  
Produktentwicklung

- **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



Technische Details, siehe Unterlagen auf der Vorlesungsseite



- 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

# 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

## ■ Schnittstellen

- Mechanik
- Energie
- Information

# Baugruppenverantwortlicher Türe

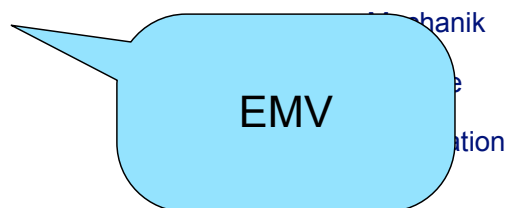
## ■ Ansprechpartner

- 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

## ■ Schnittstellen



# Baugruppenverantwortlicher Türe

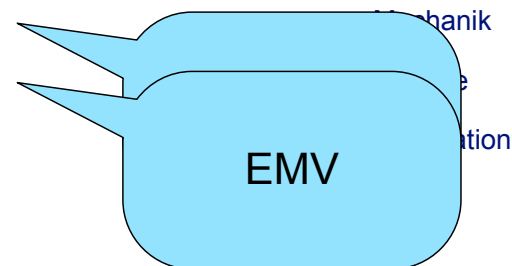
## ■ Ansprechpartner

- 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

## ■ Schnittstellen



# Baugruppenverantwortlicher Türe

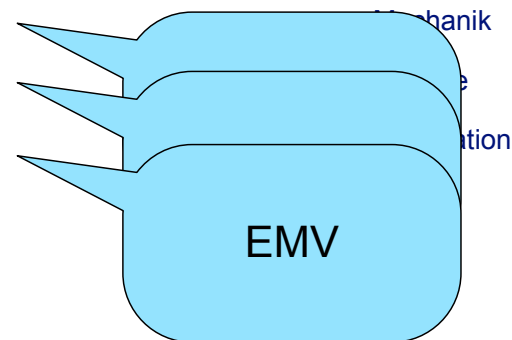
## ■ Ansprechpartner

- 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

## ■ Schnittstellen





# Baugruppenverantwortlicher Türe

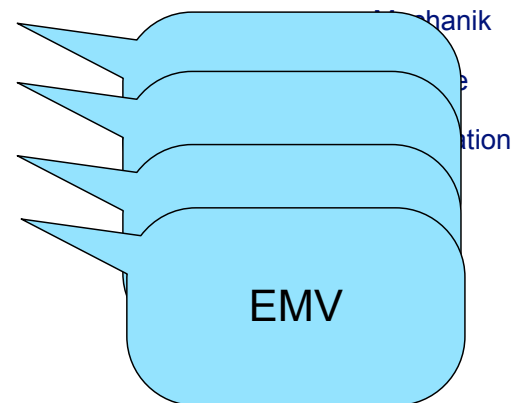
## ■ Ansprechpartner

- 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

## ■ 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

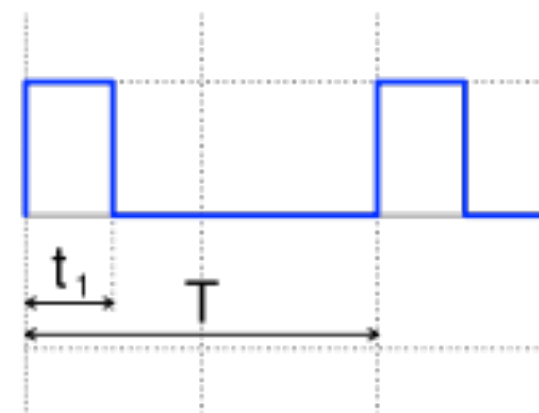
## Pulsweitenmodulation (PWM)

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.

## 5. E/E-Entwicklung



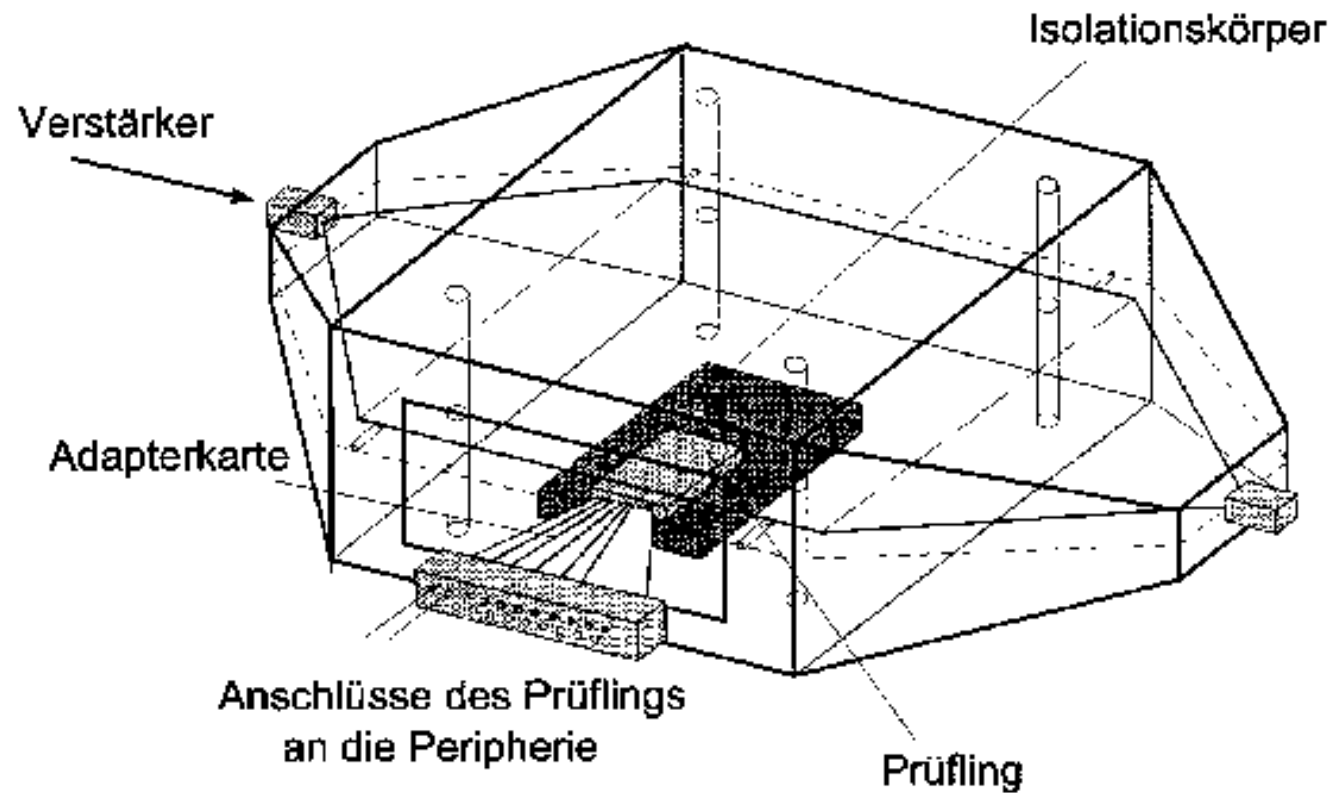
### 2. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

