

Vorlesung „Embedded Software-Engineering im Bereich Automotive“

Technische Universität Dresden, Fakultät Informatik,
Professur Softwaretechnologie

Sommersemester 2010

Dr. rer. nat. Bernhard Hohlfeld

bernhard.hohlfeld@daad-alumni.de

1. Motivation und Überblick
2. Grundlagen Fahrzeugentwicklung, KFZ-Elektronik und Software
- 3. Übersicht Automotive Elektrik/Elektronik-Entwicklung (E/E)**
4. Kernprozess zur Entwicklung von elektronischen Systemen und Software
5. Unterstützungsprozesse für die Embedded Software Entwicklung
6. Beispiele aus der Praxis
7. 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
2. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
3. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil
4. Kabelbaum und Energiebordnetze

5. Bussysteme im Automobil

- 1. Einleitung und Anforderungen**
2. Fehlersicherheit und Codierung
3. Zeitverhalten
4. Topologien
5. Protokolle und Bussysteme

6. x-by-wire-Entwicklungen

7. Zukünftige E/E-Entwicklungen im Automobil

■ Früher:

- Geringer Umfang der E/E-Systeme im Fahrzeug
- Übertragung der Informationen über dedizierte Leitungen
 - Schalter -> SG
 - Sensor -> SG
 - SG -> Aktor
 - SG <-> SG

■ Heute

- Ständig steigende Anzahl von Steuergeräten, Sensoren, elektromechanischen Aktuatoren und Bedienelementen
- Gestiegener Informationsaustausch zwischen verschiedenen Steuergeräten und Teilsystemen
- Verkabelung über einzelne Kabel stößt an Grenzen bzgl. Bauraum, Gewicht, Anschlußzahl und Kosten

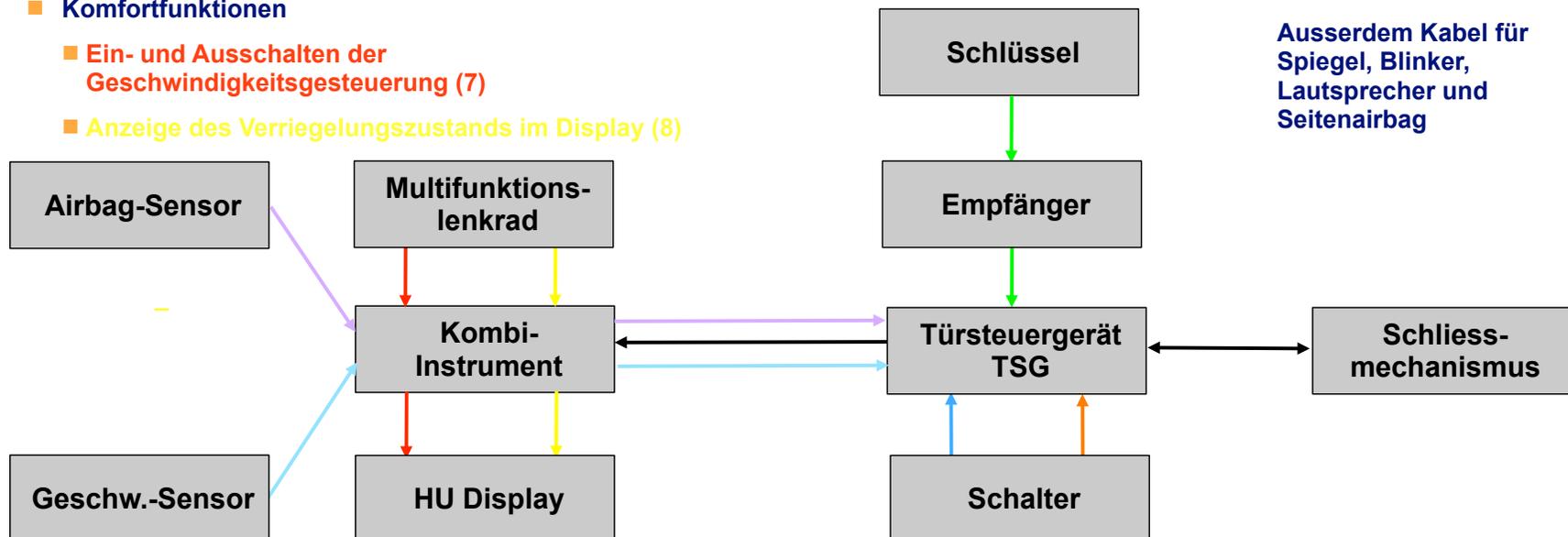
■ Lösung

- Bussysteme im Automobil

Türsteuerung: Steuergeräte, Aktoren, Sensoren Struktur und Vernetzung



- Funktion "Tür entriegeln"
 - Von aussen über Funkschlüssel (1)
 - Von innen über Schalter (2)
 - Von innen über Airbagsensor (3)
- Funktion "Tür verriegeln"
 - Von aussen über Funkschlüssel (1)
 - Von innen über Schalter (4)
 - Von innen zeitgesteuert (5)
 - Von innen geschwindigkeitsgesteuert (6)
- Komfortfunktionen
 - Ein- und Ausschalten der Geschwindigkeitssteuerung (7)
 - Anzeige des Verriegelungszustands im Display (8)



Hardware Layer	Topologie, Übertragungsmedium
Transferrate	Brutto- und Nettotransferrate
Zeitverhalten	Synchron (deterministisch) vs. Asynchron
Fehlererkennung	Hamming-Distanz, Busmonitoring, ACK
Ausfallsicherheit	Auswirkung ausgefallener oder störender ECUs, Redundanz
Kosten	Hardware- und Softwarekosten, Lizenzgebühren

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

1. Einleitung und Anforderungen

2. Fehlersicherheit und Codierung

3. Zeitverhalten

4. Topologien

5. Protokolle und Bussysteme

6. x-by-wire-Entwicklungen

7. Zukünftige E/E-Entwicklungen im Automobil

■ Parity:

- XOR aller Bits der Nachricht wird als Paritybit angehängt
- Bandbreitenbedarf: 1 Bit unabhängig von der Wortlänge
- Hammingdistanz: 2 -> erkennt nur einfache Fehler

■ Checksum:

- Quersumme aller Bits des Wortes wird angehängt
- Bandbreitenbedarf: $\log_2(n)$ Bits
- Empfindlich gegen systematische Fehler (Zahlendreher etc.)

■ Zyklische Codes:

- Verwendet nichtlineare Eigenschaften bestimmter mathematischer Gruppen (Ideale) zur Optimierung des Verhältnisses von Hammingdistanz zu Bandbreitenbedarf
- Unempfindlich gegen die meisten statistischen und systematischen Fehler

Fehlersicherheit und Codierung - Anforderungen



■ Sprache / Telefon

- Verlust von Datenpaketen
- Verzögerung

Unkritisch

Kritisch

■ email

- Verlust von Datenpaketen
- Verzögerung

Kritisch

Unkritisch

■ Motorsteuerung

- Verlust von Datenpaketen
- Verzögerung

Kritisch

Kritisch

■ Steer by Wire

- Verlust von Datenpaketen
- Verzögerung

Kritisch!!

Kritisch!!

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

1. Einleitung und Anforderungen
2. Fehlersicherheit und Codierung
- 3. Zeitverhalten**
4. Topologien
5. Protokolle und Bussysteme

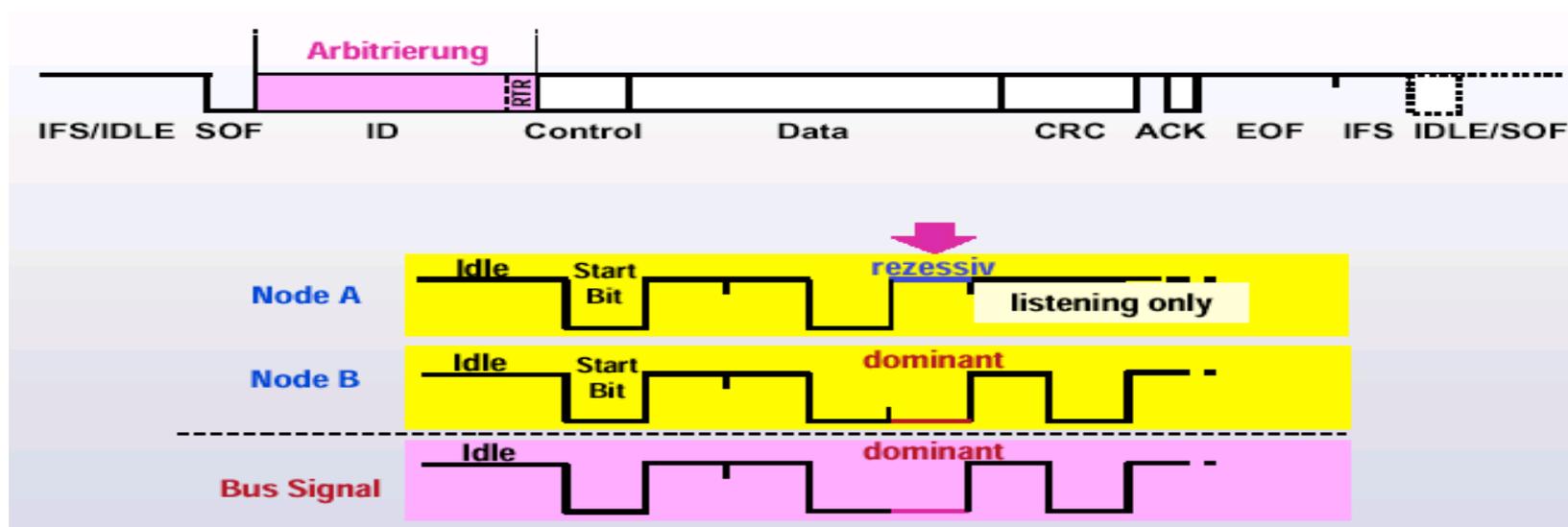
6. x-by-wire-Entwicklungen

7. Zukünftige E/E-Entwicklungen im Automobil

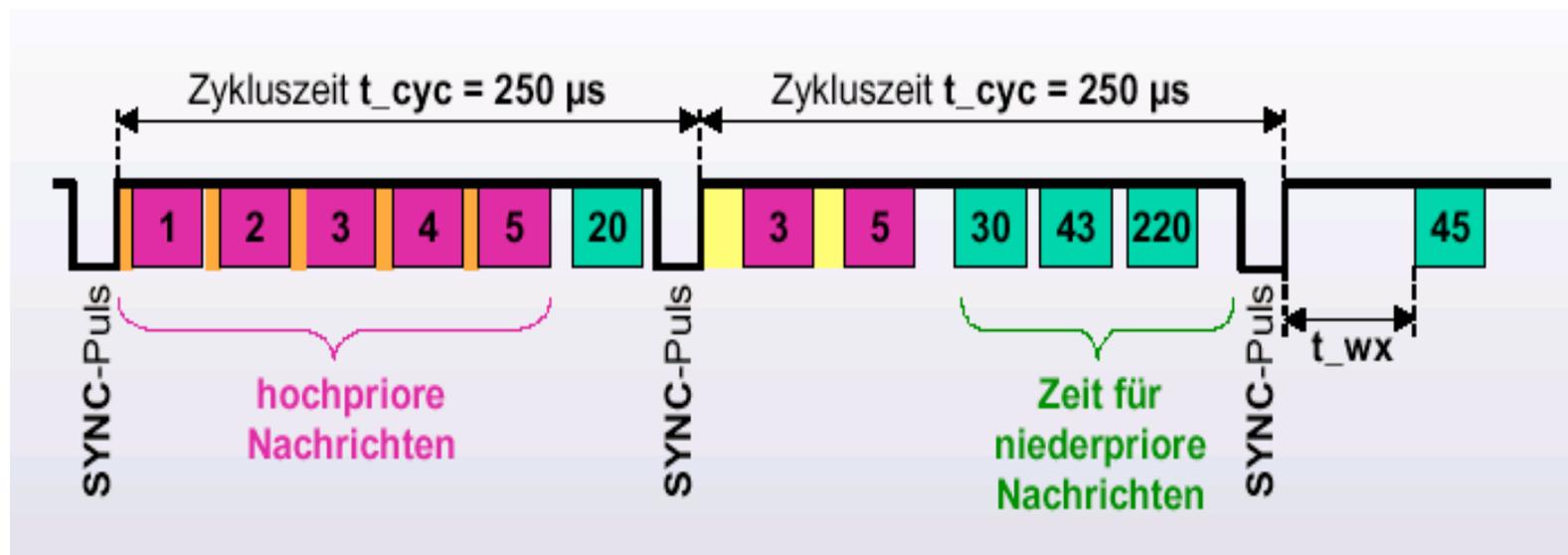
Zeitverhalten - asynchron



- Bei inaktivem Bus (idle) kann jeder Teilnehmer durch Senden des dominanten Start-Bit Kommunikation beginnen
- Beginnen 2 oder mehr Teilnehmer gleichzeitig einen Sendeversuch, wird über das ID-Feld eine Arbitrierung durchgeführt
 - Flexible Bandbreitennutzung
 - Versenden von Nachrichten in bestimmter Zeit kann nicht garantiert werden



- Ein Busmaster synchronisiert alle Teilnehmer durch Senden eines Synchronisationssignals (SYNC-Puls)
- Innerhalb eines Zyklus gibt es für bestimmte (hochpriore) Nachrichten-IDs festgelegte Zeitfenster, in denen deren Übertragung garantiert wird.
- Freibleibende Zeit kann für asynchrone (niederpriore) Nachrichten genutzt werden
 - Deterministisches Verhalten und flexible Bandbreitennutzung
 - Bedarf für dedizierten Busmaster, inflexible Struktur für die Auslegung niederpriorer/hochpriorer Nachrichten



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

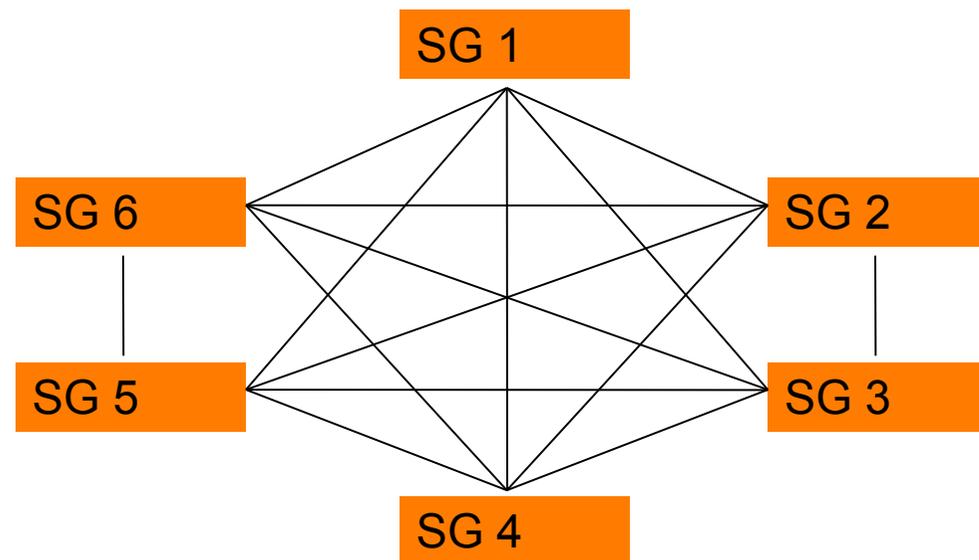


1. Einführung und Übersicht
2. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
3. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil
4. Kabelbaum und Energiebordnetze
- 5. Bussysteme im Automobil**
 1. Einleitung und Anforderungen
 2. Fehlersicherheit und Codierung
 3. Zeitverhalten
 - 4. Topologien**
 5. Protokolle und Bussysteme
6. x-by-wire-Entwicklungen
7. Zukünftige E/E-Entwicklungen im Automobil

