Vorlesung
„Embedded Software-Engineering im Bereich Automotive“

Technische Universität Dresden, Fakultät Informatik,
Professur Softwaretechnologie
WS 2008/2009

Dr. rer. nat. Bernhard Hohlfeld
bernhard.hohlfeld@daad-alumni.de

Embedded Software-Engineering im Bereich Automotive

- Technische Universität Dresden, Fakultät Informatik, Professur Softwaretechnologie
- WS 2008/2009
- Vorlesungszeiten — 6 Blöcke à 3 h bis Dezember 2008
entspricht 18 Zeitstunden
Exkursion à 4,5 h
insgesamt 22,5 h oder 2 SWS
- Termine — Montag, 14:50 – 16:20, 16:40 – 18:10
20.10., 03.11., 10.11., 17.11., 01.12., 15.12.
Ersatztermine: 24.11., 08.12.
Exkursion: 18.11., 02.12.
- Raum — E09
- Dozent — Dr. rer. nat. Bernhard Hohlfeld
bernhard.hohlfeld@daad-alumni.de

Inhalt

1. Motivation und Überblick
2. Grundlagen Fahrzeugentwicklung, KFZ-Elektronik und Software
3. **Automotive Elektrik/Elektronik-Entwicklung (E/E)**
4. Protokolle und Bussysteme
5. Betriebssysteme und standardisierte Systemarchitekturen
6. Verfahren für die Embedded Software Entwicklung
7. Unterstützungsprozesse für die Embedded Software Entwicklung
8. Wichtige Normen/Standards/Empfehlungen für die Embedded Software Entwicklung

3. Automotive Elektrik/Elektronik-Entwicklung (E/E)

1. Einführung und Übersicht
2. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
3. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil
4. Kabelbaum und Energiebordnetze
5. Bussysteme im Automobil
6. x-by-wire-Entwicklungen
7. Zukünftige E/E-Entwicklungen im Automobil

3. Automotive Elektrik/Elektronik-Entwicklung (E/E)

---

1. **Einführung und Übersicht**
    1. **Entwicklungshistorie**
    2. Halbleitertechnologie
    3. Entwicklungskomplexität
    4. Anforderungen
    5. Einsatzgebiete und Beispiele
2. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
3. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil
4. Kabelbaum und Energiebordnetze
5. Bussysteme im Automobil
6. x-by-wire-Entwicklungen
7. Zukünftige E/E-Entwicklungen im Automobil

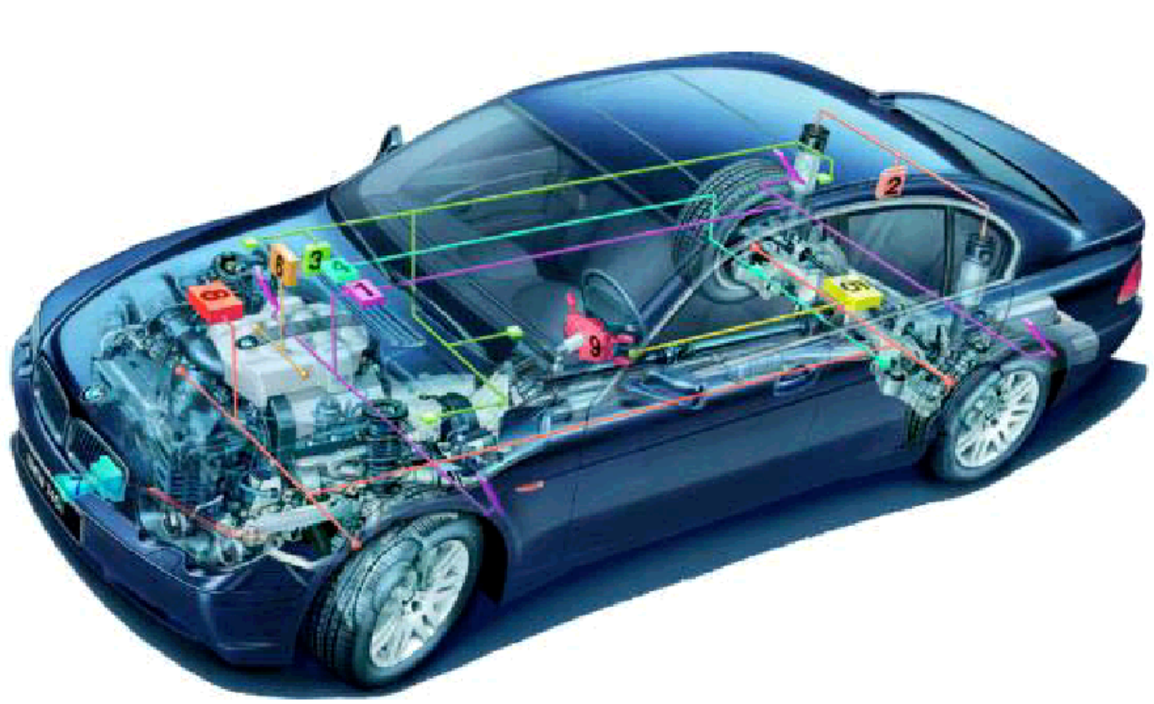
Entwicklungshistorie

1886:

Daimler bestellt bei der Wagenbaufirma Wilhelm Wimpff & Sohn in Stuttgart eine Kutsche und baut seinen Motor ein.

Heute:

Komplexe mechatronische Systeme



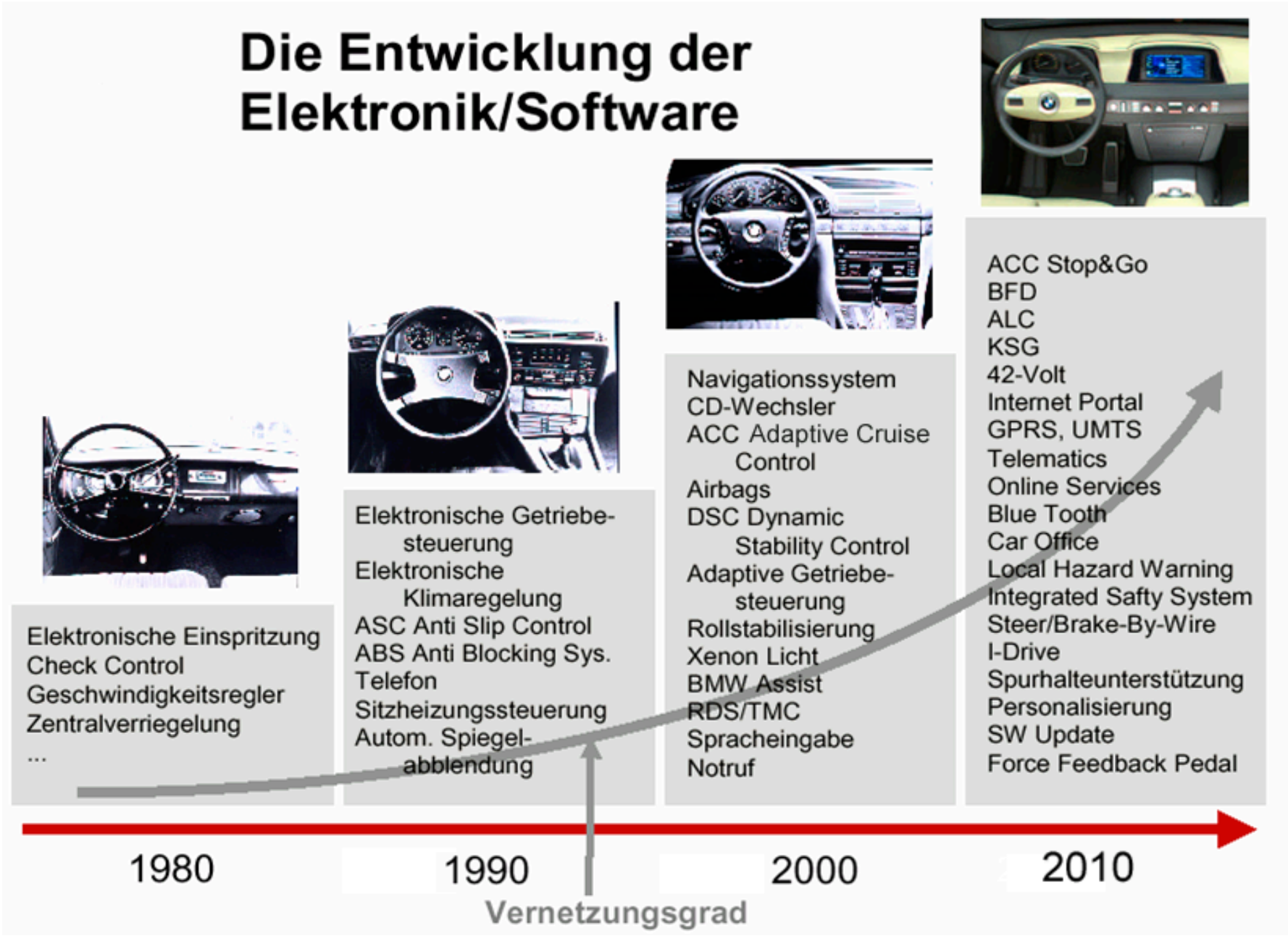
Entwicklungshistorie

- Heute:
  - E/E-Umfänge inkl.
    - Heizung,
    - Lüftung,
    - Klima und
    - Kabelbaum

    erfordern 20-40% der Herstellungskosten eines PKW

- Zukunft:
  - umfassendes Energiemanagement auf E/E-Basis
  - Ersatz mechanisch-hydraulischer Strukturen durch E/E
  - adaptive Systeme
  - Kostenanteil der E/E-Umfänge > 50% bei Entwicklung und Produktion!