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

## Komponentenprüfungen: Störfestigkeit

### Einstrahlung

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



# 5. E/E-Entwicklung



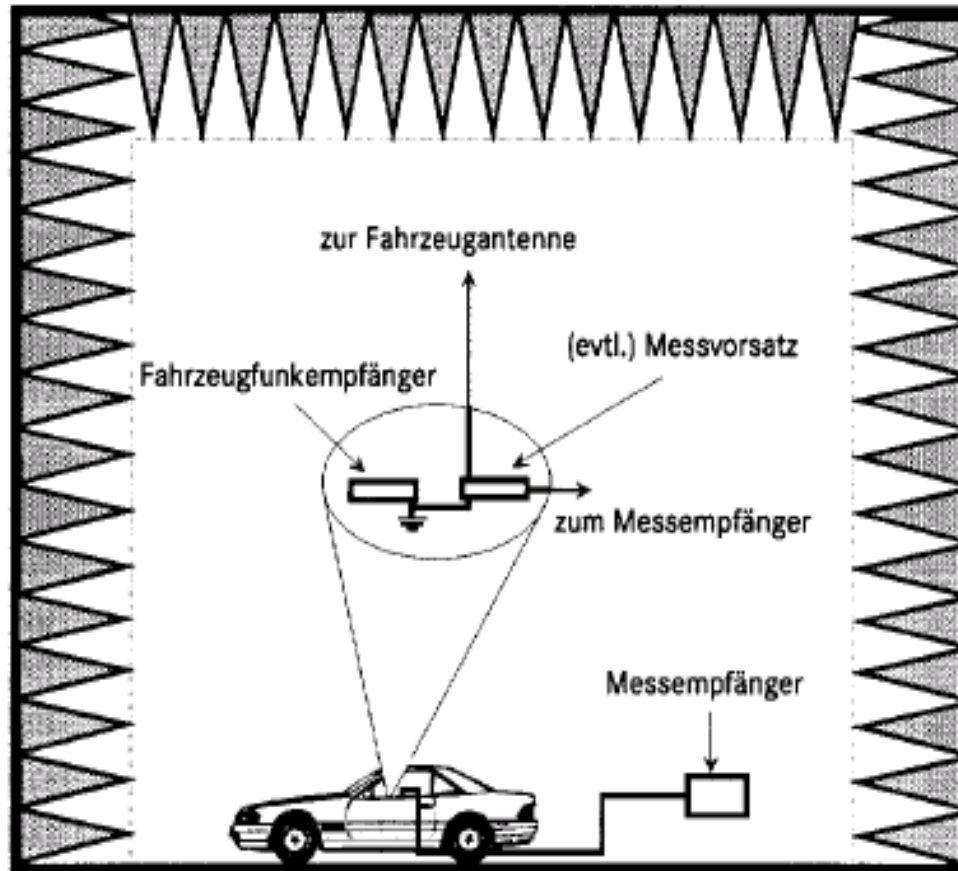
## 2. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

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

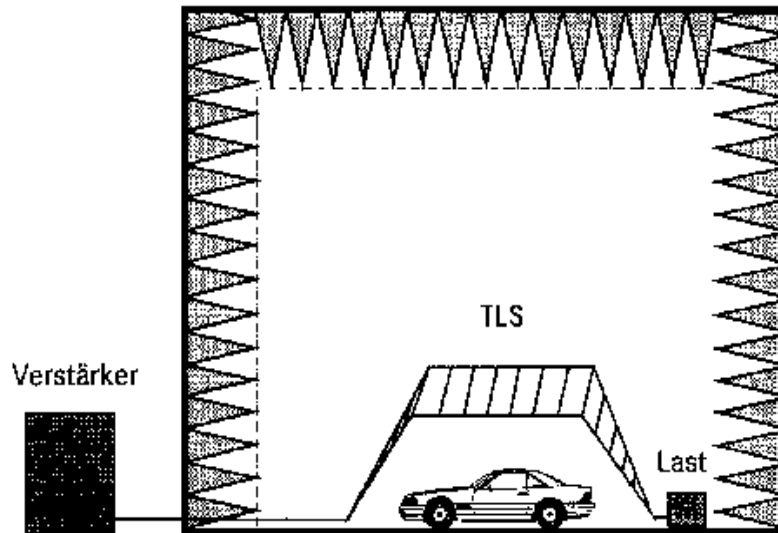


- Funkstörungen
- Vom Fahrzeug werden schmal- und breitbandige Störungen ausgesendet
  - Meßbereich laut Kraftfahrzeugrichtlinie: 30 Mhz – 1 GHz
  - Zunehmende Relevanz größerer Bandbreite: z.B. 30kHz – 3 GHz (BMW GS)
- Quellen breitbandiger Störungen:
  - Zündanlage
  - Elektrische Antriebe
  - Leistungskomponenten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

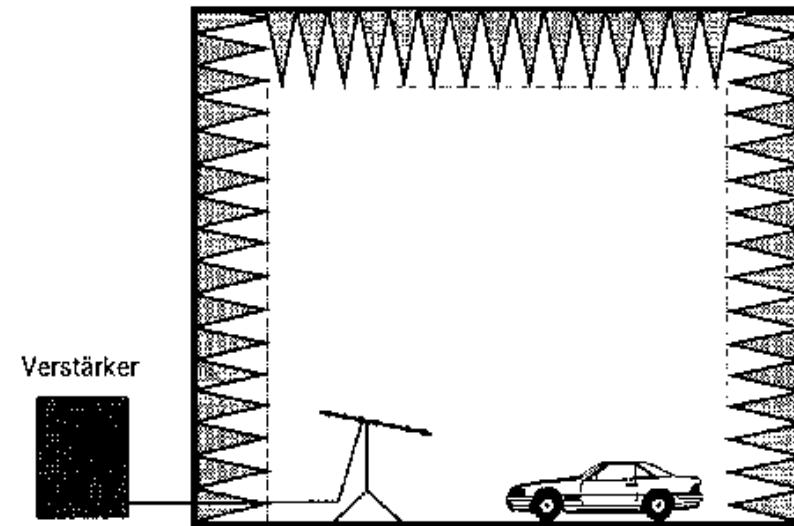




Messung der Störemission in einem Absorberraum



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

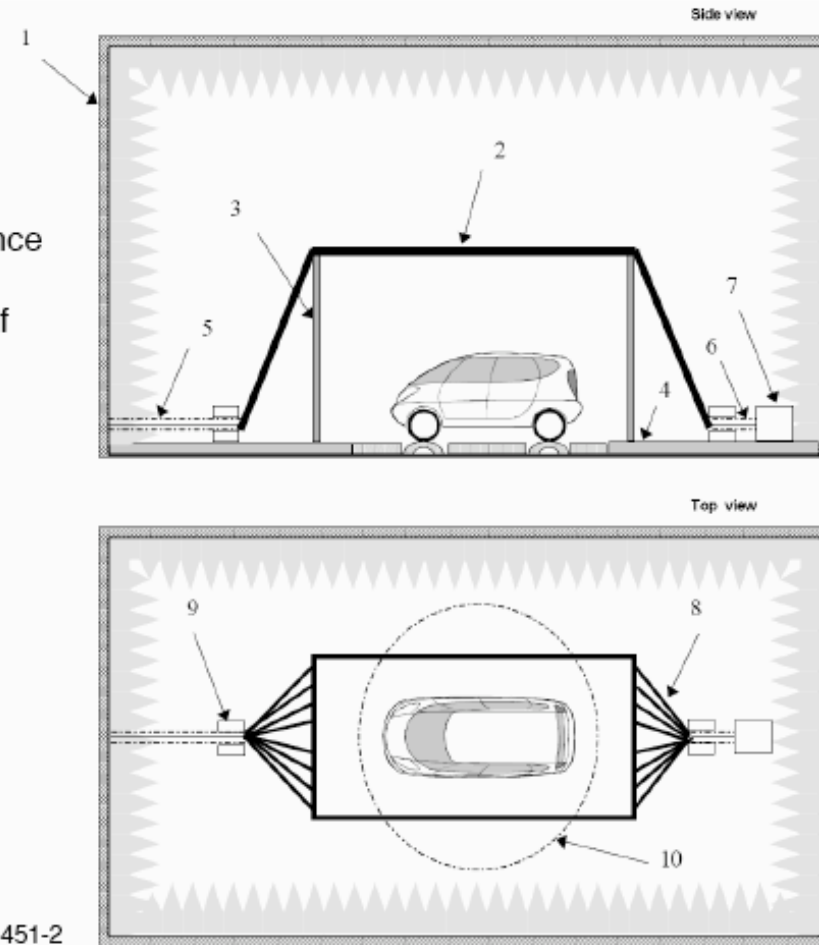
## Parallel Plate TLS nach ISO 11451-2

- 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

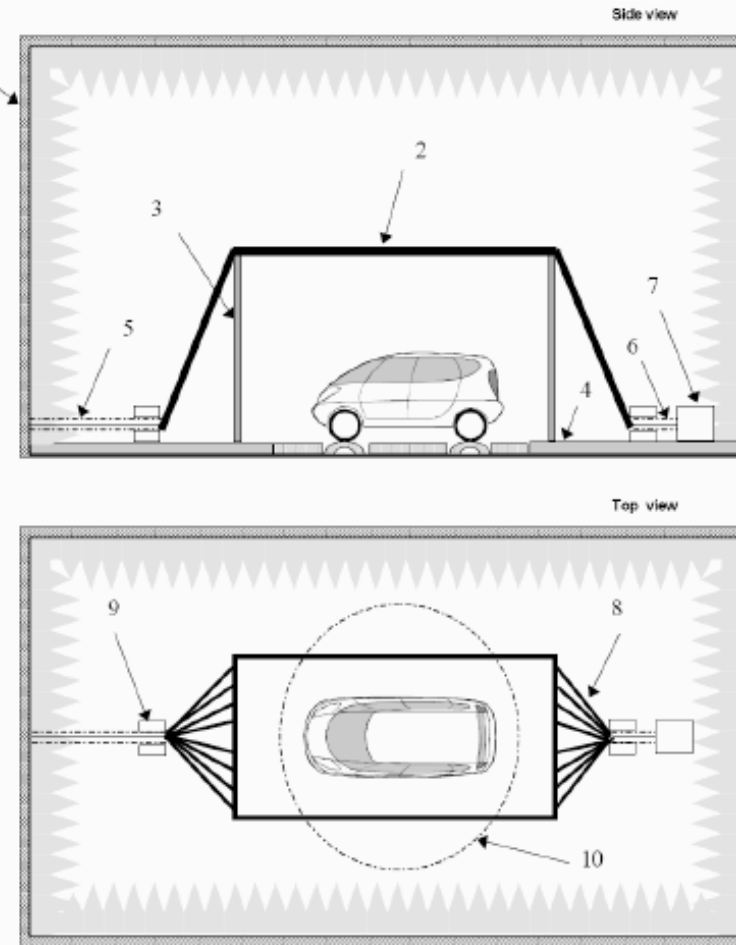
TLS

- No part of a TLS, with the exception of the radiating 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 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