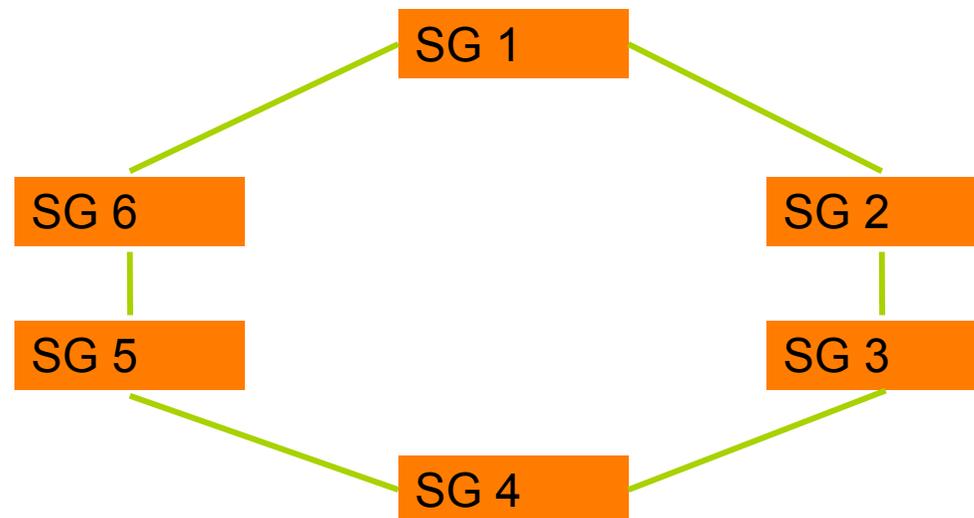
Topologien - Direkte Verbindung



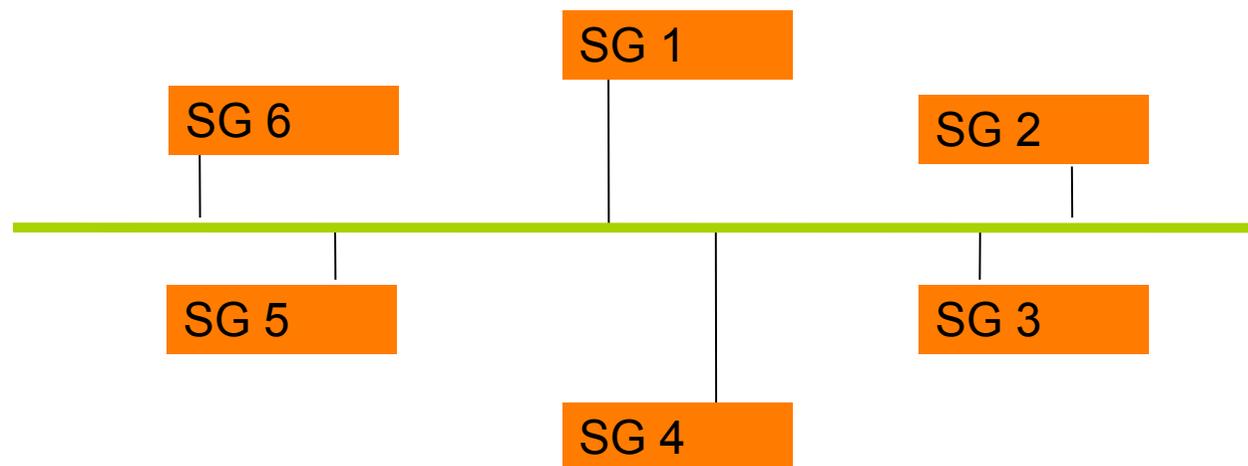
- Bei direkter Verbindung sind für 6 SGe 15 Leitungen und 30 Transceiver notwendig
- Keine Probleme mit Deterministik
- Datenmanagement im SG sehr aufwändig
 - Anwendung lediglich für Point-to-Point-Verbindung
 - Nicht benutzbar für große Systeme (Gewicht, Kosten, Datenmanagement)



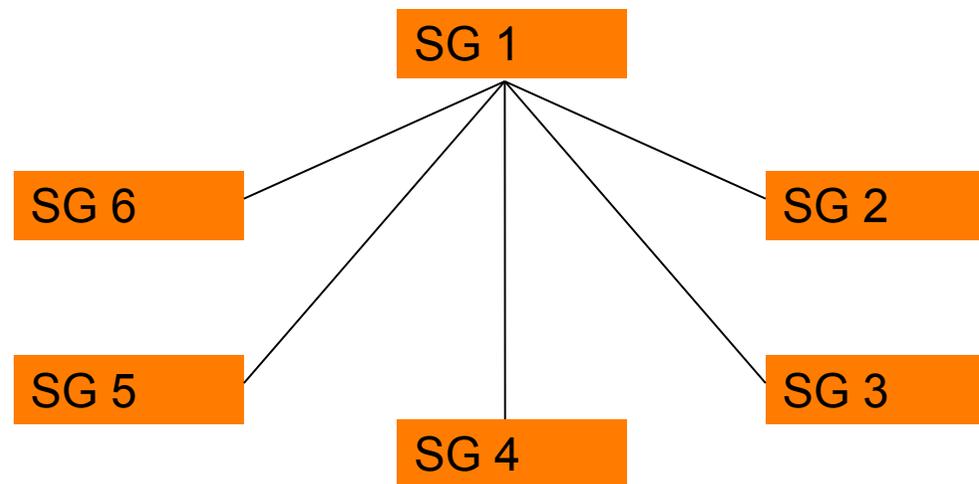
- Im Ring sind für 6 SGe 6 Leitungen und 12 Single Ended Transceiver notwendig
- Protokollstruktur z.B. durch Tokens, gewährleistet hohe Performance, aber Einbrüche der Übertragung bei Verlust des Tokens
- Busmaster notwendig, aber Backup durch beliebiges anderes SG möglich
- Gewährleistung der Kommunikation bei Ausfall der Transceiver eines SG schwierig
 - Hervorragend für Breitband-Datendienste (Infotainment)
 - Nicht geeignet für sicherheitskritische Anwendungen



- Beim Bus ist für 6 SGe „eine große Leitung“ und 6 bidirektionale Transceiver notwendig
- Aushandlung der Kommunikation über nichtdeterministische Arbitrierung oder aufwändige und bandbreitenintensive Protokolle
- Ausfall eines SGe beeinträchtigt Kommunikation nicht
- Kostengünstig und (bei niedriger Bandbreite) unkompliziert
 - Einsatz für sicherheitskritische Systeme erfordert spezielles Protokoll
 - Nettobandbreite ungeeignet für datenintensive Dienste



- Im Stern sind für 6 SGe 5 Leitungen und 10 bidirektionale Transceiver notwendig
- Zentrales SG kann effektiv Netzmanagement betreiben (Fehlerbehandlung etc.)
- Mit zentralem SG steht und fällt das System, ansonsten extrem ausfallsicher!
- Protokolle können je nach Anforderung als Point-to-Point oder Bus gefahren werden
 - Je nach Protokoll für alle Anwendungen geeignet
 - Abhängigkeit von zentralem SG erfordert spezielle Maßnahmen: Ausfallsicherheit



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

1. Einleitung und Anforderungen
2. Fehlersicherheit und Codierung
3. Zeitverhalten
4. Topologien

5. Protokolle und Bussysteme

6. x-by-wire-Entwicklungen
7. Zukünftige E/E-Entwicklungen im Automobil

Bussysteme im KFZ - Überblick

Quelle: Vector Informatik GmbH

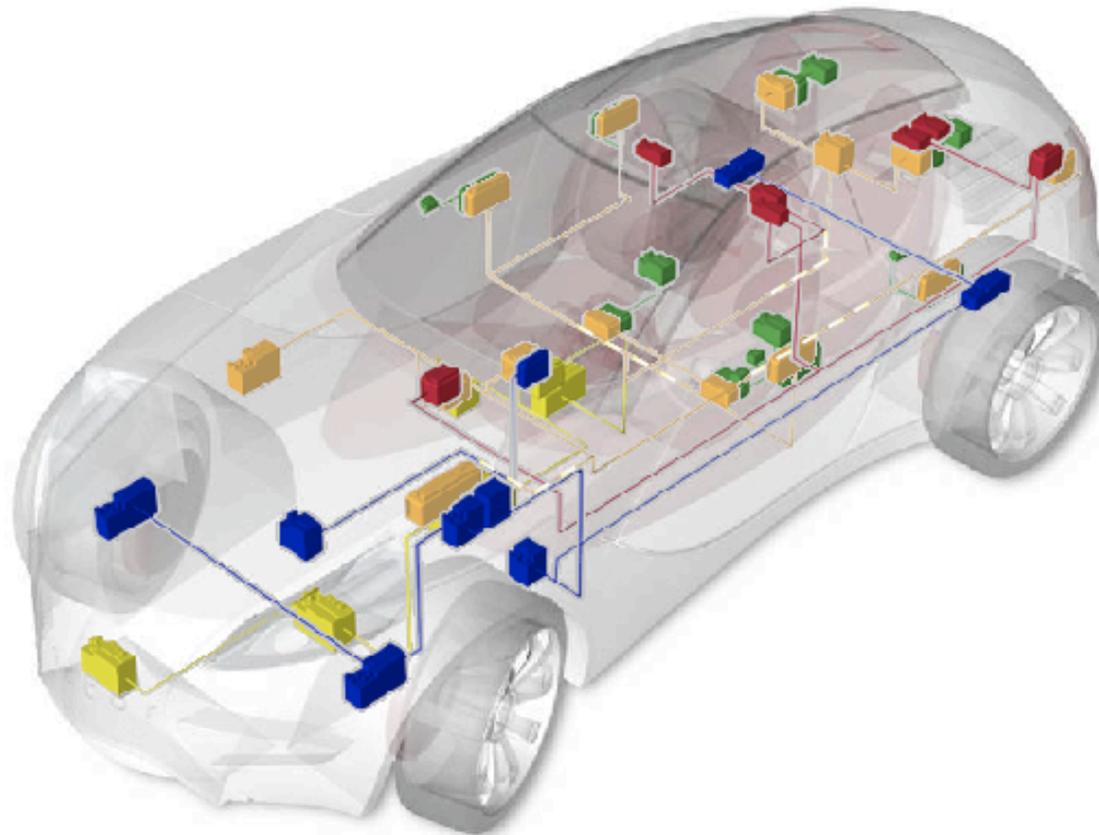


Bussystem	Beschreibung	Anwendungsgebiet
CAN	CAN (Controller Area Network) wurde von der Robert Bosch GmbH Anfang der achtziger Jahre entwickelt und 1994 international genormt (ISO 11898). CAN wurde speziell für den schnellen seriellen Datenaustausch zwischen elektronischen Steuergeräten in Kraftfahrzeugen entwickelt. Daneben wird CAN auch für die Realisierung industrieller Mikrocontroller-Netzwerke eingesetzt.	Kfz-Technik, Automatisierungstechnik
LIN	LIN (Local Interconnect Network) wurde speziell für die kostengünstige Kommunikation intelligenter Sensoren und Aktuatoren in Kraftfahrzeugen entwickelt. Charakteristisch für LIN-Bussysteme ist: <ul style="list-style-type: none"> > Master/Slave-Architektur > zeitgesteuerte Datenübertragung > Single-Wire-Datenübertragung mit max. 20kBaude > im Protokoll eingebauter Synchronisationsmechanismus (keine teuren Quarze nötig) 	Kfz-Technik (Innenraumbus, z.B. Vernetzung innerhalb eines Sitzes)
MOST	MOST (Media Oriented Systems Transport) wurde speziell für die Übertragung von Multimediadaten im Kraftfahrzeug entwickelt. Charakteristisch für MOST Bussysteme ist: <ul style="list-style-type: none"> > optische Datenübertragung bis zu 25Mbit/s > Ringstruktur des Busses > Verwendung des genormten XML-Funktionskatalog > Plug&Play-Fähigkeit 	Kfz-Technik (Multimedia-Anwendungen; Vernetzung von Infotainmentgeräten wie Tuner, DVD-Wechsler, etc.)
FlexRay	FlexRay ist als Bussystem für alle sicherheitskritischen Anwendungen sowie zur Übertragung großer Datenmengen im Kraftfahrzeug konzipiert. Charakteristisch für FlexRay-Bussysteme ist: <ul style="list-style-type: none"> > Datenübertragung bis zu 10Mbit/s > redundante Ausführung aller Netzteile 	Kfz-Technik (z.B. sicherheitsrelevante Anwendungen, Brake-by-Wire)



Elektronikvernetzung im Kfz

✕ schließen



■ CAN H

■ **CAN L**

■ LIN

■ FlexRay

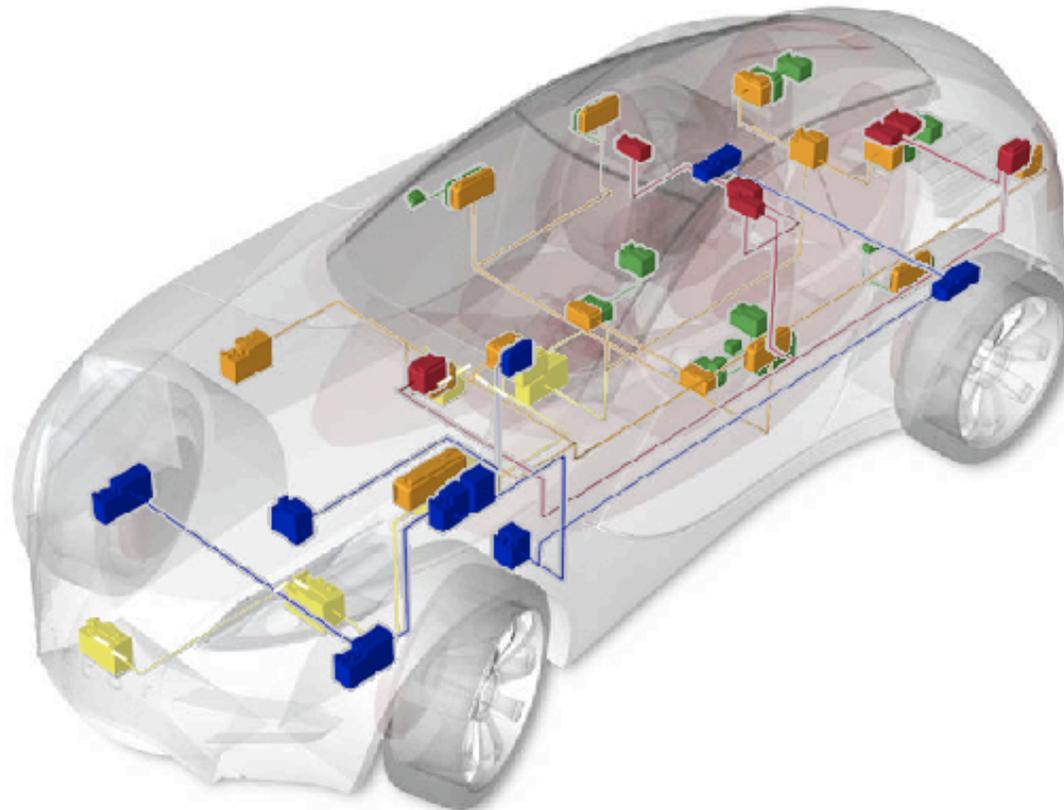
■ MOST

CAN Lowspeed Bus für die Vernetzung der Steuergeräte im Innenraum, Komfortfunktionen z.B. Sitzsteuergerät.