Entwicklungshistorie



3. Automotive Elektrik/Elektronik-Entwicklung (E/E)

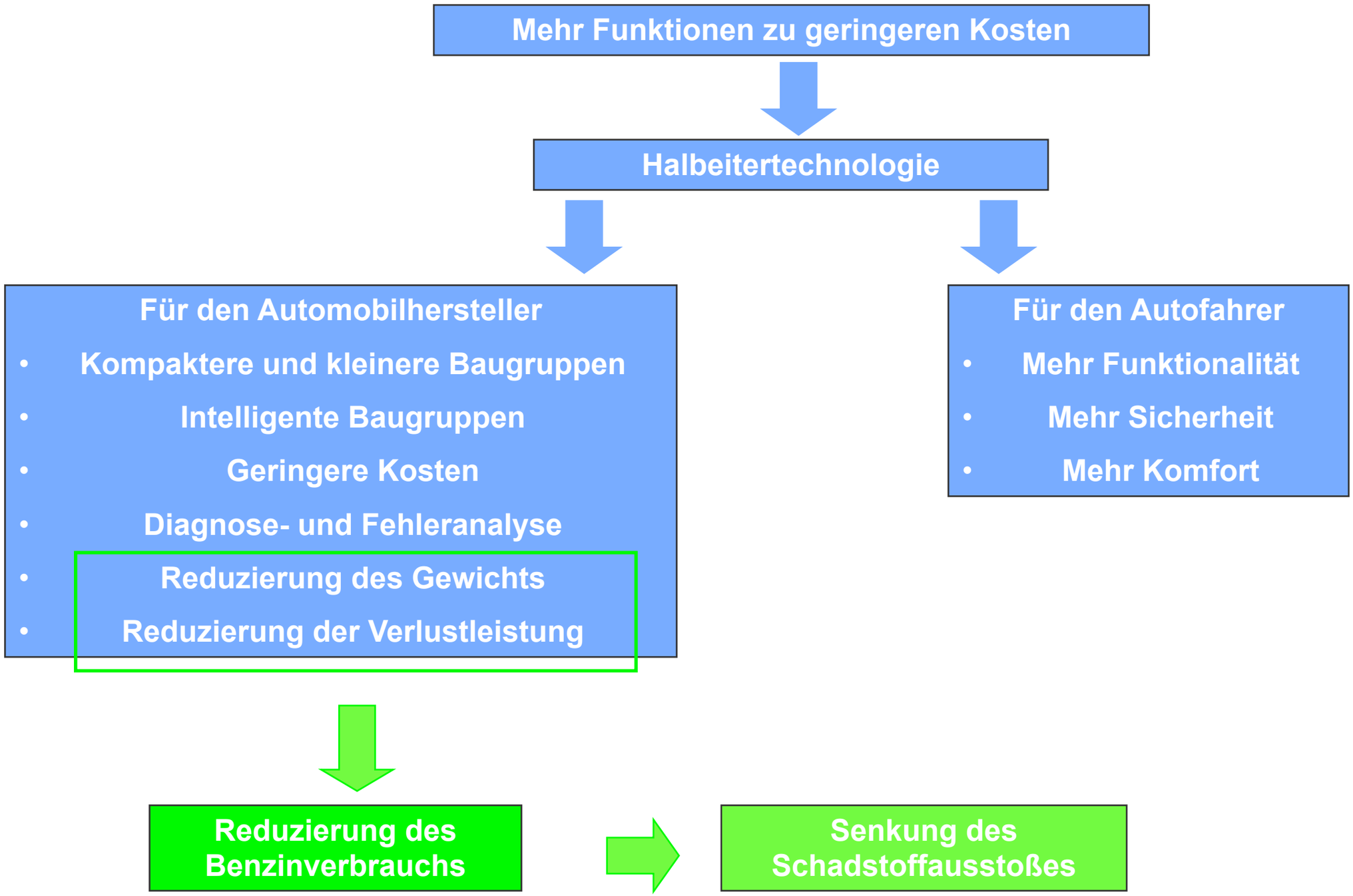
---

1. Einführung und Übersicht

   1. Entwicklungshistorie
   2. Halbleitertechnologie
   3. Entwicklungskomplexität
   4. Anforderungen
   5. Einsatzgebiete und Beispiele

2. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
3. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil
4. Kabelbaum und Energiebordnetze
5. Bussysteme im Automobil
6. x-by-wire-Entwicklungen
7. Zukünftige E/E-Entwicklungen im Automobil

Halbleitertechnologie

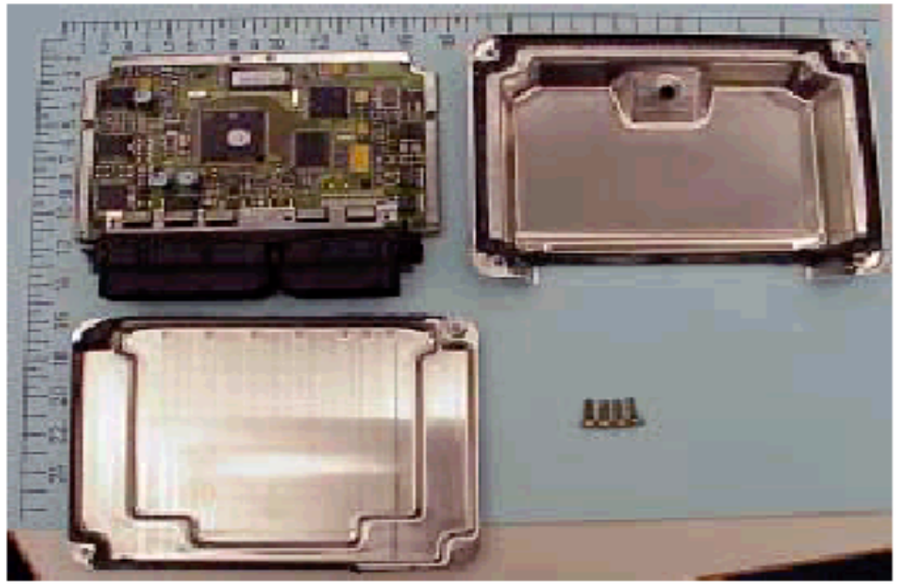


Halbleitertechnologie

Beispiele für Module

- Türsteuerung
  - Fensterheber
  - Türverriegelung
  - Kindersicherung
  - Spiegelheizung
  - usw.
- Mit HL Kostenersparnis von 40%
- Steigerung der Funktionalität um 140%

- Steuerung der Fahrzeugbeleuchtung
- Mit Halbleitern (HL) Kostenersparnis von 40% gegenüber den auf elektromechanischen Relais basierenden Modulen



Halbleitertechnologie

- Vorteile eines Moduls (Steuergeräts) mit Halbleitertechnologie
  - Unempfindlichkeit gegen Vibrationen u. Stöße
  - Komplexe Funktionalität möglich
  - Geringes Gewicht
  - Kein Verschleiß von Schaltern

- Probleme der HL-Technologie
  - Temperatur
  - ESD
  - Teurer als mechanische Schalter (Relais)
  - Automotive-typische Spannungen problematisch

Elektrostatische Entladung

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)

3. Automotive Elektrik/Elektronik-Entwicklung (E/E)

---

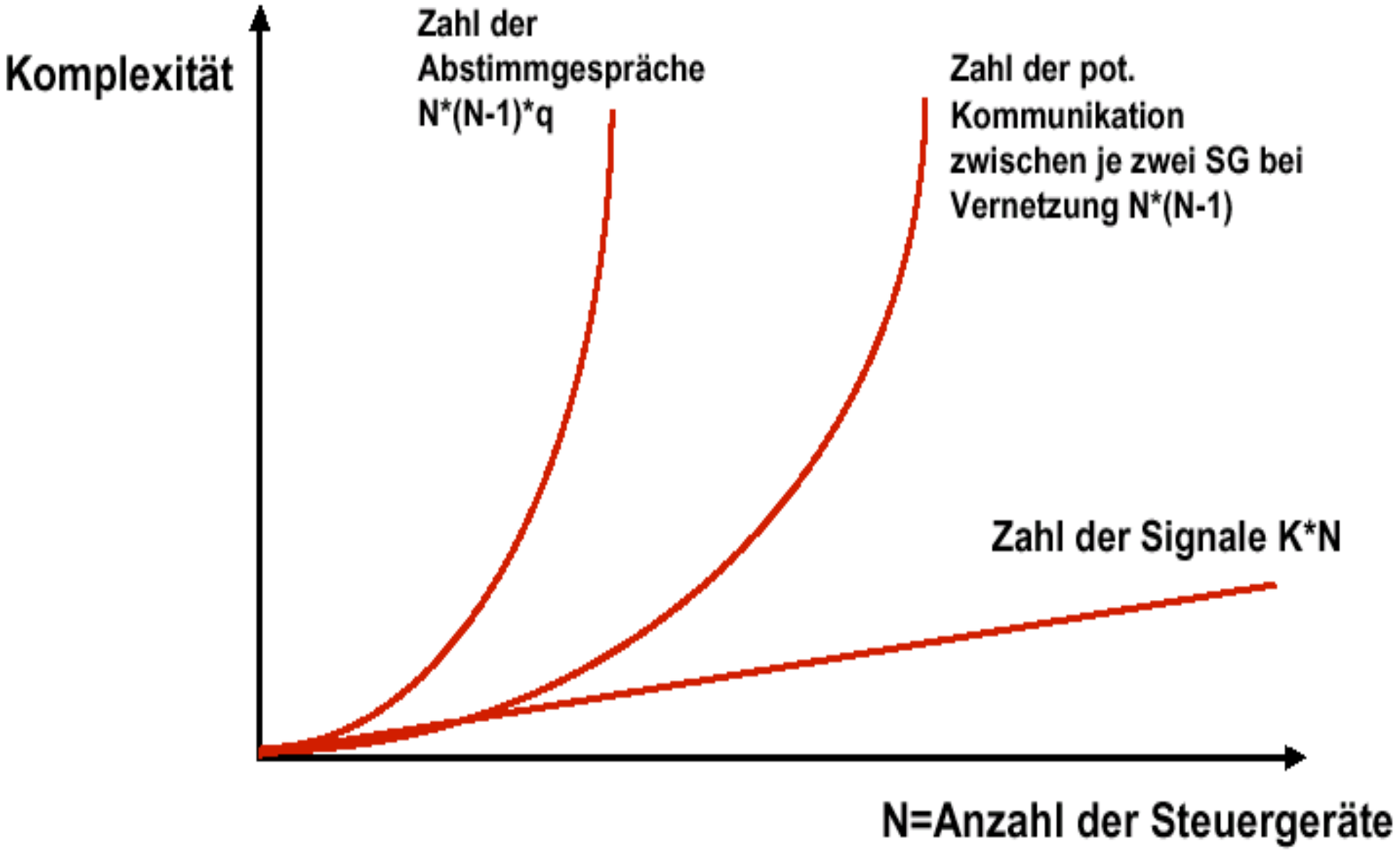
1. Einführung und Übersicht

1. Entwicklungshistorie
2. Halbleitertechnologie
3. **Entwicklungskomplexität**
4. Anforderungen
5. Einsatzgebiete und Beispiele

2. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
3. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil
4. Kabelbaum und Energiebordnetze
5. Bussysteme im Automobil
6. x-by-wire-Entwicklungen
7. Zukünftige E/E-Entwicklungen im Automobil

Entwicklungskomplexität

Entwicklung der Komplexität



3. Automotive Elektrik/Elektronik-Entwicklung (E/E)

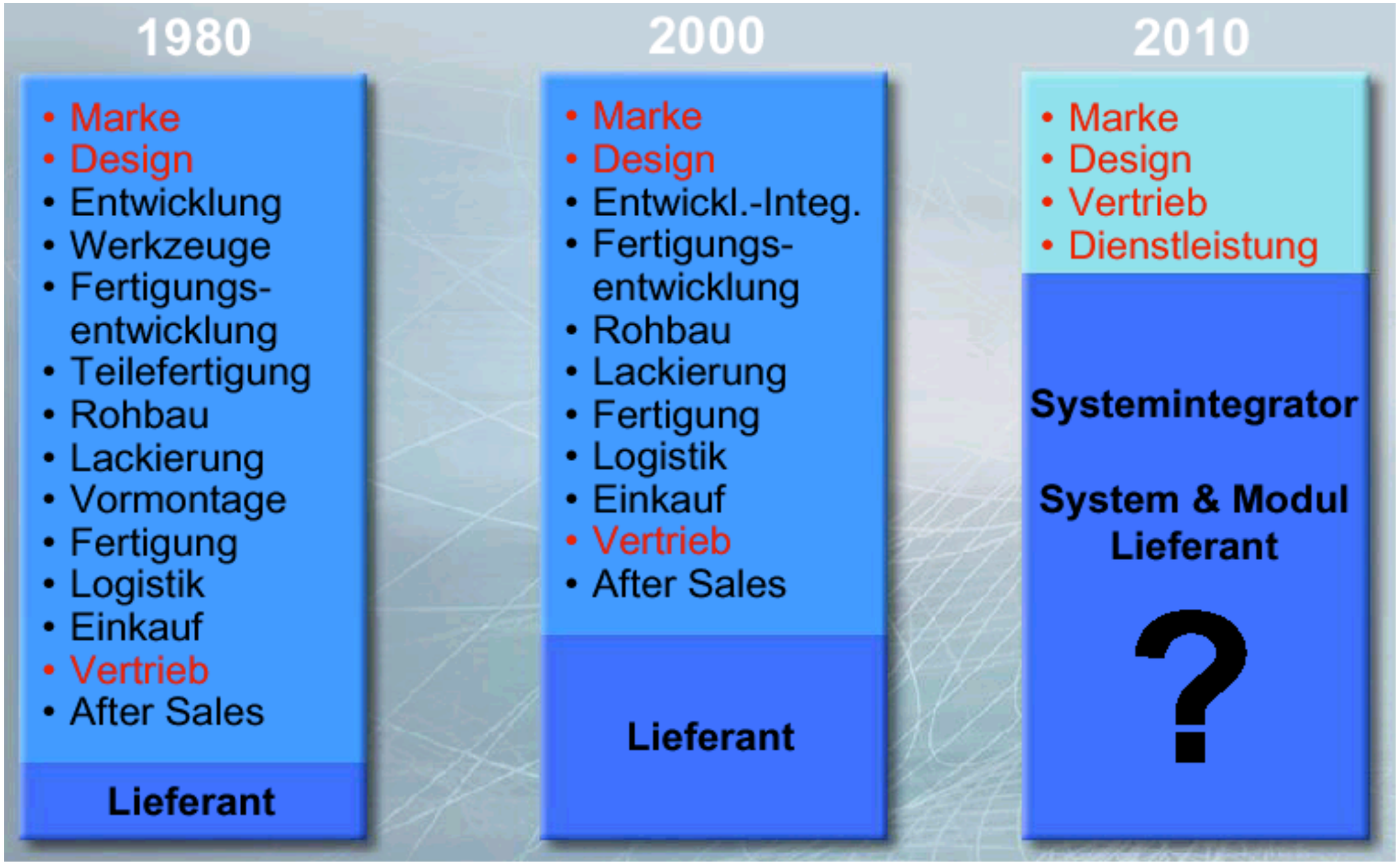
---

1. Einführung und Übersicht

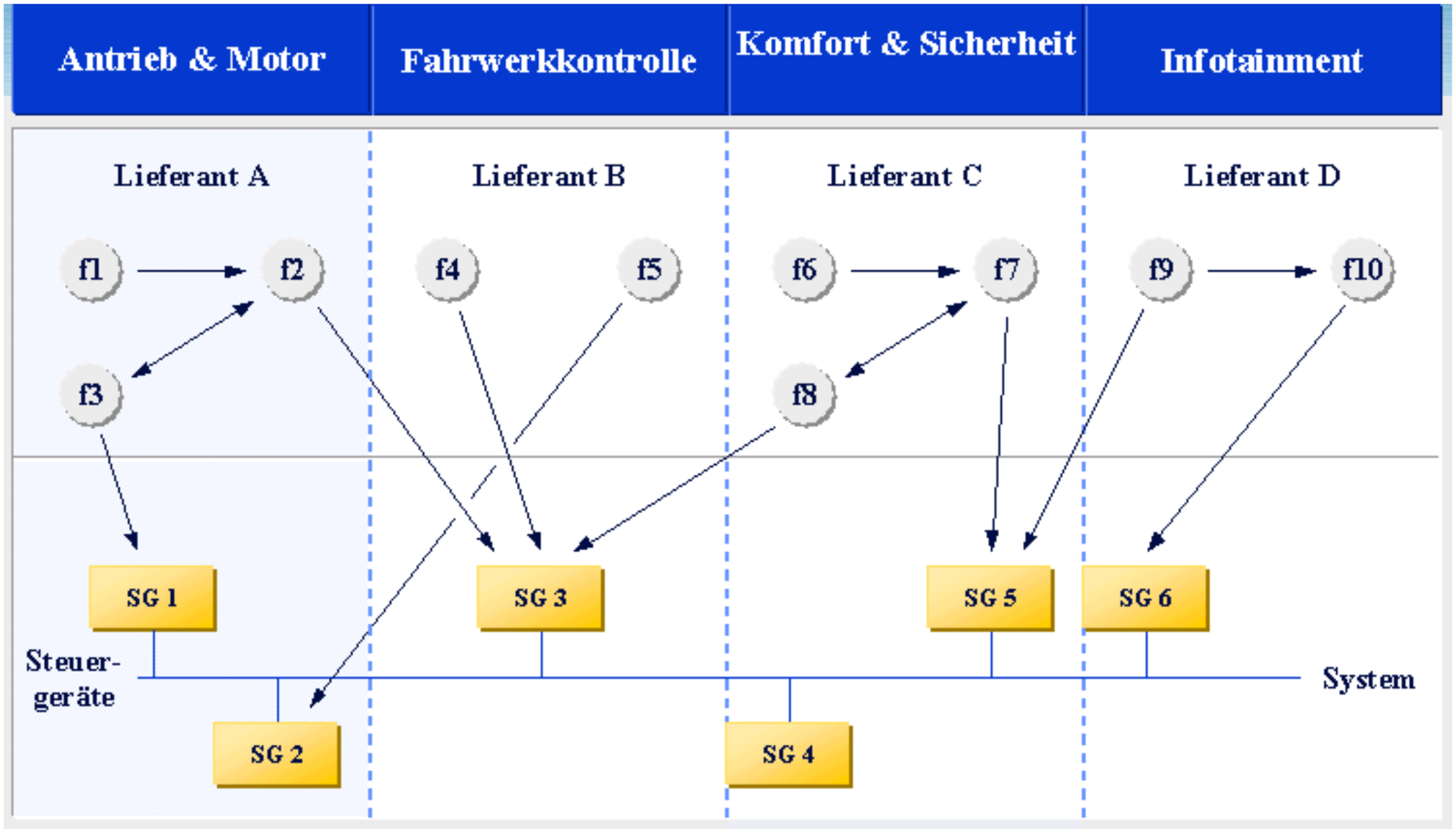
1. Entwicklungshistorie
2. Halbleitertechnologie
3. Entwicklungskomplexität
4. **Anforderungen**
5. Einsatzgebiete und Beispiele

2. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
3. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil
4. Kabelbaum und Energiebordnetze
5. Bussysteme im Automobil
6. x-by-wire-Entwicklungen
7. Zukünftige E/E-Entwicklungen im Automobil