## **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 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, Fahr](#)



EMV



### **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, Fahrzeuge](#)



EMV

# Fahrzeugprüfungen: Störfestigkeit



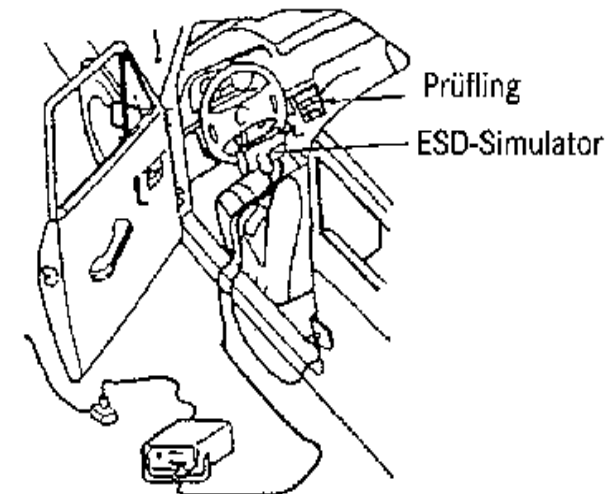
## Elektrostatische Entladung (ESD)

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

## 5. E/E-Entwicklung

1. Halbleitertechnologie
2. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
- 3. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil**
4. Kabelbaum und Energiebordnetze
5. Bussysteme im Automobil

## 5. E/E-Entwicklung



### 3. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil

1. Was ist Mechatronik ?
2. Mechatronik: Komponenten und Anwendungen im Automobil

# Mechatronik



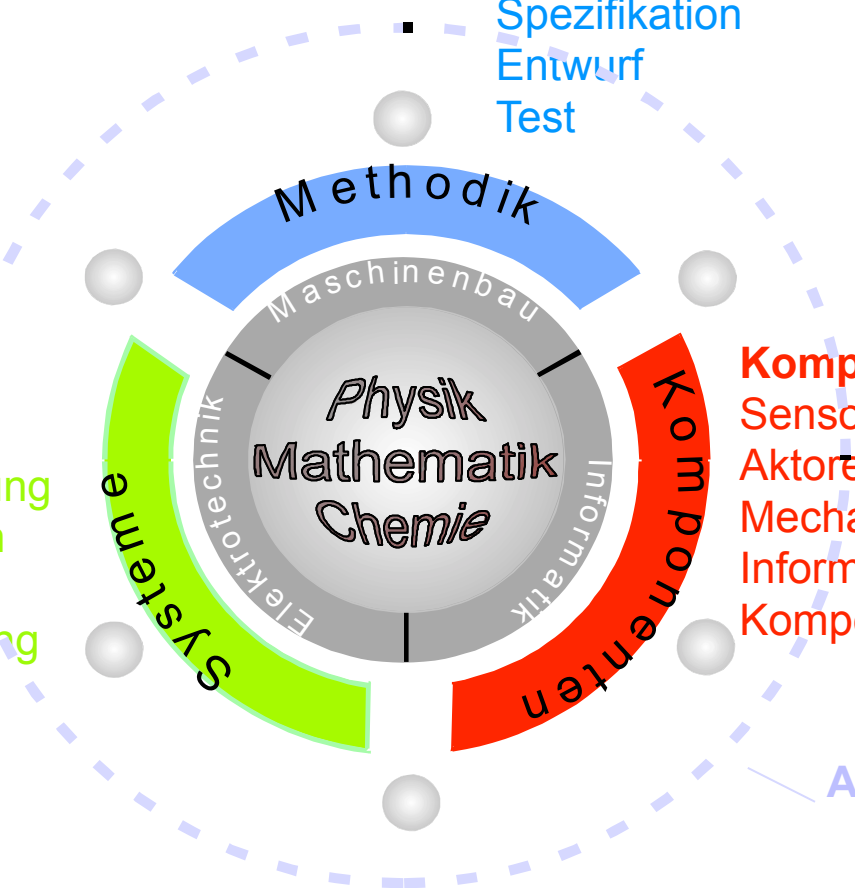
**Grundlagen**  
Mathematik  
Informatik  
Physik  
Mechanik  
Elektrotechnik

**Methodik**  
Spezifikation  
Entwurf  
Test

**Systeme**  
Modellierung  
Simulation  
Regelung  
Optimierung

**Komponenten**  
Sensoren  
Aktoren  
Mechanische Komponenten  
Informationsverarbeitende  
Komponenten

Anwendungen



## Teilgebiete der Mechatronik



- Sensorik
- Informationsverarbeitung
- Aktorik
  
- Steuerungstechnik
- Regelungstechnik
- Simulationstechnik
  
- Robotik

Sensoren	Datenverarbeitung (Steuergeräte)	Verbindungselemente	Aktuatoren
Drehzahl Geschwindigkeit Weg Winkel Temperatur Druck Kraft Drehmoment Durchfluss chemische Konz. Zeit Spannung Strom Frequenz Muster (Fahrzeug- umfelderfassung) Bestimmung der geogr. Positon (GPS)	Mikroprozessor (CPU) Speicherelemente RAM ROM -PROM -EPROM -EEPROM -EAPROM A/D Wandler	Elektrische oder optische Verbindungselemente Spannungsversorgung -Kabel/Kabelbaum -Steckverbinder -Sensor/Steller -Mirkokontakte -Vielpolige Kontakte Daten/Bussysteme -CAN -LIN -MOST Physikalische & logische Schnittstellen Übertragungsprotokolle	Elektr. Stellmotoren Translatorische oder rotatorische Magnetsteller Druckschalter Thermozeitschalter Strom-und Schaltrelais Leuchten Drehspulinstrumente Hupe, Lautsprecher Pyrotechnische Gas- Generatoren Elektr. Linearantriebe Elektrochrome Beschichtungen



## 5. E/E-Entwicklung



### 3. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil

1. Was ist Mechatronik ?

**2. Mechatronik: Komponenten und Anwendungen im Automobil**

## 4. Das Automobil

### 1. Domänen

1. Antriebsstrang
2. Fahrwerk
3. Karosserie
4. Multi-Media
5. Domänenübergreifende Systeme
6. Entwicklungen und Verschiebungen



### 2. x-by-wire: Technologien und Anwendungen

1. x-by-wire-Technik
2. x-by-wire-Technik: Elektrische Bremsen
3. x-by-wire heute
4. x-by-wire: Warum eigentlich?



### 3. Lastkraftwagen (LKW)

### 4. Landmaschinen



1



2

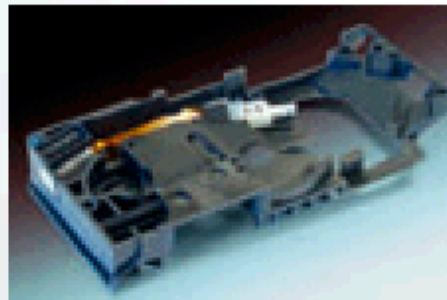
Bild 1 Schaltungsträger für Seitentürschloss (Gehäuseteil) mit umspritztem Stanzgitter und aufgespritzter Dichtung für die Aufnahme von Mikroschaltern.

Bild 2 Schaltungsträger für Seitentürschloss (Gehäusehälfte) mit hermetisch dicht umspritztem Stanzgitter (IP 68) für die Aufnahme und 3-dimensionale Anordnung von Sensoren.

Bild 3 Steckerbaugruppe mit flexiblen Folienleiterbahnen (wasserdicht) und Mikroschaltern für elektromechanische Zentralverriegelung Seitentürschloss.