Elektronikvernetzung im Kfz

✕ schließen



■ CAN H **■ CAN L** **■ LIN** **■ FlexRay** **■ MOST**

CAN Highspeed Bus für die Vernetzung der Steuergeräte im Motorraum, z.B.ESP-Steuergerät.

Protokolle und Bussysteme: CAN (Controller Area Network)



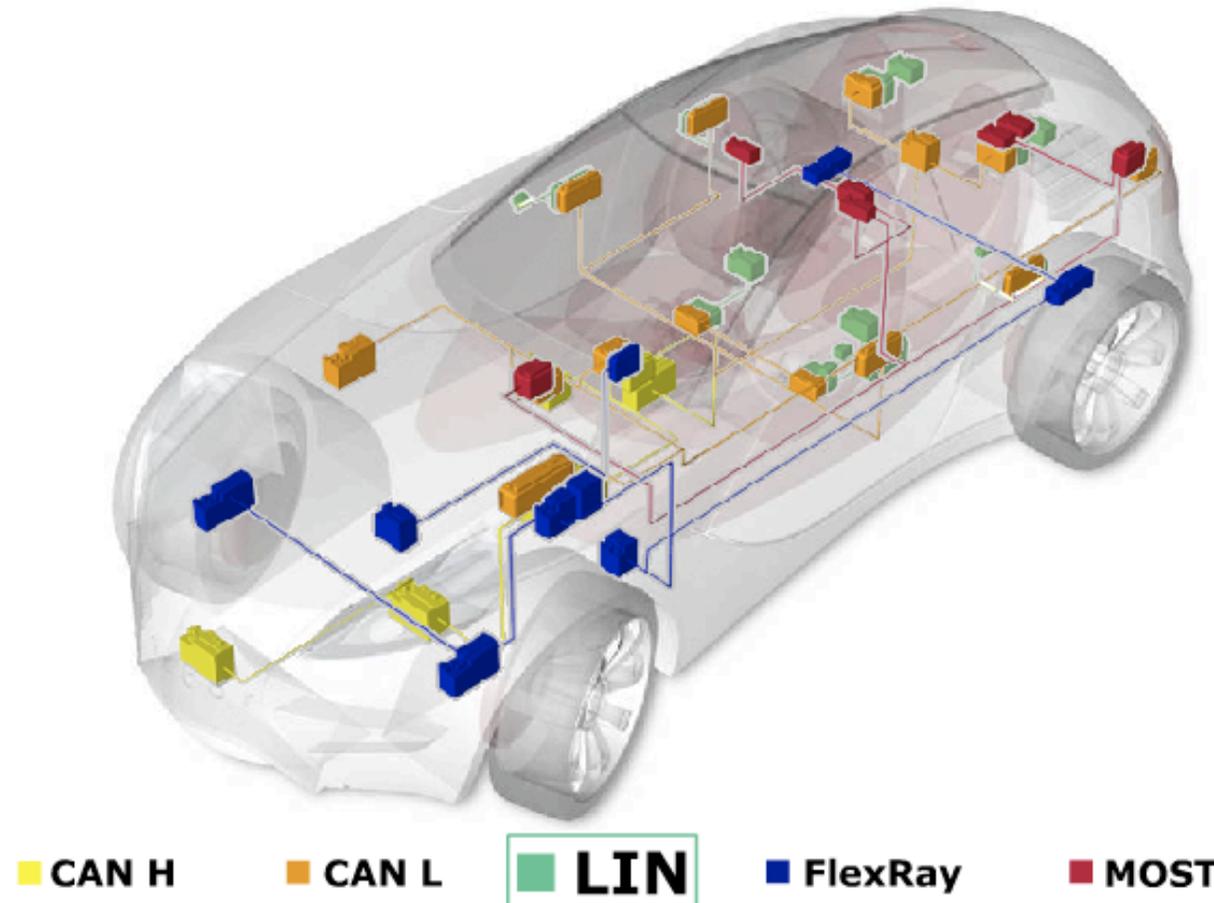
- Entwickelt von Bosch und Intel 1981
- ISO/OSI-Standard
- Eigenschaften:
 - Bandbreite bis 150 kbit/s, mit Terminierung bis 500 kbit/s (PT-CAN)
 - Asynchroner Betrieb ohne Busmaster mit Arbitrierung
 - Variante für Synchronbetrieb: TTCAN (time triggered CAN)
 - Physical Layer: Bus, twisted pair
 - Fehlererkennung: CRC-16, d=6
- Große Zahl von Systemkomponenten verfügbar (Transceiver, Controller)
 - Geeignet für allgemeine, nichtkritische Anwendungen (Karosserie, Komfortsysteme)
 - Nicht geeignet für Multimedia, x-by-Wire, Sicherheitssysteme
- <http://www.can-cia.org/>





Elektronikvernetzung im Kfz

✕ schließen



Local Interconnect Network für verteilte, räumlich abgegrenzte elektronische Systeme, z.B. Vernetzung innerhalb eines Sitzes.

Protokolle und Bussysteme: LIN (Local Interconnect Bus)



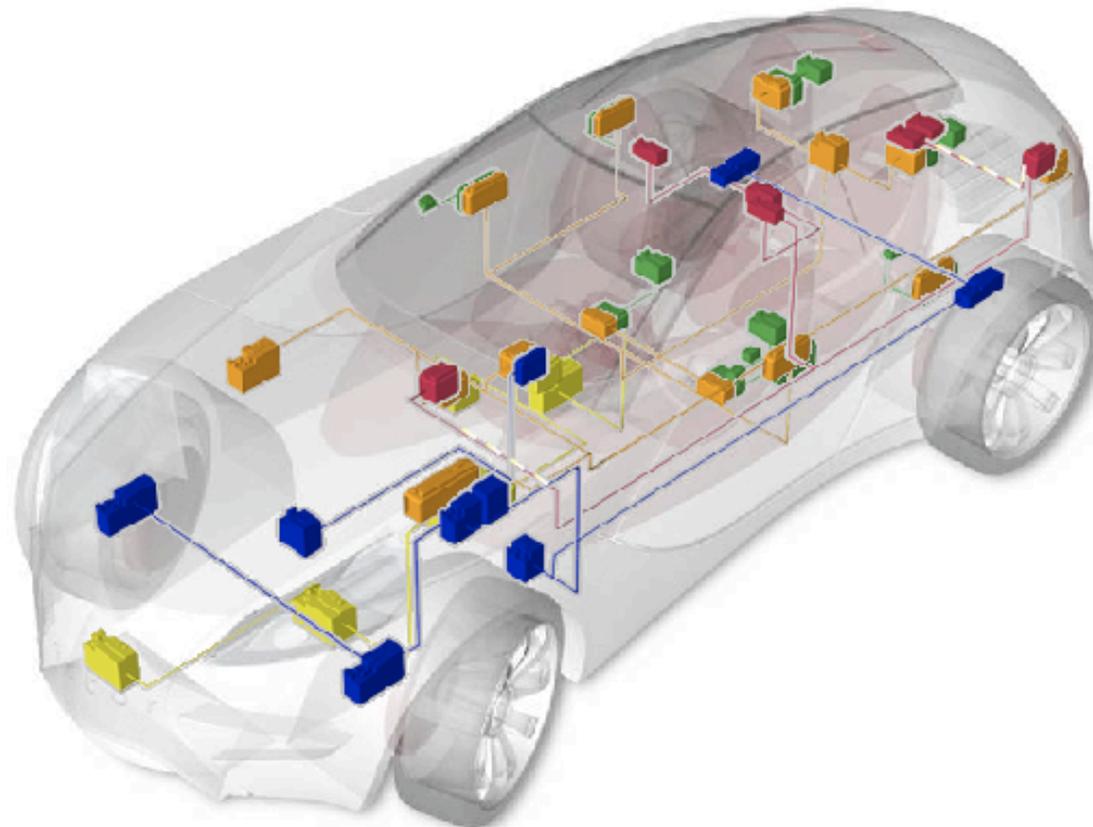
- Entwickelt von internationalem OEM-Konsortium
- Nichtkommerziell
- Eigenschaften:
 - Bandbreite 19.2 kbit/s
 - Synchroner Master/Slave-Betrieb, optimierbar für P2P
 - Physical Layer: Bus, twisted pair
 - Fehlererkennung: inverted mod256-Checksum
- Mit gängigen Line Drivers realisierbar: kostengünstig
- Flexible, kostengünstige und hinreichend sichere Lösung für alle wenig datenintensiven Kommunikationsdienste und Point2Point-Verbindungen
 - Intelligente Sensoren
 - Backupleitungen
 - Diagnoseschnittstellen
- <http://www.lin-subbus.org/>





Elektronikvernetzung im Kfz

✕ schließen



■ CAN H

■ CAN L

■ LIN

■ FlexRay

■ **MOST**

Optischer Multimedia-Bus zur Vernetzung von Infotainment-Komponenten im Kfz.

Protokolle und Bussysteme: MOST (Media Orientated System Transport)



- Entwickelt von BMW, DaimlerChrysler, Harman, OASIS seit 1998
- ISO/OSI-Standard, frei
- Eigenschaften:
 - Bandbreite 24.8 Mbit/s
 - Asynchroner und synchroner Betrieb mit Busmaster
 - Physical Layer: Stern, Kette, Ring (in praxi: Ring), Lichtwellenleiter
 - Fehlererkennung: CRC-16, d=6
- Geeignet für datenintensive Infotainment-Dienste
- Nicht geeignet für x-by-Wire, Sicherheitssysteme

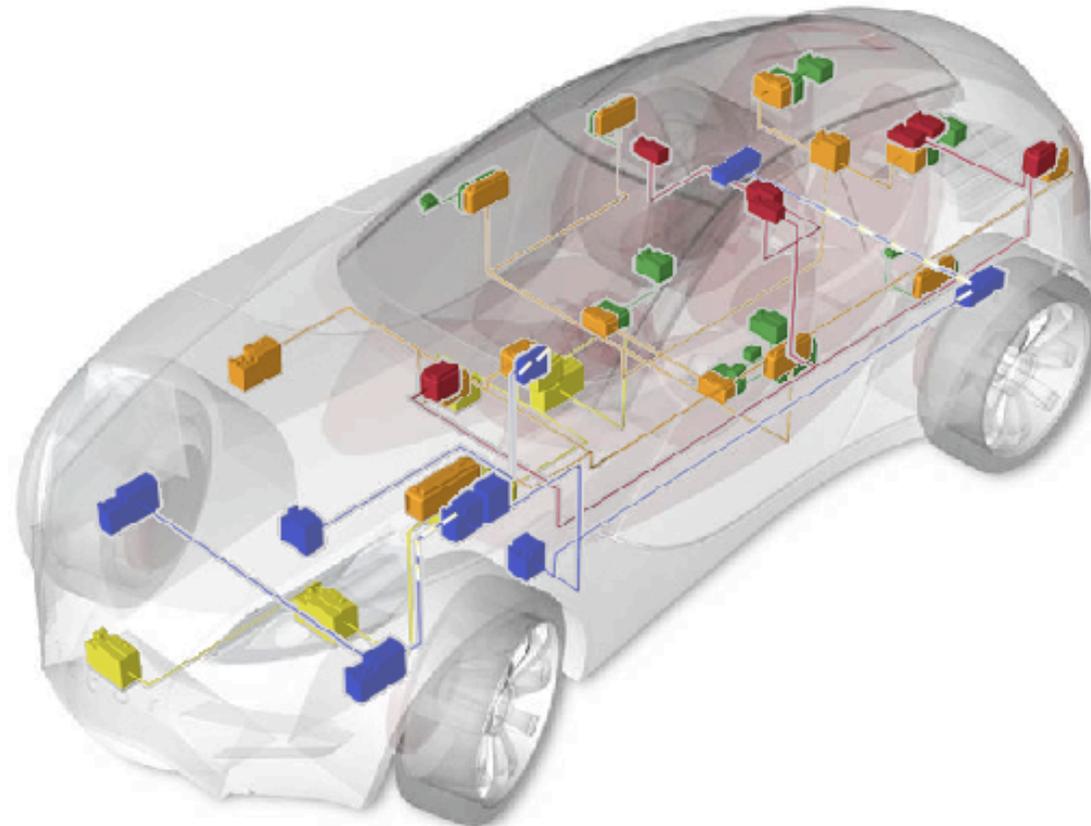
- <http://www.mostcooperation.com/home/index.html>





Elektronikvernetzung im Kfz

✕ schließen



■ CAN H

■ CAN L

■ LIN

■ FlexRay

■ MOST

Bussystem für zeitkritische Systeme sowie für die Übertragung großer Datenmengen, z.B. BreakbyWire, SteerbyWire, XbyWire.

