

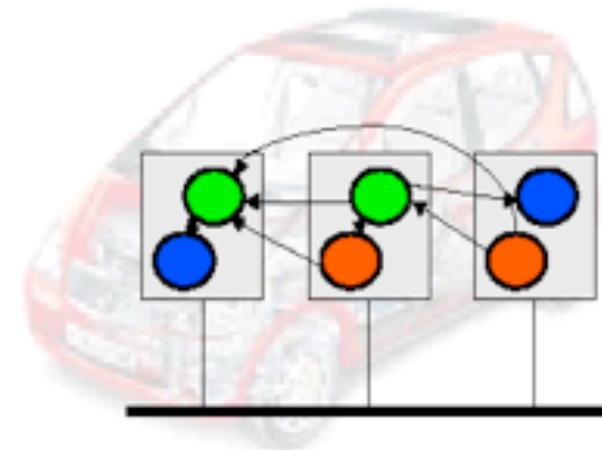
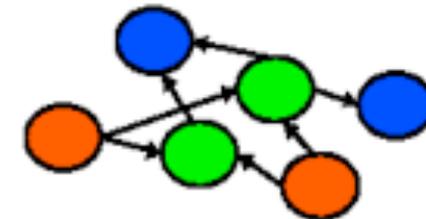
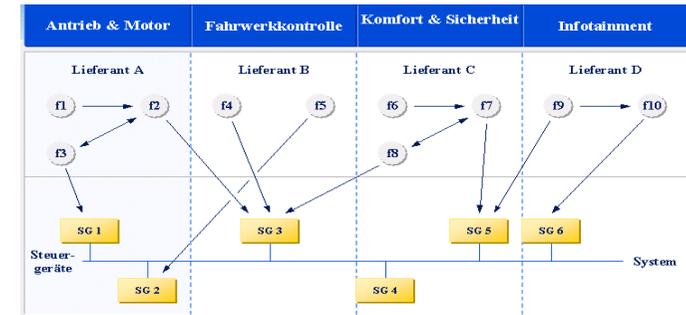
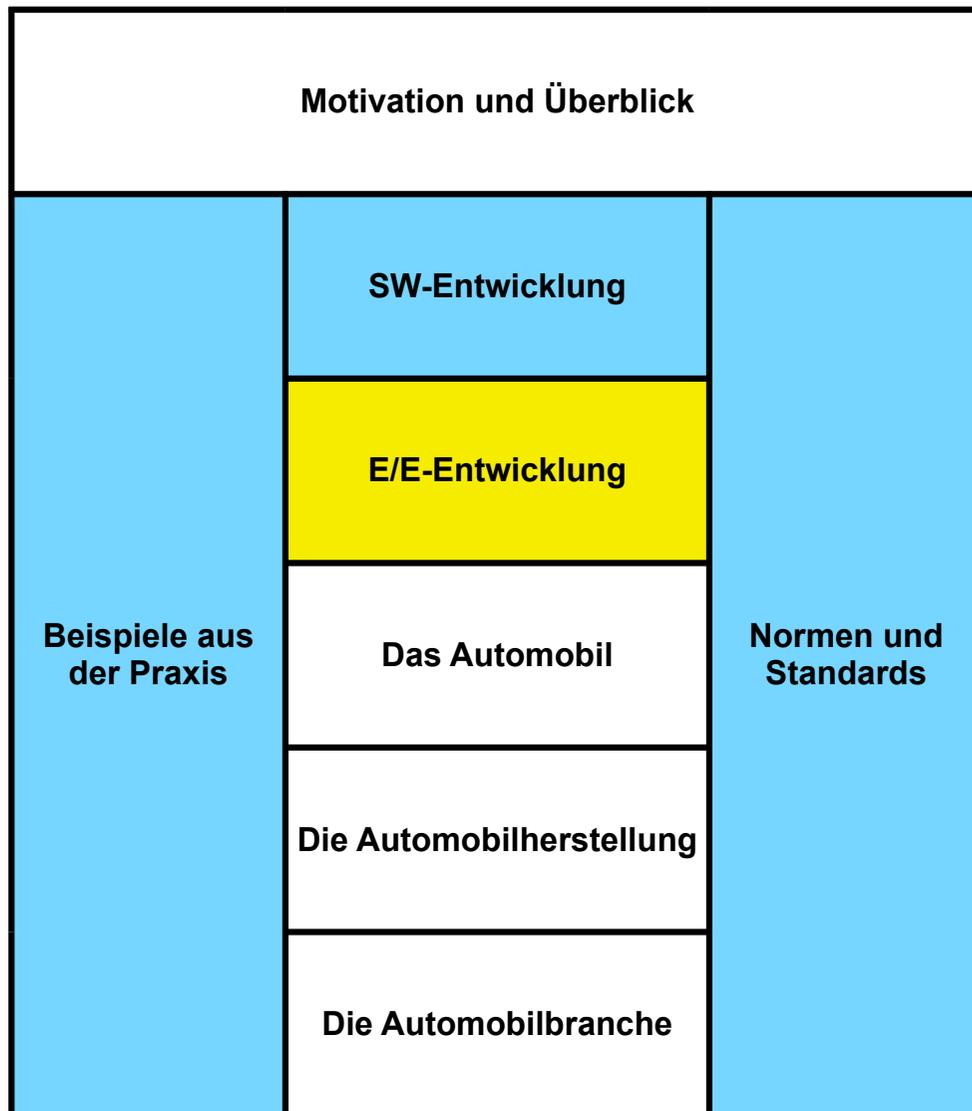
Vorlesung Automotive Software Engineering Teil 5 E/E-Entwicklung (2)

Sommersemester 2015

Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Hohlfeld

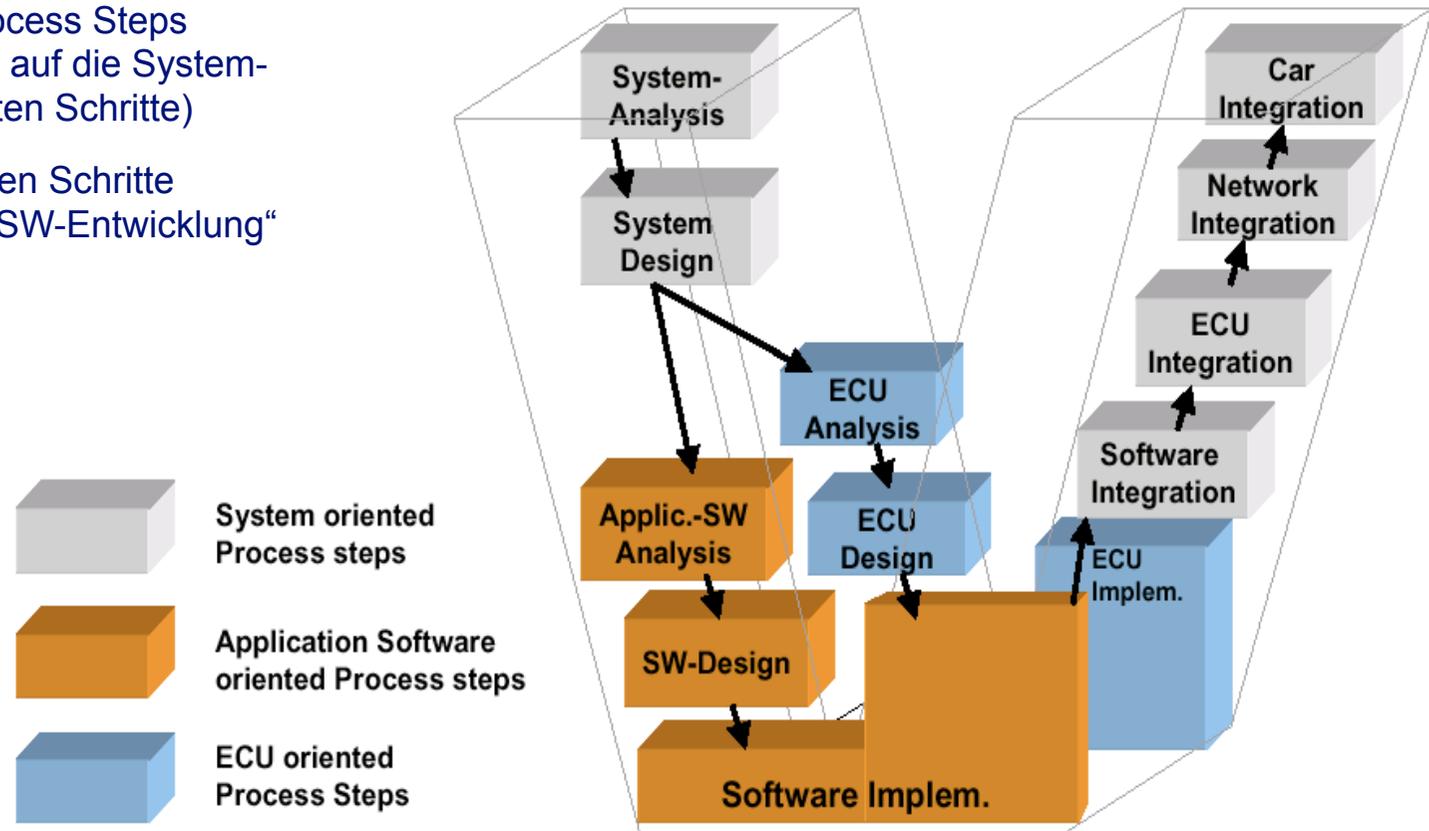
Bernhard.Hohlfeld@mailbox.tu-dresden.de

Technische Universität Dresden, Fakultät Informatik
Honorarprofessur Automotive Software Engineering