3



4



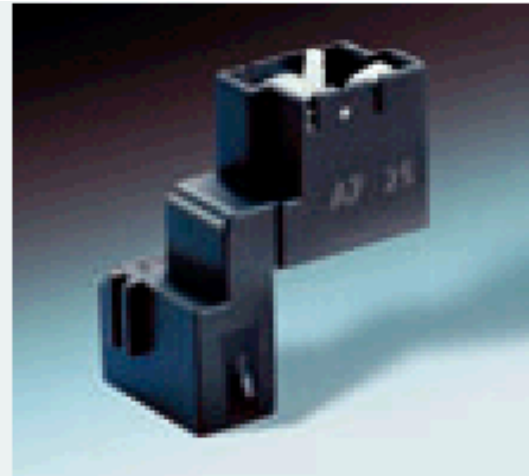
5

Bild 4 Schaltungsträger mit Mikroschalter und Folienleiterbahn als Schloßgehäuseteil.

Bild 5 Schaltungsträger mit umspritztem Stanzgitter für 3-dimensionale Anordnung von Mikroschaltern am Heckschließzylinder.



6



7



8

Bild 6 Ansteuerung der Innenraumbeleuchtung und des Warnsummers für das Außenlicht sowie der Zentralverriegelung im Seitentürschloss.

Bild 7 Signalgeber am Heckschließzylinder für die Zentralverriegelung. Umspritztes Stanzgitter als Stecker und Träger für Schalter und passive Bauelemente.

Bild 8 Umspritztes Stanzgitter als Schaltungsträger im Seitentürgriff mit bestückter Leiterplatte für RF-Modul von Keyless Entry System.

## Mechatronik-Komponenten für Karosserie Interieur und Komfort



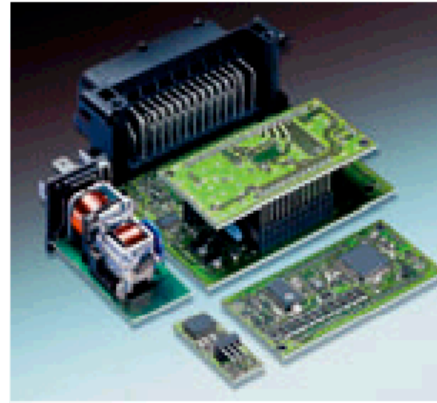
1



2



3



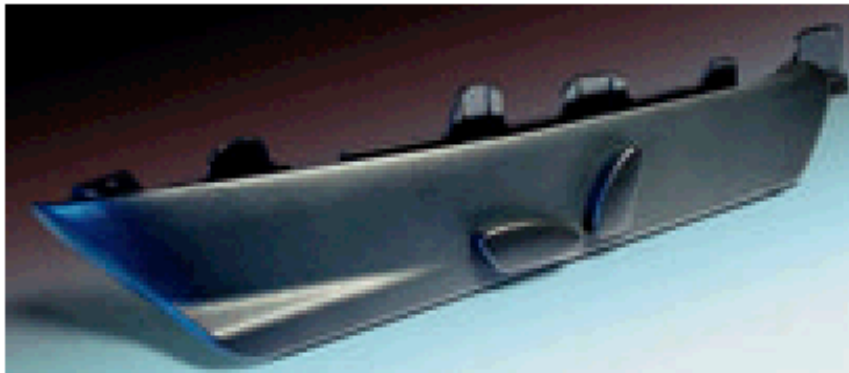
4

Bild 1 Bedieneinheit für die Sitzverstellung mit Lastschaltelementen zum direkten Schalten der Verstellmotoren, sowie für die Lordosen-einstellung.

Bild 2 Bedieneinheit in Rubber-Dome-Schalt-technologie mit ausgezeichnetem taktilen Schaltgefühl zum Schalten von Steuerströmen.

Bild 3 Endschalter für Sitzhöhenverstellung mit zwei Schaltpositionen, befestigt an der Sitzmechanik mit einfacher Anpassung an neue Winkelvorgaben.

Bild 4 Elektronische Verdecksteuerung als Eindraht-Bussystem mit ASIC zur Ansteuerung der Elektrohydraulik und der Fensterheber. Dezentrales System mit Master-Steuerung sowie Ventil- und Relais-Slaves.



5



6

Bild 5 Sitzverstelleinheit für 8 Wege mit Laststrom-Schaltmodulen und Sitzblende

Bild 6 Universelle Bedieneinheit für Multimedia-Anwendungen im Fahrzeuginnenraum auf Basis Gummimattentechnologie mit frei definierbarer Schnittstelle zum System.

## Mechatronik-Komponenten für Karosserie Passive Sicherheitssysteme

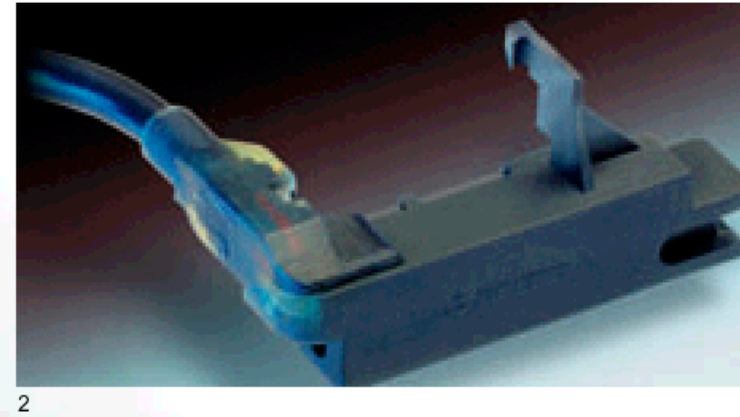


Bild 1 Hall-Sensorik im Gurtschloss für die  
Erkennung der Gurtverriegelung.

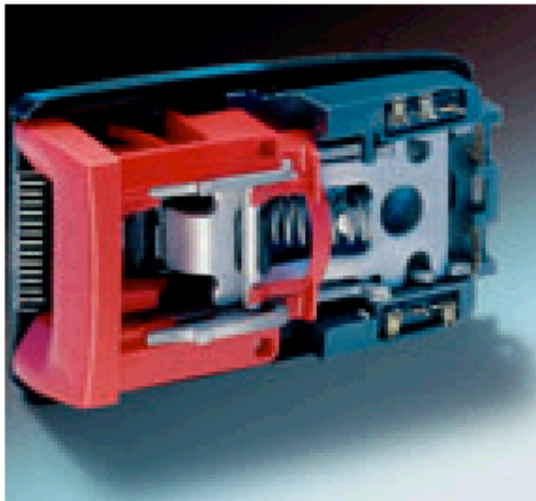
Bild 2 Vergossene Sensorbaugruppe mit  
Hallsensor, Magnet und schutzbe-  
schalteter Leiterplatte zur  
Gurtschlossabfrage



3

Bild 3 Gurtbelegeabfrage in pyrotechnischem Gurtroller. Mechatronik Baugruppe (umspritztes Stanzgitter) mit Kleinstschalter DK (IP67) und passiven Bauelementen sowie Stecksystem für Gasgeneratoren.

Bild 4 Elektromechanische Baugruppe im Gurtschloss mit zwei wasserdichten Schnappschaltern zur Erkennung der Verriegelung.