Protokolle und Bussysteme: FlexRay



- Entwickelt von BMW, DaimlerChrysler & div. HL-Herstellern seit 1999
- Nichtkommerziell, frei
- Eigenschaften:
 - Bandbreite bis 10 Mbit/s
 - Asynchroner und synchroner Betrieb mit Busmaster
 - Physical Layer: beliebige Topologie, beliebiges Medium
 - Redundante Systemauslegung möglich
 - Fehlererkennung: CRC-16, d=6
- Geeignet für sicherheitskritische Anwendungen (x-by-Wire)
- Für Multimedia u.U. Bandbreite zu niedrig

- <http://www.flexray.com/>

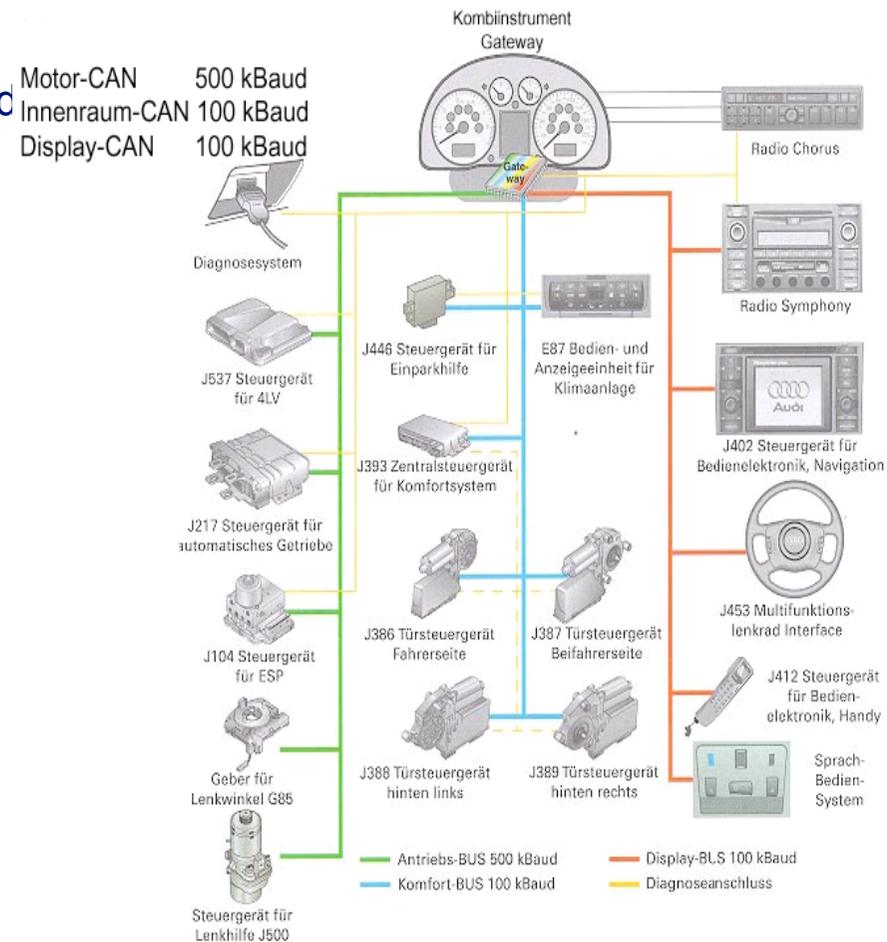


Protokolle und Bussysteme: Beispiele



Audi A2, Modelljahr 2002

- Powertrain: Highspeed-CAN
- Innenraum/Karosserie: Lowspeed
- Display/MMI: Lowspeed-CAN
- Unabhängiger Diagnosebus
- Gateway: Kombi
 - Motor-CAN
 - Innenraum-CAN
 - Display-CAN

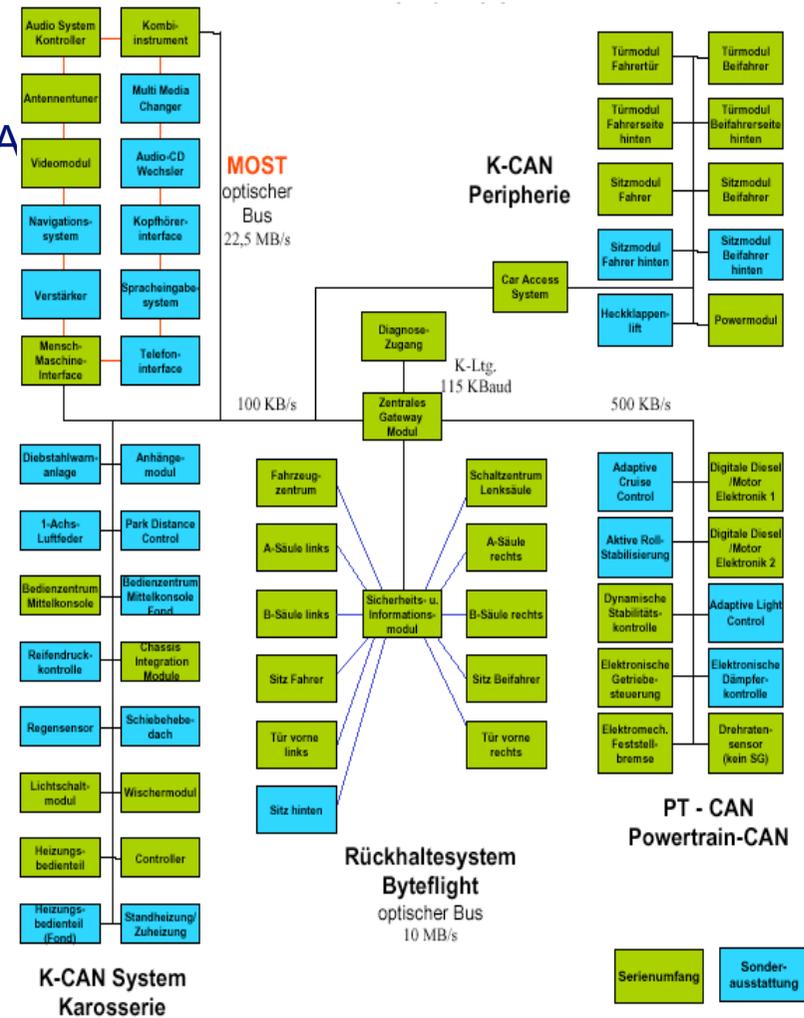


Protokolle und Bussysteme: Beispiele



BMW 7er, Modelljahr 2001 (E65)

- Powertrain: Highspeed-CAN
- Karosserie und Peripherie: Lowspeed-CAN
- Infotainment: MOST
- Passive Sicherheit: byteflight
- Motor: Highspeed-CAN (nicht gezeigt)
- Diagnose: K-Line
- Backups: K-Line
 - Airbag-Telefon, Blinkerhebel-LSZ, Gangwahl-EGS, DSC-ABS,...)
- Gateways
 - ZGM (byteflight, K-CAN, PT-CAN, Diagnose)
 - DME (PT-CAN, LoCAN)
 - MMI (K-CAN, MOST)
 - Kombi (K-CAN, MOST)





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

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**
 - 1. x-by-wire-Technik**
 2. x-by-wire-Technik: Elektrische Bremsen
 3. x-by-wire heute
 4. x-by-wire: Warum eigentlich?
7. Zukünftige E/E-Entwicklungen im Automobil

x-by-wire-Technik

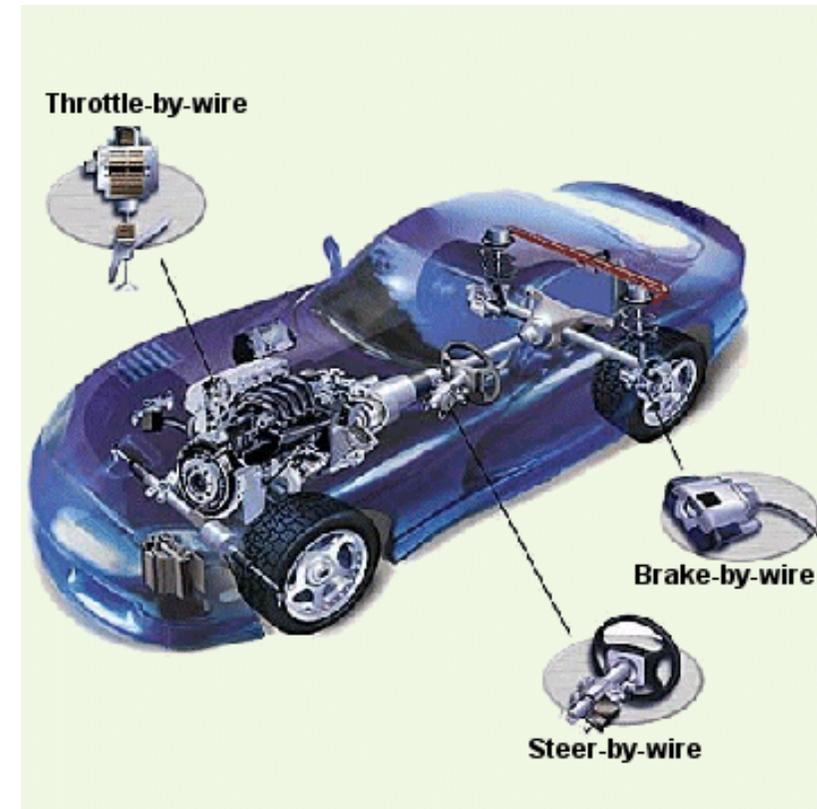


Vorteile

- Alle Vorteile elektrischer Antriebe
- Erhöhung des Gleichteileanteils
- Verbesserung passive Sicherheit
- Volumen- und Gewichtsreduktion
- Erschließung neuer Komfortmöglichkeiten
- Keine direkte mechanische Verbindung
Fahrer ⇔ Fahrzeug

Nachteile

- Notwendigkeit für redundante Datenübertragung
- Notwendigkeit für redundante Energieversorgung
- Kundenakzeptanz ?



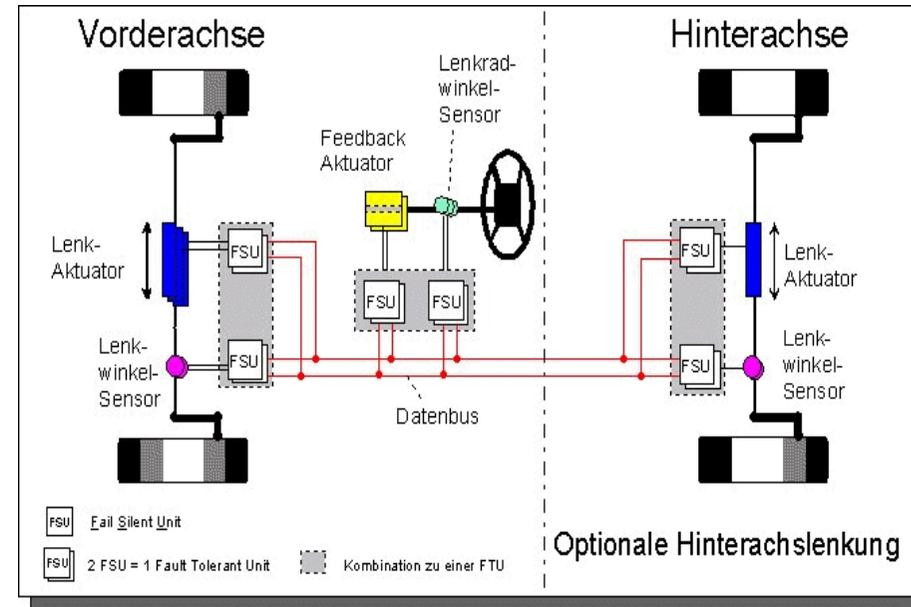
Elektrisches Schalten (shift-by-wire)

- Beliebige Getriebeform
- Kuppeln und Schalten mit Elektromotoren
- Effizientere Handschaltgetriebe auf Wunsch elektronisch schaltbar
- Erhöhung der Schaltgeschwindigkeit
- Ausschluß von Fehlbedienung
- Einfach zu realisieren
- In Serie (z.B. Opel, BMW, Ferrari)
- Mögliche Zugkraftunterbrechung bei Fehlfunktion



Elektrisches Lenken (steer-by-wire)

- Abstraktes Interface zur Fahrtrichtungsbestimmung
- Neue Komfort- und Sicherheitsfunktionen einfach realisierbar
- Entkopplung von Schwingungen und Vibrationen über Lenkrad
- Entfall der heutigen hydraulischen Systeme
- Benutzerabhängige Lenkradcharakteristik realisierbar
- Vereinfachung Links-/Rechtslenker
- Kompletter Kontrollverlust bei Fehlfunktion
- Aufwändiges Force Feedback notwendig



Elektrisches Bremsen (brake-by-wire)

- Abstraktes Interface möglich
- Neue Komfort- und Sicherheitsfunktionen einfach realisierbar
 - Stau
 - Berg
- Entkopplung von Schwingungen und Vibrationen
- Entfall der heutigen hydraulischen System
- Benutzerabhängige Bremscharakteristik
- Verlust der Bremse (bis auf „Handbremse“) bei Fehlfunktion
- Erhöhung der ungefederten Massen



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**
 1. x-by-wire-Technik
 - 2. x-by-wire-Technik: Elektrische Bremsen**
 3. x-by-wire heute
 4. x-by-wire: Warum eigentlich?
7. Zukünftige E/E-Entwicklungen im Automobil

Die Elektrohydraulische Bremse EHB



Im Vergleich zu den derzeit üblichen Bremsanlagen wird bei der Elektrohydraulischen Bremse EHB durch Betätigung des Bremspedals der entsprechende Befehl elektronisch an den Rechner der Hydraulikeinheit übertragen. Diese ermittelt den optimalen Bremsdruck und betätigt hydraulisch die Bremszylinder.

Komponenten der EHB

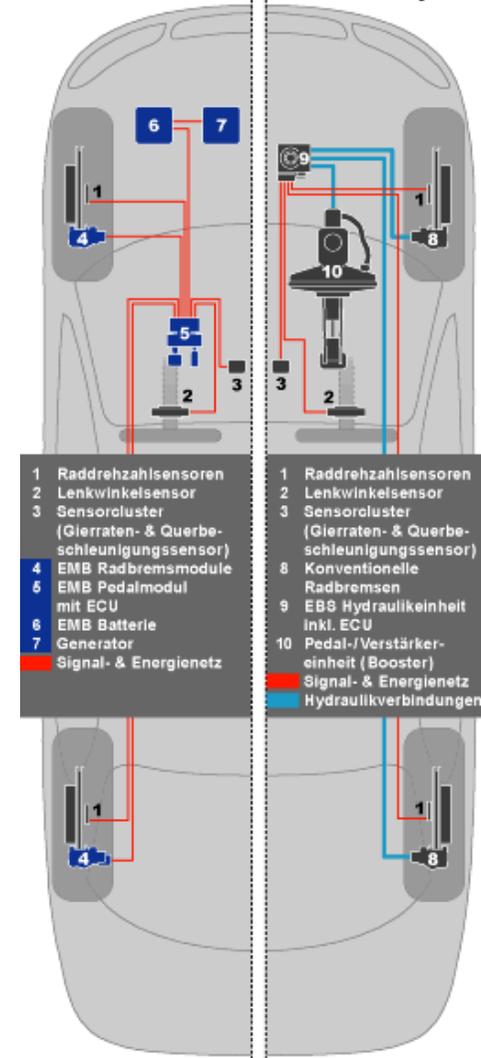
- Elektronischer Regler
- Elektronische Betätigungseinheit mit Pedalgefühlssimulator und Sensoren zur Fahrerwunscherfassung

Vorteile der EHB

- Kürzere Brems-/Anhaltewege
- Optimales Brems- und Stabilitätsverhalten
- Optimales Pedalgefühl
- Keine Pedalvibrationen im ABS-Modus
- Besseres Crashverhalten
- Verbessertes Packaging, geringerer Montageaufwand
- Realisiert alle Brems- und Stabilitätsfunktionen wie ABS, EBV, ASR, ESP, BA, ACC etc.
- Leicht vernetzbar mit zukünftigen Verkehrsleitsystemen

Das Bremssystem der Zukunft: EMB

Konventionelles Bremssystem



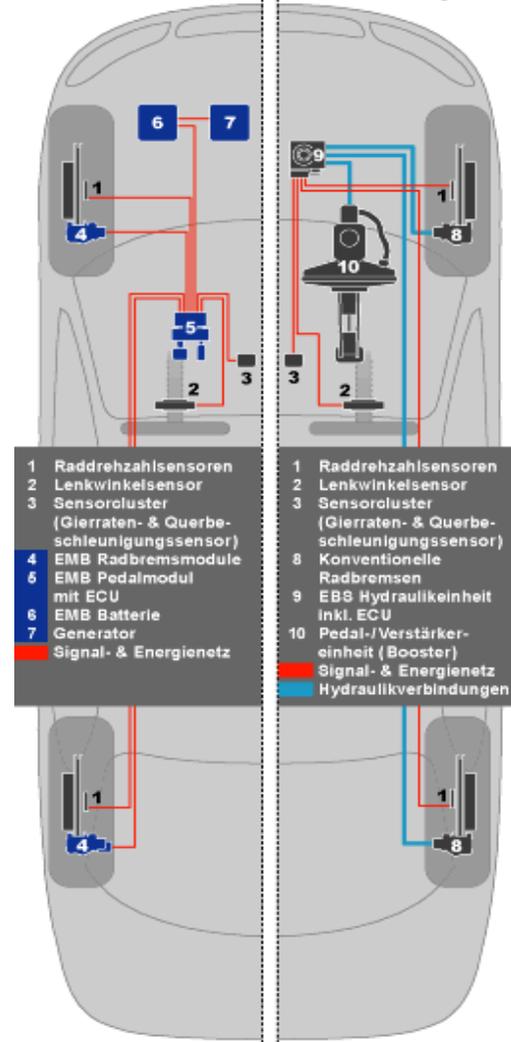
Die Elektromechanische Bremse EMB

Mit der EMB steigen wir in die reine Brake-by-Wire-Technik ein, die völlig auf Bremsflüssigkeit und Hydraulikschläuche verzichten kann. Hochleistungs-Elektromotoren erzeugen die Bremskräfte direkt an den Rädern, gesteuert von einer elektronischen Regeleinheit und betätigt über ein elektronisches Bremspedal mit Pedalgefühlssimulator und Sensoren zur Fahrerwunscherkennung. Die EMB realisiert alle Brems- und Stabilitätsfunktionen wie ABS, EBV, ASR, ESP, BA, ACC etc. und arbeitet auch im ABS-Modus fast geräuschlos.