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

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



5. E/E-Entwicklung

1. Bussysteme im Automobil

1.1. Einführung

1.2. Architektur serieller Bussysteme

1.3. Serielle Bussysteme im Kfz

2. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil

2.1. Grundlagen

2.2. X-by-Wire

2.3. Elektromechanische Lenkungen

2.4. Elektromechanische Bremsen

3. Technologien und Bauteile

3.1. Kabelbaum und Energiebordnetze

3.2. Halbleitertechnologie

3.3. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

5. E/E-Entwicklung

1. Bussysteme im Automobil

1.1. Einführung

1.2. Architektur serieller Bussysteme

1.3. Serielle Bussysteme im Kfz

2. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil

2.1. Grundlagen

2.2. X-by-Wire

2.3. Elektromechanische Lenkungen

2.4. Elektromechanische Bremsen

3. Technologien und Bauteile

3.1. Kabelbaum und Energiebordnetze

3.2. Halbleitertechnologie

3.3. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

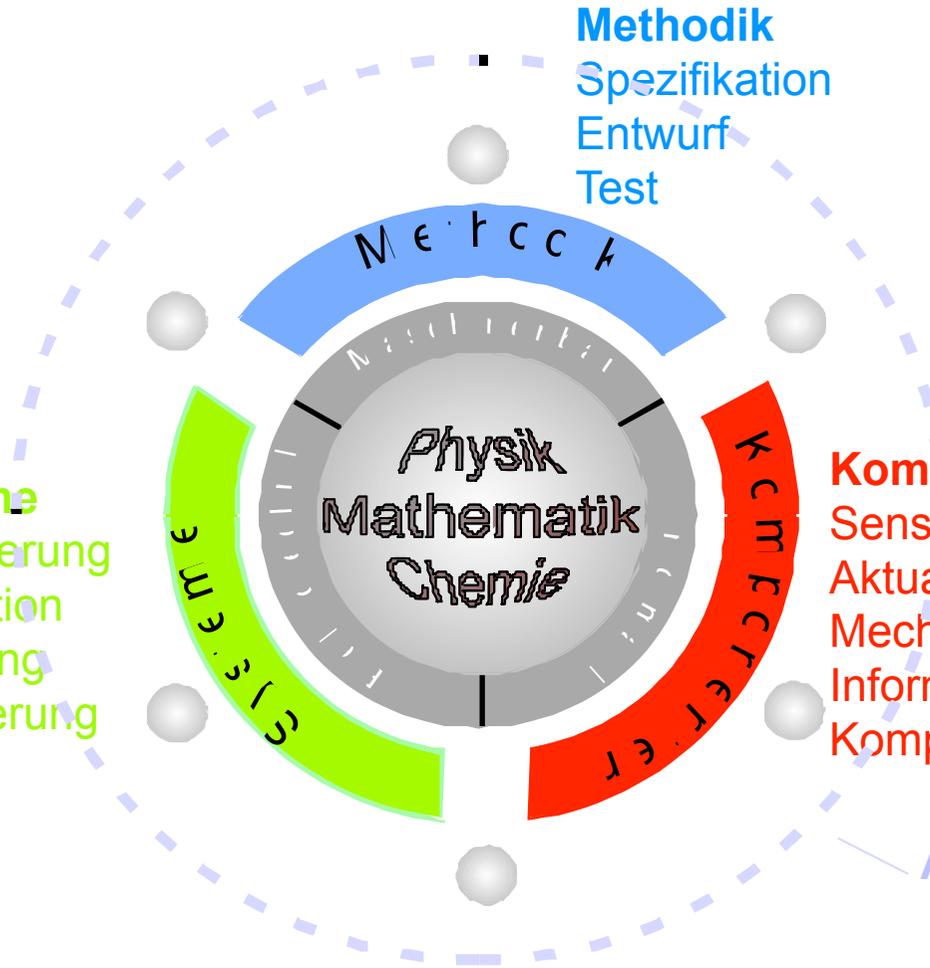
Grundlagen
Mathematik
Informatik
Physik
Mechanik
Elektrotechnik

Methodik
Spezifikation
Entwurf
Test

Systeme
Modellierung
Simulation
Regelung
Optimierung

Komponenten
Sensoren
Aktuatoren
Mechanische Komponenten
Informationsverarbeitende
Komponenten

Anwendungen



Teilgebiete der Mechatronik



- Sensorik
- Informationsverarbeitung
- Aktuatorik

- 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



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.



1



2



3



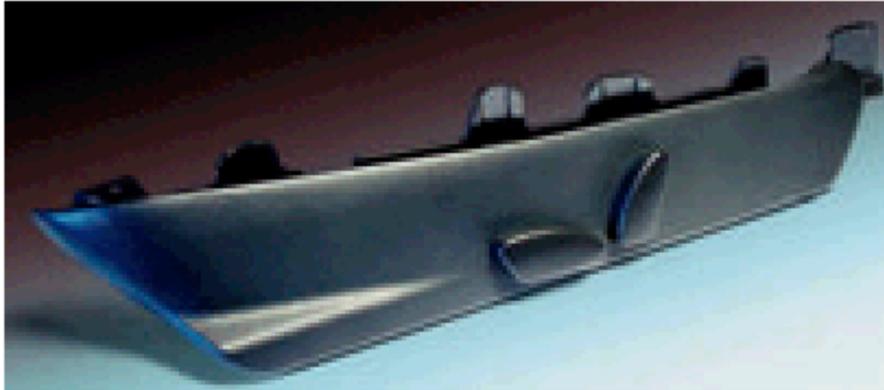
4

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.

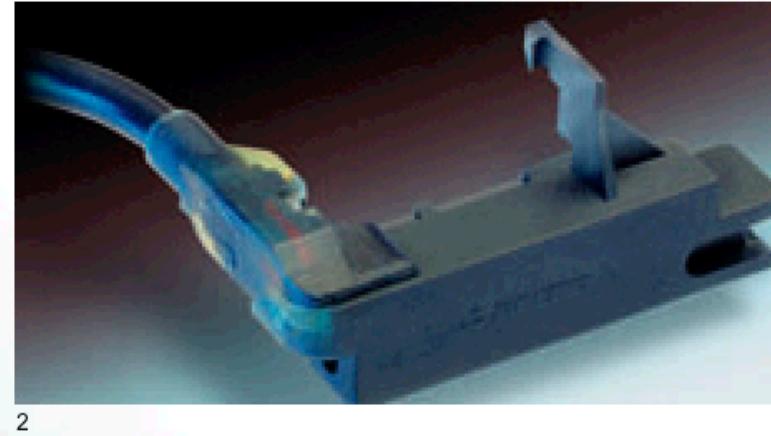


Bild 1 Hall-Sensorik im Gurtschloss für die Erkennung der Gurtverriegelung.

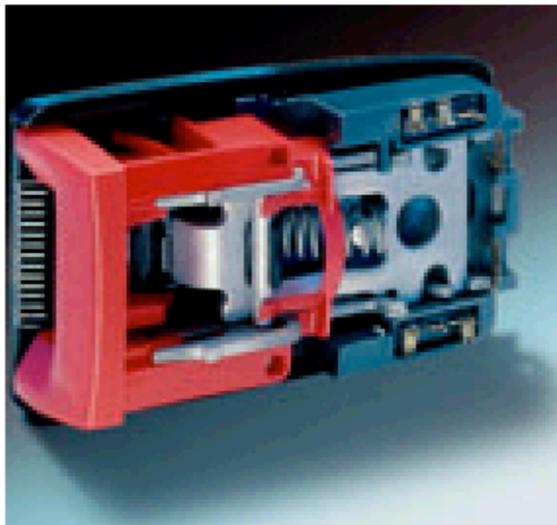
Bild 2 Vergossene Sensorbaugruppe mit Hallsensor, Magnet und schutzgeschalteter Leiterplatte zur Gurtschlossabfrage



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



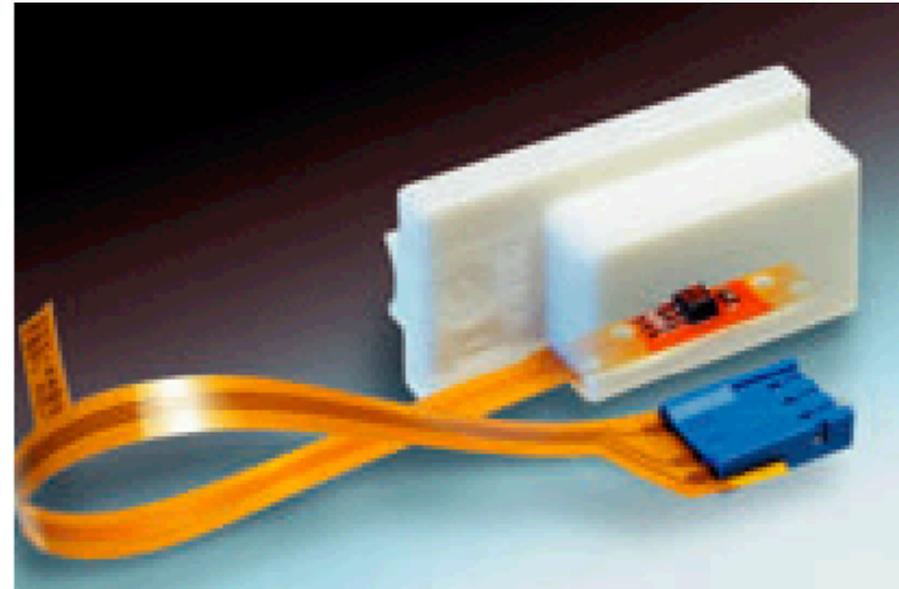
Bild 1 Silikonfreier Schalter für Bremsassistent erfüllt applikationsspezifische Lebensdauer- und Dichtheits-Anforderungen.