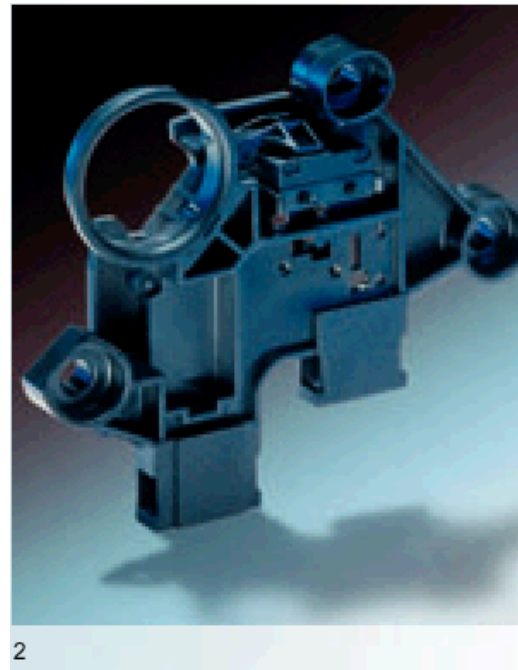


4

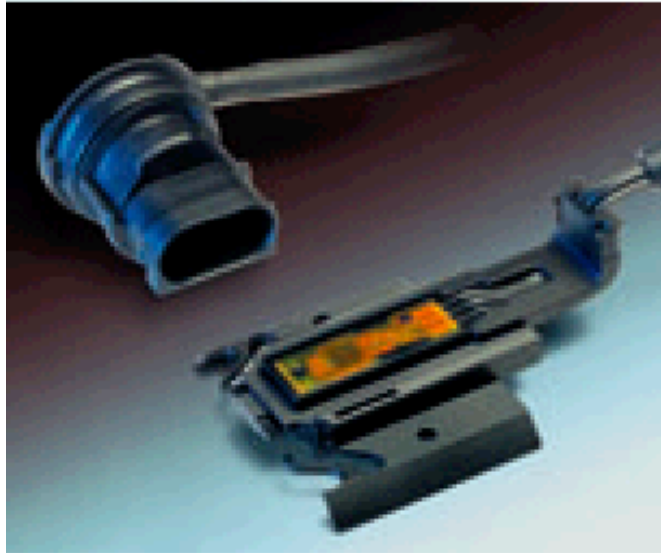




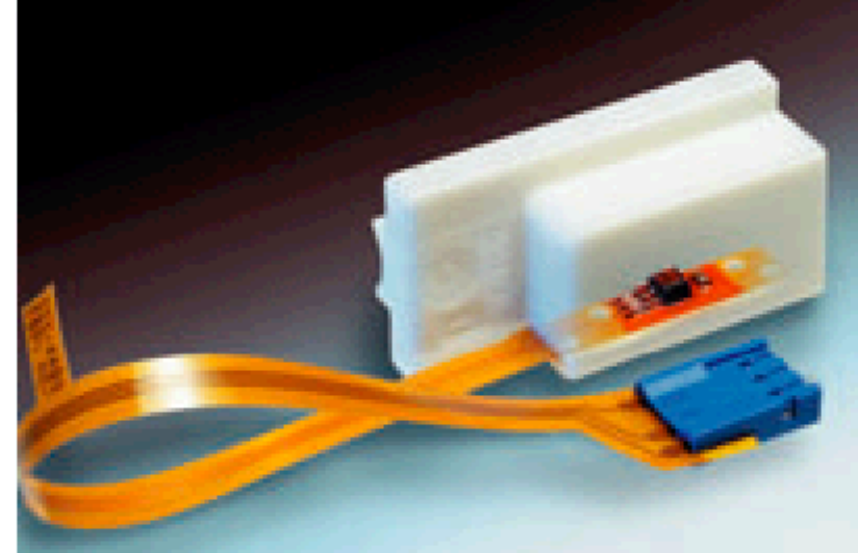
**Bild 1** Silikonfreier Schalter für Bremsassistent erfüllt applikationsspezifische Lebensdauer- und Dichtheits-Anforderungen.



**Bild 2** Ansteuerungsmodul für die Zusatzheizung. Kompakte Einheit, bestehend aus umspritztem Stanzgitter mit angeformtem Stecker und als Schaltungsträger für den wasserdichten DCJK-Schalter und elektronische Bauelemente.



3



4

**Bild 3** Sensorpackage für Bremsassistenten erfüllt höchste applikationsspezifische Dichtheitsanforderungen. Analoger Hallsensor mit linear programmierbarem Signal.

**Bild 4** Sensoreinheit für elektronische Feststellbremse mit Hallsensor auf FPC als Leitungsträger.

# Mechatronik-Anwendungen im Automobil

## X-by-Wire-Technik



### ■ Throttle-by-Wire: Elektrisches Gaspedal

- Sensor am Gaspedal erfasst Signal des Fahrers. Aktor steuert Drosselklappe
- Gaszug entfällt

### ■ Shift-by-Wire: Elektrische Schaltung

- Gangwechsel wird durch Aktor im Getriebe ausgelöst
- Schaltgestänge entfällt

### ■ Brake-by-Wire: Elektrische Bremse

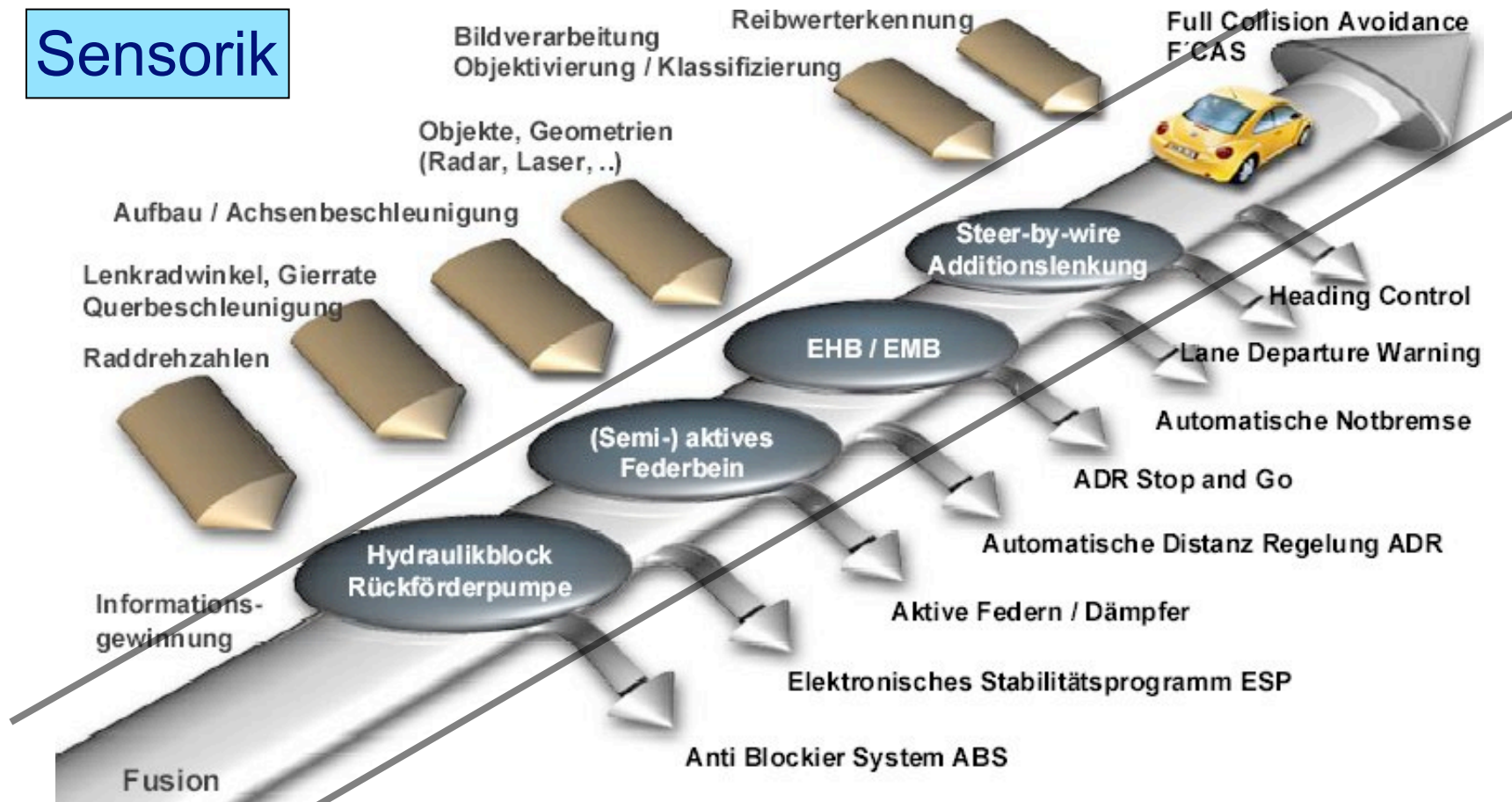
- Elektromechanische Bremse wird durch Signal angesteuert
- Bremsleitungen und Bremsflüssigkeit entfallen

### ■ Steer-by-Wire: Elektrische Lenkung

- Lenkwinkelsensor erfasst das Steuersignal des Fahrers, Räder werden durch Aktor gelenkt
- Lenkmechanismus entfällt
- Lenkrad kann durch Joystick ersetzt werden



Sensorik



Informationsverarbeitung

Aktorik

## 5. E/E-Entwicklung

1. Halbleitertechnologie
2. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
3. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil
- 4. Kabelbaum und Energiebordnetze**
5. Bussysteme im Automobil