Vorteile der EMB

- Kürzerer Anhalteweg und optimales Stabilitätsverhalten
- Mehr Komfort und Sicherheit durch verstellbare Pedale
- Keine Pedalvibrationen im ABS-Modus
- Umweltfreundlich keine Bremsflüssigkeit
- Besseres Crashverhalten
- Platzsparend, weniger Teile
- Einfachere Montage
- Leicht vernetzbar mit zukünftigen Verkehrsleitsystemen
- Zusatzfunktionen wie eine elektrische Parkbremse sind einfach zu integrieren

Das Bremssystem der Zukunft: EMB Konventionelles Bremssystem



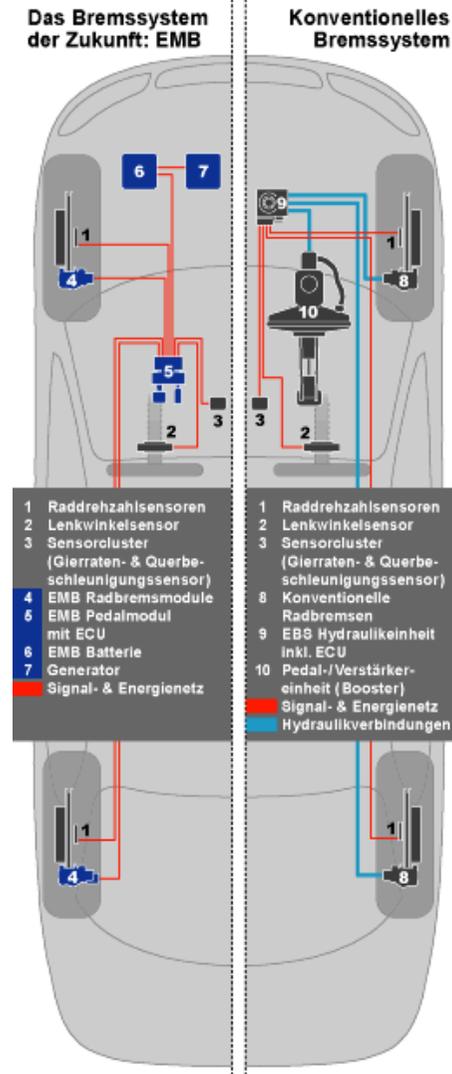
Hybrid-Bremssystem

Das Hybrid-Bremssystem ist der Lösungsansatz für Fahrzeuge, deren Bordnetz noch nicht für eine rein trockene Elektromechanische Bremse (EMB) an allen 4 Rädern ausdimensioniert ist.

Da an den Hinterrädern bereits EMB-Radbremssysteme mit integrierter elektrischer Parkbremse eingebaut sind, können die langen Hydraulikleitungen und Handbremsseile zur Hinterachse entfallen. Die Vorderachse wird in gewohnter Weise hydraulisch betätigt, so dass hierdurch eine Zweikreisigkeit des Systems gegeben ist.

Komponenten des Hybrid-Bremssystems

- Zwei hydraulische Radbremsmodule an der Vorderachse
- Zwei elektromechanische Radbremsmodule an der Hinterachse
- Integrierte elektrische Parkbremse an der Hinterachse
- EBS Hydraulikeinheit inkl. ECU
- Pedal-/Verstärkereinheit mit kleinem Booster



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**
 1. x-by-wire-Technik
 2. x-by-wire-Technik: Elektrische Bremsen
 - 3. x-by-wire heute**
 4. x-by-wire: Warum eigentlich?
7. Zukünftige E/E-Entwicklungen im Automobil

■ „Das elektronische Gaspedal“ durch Motorelektronik-Systeme:

- konventionell: Gaspedal steuert mechanisch Drosselklappe im Vergaser
- heute: Sensor am Gaspedal steuert Motorelektronik und dadurch Einspritzpumpe, Schubabschaltung, EVT etc.
- Verbrauchsoptimierung
- Modernes Antriebsmanagement erst dadurch möglich
- Hybride Antriebskonzepte realisierbar
- Gaspedalkennlinien nach Wunsch des Fahrers
- Auswertung des materiellen Differentials des Gaspedals

■ Sicherheitstechnische Bewertung:

- Redundante Auslegung sämtlicher Komponenten
 - Sensoren
 - Prozessoren im SG
 - Übertragungswege
- Multiprozessorauslegung mit umfangreichen Plausibilisierungsprozessen

■ „Elektronisch gesteuertes Getriebe:

- Die mechanischen Schaltfunktionen im Getriebe werden durch elektromechanische Aktuatoren durchgeführt.
- Steuerung nach Wahl durch direkte Gangwahl oder quasi-automatisch durch Bedienelemente nach freier Vorstellung (Tipphebel, Lenkradtasten, Schaltwippe)

■ Sicherheitstechnische Bewertung:

- Sämtliche Bedienelemente sind ausfallsicher und mit umfangreichen Diagnosemöglichkeiten ausgeführt (z.B. Hallschalter mit van-der-Pauw-Prüfanschlüssen)
- Durch Ausfall eines Bedienelements können keine kritischen Situationen verursacht werden ODER es sind zwei unabhängige Bedienelemente vorhanden
- Übertragung ans Getriebe-Steuergerät über redundante Übertragungswege mit umfangreich gesicherten Protokollen

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**
 1. x-by-wire-Technik
 2. x-by-wire-Technik: Elektrische Bremsen
 3. x-by-wire heute
 - 4. x-by-wire: Warum eigentlich?**
7. Zukünftige E/E-Entwicklungen im Automobil

x-by-wire: Warum eigentlich?



- Quellen:

- Vorträge auf chassis.tech plus

- 1. Internationales Münchner Fahrwerk-Symposium 8. und 9. Juni 2010 | München

- [Gaedke]

- Electric power steering in all vehicle classes – state of the art

- Alexander Gaedke, Markus Heger, Alexander Vähning

- ZF Lenksysteme GmbH, Schwäbisch Gmünd

- [Meitinger]

- Die elektrischen Lenksysteme im neuen BMW 5er

- Dr. Th. Meitinger, Dr. Ch. Debusmann, P. Herold

- BMW Group, 80788 München

Electric power steering and Hydraulic power steering



- Electric power steering (EPS)
- Hydraulic power steering (HPS)
- Mechanical steering (MS)
- Quelle: [Gaedke]

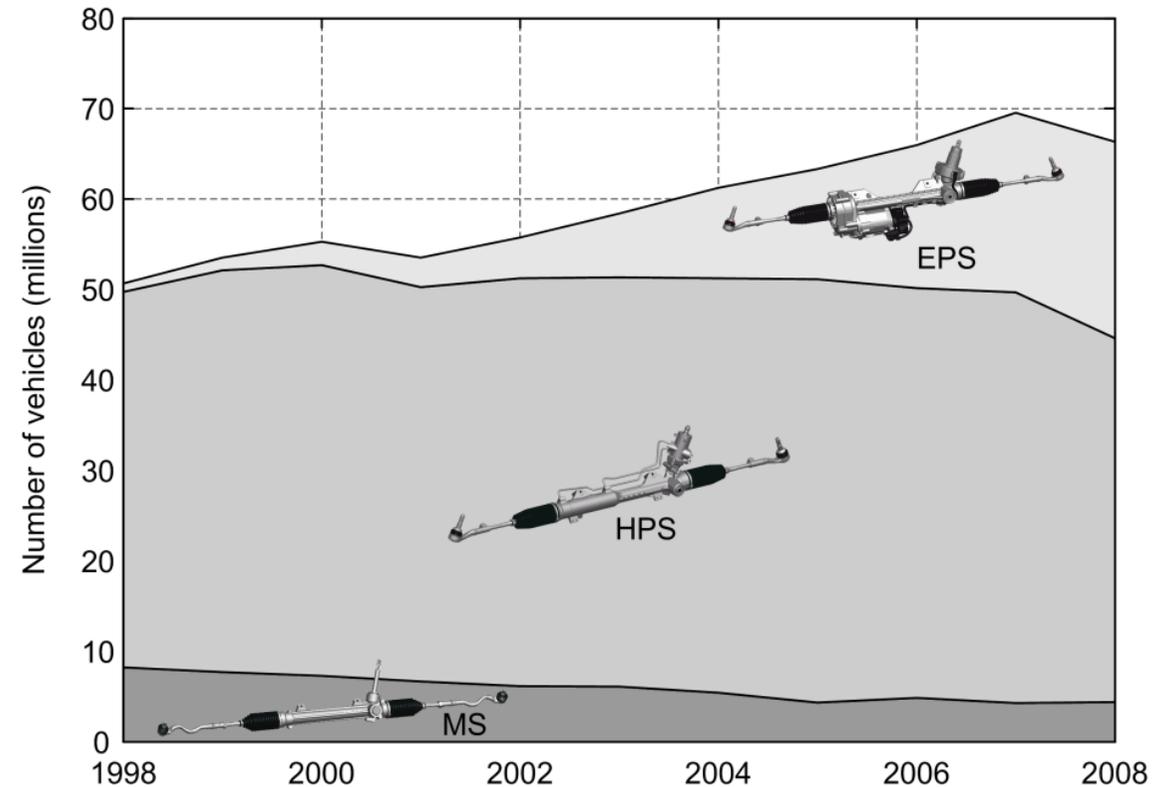


Figure 1: Worldwide market share of electric steering, hydraulic rack-and-pinion steering and mechanical rack-and-pinion steering

■ Quelle: [Gaedke]

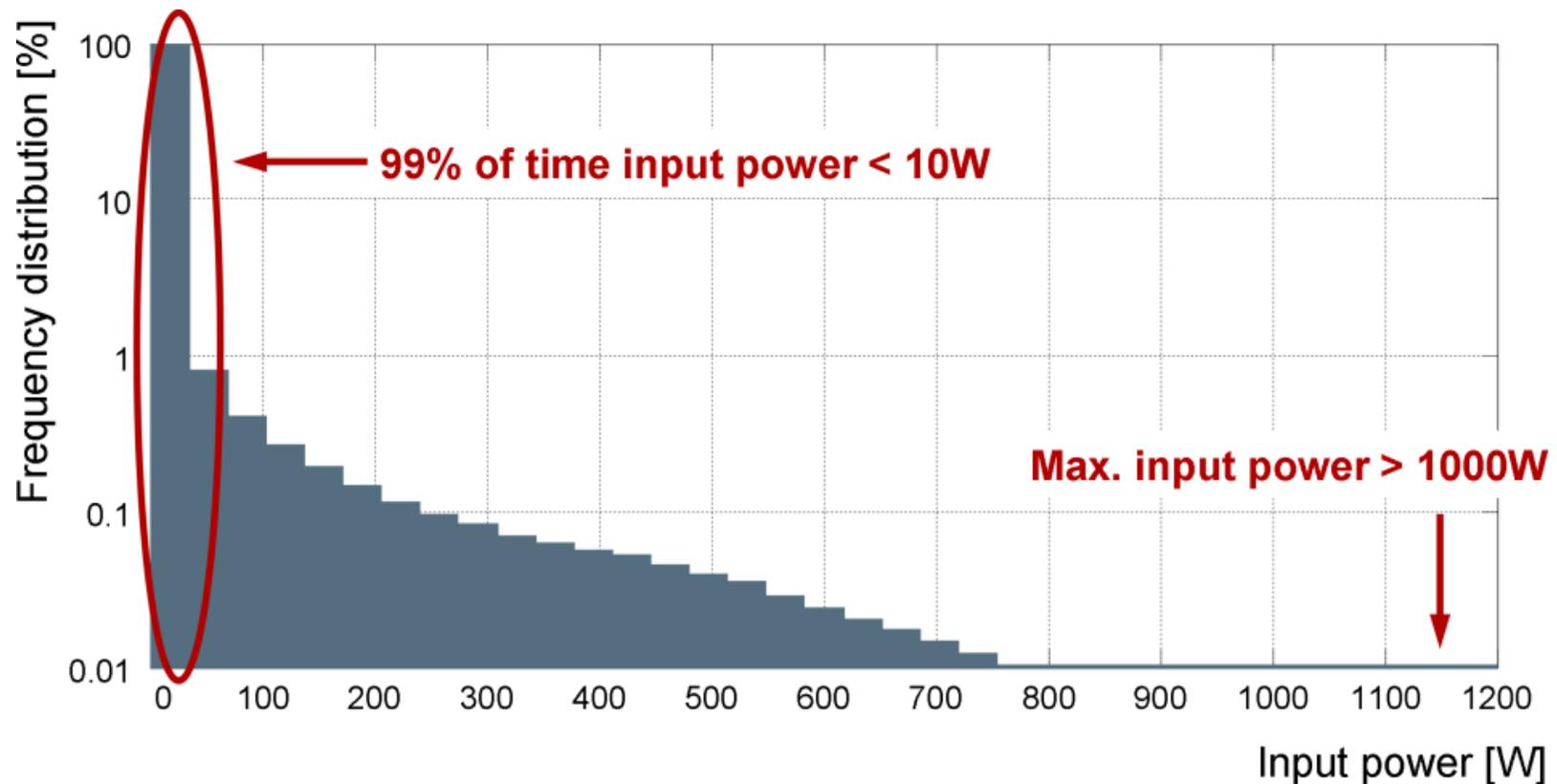


Figure 2: Frequency distribution of EPS input power for normal end customer driving of a medium-sized vehicle

Quelle: [Gaedke]