Anforderungen

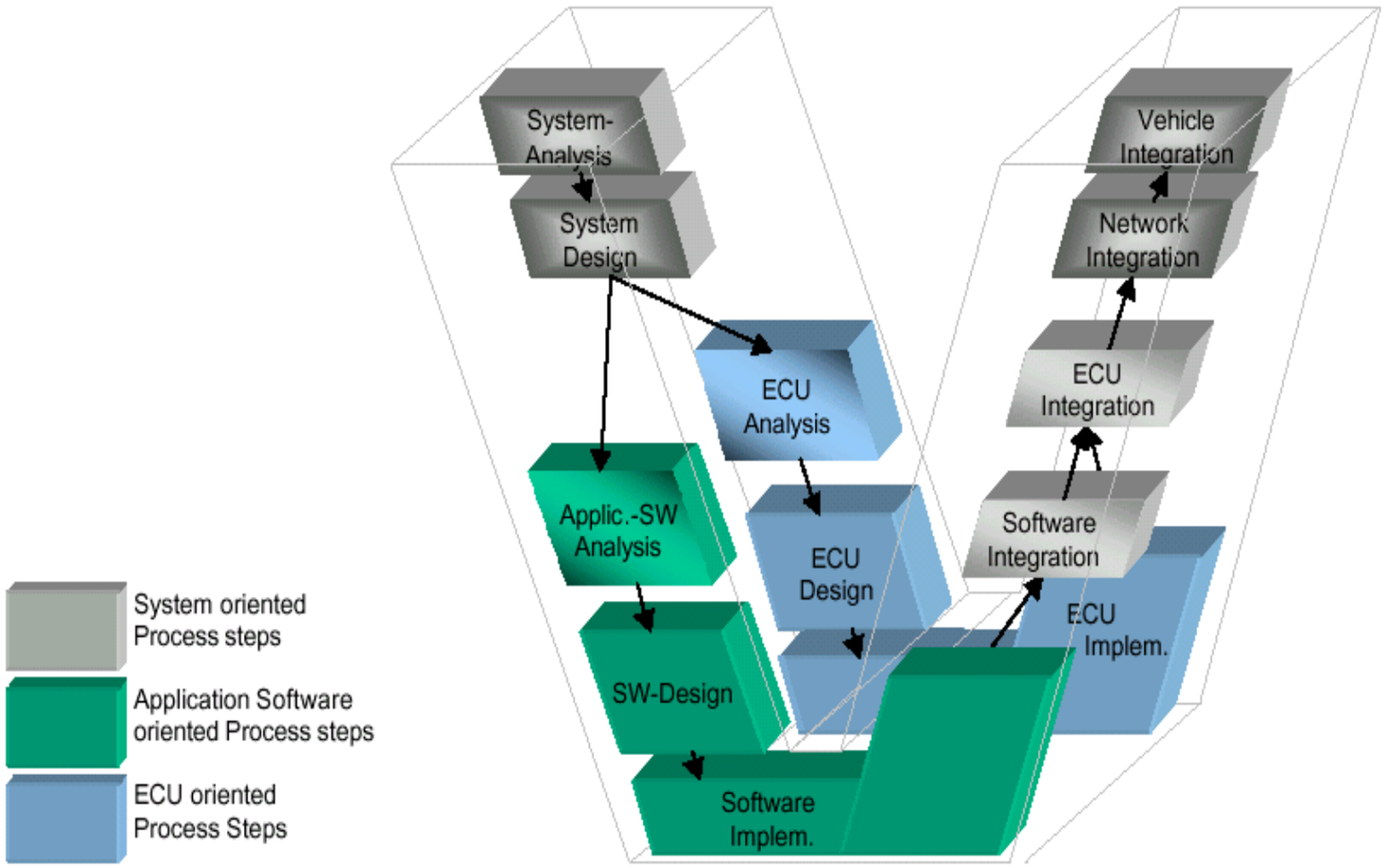


Anforderungen

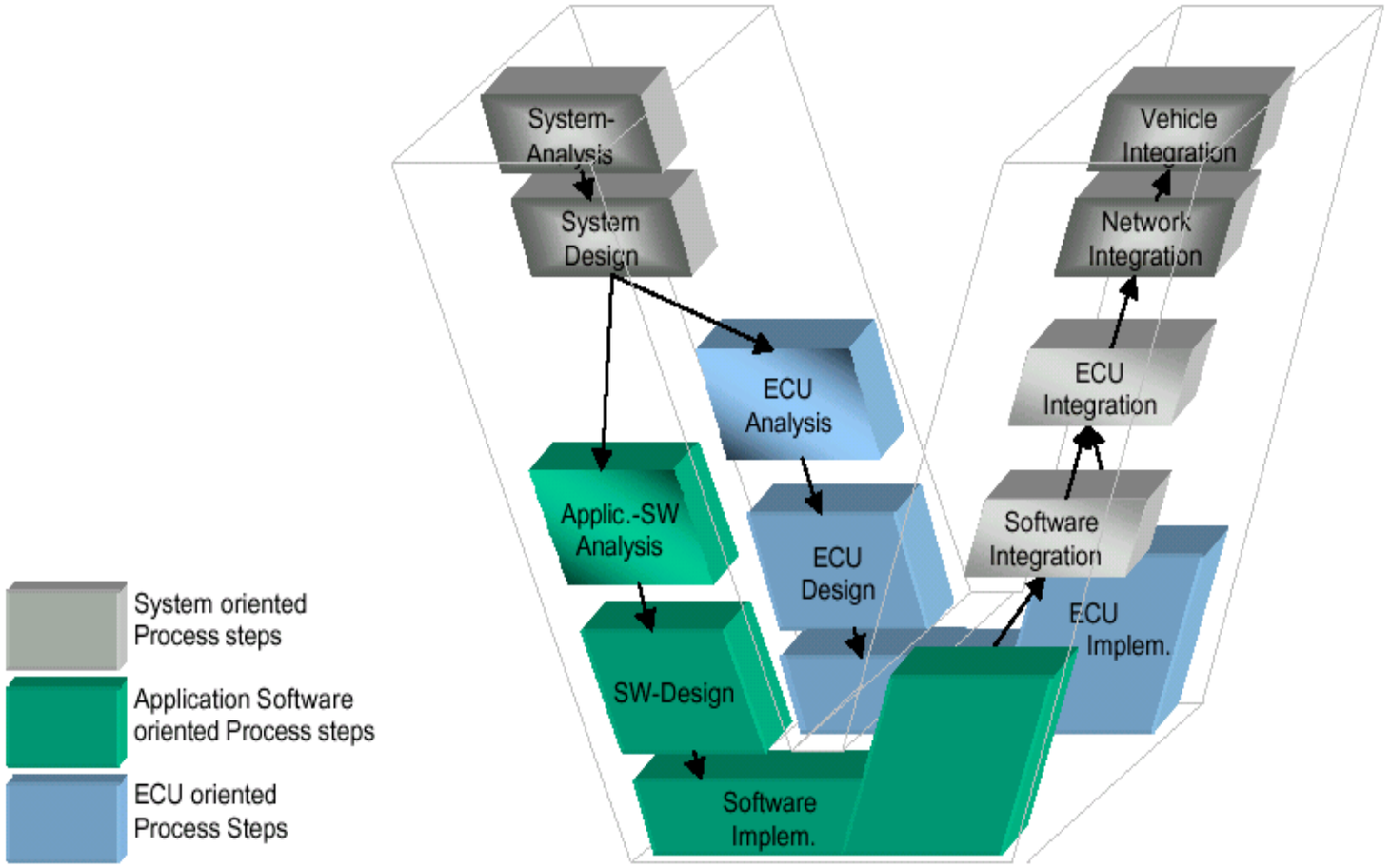


Neue Beziehungen, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten zwischen OEM und Zulieferer erforderlich

Anforderungen



Anforderungen



- Bedeutung des System-Designs und Integrationsschritte
- Verbesserung der Qualität durch einen gesteuerten Prozess

3. Automotive Elektrik/Elektronik-Entwicklung (E/E)

---

1. Einführung und Übersicht

1. Entwicklungshistorie
2. Halbleitertechnologie
3. Entwicklungskomplexität
4. Anforderungen
5. **Einsatzgebiete und Beispiele**

2. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
3. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil
4. Kabelbaum und Energiebordnetze
5. Bussysteme im Automobil
6. x-by-wire-Entwicklungen
7. Zukünftige E/E-Entwicklungen im Automobil

Einsatzgebiete und Beispiele

- Telematiksystem ist dezentral und modular aufgebaut
- Hauptfunktionen:
  - Navigation
  - Audio
  - Video
  - Telefon
- Hauptbedienelement im Gesamtsystem ist der I-Drive (Beispiel BMW 7er)
- Internetanbindung

Einsatzgebiete und Beispiele

- Integrated Powertrain Management für optimalen Wirkungsgrad
  - reduziert den Kraftstoffverbrauch um bis zu 15%
  - steigert Motorleistung sowie Fahrkomfort

- NOx-Sensor
  - Erfüllung zukünftiger Abgasnormen
  - Reduzierung des Kraftstoffverbrauches

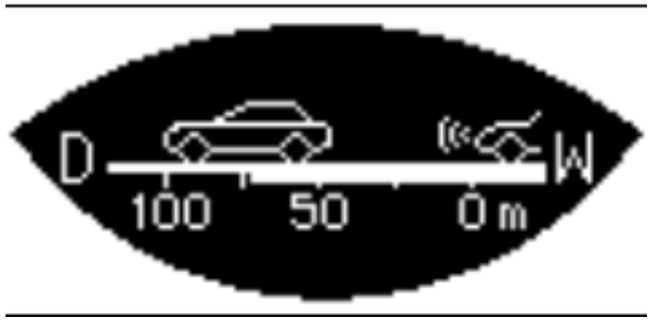
- Active Noise Control
  - Verbesserung des akustischen Fahrkomforts durch Gegenschall
  - Gezieltes Sounddesign möglich

Einsatzgebiete und Beispiele

- Fahrwerkkontrolle
  - Adaptive Cruise Control
  - (abstandsgeregelter Tempomat)

- Automatische Anpassung der Geschwindigkeit

- Die Komponenten eines ACC-Systems sind:
  - Motormanagement-Steuergerät
  - Radarsensoren
  - aktiver Bremseingriff über ASR (Antriebsschlupfregler) und ESP (Elektronisches Stabilitäts-Programm),
  - Bedien- und Anzeigeeinheit
  - Sensoren
    - Gierrate
    - Querbeschleunigung
    - Raddrehzahl
    - Lenkwinkel



- Eingestellte Wunschgeschwindigkeit und Abstandswahl werden im Kombiinstrument dargestellt.

- Zukunft: ACC Stop and Go für automatische Fortbewegung im Stau

Rotationsbewegungen

- Gieren

  Als Gierachse (auch Hoch- oder Vertikalachse, engl. yaw axis) bezeichnet man die vertikale Achse eines Luft-, Wasser- oder Landfahrzeugs, um die das Fahrzeug dreht. Die Drehbewegung um diese Achse wird dementsprechend mit Gieren bezeichnet. Zusammen mit dem Rollen und Nicken ist das Gieren eine der drei Grund-Rotationsbewegungen eines Körpers im Raum.