## 5. E/E-Entwicklung

### 4. Kabelbaum und Energiebordnetze

#### 1. Bordnetz und Kabelbaum

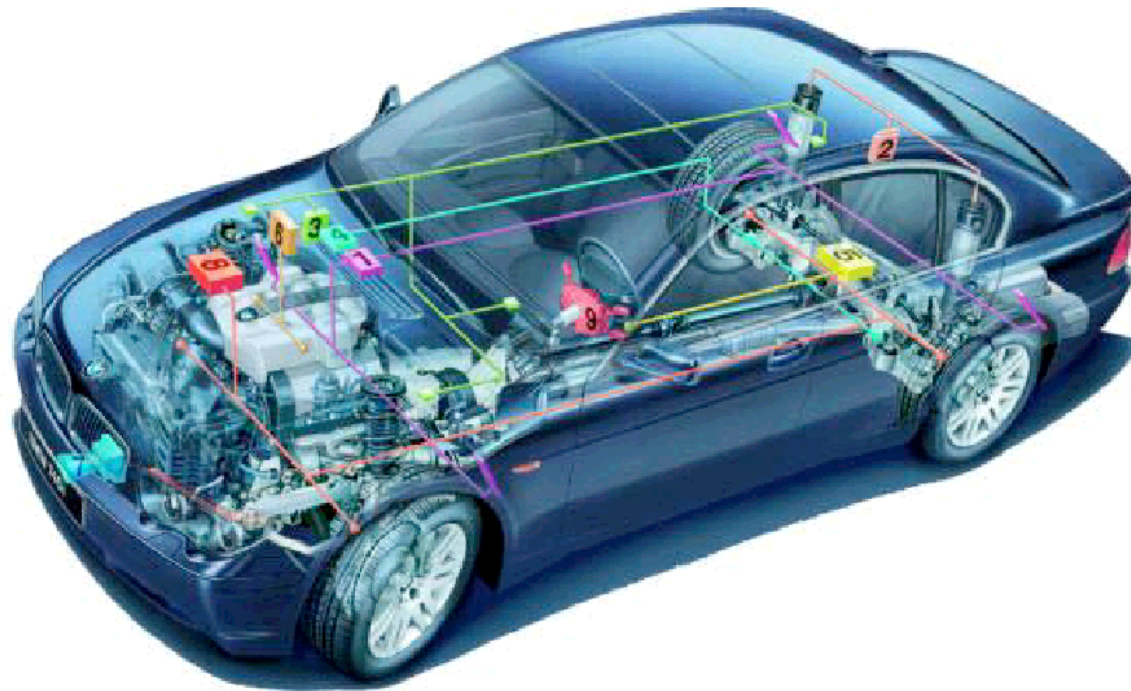
2. 42V-Bordnetz und 2 SpBN

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



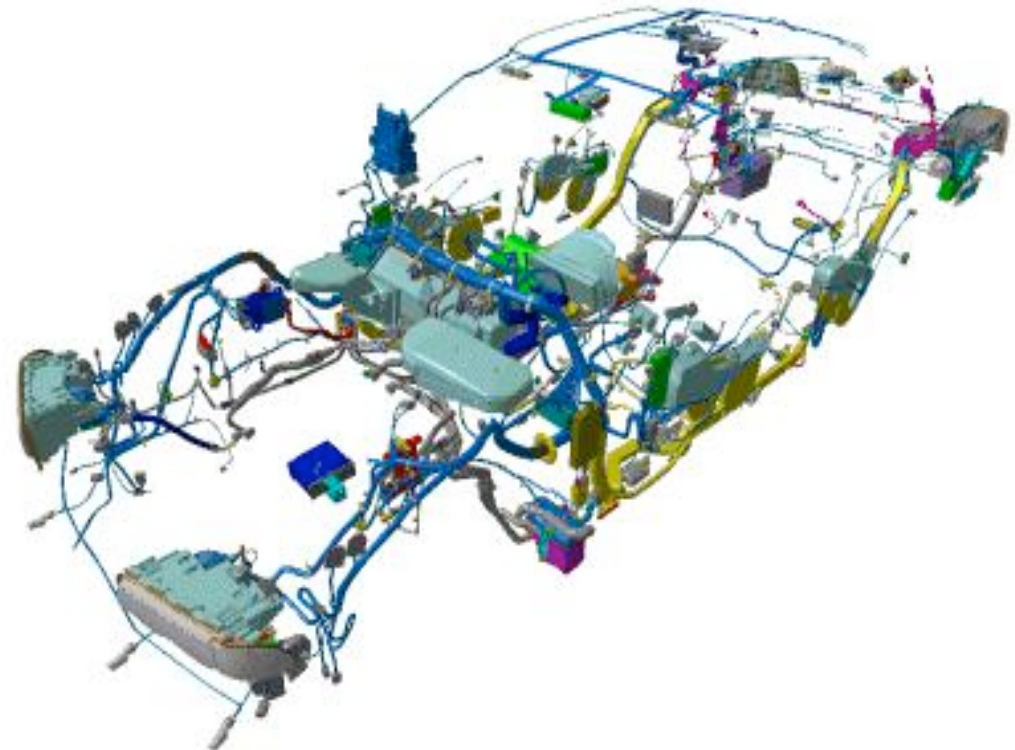
- Die Topologie ergibt sich aus Optimierungszielen:

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





- 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

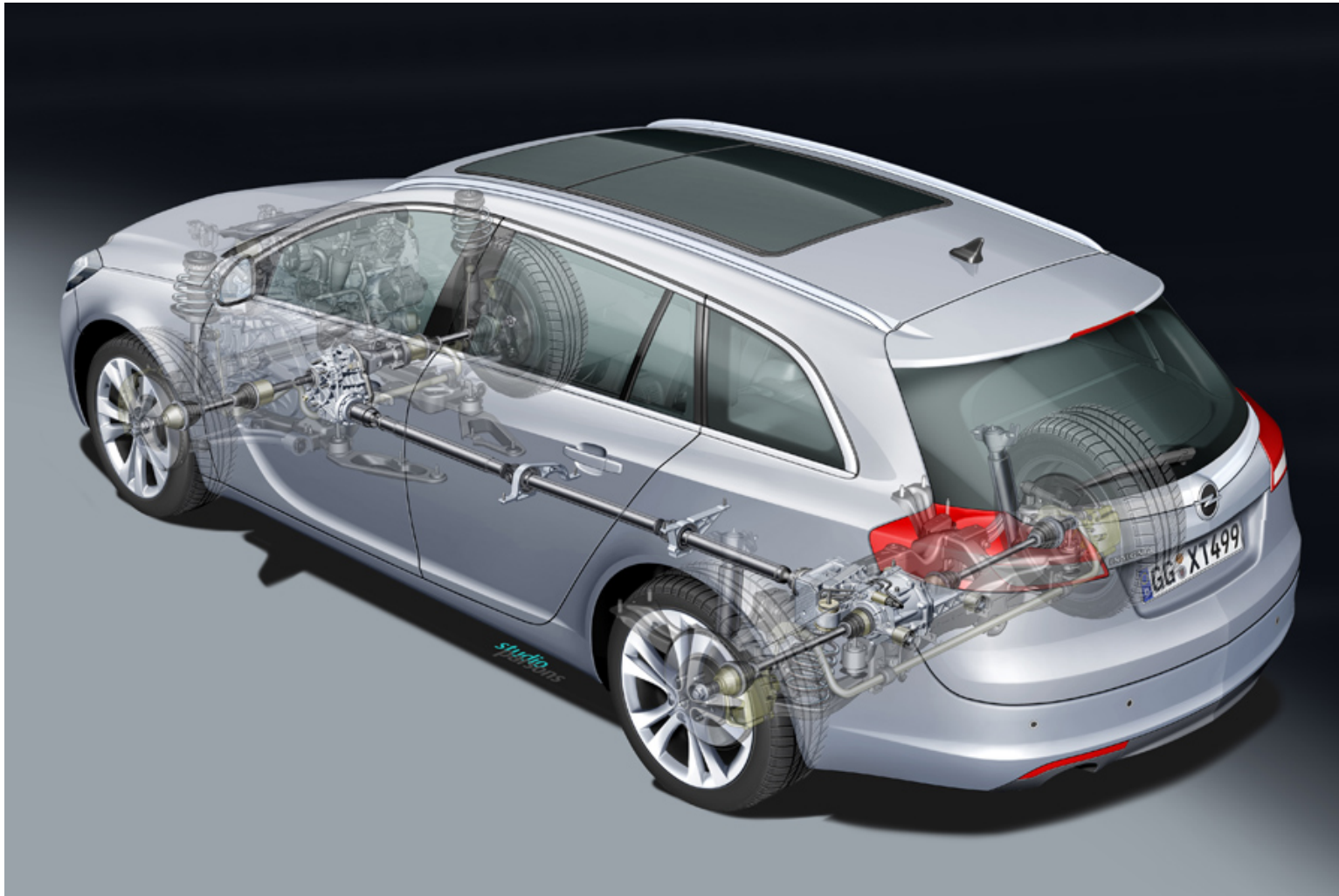
- Kabelbaum (deutsch), Wiring harness oder Harness (english)
- OEM: General Motors (<http://www.gm.com/>)
- Zulieferer: Delphi (Ursprünglich Ford Delphi, <http://delphi.com/>)
- Tracking Model: Referenzfahrzeug
- Sechs Referenzfahrzeuge
  - GME TRACKING MODEL  
General Motors Europe - Opel Insignia
  - 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