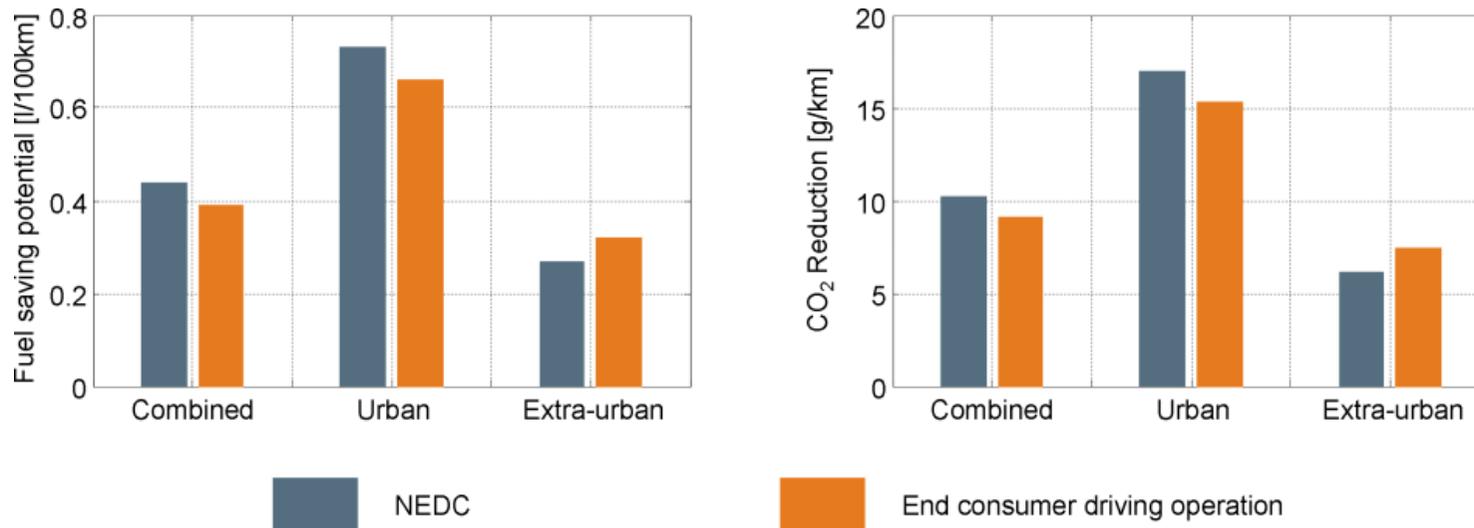


Figure 3: Saving in fuel consumption with EPS compared with conventional hydraulic rack-and-pinion power steering. The results of the NEDC (New European Driving Cycle) and normal driving by the end customer are comparable. Measurements are based on a medium-sized vehicle with a 2.0 l petrol engine.

Energieverbrauch von elektrischen Lenkungen



Quelle: [Gaedke]

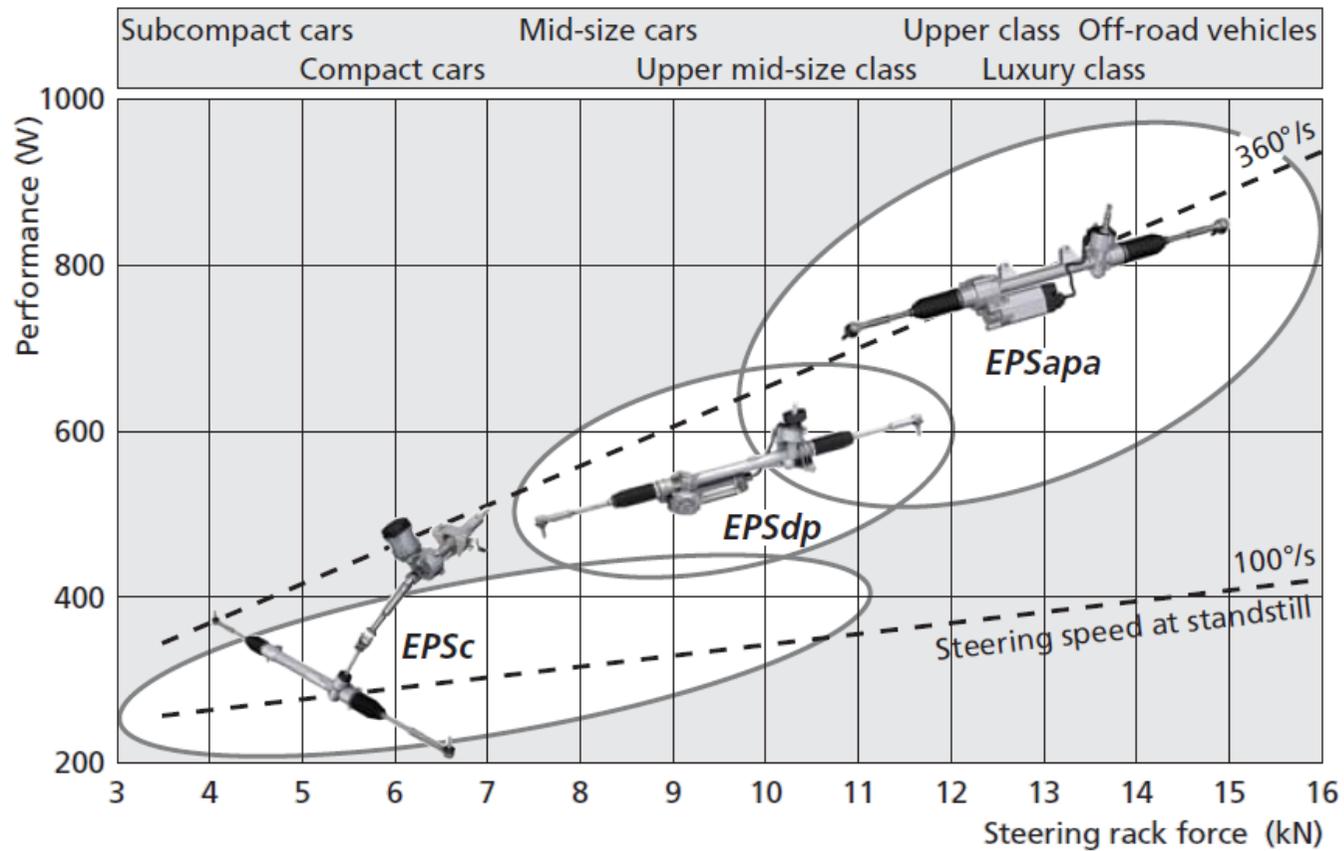


Figure 11: Applications of steering systems in different vehicle and power classes

Variantenbaum Lenkgetriebe im neuen BMW 5er



■ Quelle: [Meitinger]

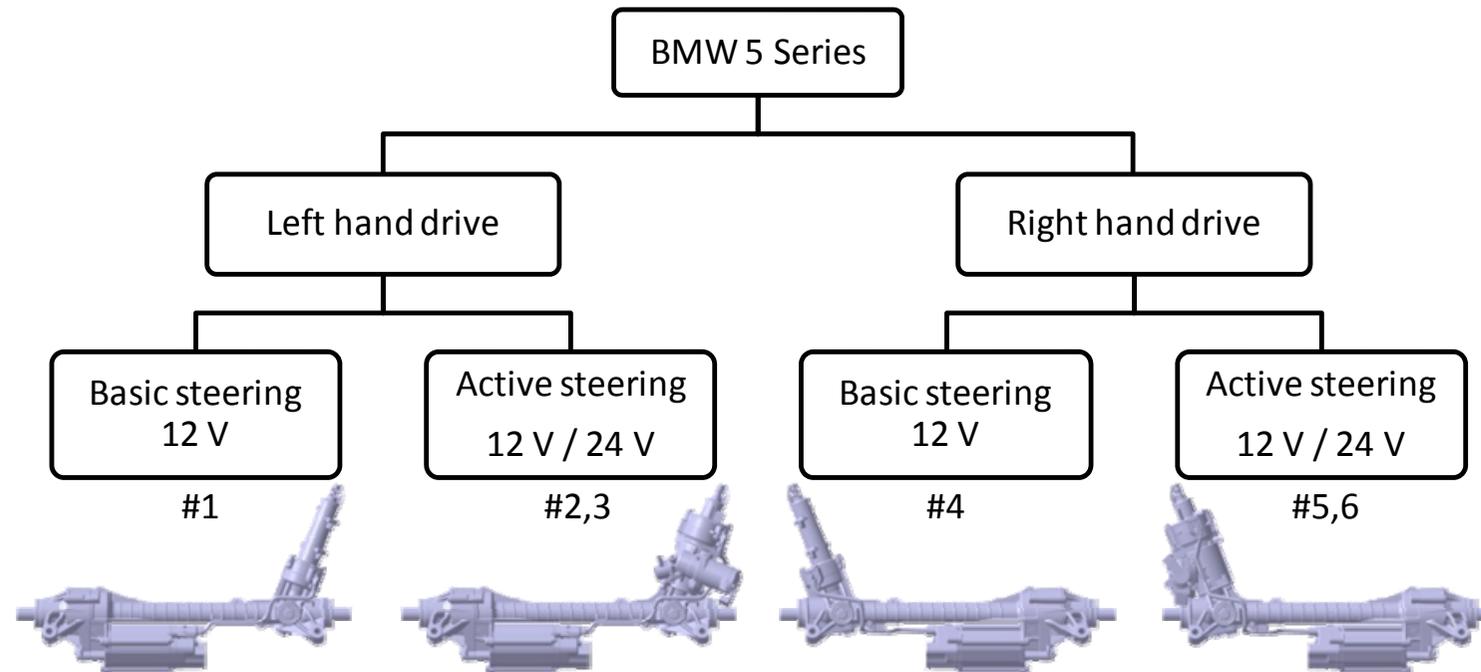


Abbildung 3: Variantenbaum Lenkgetriebe

Lenkgetriebebaukasten im neuen BMW 5er



Quelle: [Meitinger]

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

Abbildung 8: Lenkgetriebebaukasten im 5er

Quelle: [Meitinger]

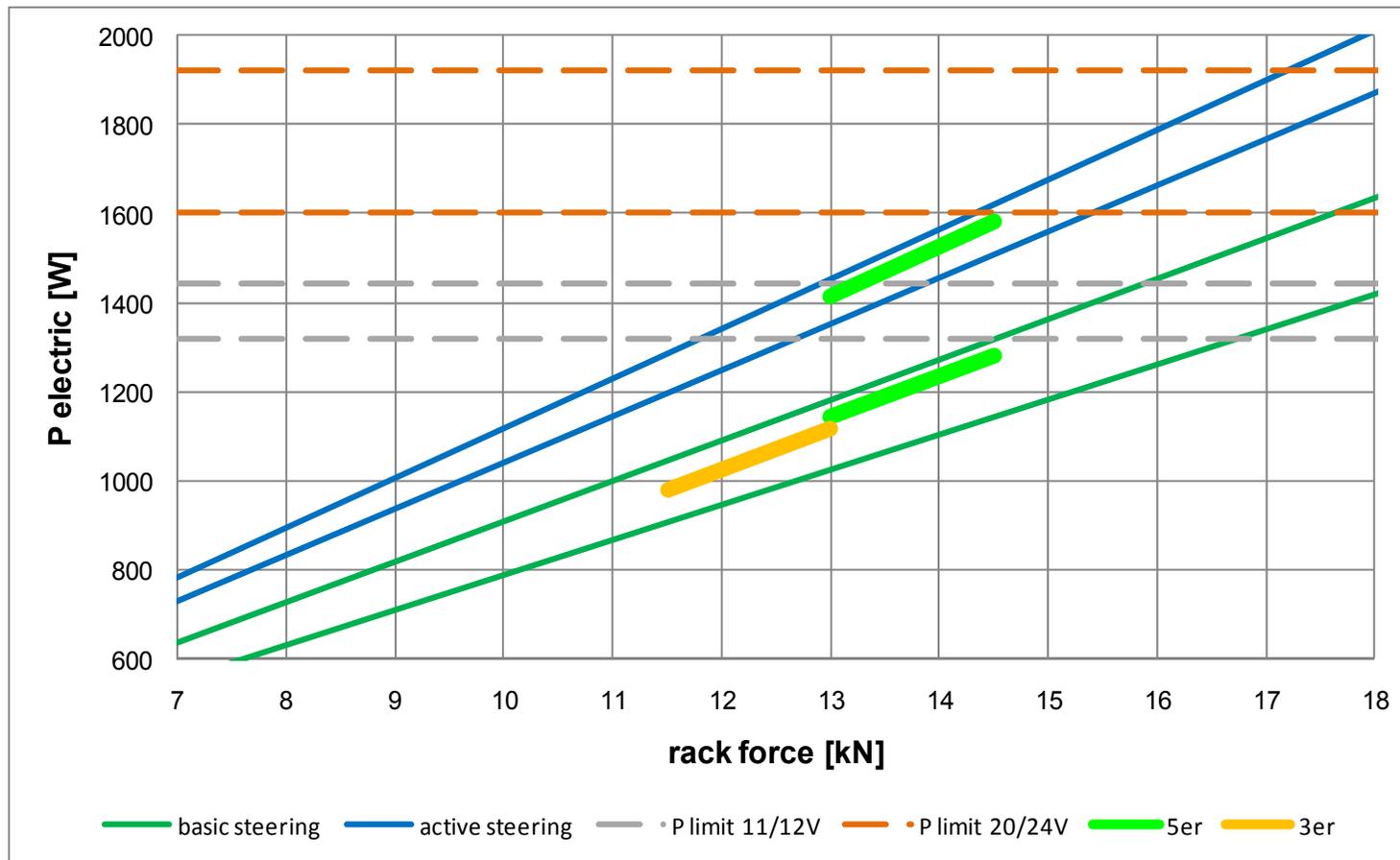


Abbildung 10: elektrische Leistungsanforderungen

Basisbordnetz (12V) mit Erweiterung auf 24V



- Quelle: [Meitinger]
- Siehe auch:
Kabelbaum und Energiebordnetze
42V-Bordnetz und 2 SpBN