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. Analoges Hallensensor mit linear programmierbarem Signal.

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

Mechatronik-Anwendungen im Automobil

X-by-Wire-Technik



■ Throttle-by-Wire: Elektrisches Gaspedal

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

■ Shift-by-Wire: Elektrische Schaltung

- Gangwechsel wird durch Aktuator im Getriebe ausgelöst
- Schaltgestänge entfällt

■ Brake-by-Wire: Elektrische Bremse

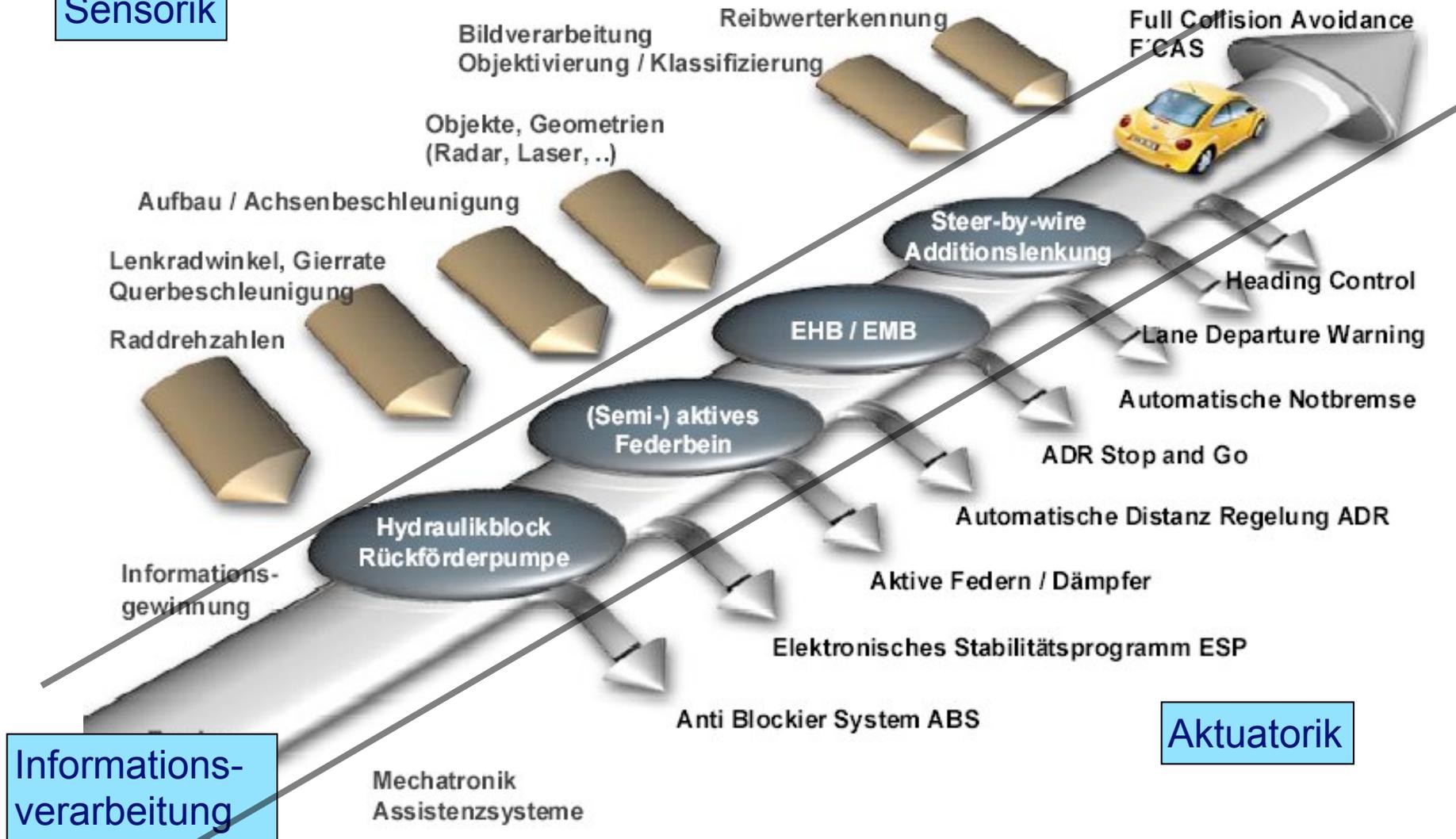
- Elektromechanische Bremse wird durch Signal angesteuert
- Bremsleitungen und Bremsflüssigkeit entfallen

■ Steer-by-Wire: Elektrische Lenkung

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



Sensorik



5. E/E-Entwicklung

1. Bussysteme im Automobil

1.1. Einführung

1.2. Architektur serieller Bussysteme

1.3. Serielle Bussysteme im Kfz

2. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil

2.1. Grundlagen

2.2. X-by-Wire

2.3. Elektromechanische Lenkungen

2.4. Elektromechanische Bremsen

3. Technologien und Bauteile

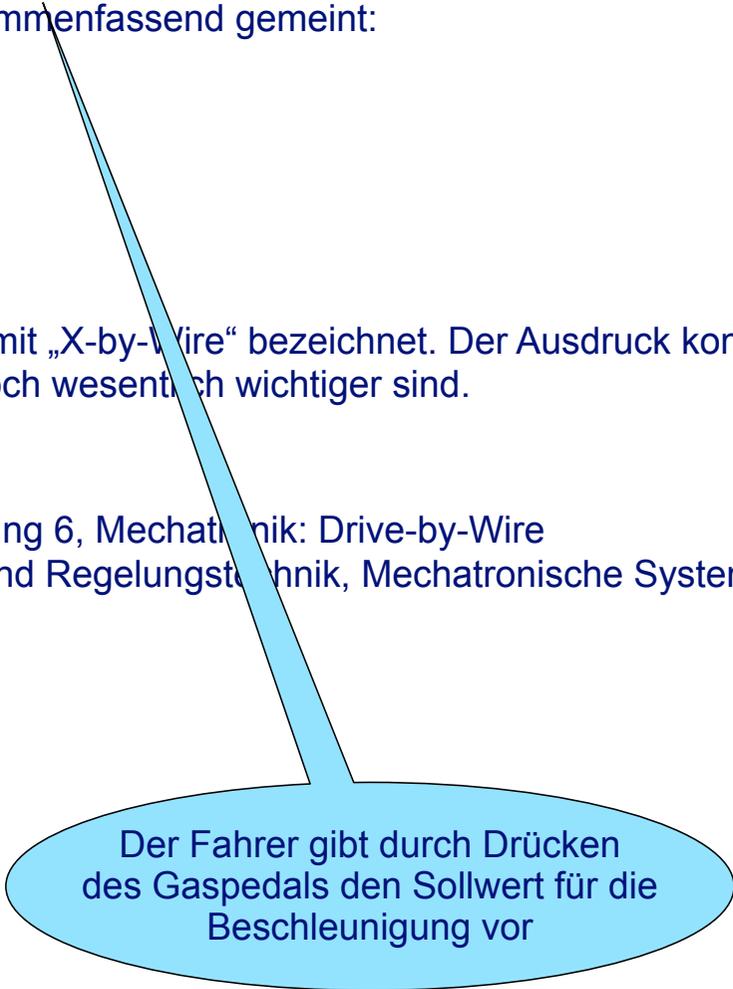
3.1. Kabelbaum und Energiebordnetze

3.2. Halbleitertechnologie

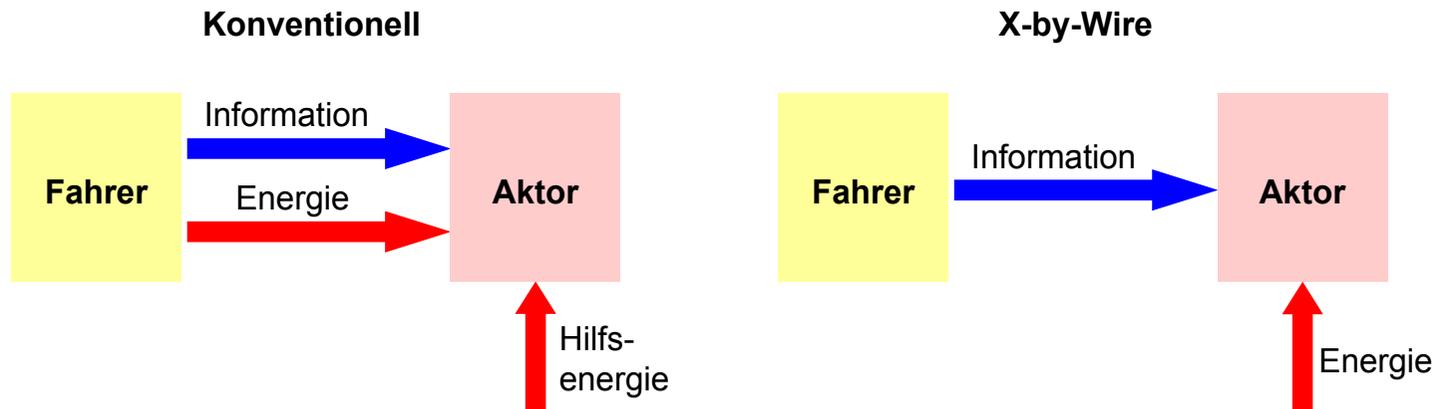
3.3. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