# Opel Insignia



- [Weitere Informationen](#)



## 5. E/E-Entwicklung



### 4. Kabelbaum und Energiebordnetze

1. Bordnetz und Kabelbaum

**2. 42V-Bordnetz und 2 SpBN**

3. Alternative Energieversorgung für E/E-Komponenten

4. Energiebordnetze - Zukunft

## 42V-Bordnetz und 2SpBN (2 Spannungsbordnetz)



### ■ Gestern

- Wenige und einfache Systeme
  - Zündung
  - Scheibenwischer
  - Blinker
  - Licht
- Gesamtleistung <100W

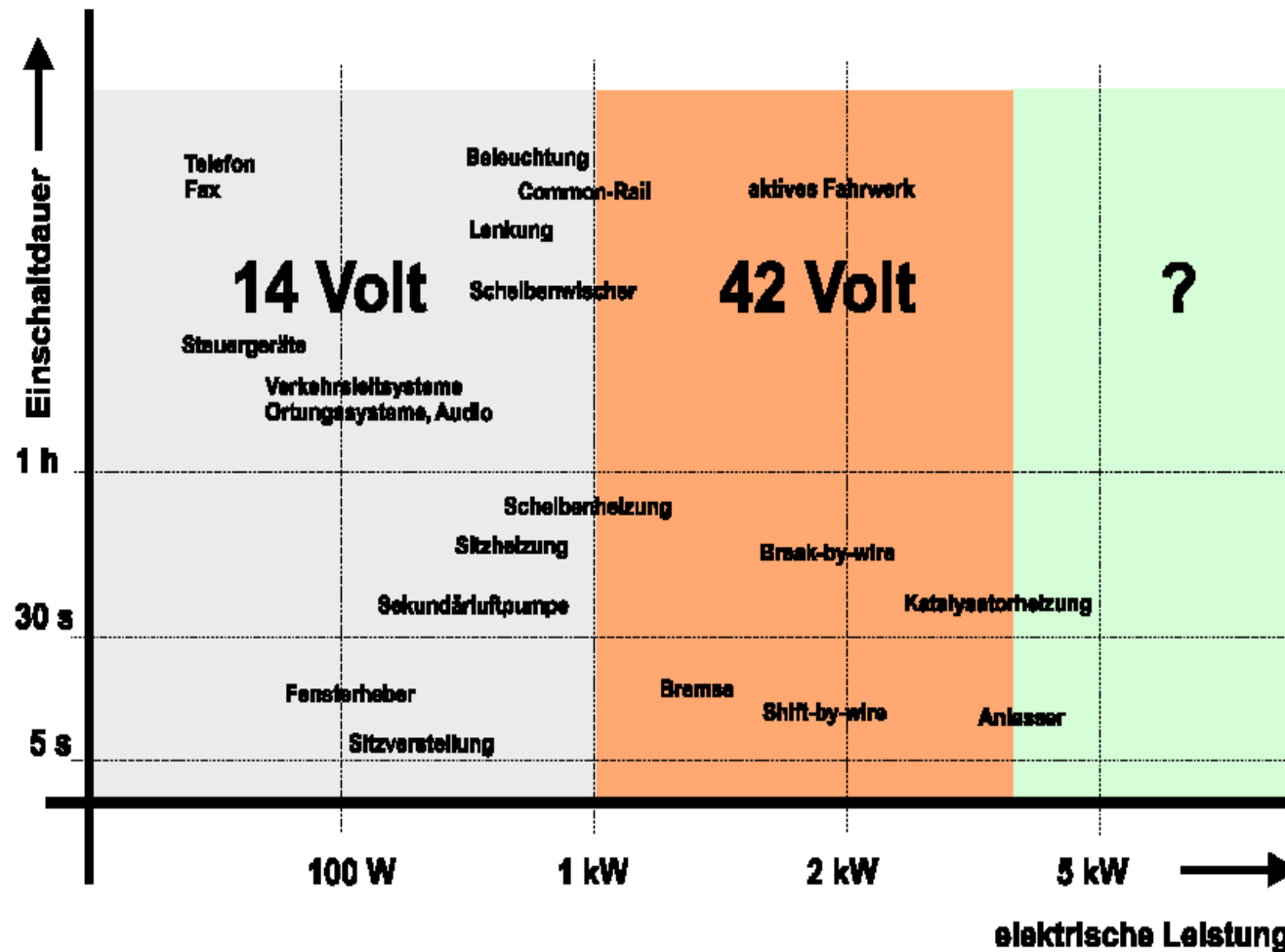
### ■ Heute

- Umfangreiche Komfort- und Sicherheitssysteme
  - Sitzheizung
  - Sitzverstellung
  - Aktivlenkung
- 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 Komfortfunktionen
- Gesamtleistung: ???

## Leistungen und Einschaltzeiten elektrischer Verbraucher



## 42V-Bordnetz und 2SpBN



### 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

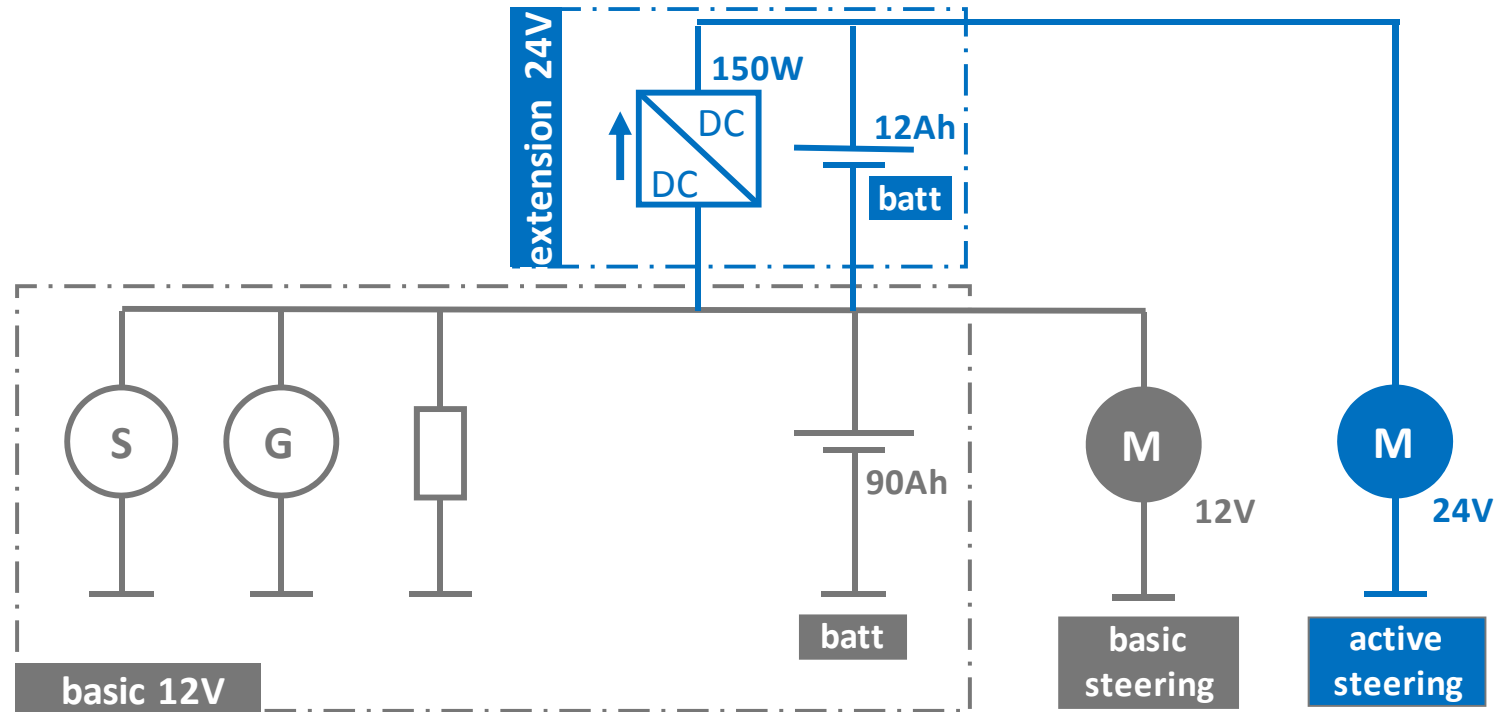


Abbildung 11: Basisbordnetz (12V) mit Erweiterung auf 24V

# 42V-Bordnetz und 2SpBN



## 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



## 5. E/E-Entwicklung

### 4. Kabelbaum und Energiebordnetze

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 cm<sup>3</sup>
- ⇒ 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