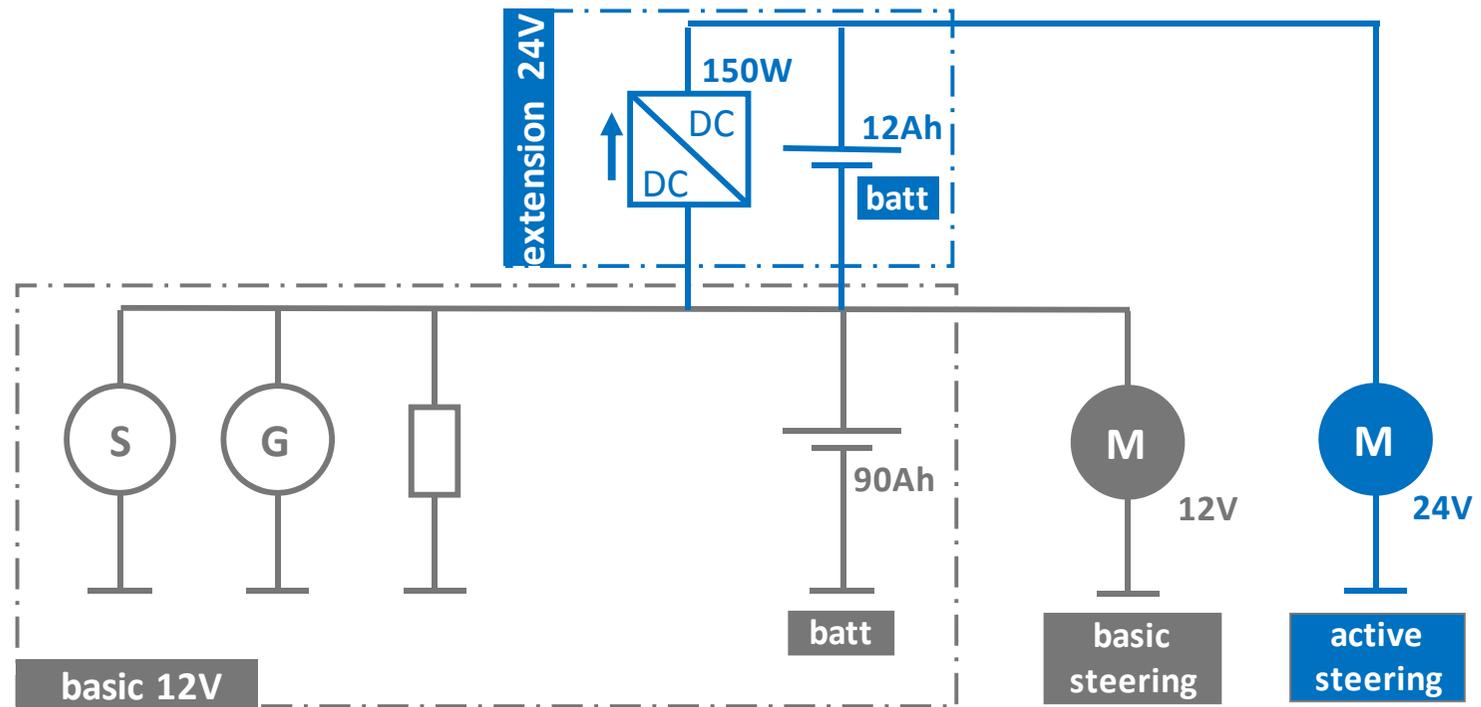


Abbildung 11: Basisbordnetz (12V) mit Erweiterung auf 24V

Virtuelle Änderung des Radstandes durch die Hinterachslenkung

■ Quelle: [Meitinger]

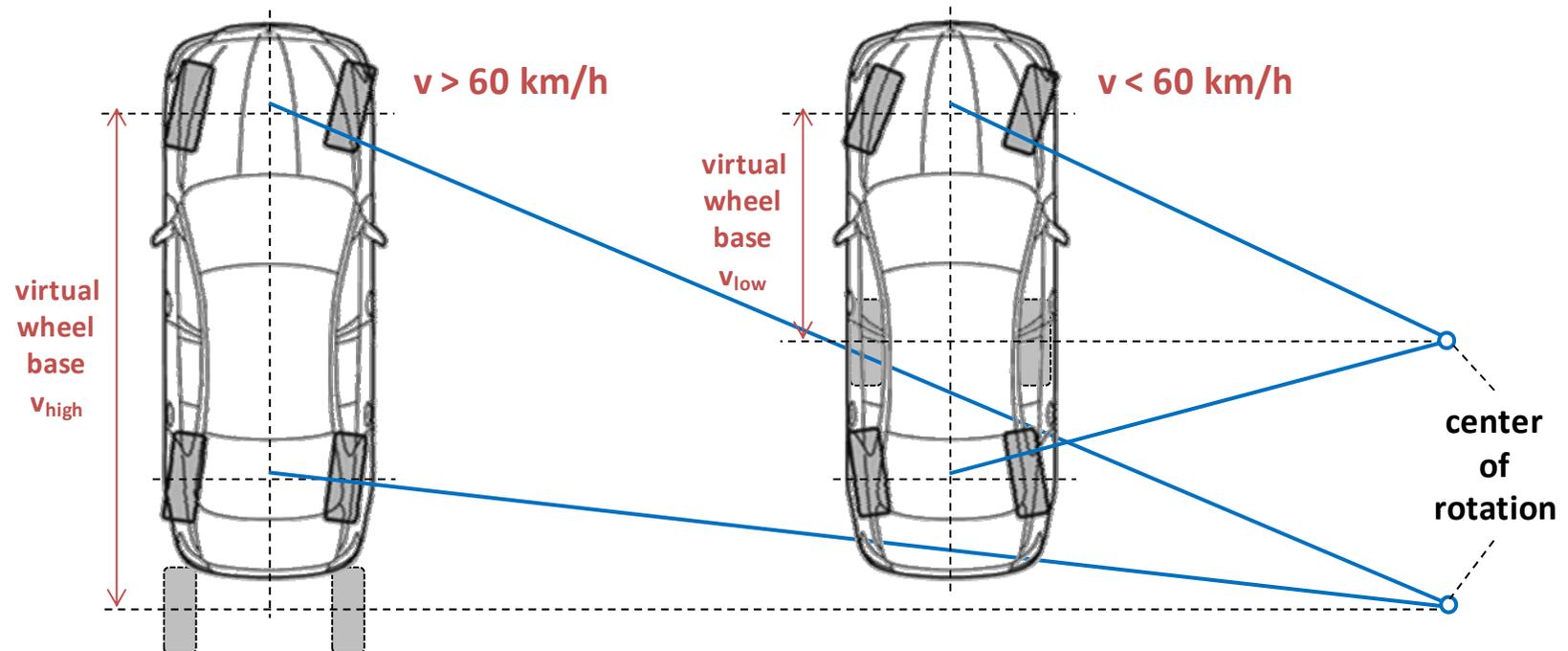


Abbildung 14: Virtuelle Änderung des Radstandes durch die Hinterachslenkung



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**

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**
 - 1. Trends bei E/E-Komponenten: Verteilte Systeme**
 2. Trends bei E/E-Komponenten: Beispiele
 3. Entwicklungsprozesse: HIL, SIL, VR, DMU

■ Gestern

- Klassische Bedienelemente (Schalter, Potis) oder mechanisch betätigte Schalter (Verteiler) steuern direkt die Funktionen bzw. die Leistungstreiber an
- Eindeutige Zuordnung von Funktion und Bedienung

■ Heute

- Vielzahl von Funktionen wird durch teilweise vernetzte Steuergeräte angeboten
- Ansteuerung der Steuergeräte durch dedizierte Bedienelemente, SGe treiben Lasten
- Probleme
 - Vielzahl von Bedienelementen
 - Explosion der SGe-Anzahl

■ Morgen

- Systeme übernehmen Funktionen abhängig vom Einbauort
- Kommunikation über vernetzte Bussysteme
- Einheitliches MMI wird durch Head Unit des Infotainments bereitgestellt und steuert viele Systeme an

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**
 1. Trends bei E/E-Komponenten: Verteilte Systeme
 - 2. Trends bei E/E-Komponenten: Beispiele**
 3. Entwicklungsprozesse: HIL, SIL, VR, DMU



ACC-Sensoreinbau im Stoßfänger (BMW 7er, E65)



ACC-Radarsensor im One-Box-Design (Fiat Stilo)

- Bewertung**
- Einführung der Radar-Abstandsregelung im kompakten Mittelklasse-Segment (Fiat Stilo mit Bosch ACC-Radar)
 - Nissan realisiert im neuen Primera die Abstandsregelfunktion auf Basis eines Infrarotsensors der Firma A.D.C. Der Einsatz des kostengünstigeren Infrarot-Systems lässt Einschränkungen in der Funktionalität erwarten.
 - Zulieferer: A.D.C. - Automotive Distance Control Systems GmbH, Bosch, Delphi Automotive Systems



BMW (Studie) „Curve Speed Assistant“

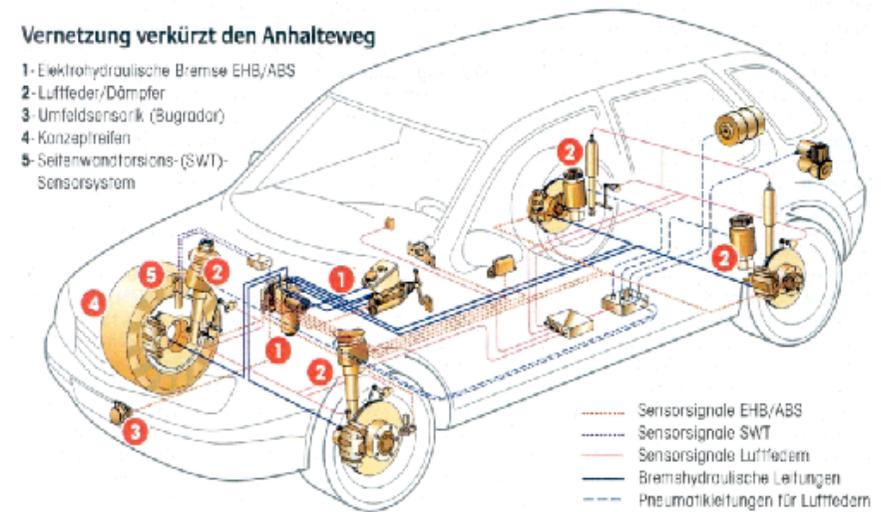


Toyota Verossa (Studie): „NAVI AI-SHIFT control“

- Bewertung**
- Navigationssysteme der nächsten Generation liefern exaktere Informationen zum Strassenverlauf, die z. B. eine vorausschauende Geschwindigkeitsregelung bzw. eine angepasste Gangwahl auf kurvigem Strassen ermöglicht.
 - Sicheres Fahrempfinden z. B. bei entsprechender Verknüpfung mit der (Abstandsregel-) Tempomatfunktion.

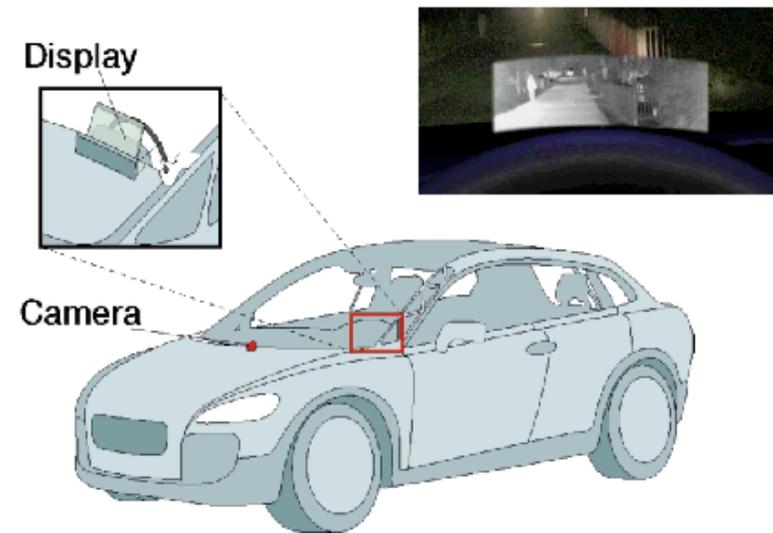


Bosch



Continental-Teves

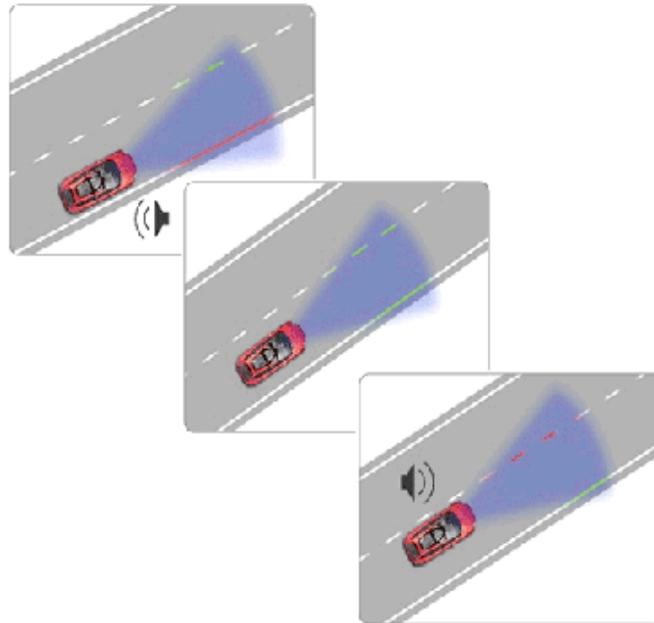
- Bewertung**
- Konditionierung und Aktivierung von Rückhaltesystemen in der Precrash-Phase durch Auswertung von Umgebungssensoren-Informationen
 - Entwicklung neuer Umgebungssensoren: Short Range Radar, Bildverarbeitung
 - Neue Konzepte zur Minderung der Unfallschwere (Collision-Mitigation) gewinnen zunehmend an Bedeutung



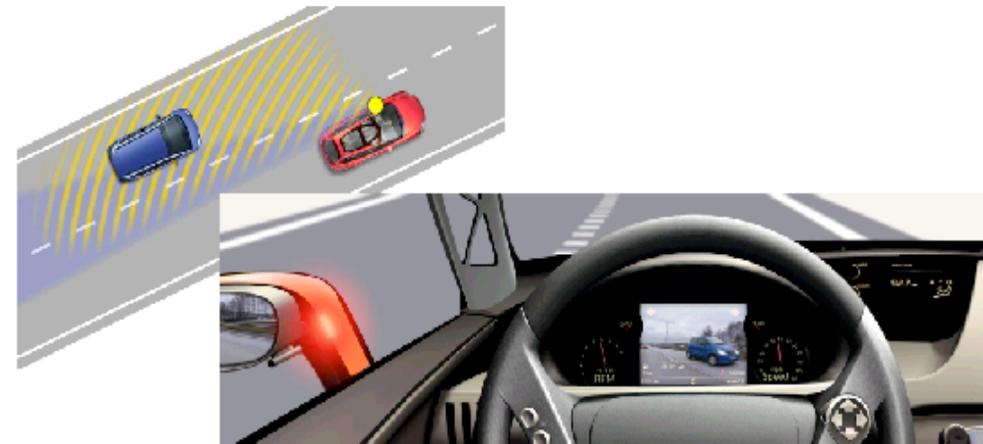
Raytheon NightVision-Sensor (Cadillac: DeVille-Serie, Vizon-Studie)

Autoliv NightVision-System im Volvo SCC (Studie)

- Bewertung**
- NightVision als Erweiterung zu intelligenten Scheinwerfersystemen mit dynamisch verstellbarer Lichtverteilung
 - Aktive und passive NightVision-Konzepte
 - BMW kündigt ein NightVision-System für den Nachfolger des BMW 7er (E65) an
 - Zulieferer: BOSCH, Hella KG Hueck & Co. (Ankündigung aktiver Systeme mit CMOS-Kamera)



Volvo SCC (Studie): „Lane keeping aid“



Volvo SCC (Studie): „Lane changing aid“

- Bewertung**
- Bildverarbeitungsthemen werden mittelfristig Einzug ins Fahrzeug halten
Aktuelles Beispiel: Unterstützung bei der Spurhaltung im Nissan Cima in der Japan-Ausführung
 - Algorithmen zur Fahrspur-, Verkehrszeichen- und Objekterkennung liefern die Grundlage für neue Fahrerassistenzfunktionen wie den Spurwechsel-Assistent, Speed-Limit-Assistent und Stop&Go. Im ersten Schritt werden Informationssysteme zur Markteinführung kommen.