- Nicken

  Die Querachse (auch Nickachse) ist die Körperachse, die quer zur längsten Ausdehnung eines Körpers oder zur normalen Bewegungsrichtung eines Fahrzeuges steht. Sie ist rechtwinklig zur Längs- und Hochachse.

  - Luftfahrzeuge

    Die Rotationsbewegungen um die Querachse wird bei Flugzeugen als Nicken bezeichnet, da hier eine ähnliche Bewegung wie beim Nicken des Kopfes ausgeführt wird. Ausgelöst wird die Bewegung mittels der Höhenruder.

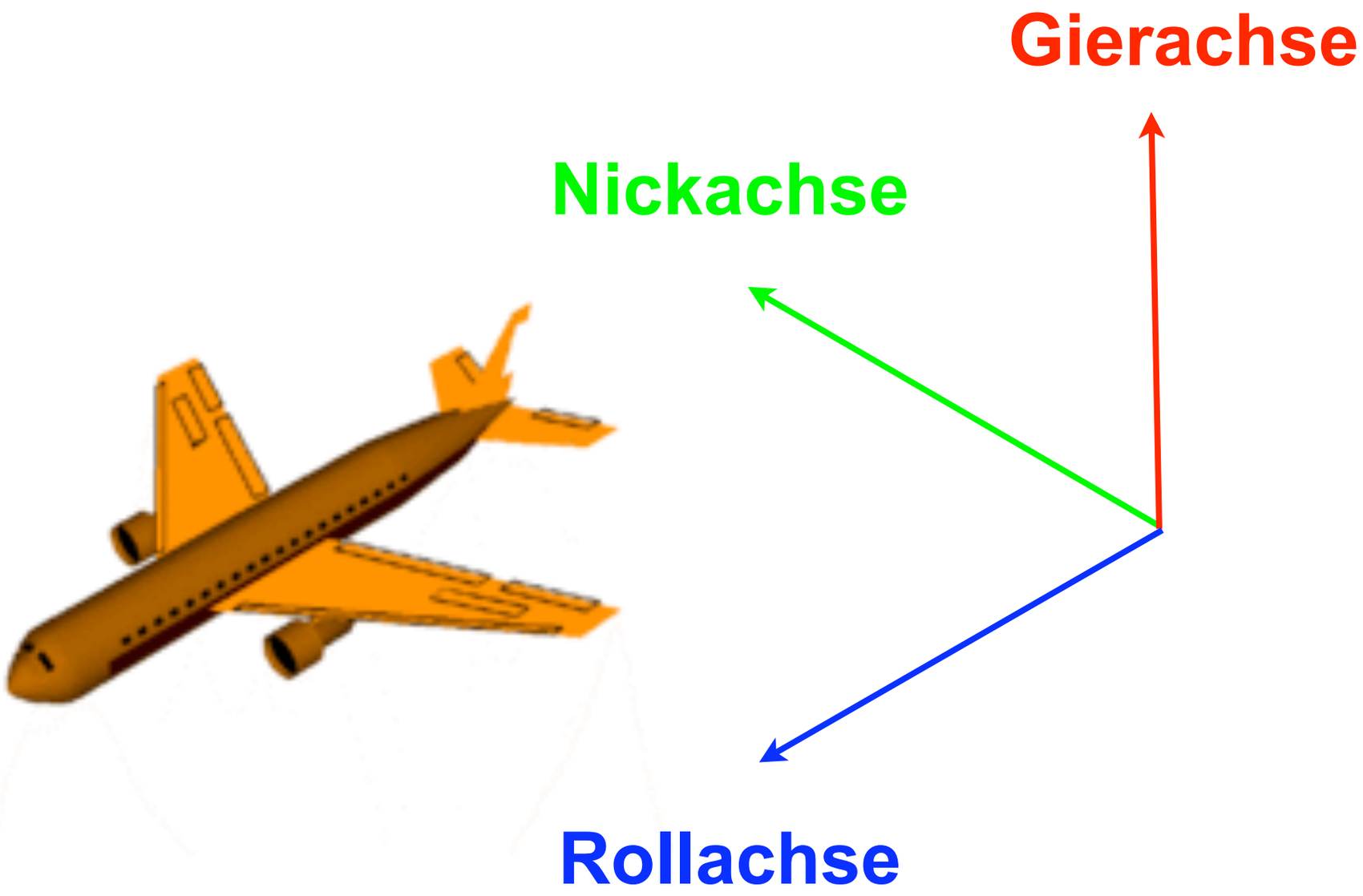
  - Wasserfahrzeuge

    Im seemännischen Sprachgebrauch wird eine ebensolche Bewegung von Wasserfahrzeugen als Stampfen bezeichnet.

- Rollen

  Rollen bezeichnet die Bewegung eines Wasser- oder Luftfahrzeugs um seine Längsachse. Bei Landfahrzeugen wird die Bewegung als Wanken bezeichnet. Tritt kein Rollen oder Schwanken auf, so spricht man von lateraler Stabilität.

Rotationsbewegungen



Einsatzgebiete und Beispiele

- Komfort und Sicherheit
  - Reifendruck-Überwachungssysteme
    - Kontinuierliche Überprüfung von
      - Luftdruck
      - Reifentemperatur
      - Rotationsgeschwindigkeit
    - Warnung des Fahrers bei Abweichungen
  - Einparkhilfe mit Ultraschallsensoren
    - Aktivierung erfolgt selbstständig bei Einlegen des Rückwärtsgangs oder bei Geschwindigkeiten kleiner 15 km/h
    - Optische und/oder akustische Warnung, deren Wiederholfrequenz mit abnehmender Entfernung zunimmt

3. Automotive Elektrik/Elektronik-Entwicklung (E/E)

---

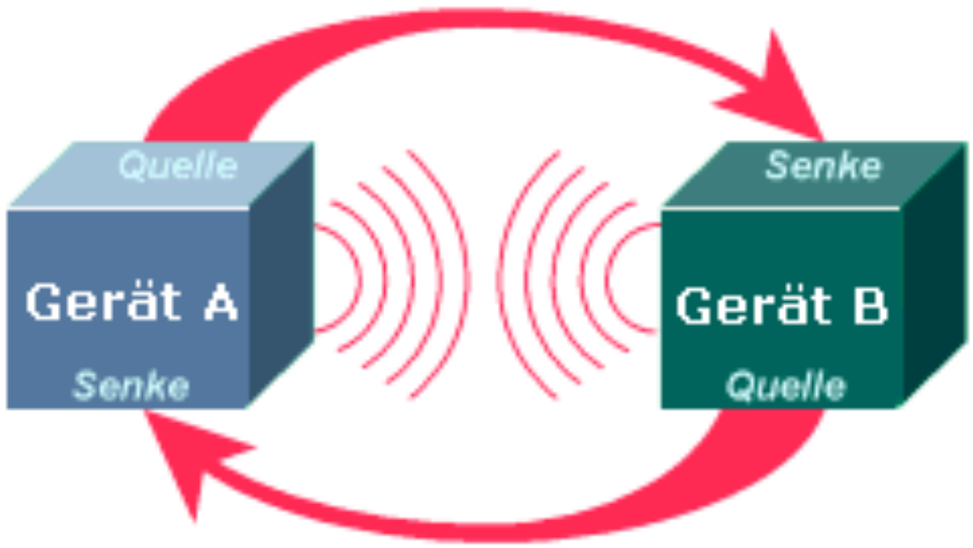
1. Einführung und Übersicht
2. **Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)**
    1. **Störfestigkeit und Störemission**
    2. EMV vernetzter E/E-Systeme
    3. Entwicklungsprozess
    4. Komponentenprüfungen
    5. Fahrzeugprüfungen
3. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil
4. Kabelbaum und Energiebordnetze
5. Bussysteme im Automobil
6. x-by-wire-Entwicklungen
7. Zukünftige E/E-Entwicklungen im Automobil

Störfestigkeit und Störemission

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 elktronischen 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 es in seiner Funktion beeinträchtigt oder gar beschädigt werden. (Störsenken)