- Das Ersetzen der mechanischen Verbindung von Fahrer zum Aktuator durch ein elektrisch übertragenes Signal nennt man „Drive-by-Wire“. Damit ist zusammenfassend gemeint:
 - Throttle-by-Wire: Elektrisches Gaspedal
 - Shift-by-Wire: Elektrische Schaltung
 - Brake-by-Wire: Elektrische Bremse
 - Steer-by-Wire: Elektrische Lenkung
- Oft werden diese Systeme generalisierend auch mit „X-by-Wire“ bezeichnet. Der Ausdruck kommt aus der Fliegerei, wo die Vorteile von „Fly-by-Wire“ noch wesentlich wichtiger sind.
- Quelle: Einführung in den Maschinenbau, Vorlesung 6, Mechatronik: Drive-by-Wire
Prof. Dr.-Ing. Oliver Nelles, Professor für Mess- und Regelungstechnik, Mechatronische Systeme,
Fachbereich Maschinenbau, Universität Siegen

- Das Ersetzen der mechanischen Verbindung von Fahrer zum Aktuator durch ein elektrisch übertragenes Signal nennt man „Drive-by-Wire“. Damit ist zusammenfassend gemeint:
 - Throttle-by-Wire: Elektrisches Gaspedal
 - Shift-by-Wire: Elektrische Schaltung
 - Brake-by-Wire: Elektrische Bremse
 - Steer-by-Wire: Elektrische Lenkung
- Oft werden diese Systeme generalisierend auch mit „X-by-Wire“ bezeichnet. Der Ausdruck kommt aus der Fliegerei, wo die Vorteile von „Fly-by-Wire“ noch wesentlich wichtiger sind.
- Quelle: Einführung in den Maschinenbau, Vorlesung 6, Mechatronik: Drive-by-Wire
Prof. Dr.-Ing. Oliver Nelles, Professor für Mess- und Regelungstechnik, Mechatronische Systeme,
Fachbereich Maschinenbau, Universität Siegen



Der Fahrer gibt durch Drücken
des Gaspedals den Sollwert für die
Beschleunigung vor



- Quelle: Einführung in den Maschinenbau, Vorlesung 6, Mechatronik: Drive-by-Wire
Prof. Dr.-Ing. Oliver Nelles, Professor für Mess- und Regelungstechnik, Mechatronische Systeme,
Fachbereich Maschinenbau, Universität Siegen

■ Vorteile von Drive-by-Wire

- Mehr Flexibilität und Funktionalität: Die mechanische Entkopplung erlaubt es, das elektrische Signal beliebig zu verarbeiten, bevor es auf den Aktor gegeben wird. D.h. es können gewünschte nichtlineare Transformationen und dynamische Effekte (Filterung) integriert und per Software komplexe logische Verknüpfungen programmiert werden.
- Erhöhte Crash-Sicherheit: Wegfall der Lenksäule
- Verbesserte Ergonomie.
- Gewichts- und Platzeinsparung: Die schwere mechanische Verbindung (Seilzug, Gestänge, Hydraulikleitungen, etc.) wird durch eine elektrische Leitung oder Bus ersetzt.
- Energieeinsparung: Wandlung der Energie lokal am Aktor kann effizienter sein.
- Einsparung von (teilweise giftigen) Betriebsstoffen: Hydraulikflüssigkeit

■ Stand der Technik (~2007)

- Throttle-by-Wire: weitgehend Serie
- Shift-by-Wire: in der Oberklasse Serie
- Brake-by-Wire: elektrohydraulisches System in wenigen Fahrzeugmodellen verfügbar
- Steer-by-Wire: noch nicht verfügbar

- Quelle: Einführung in den Maschinenbau, Vorlesung 6, Mechatronik: Drive-by-Wire
Prof. Dr.-Ing. Oliver Nelles, Professor für Mess- und Regelungstechnik, Mechatronische Systeme,
Fachbereich Maschinenbau, Universität Siegen

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



- „Das elektrische Gaspedal“ durch Motorelektronik-Systeme:
 - Konventionell: Gaspedal steuert mechanisch Drosselklappe (Throttle) im Vergaser
 - Throttle-by-Wire: Sensor am Gaspedal steuert Motorelektronik und dadurch Einspritzpumpe, Schubabschaltung etc.
 - Verbrauchsoptimierung
 - Modernes Antriebsmanagement erst dadurch möglich
 - Hybride Antriebskonzepte realisierbar
 - Gaspedalkennlinien nach Wunsch des Fahrers
- Sicherheitstechnische Bewertung:
 - Redundante Auslegung sämtlicher Komponenten
 - Sensoren
 - Prozessoren im SG
 - Übertragungswege
 - Multiprozessorauslegung mit umfangreichen Plausibilisierungsprozessen



■ Shift-by-Wire: Elektrische Schaltung

- Beliebige Getriebeform
- Die mechanischen Schaltfunktionen im Getriebe Kuppeln und Schalten werden durch elektromechanische Aktuatoren durchgeführt.
- Steuerung nach Wahl durch direkte Gangwahl oder quasi-automatisch durch Bedienelemente nach freier Vorstellung (Tipphebel, Lenkradtasten, Schaltwippe)
- Erhöhung der Schaltgeschwindigkeit
- Ausschluß von Fehlbedienung
- Einfach zu realisieren, in Serie

■ Sicherheitstechnische Bewertung:

- Mögliche Zugkraftunterbrechung bei Fehlfunktion
- Sämtliche Bedienelemente sind ausfallsicher und mit umfangreichen Diagnosemöglichkeiten ausgeführt
- 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



■ Vorteile

- Neue Komfort- und Sicherheitsfunktionen einfach realisierbar
 - Stau
 - Berg
- Entkopplung von Schwingungen und Vibrationen
- Entfall der heutigen hydraulischen System
- Benutzerabhängige Bremscharakteristik
- Keine giftige Bremsflüssigkeit

■ Nachteile

- Verlust der Bremse (bis auf „Handbremse“) bei Fehlfunktion
- Erhöhung der ungefederten Massen



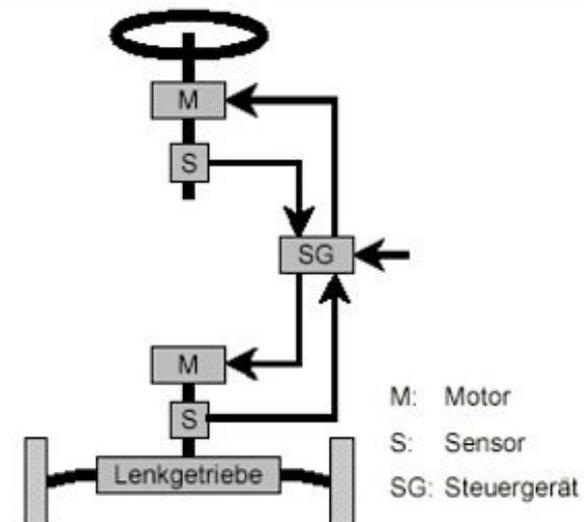
Steer-by-Wire: Elektromechanische Lenkung