Chevrolet Corvette (Hughes Aircraft Division)

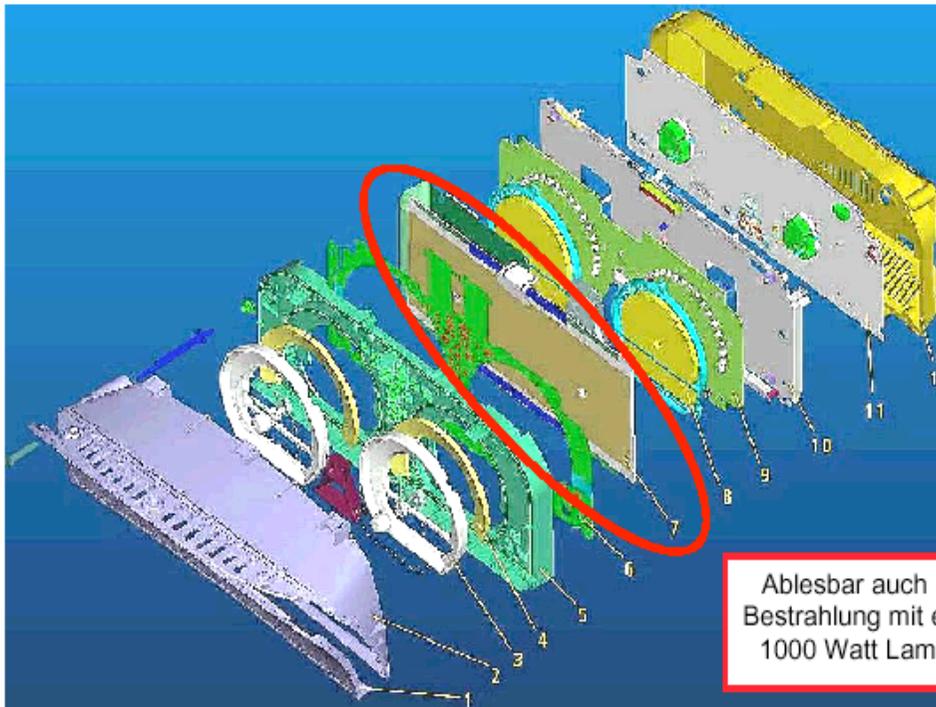


SiemensVDO

- Bewertung**
- Ausgabe von fahrerrelevanten Informationen im direkten Blickfeld des Fahrers (z. B. Warnhinweise, Navigationsausgaben)
 - Vollfarbige, grafikfähige TFT-Displays ermöglichen eine freie Programmierbarkeit der eingeblendeten Anzeige
 - Heutige Head-Up-Displays können der Fahrerposition vertikal angepasst werden und haben eine automatische Helligkeitsregelung



- Bewertung**
- Seat Tango: Beleuchtung der Instrumente durch Fluoreszenzeffekt, dadurch sind die Zeiger auch bei kurzzeitiger Verdunkelung, z.B. bei einer Fahrt unter einer Brücke, noch sichtbar.
 - Oldsmobile O4: Die Instrumentenanzeige ist als "Informations-Ring" um das Steuerrad gestaltet. Ein Flüssigkristall-Display kann die individuell angeordneten Daten in das nähere Blickfeld des Fahrers setzen. So werden die im Augenblick wichtigsten Daten schneller sichtbar gemacht

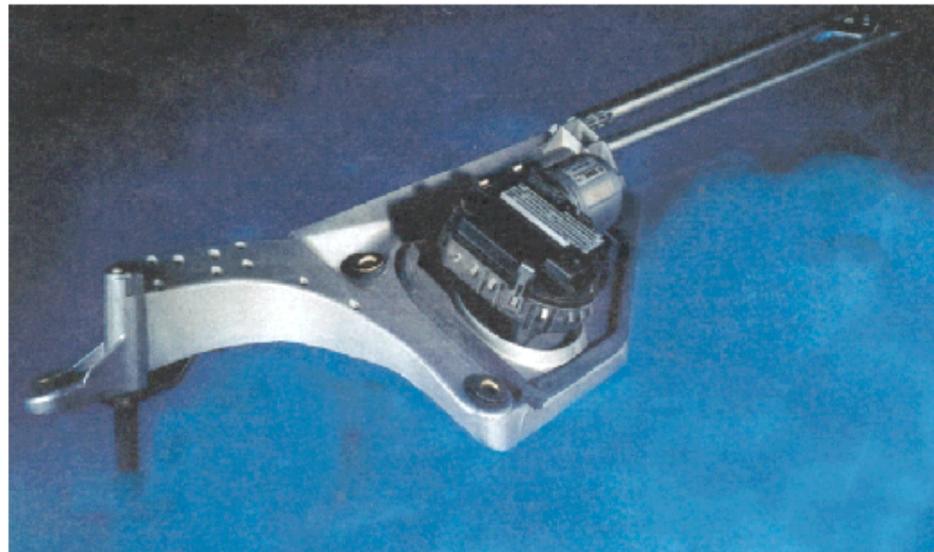


- 1 Deckglas
- 2 Frontrahmen
- 3 Skalenringe
- 4 Lichtleiter für Skalenringbeleuchtung
- 5 Reflektor incl. Symbolscheibe für Kontrolleuchten
- 6 Flexleiterplatte für Kontrolleuchten
- 7 LCD
- 8 Lichtführung für LCD Hintergrundbeleuchtung
- 9 Leiterplatte für LCD Hintergrundbeleuchtung
- 10 Halblech
- 11 Mainbord
- 12 Bodenplatte

Bewertung Das LCD ist als Punktmatrix mit transflektiven Eigenschaften ausgeführt:

- transmissiv, um das Display hinterleuchten zu können.
- reflektiv, um bei direkter Sonneneinstrahlung dieses Licht zu reflektieren und für die Wahrnehmung zu nutzen.

Der transflektive Effekt wird durch eine innerhalb der LC-Zelle liegende Transfektor-Folie realisiert.



Elektronisch geregelter Reversiermotor im Renault Vel Satis (Zulieferer: Bosch)

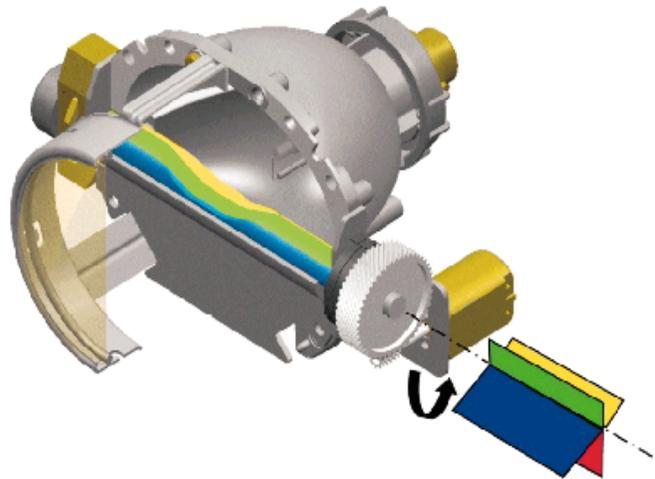
-
- Bewertung**
- Eine elektronische Steuerung zur Umkehrung der Stromrichtung ersetzt die konventionelle mechanische Lösung für den Richtungswechsel. Sensoren erkennen die Stellung des Wischerarms und bestimmen den Zeitpunkt der Richtungsumkehr
 - Der Reversiermotor benötigt einen geringeren Bauraum als die mechanischen Systeme
 - Weitere Vorteile sind ein gleichmäßigerer Bewegungsablauf sowie ein optimales Wischfeld



Audi Avantissimo (Studie, Hella): schwenkbares Kurvenlicht

Hella (Studie): statischer Kurvenscheinwerfer

- Bewertung**
- Schwenkbares Kurven-Abblendlicht gekoppelt an den durch Lenkeinschlag ermittelten Kurvenradius
 - Vorausschauende Ausleuchtung verschiedener Fahrsituationen durch Auswertung von Navigationssystem-Daten möglich



Hella „VarioX“: Lichtverteilung mit Frei-Form-Walze



Hella Lichtleittechnik: modular aufgebaute Lichtverteilung

- Bewertung**
- Mit der variablen Lichtverteilung lassen sich verschiedene Formen des Abblendlichts, ein spezielles Autobahnlicht und das Fernlicht, sowie die Umschaltung von Rechts- auf Linksverkehr darstellen (gesetzliche Zulassung voraussichtlich ab 2005)
 - Lichtleittechnik: Der modulare Aufbau ermöglicht die räumliche Trennung von Lichtquelle und Auskopplungseinheit
 - die Lichtquelle kann an einem servicefreundlichen Ort im Fahrzeug platziert werden
 - neue Scheinwerfer-Designkonzepte möglich (geringerer Platzbedarf, Einsatz neuer Bauelemente und Materialien)

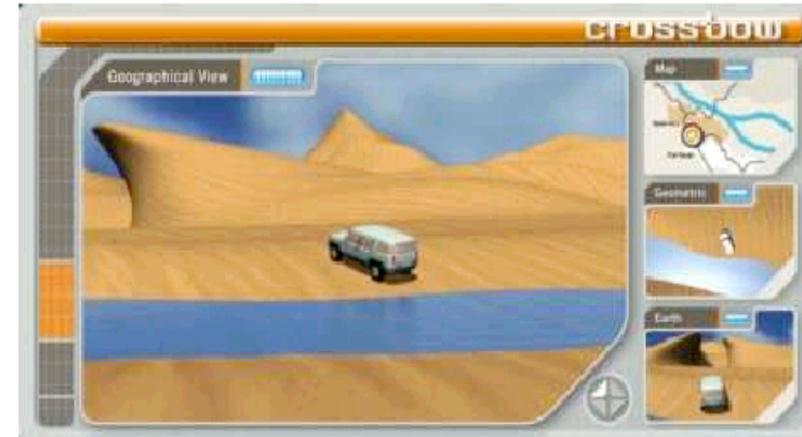


Bewertung Um Knöpfe einzusparen, werden immer öfter Touch-Screen-Displays verwendet. → Trend

- Touch-Screen-Bildschirm für das Navigationssystem.
- elektrisch abklappbaren Bildschirm, welcher Wahlweise über Touch-Screen oder eine Fernbedienung benutzt werden kann.
- Der beim Golf eGeneration eingesetzte persönliche Datenassistent (PDA, Pocket PC Jornada 548 von HP) verfügt über einen eigenen Touch-Screen-Bildschirm, um eine einfache Bedienung der Telematik-/Multimedia-Dienste zu ermöglichen.



BMW 3er, 5er, 7er und X5



Nissan Crossbow (Studie)

- Bewertung**
- Es werden mehrere Informationen (z. B. Routenführung und Bordmonitorfunktionen) parallel dargestellt. => mehr Komfort und Sicherheit, da nicht andauernd zwischen den Bildschirmen geschaltet werden muss
 - Das Navigationssystem von BMW kann über ein Software-Update nachgerüstet werden



Sharan Rear Seat Video (Studie)



Chevrolet E-Cruze (Studie)



Audi Avantissimo (Studie)

- Bewertung**
- Um Platz zu sparen, sind die Bildschirme in den vorderen Kopfstützen integriert.
 - Bei der Benutzung geht der Trend in Richtung Playstation und DVD-Player.



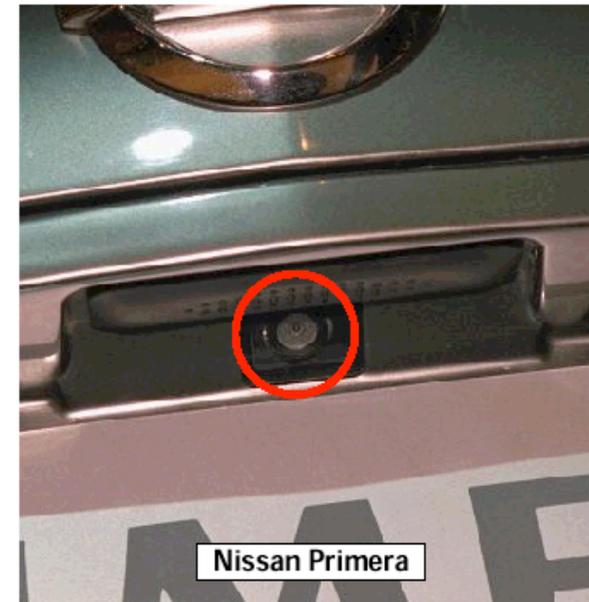
- Bewertung**
- Beim Brabus befindet sich eine Kamera im Bereich des Innenspiegels. Die Fondraumkamera ist wie beim VW Caravelle Business mittig im Fond-Bereich installiert.
 - Fondkamera bei VW Caravelle Business drehbar (für Videokonferenzen).
 - Im Chevrolet E-Cruze sind 5 Kameras eingebaut, welche bei einem Unfall auch genutzt werden sollen, um zu sehen wie es den Passagieren geht.



VW Caravelle Business



Toyota Corolla



Nissan Primera

- Bewertung**
- Am Heck ist eine Kamera angebracht, die sich automatisch beim Einlegen des Rückwärtsganges einschaltet und das Bild auf ein Display im Sichtbereich des Fahrers sendet.
 - VW platziert die Kamera kaum erkennbar im Logo.
 - Bei Nissan befindet sich die optional erhältliche Rückfahrkamera unter der Griffleiste des Heckdeckels bzw. der Heckklappe.



Maserati Spyder GT



Honda Jazz



BMW 7er

- Bewertung**
- Elektrische Gangschaltung über Schalter am Lenkrad => höhere Sicherheit, weil Hände beim Schalten am Lenkrad bleiben
 - Mit den zwei Paddeln am Mantelrohr lässt sich der Maserati schalten, beim Honda Jazz sind die Schwaltwippen direkt im Lenkrad integriert, der 7er BMW besitzt insgesamt vier Schalttasten: zwei außen am Lenkradkranz und zwei an der Rückseite.

Shimano Ultegra



Trends E/E-Komponenten: Bedien- und Anzeigekonzepte BAK



Audi Avantissimo (Studie)



Saab 9x (Studie)



BMW 7er

- Bewertung**
- Die Bedienung für sekundäre Umfänge erfolgt zunehmend über ein zentrales Bediensystem (Dreh-Drück-Schiebe-Steller), wodurch die Anzahl der Tasten um bis zu 50 % reduziert werden kann.
 - Die Einstellungen (Sitzposition, Klimaanlage und Multimedia-Interface) werden bei Audi einem Fingerabdruck zugeordnet. => mehr Komfort, Einsparung der Memory-Tasten
 - Im Trend liegen verschiedene Menüfunktionen, wie z. B. Internet (BMW 7er) oder MP3-Player (VW Golf eGeneration).

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**
 1. Trends bei E/E-Komponenten: Verteilte Systeme
 2. Trends bei E/E-Komponenten: Beispiele
 - 3. Entwicklungsprozesse: HIL, SIL, VR, DMU**

Entwicklungsprozesse “Software/Hardware in the Loop”



■ Begriffsdefinitionen:

- HIL Hardware in the Loop
 - Reale SG-Hardware wird in simulierter Fahrzeugumgebung gespeist, d.h. mit rechnergenerierten Sensor- und Bussignalen angesteuert.
- SIL Software in the Loop
 - SG-Software „läuft“ auf simuliertem SG, das von simulierter Fahrzeugumgebung gespeist wird.



Steuergerät



	simuliert	real
simuliert	SIL	HIL
real	Prototyp	Fahrversuch