Störfestigkeit und Störemission

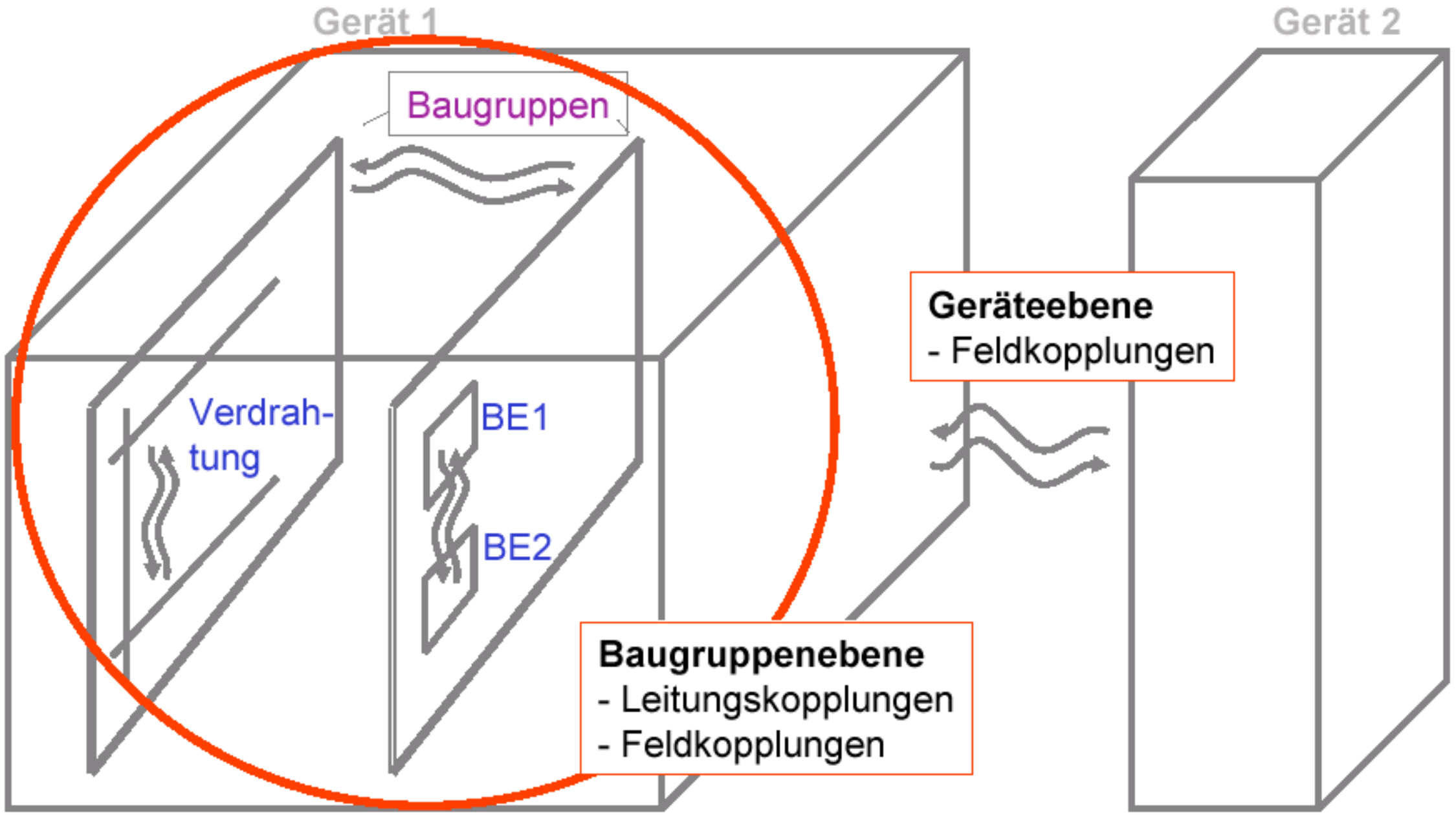
- Störsenken
  - Funkempfänger
    - Fernseher
    - Radio
  - Consumer-Elektronik
  - EDV-Anlagen
  - Sensoren
    - Motorelektronik
    - Fahrdynamik
    - Airbag
  - Medizinelektronik
    - Herzschrittmacher
- Störquellen
  - Zündanlagen
  - E-Motoren
  - Leistungselektronik (z.B. ICE)
  - Sendeanlagen
    - UKW-Sender
    - Mobilfunktelefone
  - Leuchtstofflampen
  - Portable Electronic Devices (PED)
    - tragbarer CD-Spieler
    - LapTop
    - PDA
    - iPod

Störfestigkeit und Störemission

EMV-Prüfung

- Messung der vom Prüfling ausgesandten elektromagnetischen Störungen
- Prüfung der Festigkeit gegenüber elektromagnetischen Störungen bezogen auf den vorgesehenen Einsatzort

Störfestigkeit und Störemission



Störfestigkeit und 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.

3. Automotive Elektrik/Elektronik-Entwicklung (E/E)

---

1. Einführung und Übersicht
2. **Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)**
    1. Störfestigkeit und Störemission
    2. **EMV vernetzter E/E-Systeme**
    3. Entwicklungsprozess
    4. Komponentenprüfungen
    5. Fahrzeugprüfungen
3. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil
4. Kabelbaum und Energiebordnetze
5. Bussysteme im Automobil
6. x-by-wire-Entwicklungen
7. Zukünftige E/E-Entwicklungen im Automobil

EMV vernetzter E/E-Systeme in Kfz

- EMV-Bereiche für die Auslegung der elektrischen und elektronischen Systeme für das Kfz
  - Sender und Empfänger
    - Störeinstrahlung
      - Keine Funktionsstörungen durch leistungsstarker 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 Fzg. in enger räumlicher Nähe zueinander eingebaut und aus einem gemeinsamen Bordnetz versorgt werden, darf untereinander nicht zu unzulässigen Fehlfunktionen führen
  - 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

3. Automotive Elektrik/Elektronik-Entwicklung (E/E)

---

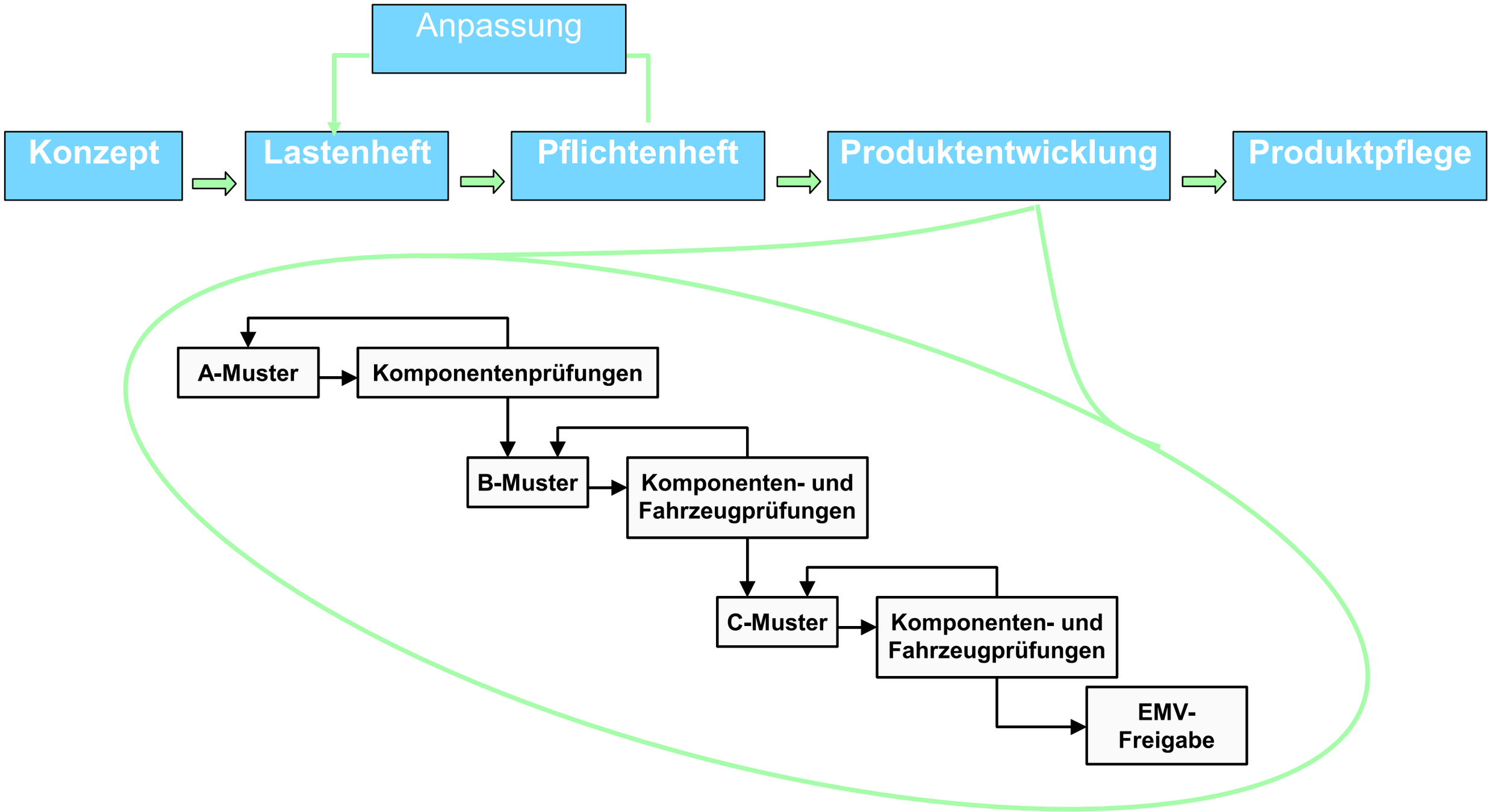
1. Einführung und Übersicht
2. **Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)**
    1. Störfestigkeit und Störemission
    2. EMV vernetzter E/E-Systeme
    3. **Entwicklungsprozess**
    4. Komponentenprüfungen
    5. Fahrzeugprüfungen
3. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil
4. Kabelbaum und Energiebordnetze
5. Bussysteme im Automobil
6. x-by-wire-Entwicklungen
7. Zukünftige E/E-Entwicklungen im Automobil

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



Entwicklungsprozess

- 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

Entwicklungsprozess

- 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

Entwicklungsprozess

- Aufbau von EMV-Filtern
  - Netzfilter
  - Entstörung von induktiven Leistungskomponenten
  - Begrenzung der Flankensteilheit bei PWM-Signalen
  - Begrenzung der Flankensteilheit von Kommunikations-Bussen
- EMV bei Serienprodukten
  - Serienüberwachung
  - Vorortmessungen
  - Entstörmaßnahmen

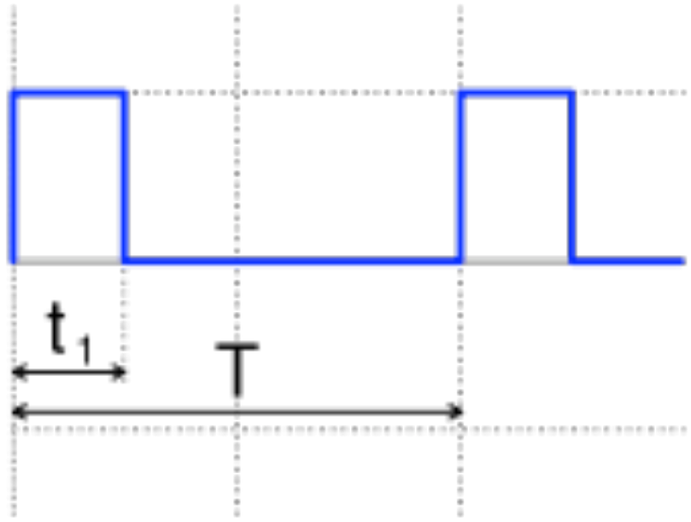
Pulsweitenmodulation (PWM)

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 $t_1 / T = 0{,}25 = 25\ \%$



Entwicklungsprozess

- 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 Fahrzeug-prüfung 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.