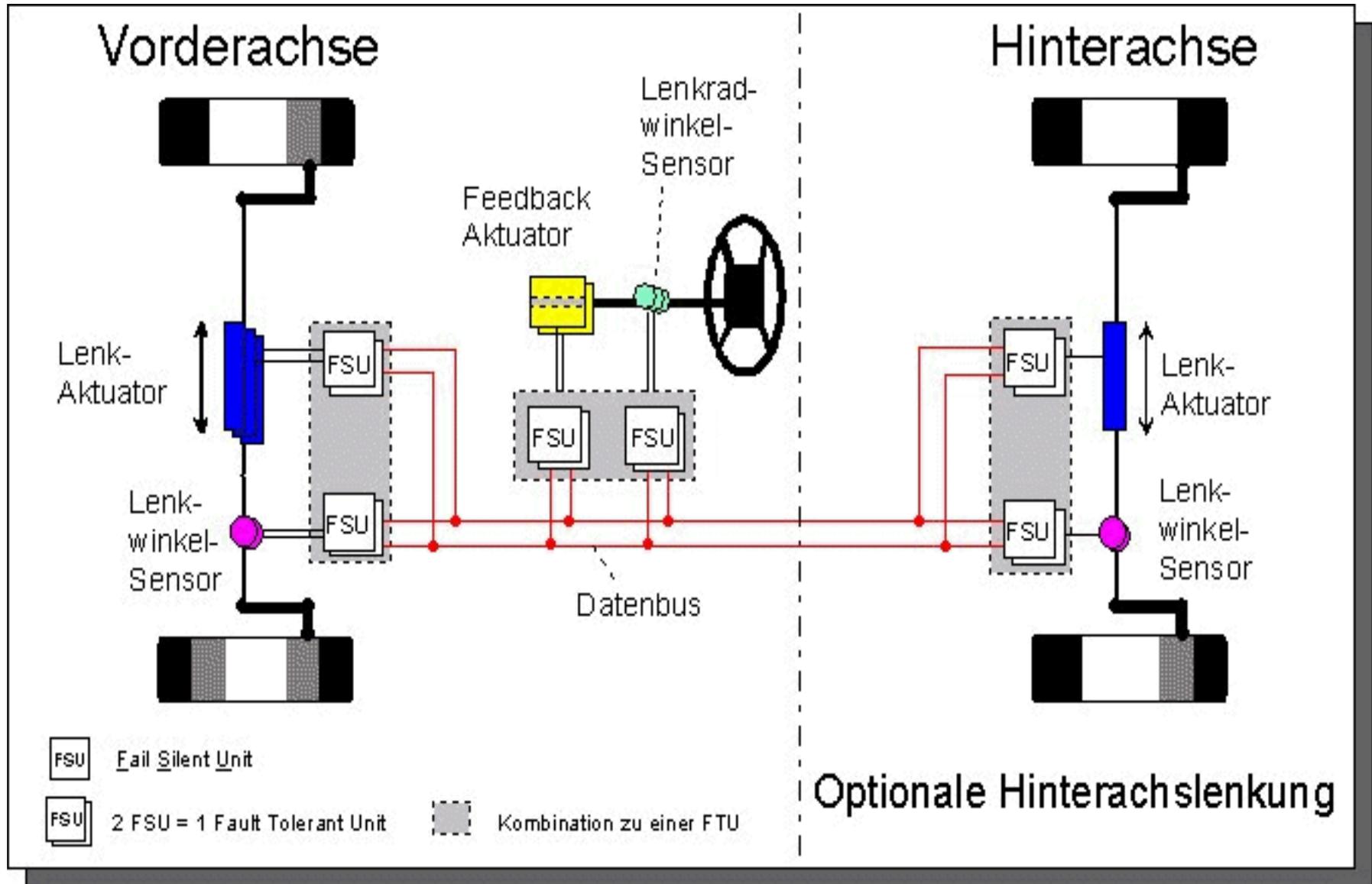
■ Vorteile

- 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

■ Nachteile

- Kompletter Kontrollverlust bei Fehlfunktion
- Aufwändiges Force Feedback notwendig
- Aufwand für redundante Auslegung





FSU - Fail Silent Unit: Sendet korrekte Signale oder sendet keine Signale

5. E/E-Entwicklung

1. Bussysteme im Automobil

1.1. Einführung

1.2. Architektur serieller Bussysteme

1.3. Serielle Bussysteme im Kfz

2. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil

2.1. Grundlagen

2.2. X-by-Wire

2.3. Elektromechanische Lenkungen

2.4. Elektromechanische Bremsen

3. Technologien und Bauteile

3.1. Kabelbaum und Energiebordnetze

3.2. Halbleitertechnologie

3.3. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

- 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, München
- Siehe auch Teil 8 Beispiele aus der Praxis:
Entwicklung einer Antriebssteuerung für ein Hybridfahrzeug in einer Rapid Prototyping-Umgebung

Electric power steering and Hydraulic power steering

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

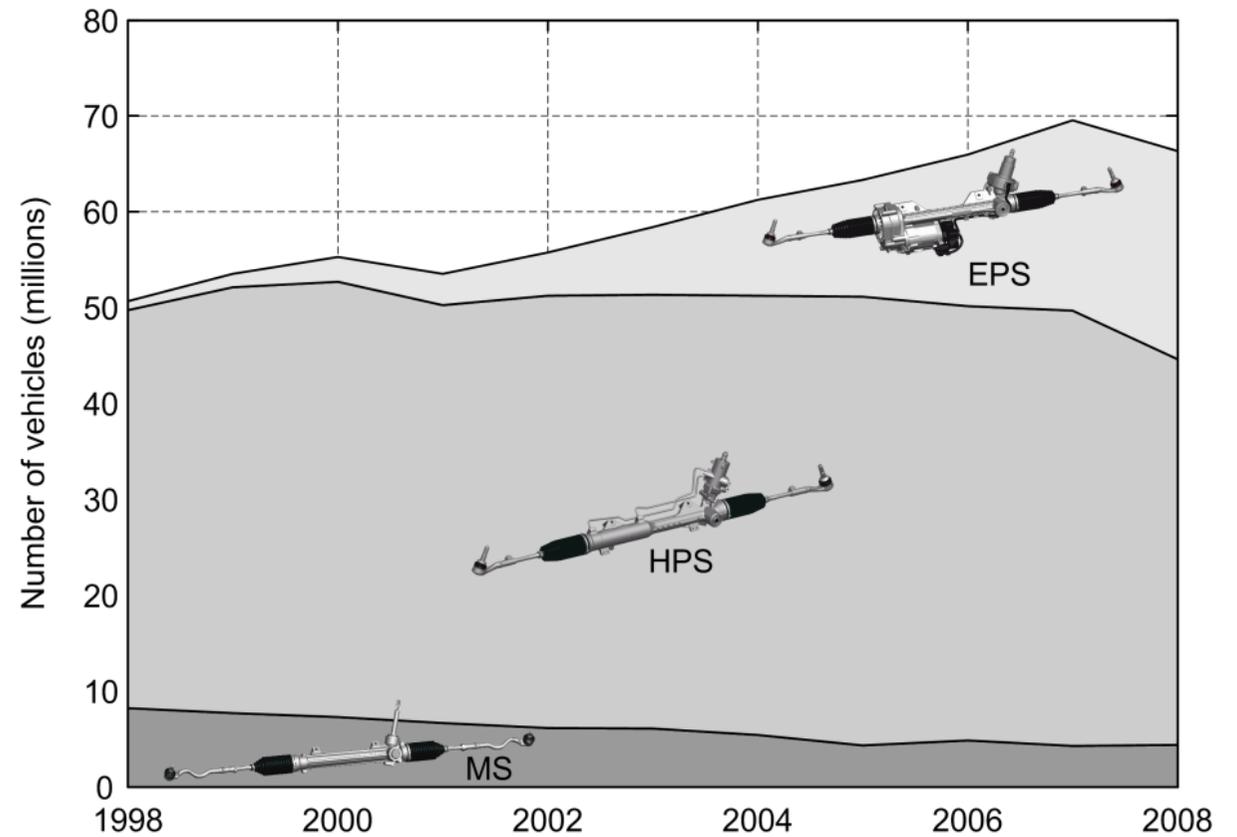


Figure 1: Worldwide market share of electric steering, hydraulic rack-and-pinion steering and mechanical rack-and-pinion steering

■ Quelle: [Gaedke]