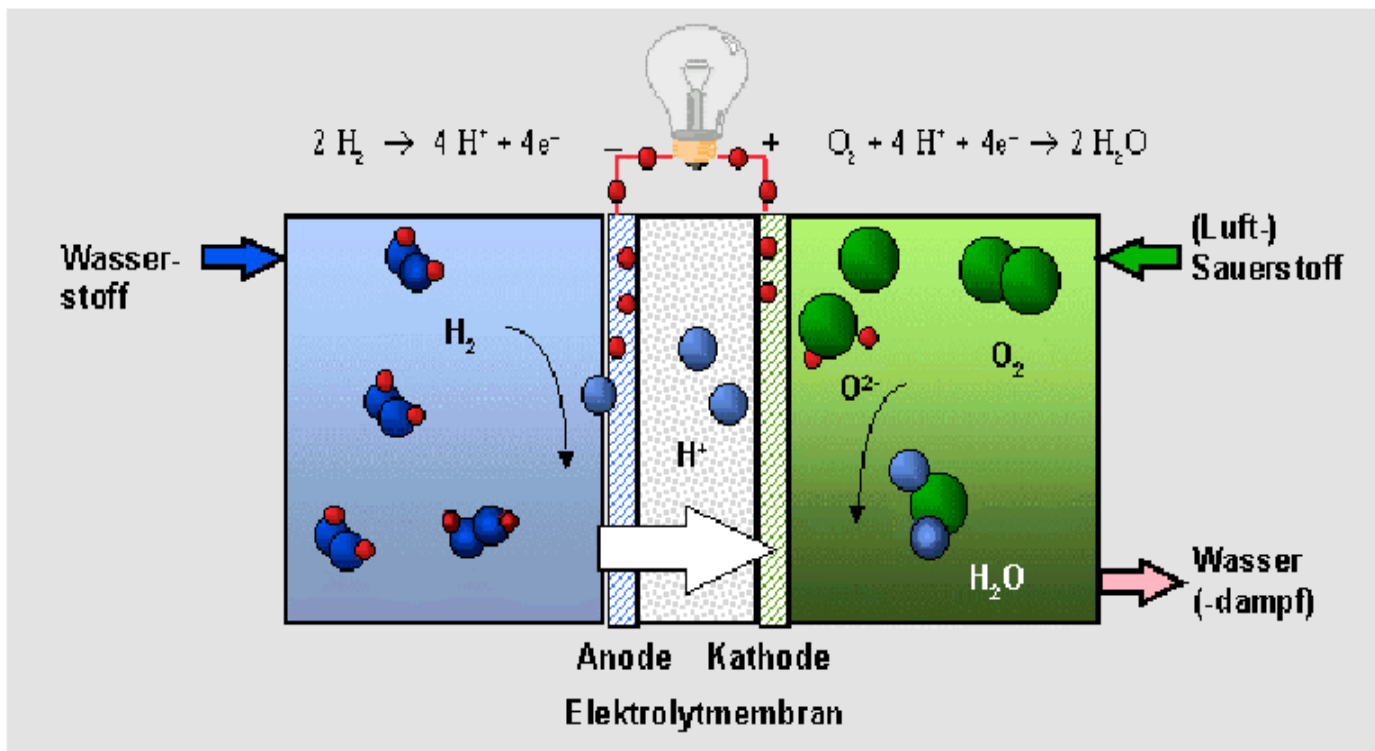
### Lithium-Polymer-Batterie

- + Hohe Energiedichte 100 - 120 Wh/kg
- + Feststoffbatterie, nichttoxisch
- + Zellengeometrie beliebig
- + Batteriemangement 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

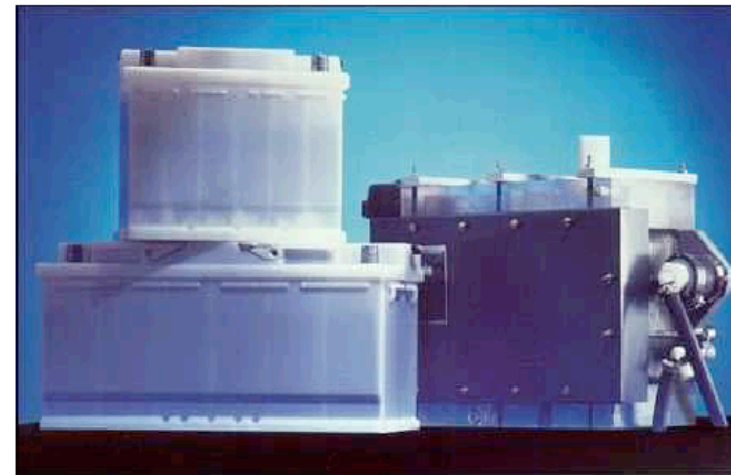


## ■ Vorteile der Brennstoffzelle

- 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



## 5. E/E-Entwicklung



### 4. Kabelbaum und Energiebordnetze

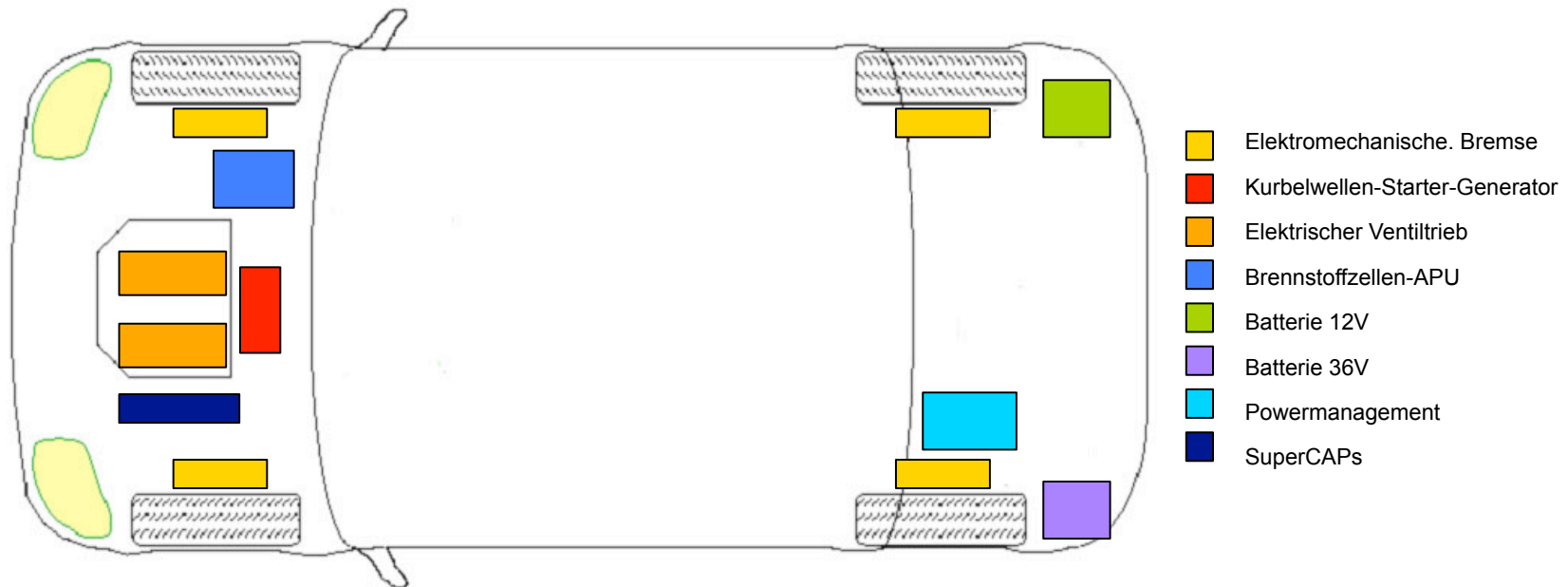
1. Bordnetz und Kabelbaum
2. 42V-Bordnetz und 2 SpBN
3. Alternative Energieversorgung für E/E-Komponenten
- 4. Energiebordnetze - Zukunft**

## ■ 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-Energie-puffer machen Brennstoffzellenautos wirtschaftlicher (1)



[http://www.innovations-report.de/html/berichte/energie\\_elektrotechnik/bericht-30605.html](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-Energie-puffer 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. Halbleitertechnologie
2. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
3. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil
4. Kabelbaum und Energiebordnetze
- 5. Bussysteme im Automobil 18.06.2012**