3. Automotive Elektrik/Elektronik-Entwicklung (E/E)

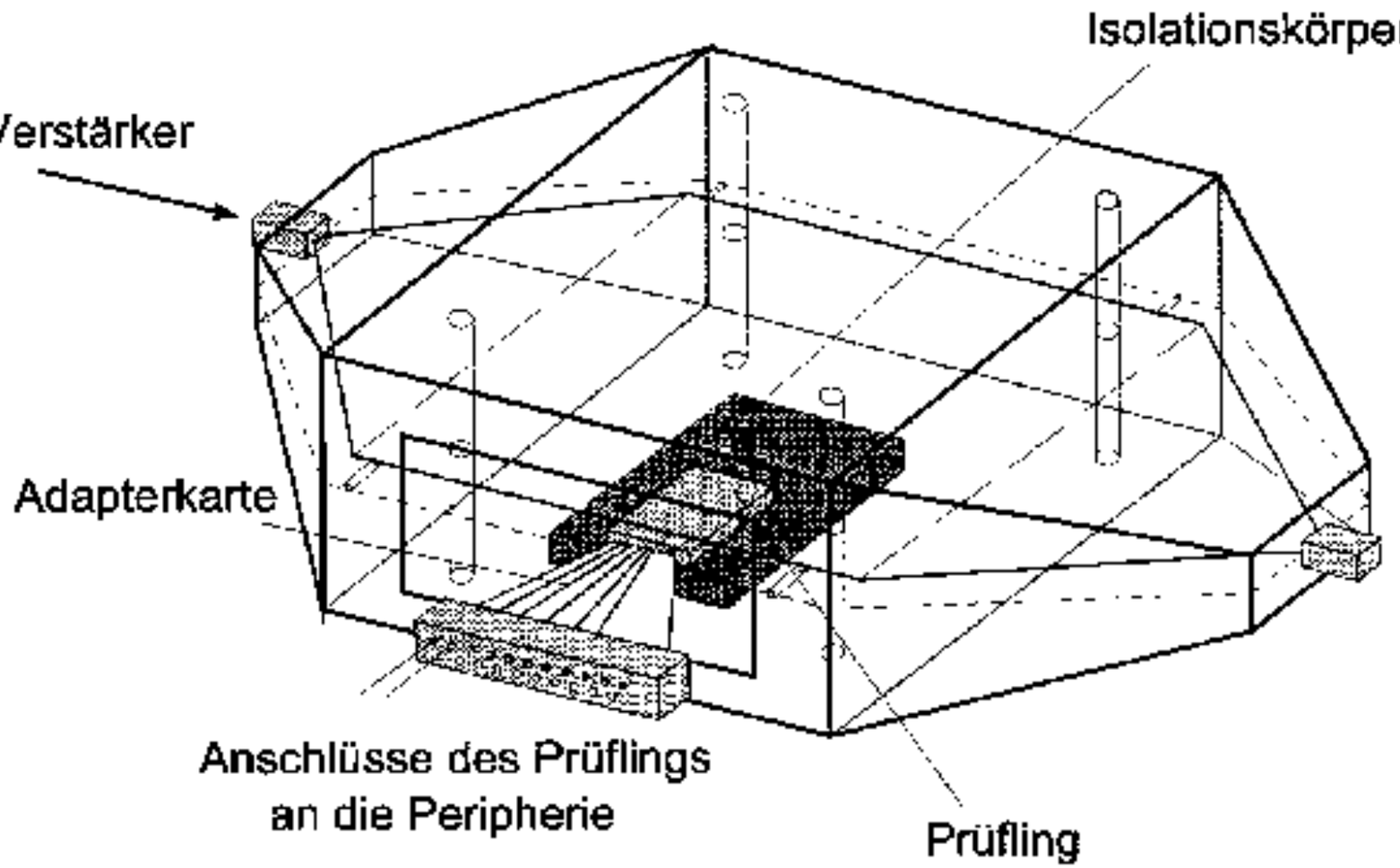
---

1. Einführung und Übersicht
2. **Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)**
    1. Störfestigkeit und Störemission
    2. EMV vernetzter E/E-Systeme
    3. Entwicklungsprozess
    4. **Komponentenprüfungen**
    5. Fahrzeugprüfungen
3. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil
4. Kabelbaum und Energiebordnetze
5. Bussysteme im Automobil
6. x-by-wire-Entwicklungen
7. Zukünftige E/E-Entwicklungen im Automobil

Komponentenprüfungen: Störfestigkeit

Einstrahlung

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



3. Automotive Elektrik/Elektronik-Entwicklung (E/E)

---

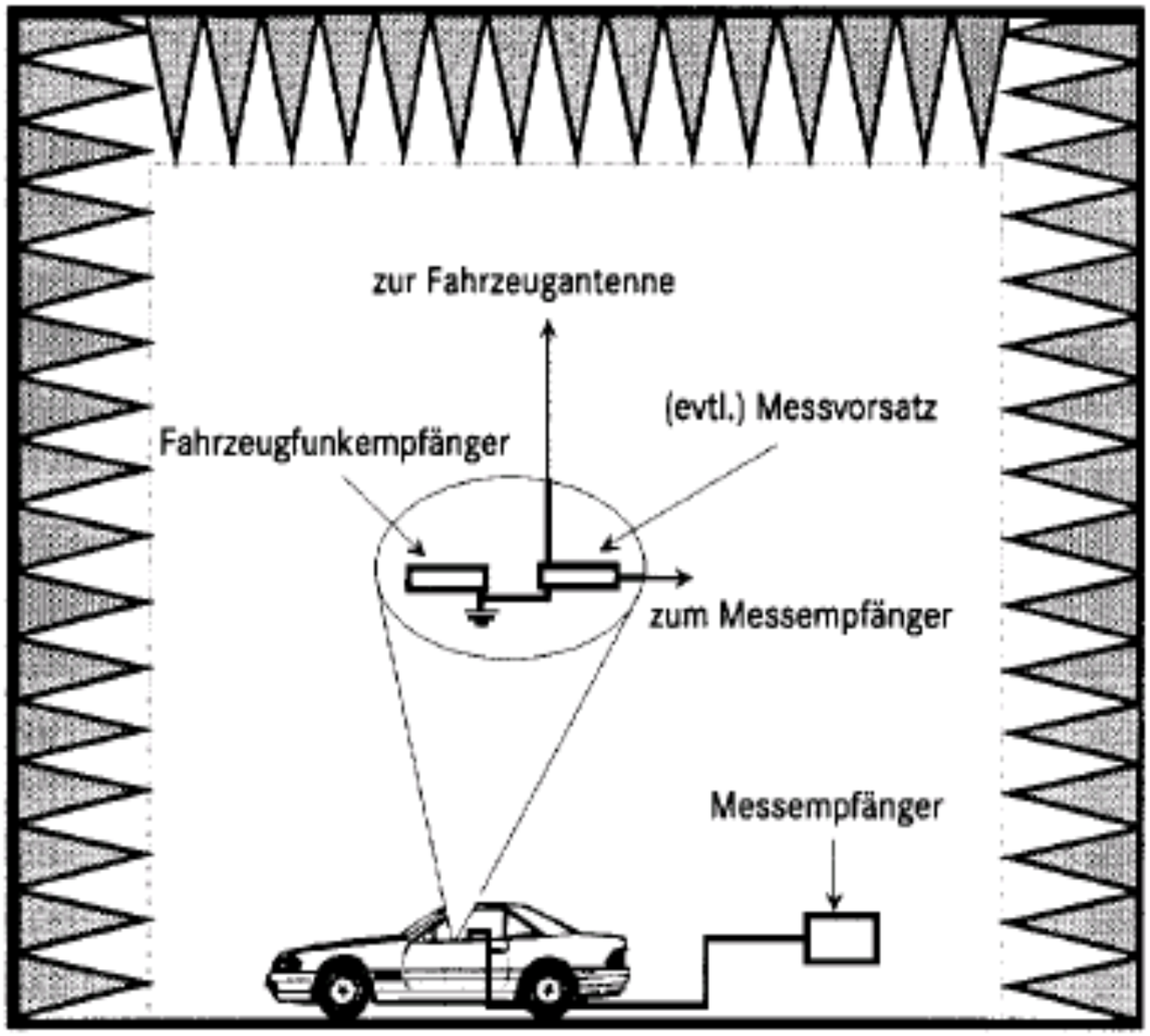
1. Einführung und Übersicht
2. **Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)**
    1. Störfestigkeit und Störemission
    2. EMV vernetzter E/E-Systeme
    3. Entwicklungsprozess
    4. Komponentenprüfungen
    5. **Fahrzeugprüfungen**
3. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil
4. Kabelbaum und Energiebordnetze
5. Bussysteme im Automobil
6. x-by-wire-Entwicklungen
7. Zukünftige E/E-Entwicklungen im Automobil