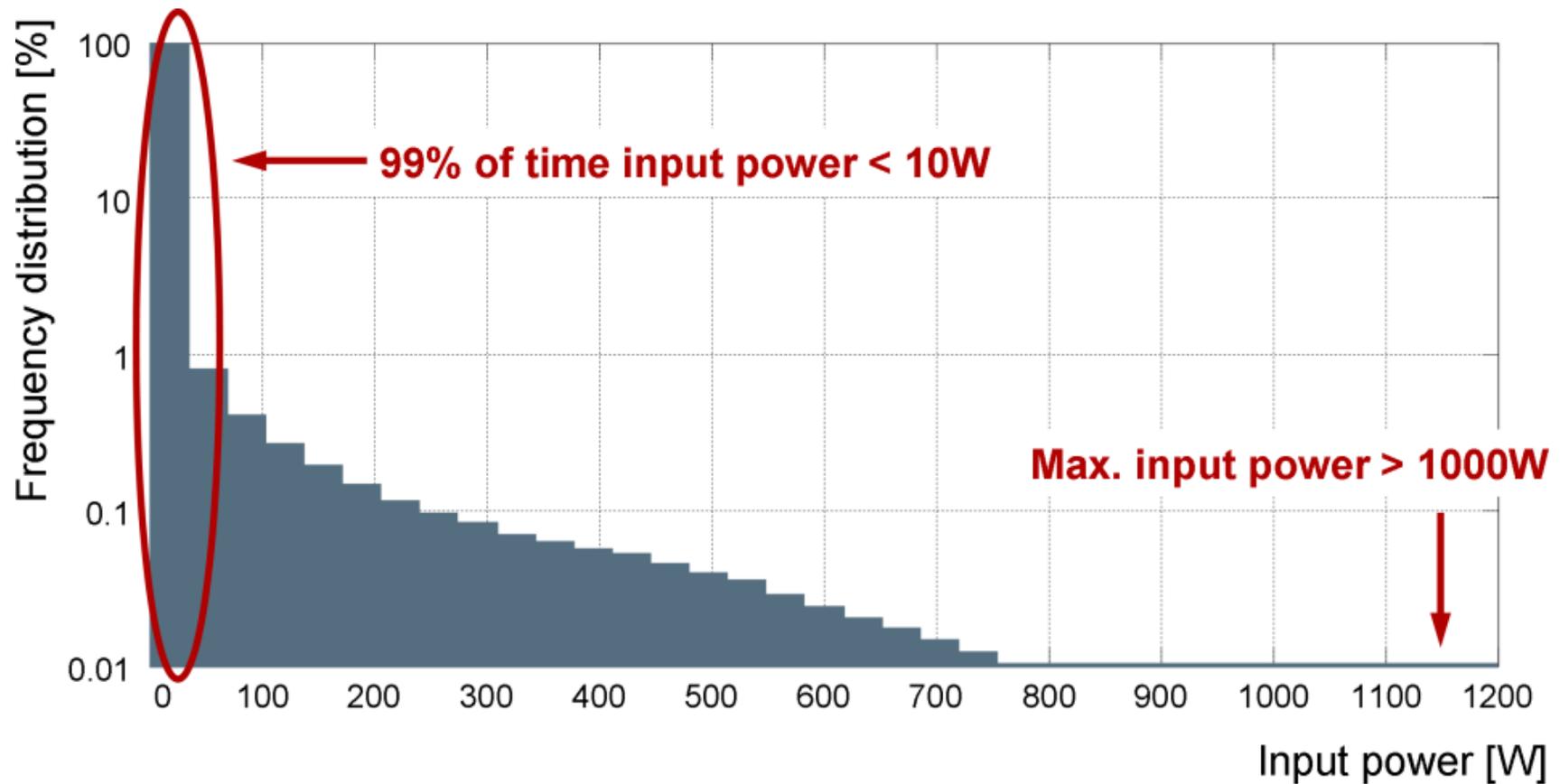
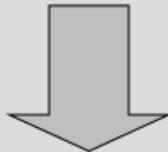
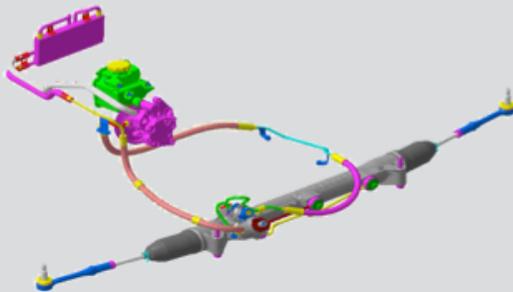


Figure 2: Frequency distribution of EPS input power for normal end customer driving of a medium-sized vehicle

Beispiel aus TF Chassis: HPV-Reduktion durch Einsatz Elektrolenkung

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



Eingesparte Montageumfänge:

EMO-Umfang (Motorenendmontage) M271 Kostenstelle 230 2

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

Aggregate- bzw. Fahrwerkumfang Kostenstellen 253 5 und 254 5

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

Vorkommissionierung ZSL

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

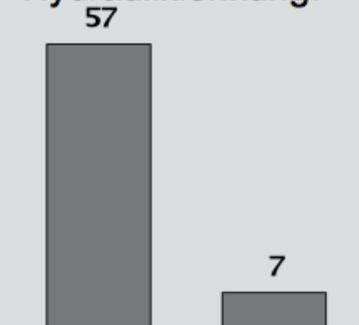
HPV-Effekt:

Reduktion der Montageumfänge: - 420 sec

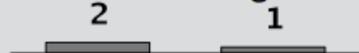
(entspricht einer Einsparung von ca. 5 € pro Fahrzeug)

Teilevielfalt: 211 / 212

Hydraulikleitung:



Elektrolenkung:



Teile-Nummern Lieferanten

■ Quelle: [Gaedke]

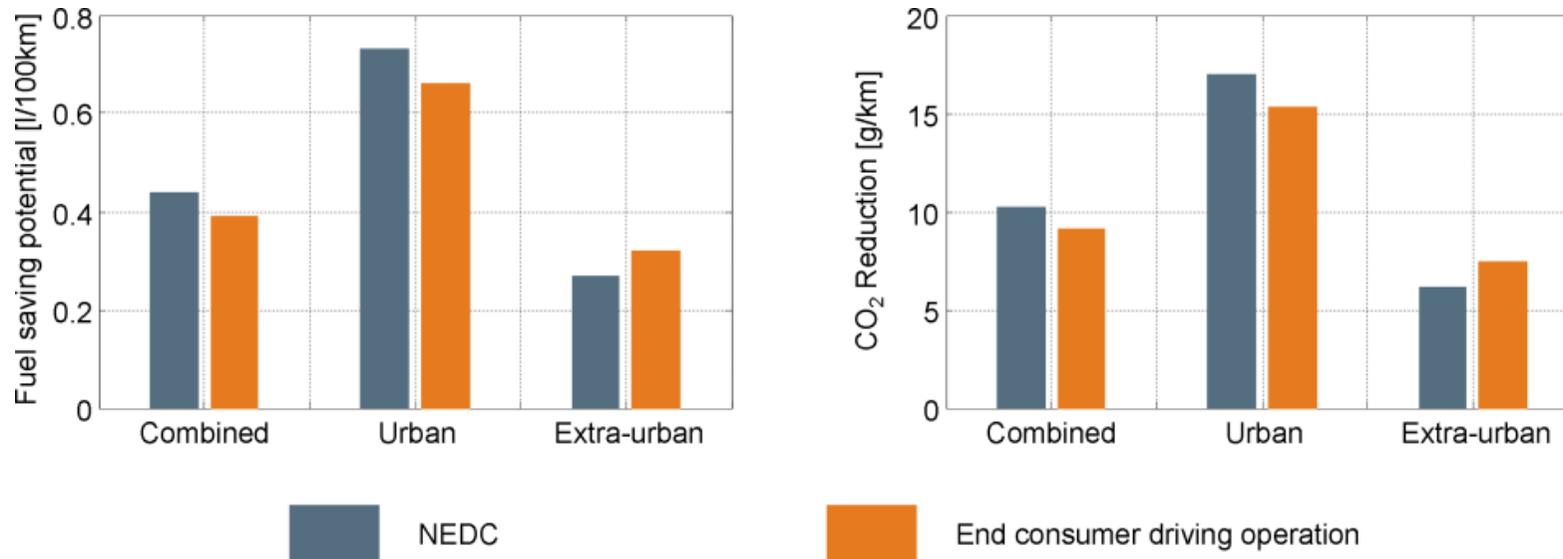


Figure 3: Saving in fuel consumption with EPS compared with conventional hydraulic rack-and-pinion power steering. The results of the NEDC (New European Driving Cycle) and normal driving by the end customer are comparable. Measurements are based on a medium-sized vehicle with a 2.0 l petrol engine.

- Electric power steering (EPS)
- EPS_c
Basismodell für kleinere Fahrzeuge
- EPS_{dp}
Mittelklasse
- EPS_{apa}
Oberklasse
- Quelle: [Gaedke]