Fahrzeugprüfungen: Störemission

Funkstörungen

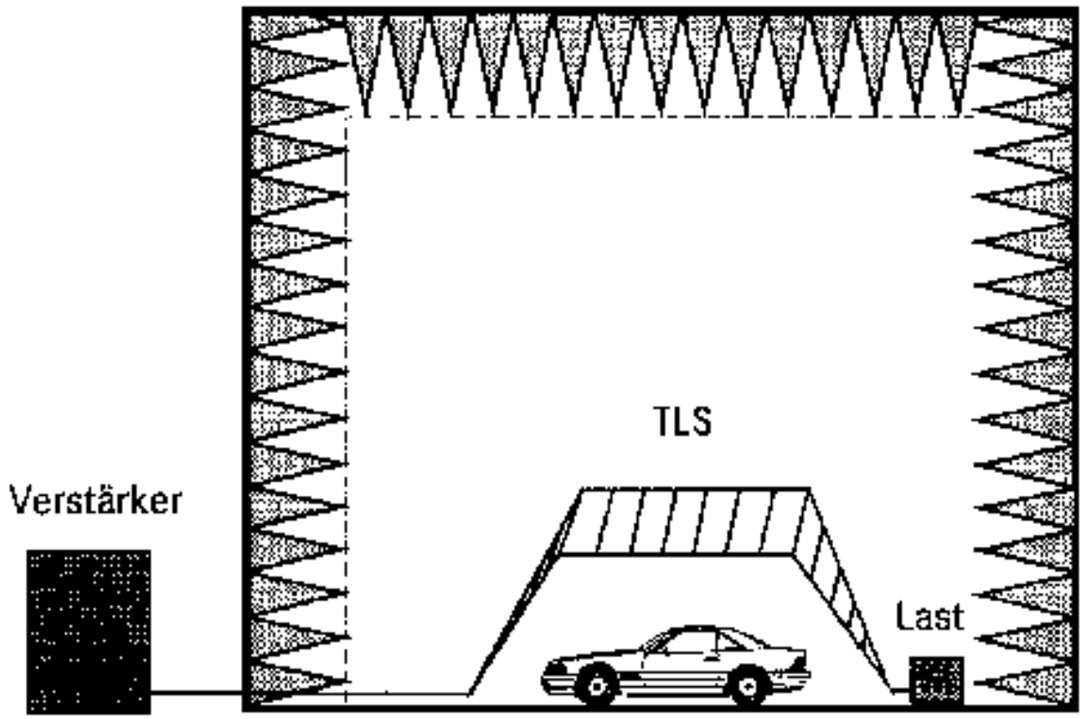
- Vom Fahrzeug werden schmal- und breitbandige Störungen ausgesendet
  - Meßbereich laut Kraftfahrzeugrichtlinie: 30 Mhz – 1 GHz
  - Zunehmende Relevanz größerer Bandbreite: z.B. 30kHz – 3 GHz (BMW GS)
- Quellen breitbandiger Störungen:
  - Zündanlage
  - Elektrische Antriebe
  - Leistungskomponenten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

Fahrzeugprüfungen: Störemission

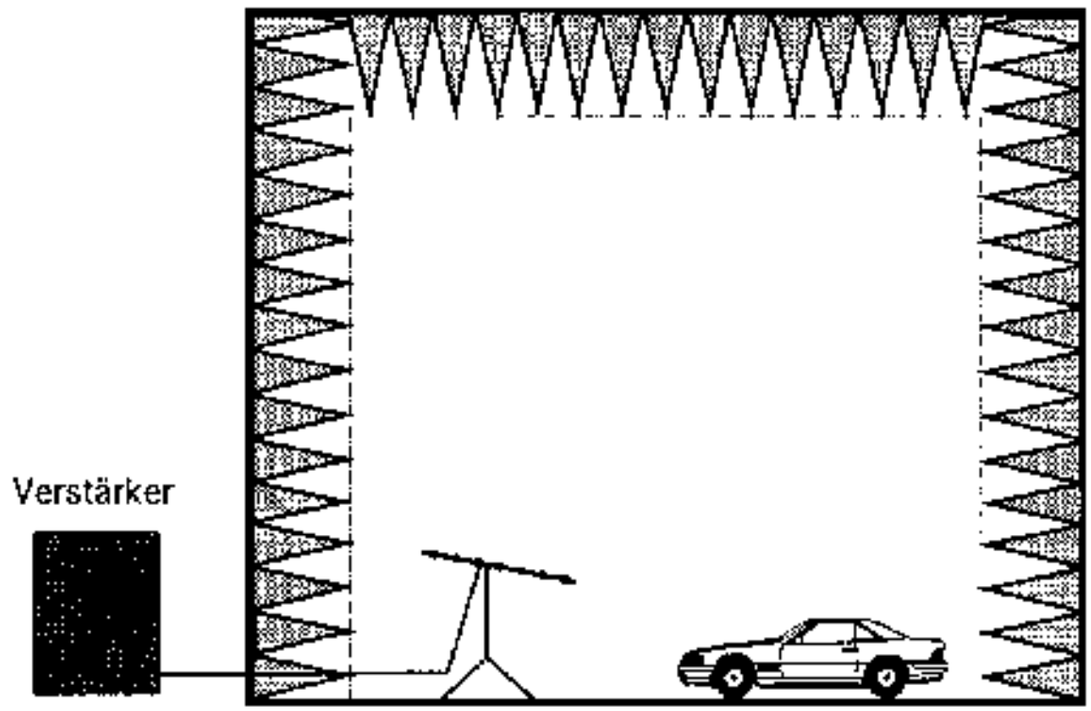


Messung der Störemission in einem Absorberraum

Fahrzeugprüfungen: Störfestigkeit



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)

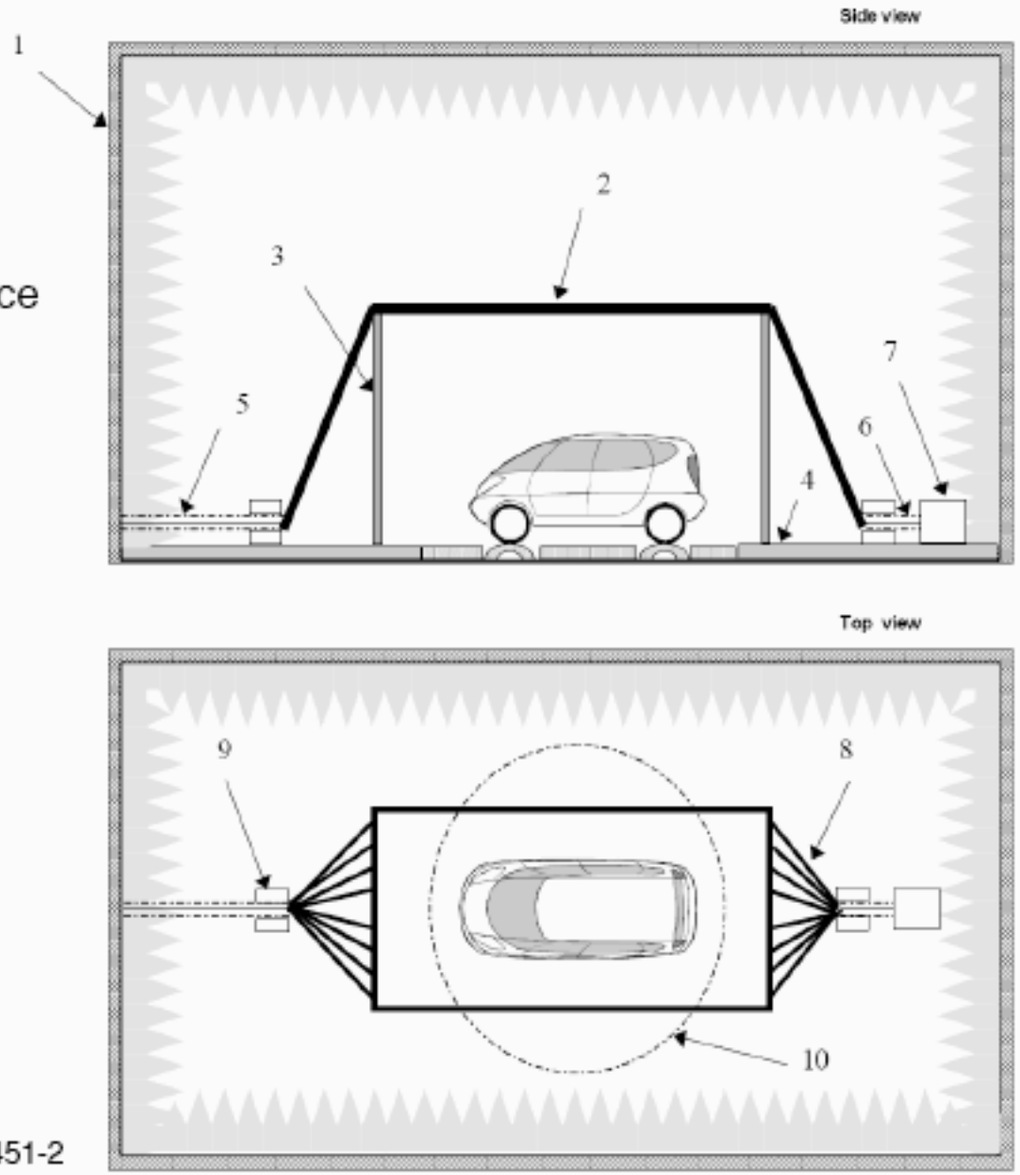
TLS steht für

- 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

Straßenfahrzeuge

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 (Abroberkammer 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

Road vehicles

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

Fahrzeugprüfungen: Störfestigkeit

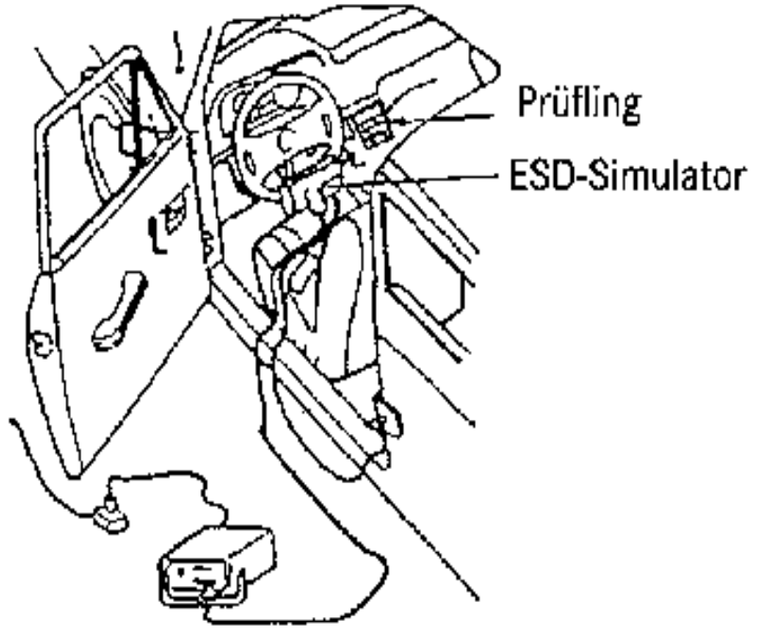
Elektrostatische Entladung (ESD)

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