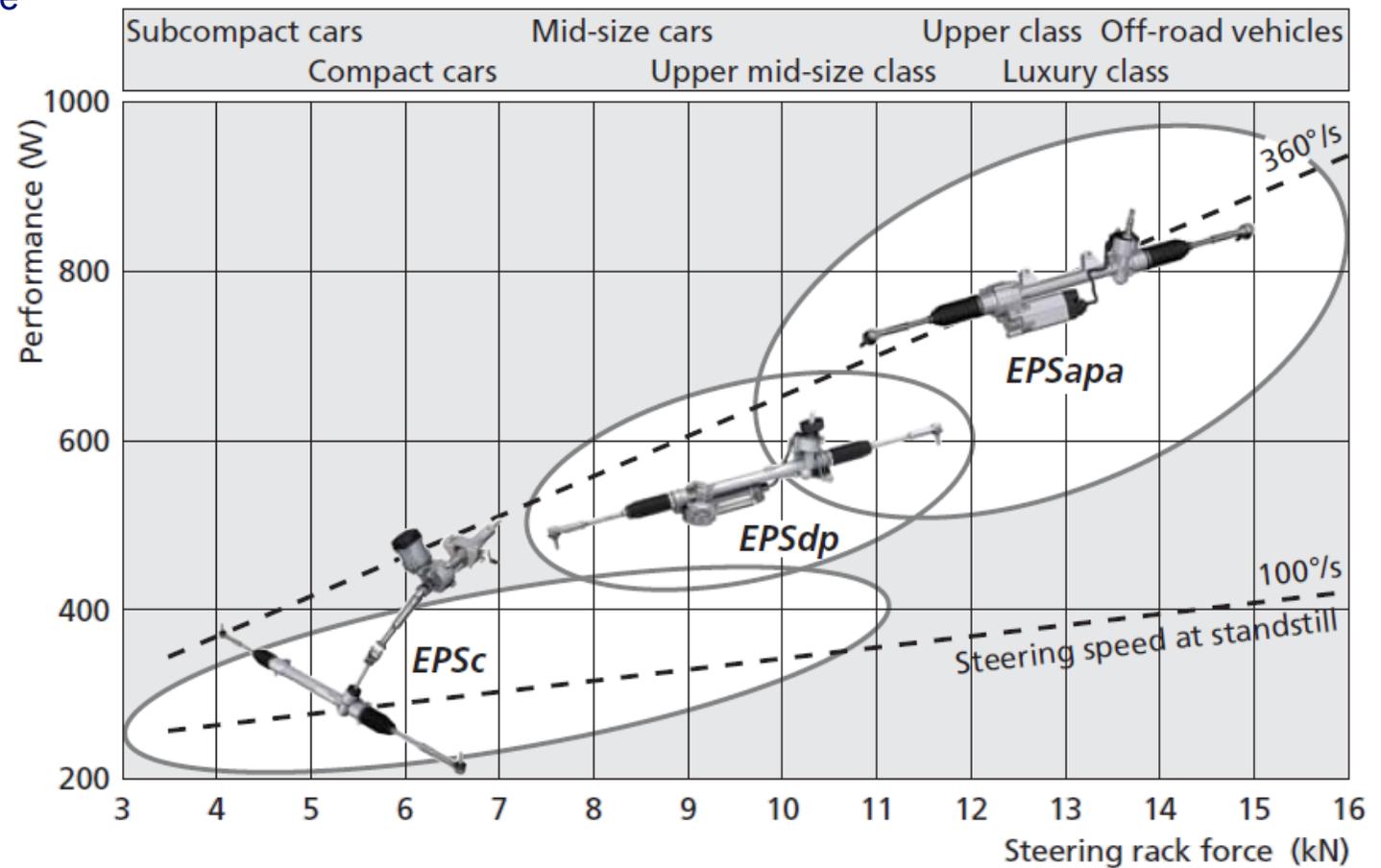


Figure 11: Applications of steering systems in different vehicle and power classes

Variantenbaum Lenkgetriebe im neuen BMW 5er

■ Quelle: [Meitinger]

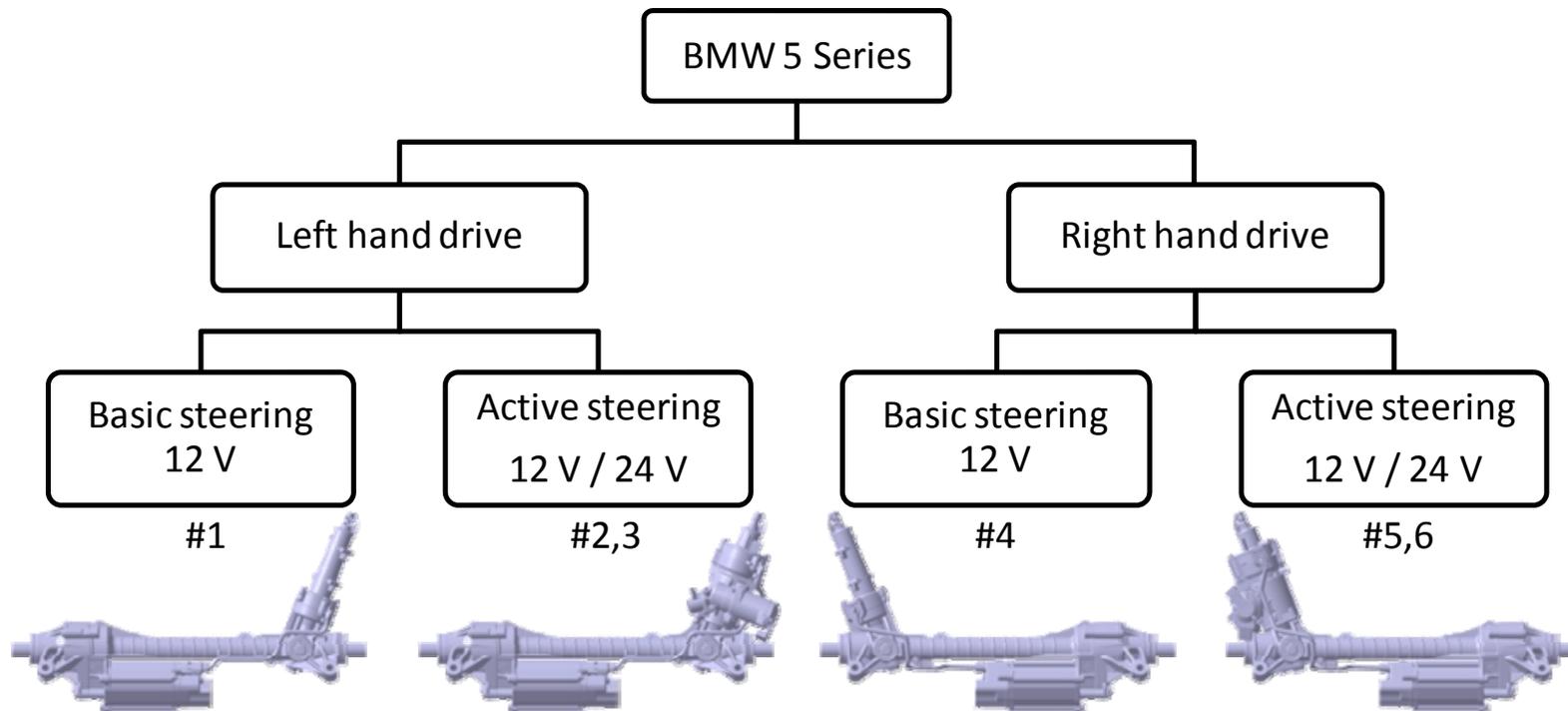


Abbildung 3: Variantenbaum Lenkgetriebe

Lenkgetriebebaukasten im neuen BMW 5er



- Weitgehend Gleichteile in der Elektronik
- 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

- Ein Kugelgewindetrieb (KGT) ist die Gesamtheit eines Wälzschraubtriebes mit Kugeln als Wälzkörper. Er dient zur Umsetzung einer Drehbewegung in eine Längsbewegung oder umgekehrt (Definition nach DIN 69051-1).



Ähnliches Prinzip: Eines der wichtigsten Werkzeuge



Ähnliches Prinzip: Eines der wichtigsten Werkzeuge



Ähnliches Prinzip: Eines der wichtigsten Werkzeuge



- Die Zahnstange war ursprünglich eine vertikal montierte, technische Vorrichtung mit Zähnen, meist aus Metall, um Gegenstände in verschiedenen Höhen hängen zu können. So wurde z. B. in der Küche die Temperatur in Töpfen über offenen Feuerstellen durch Höhenänderungen an der Zahnstange reguliert.

Im Rahmen der fortschreitenden Industrialisierung wurden Zahnstangen auch als Maschinenelemente eingesetzt. Sie dienen in der Regel zur Umsetzung einer Drehbewegung in eine geradlinige Bewegung oder umgekehrt.

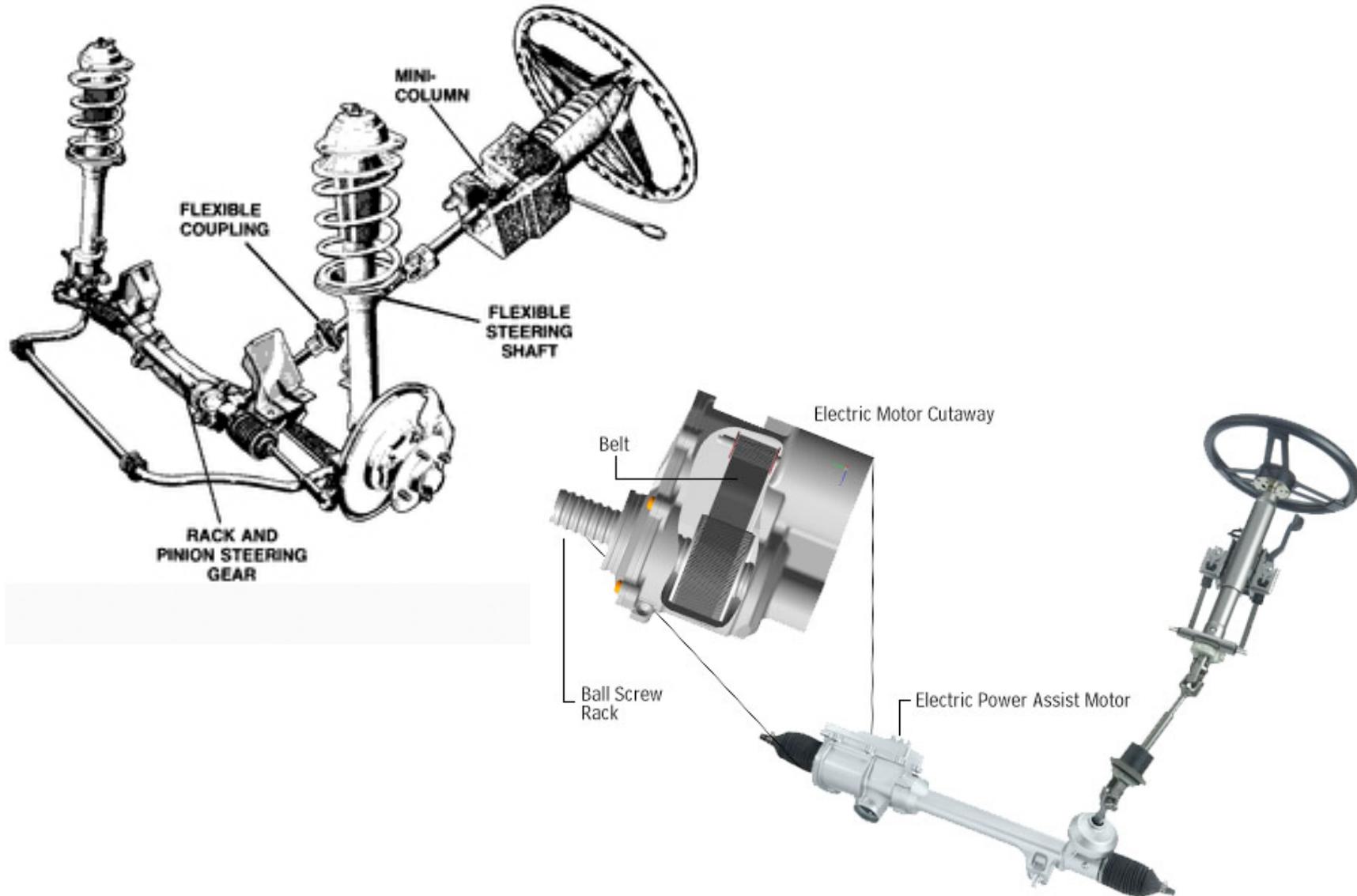




Zahnradbahn Standseilbahn

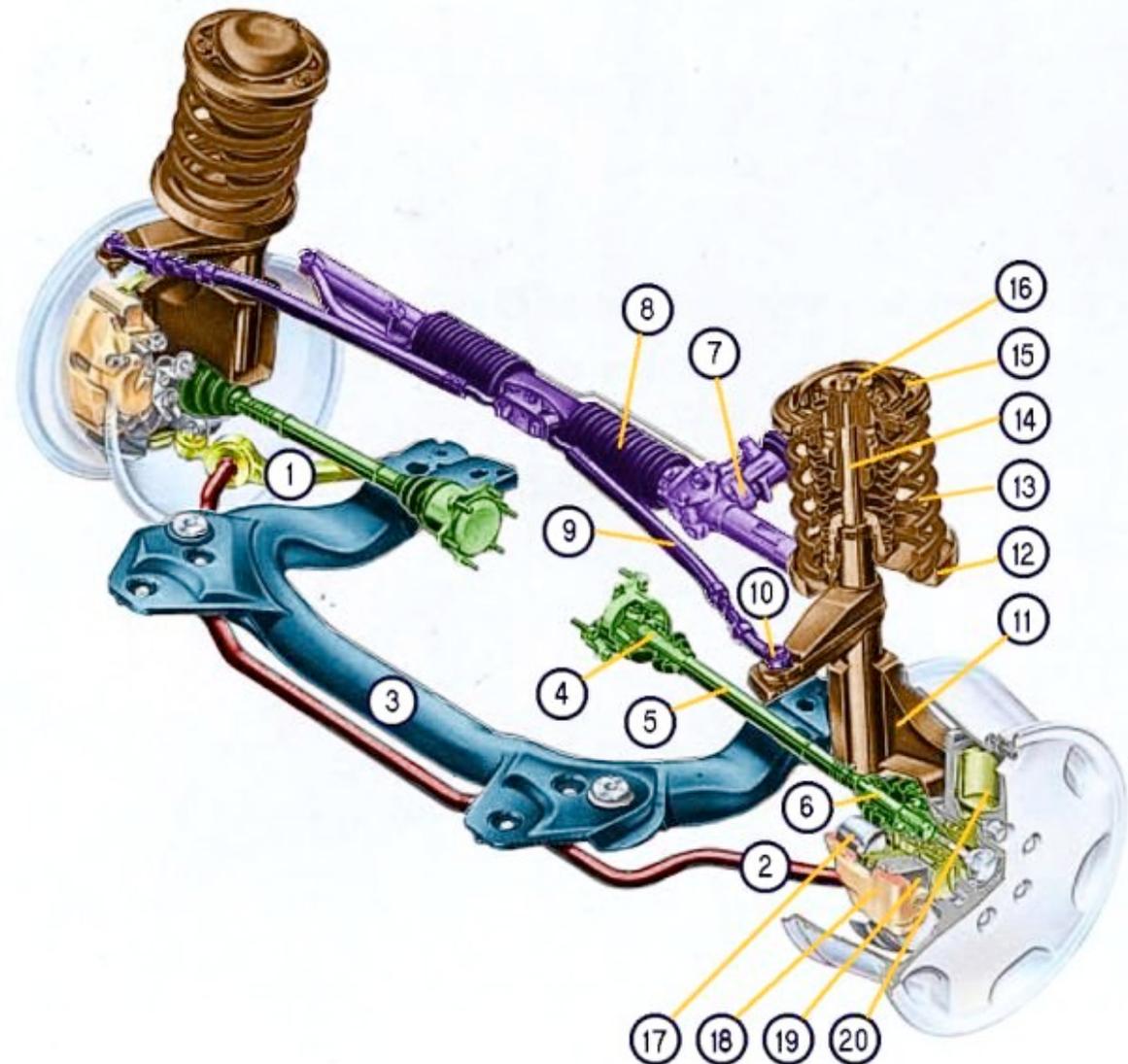


Ball Screw/Kugelgewindetrieb und Rack Pinion/Zahnstange in der Lenkung



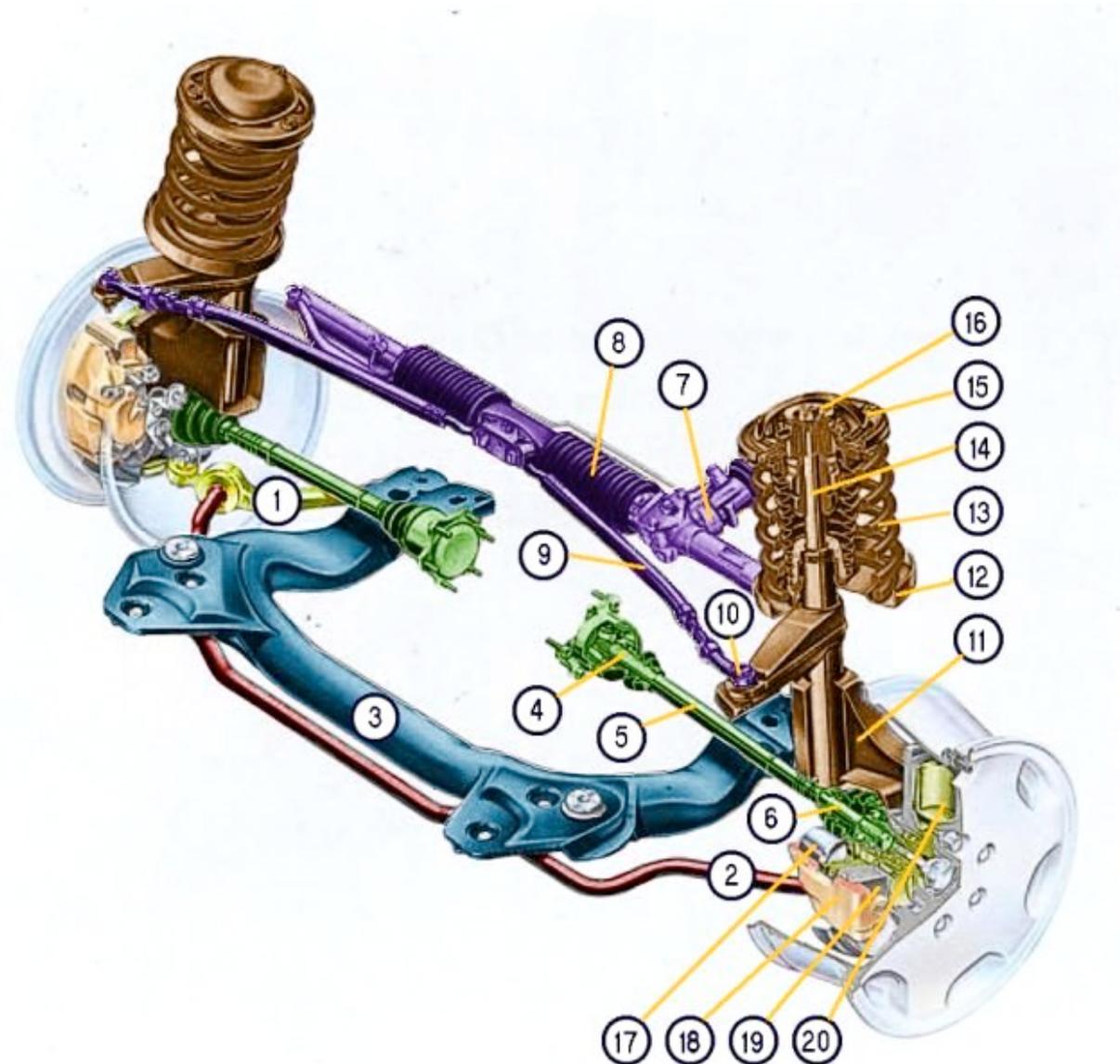
Tie Rod: Spurstange (1)

1. Querlenker
2. Stabilisator
3. Hilfsrahmen
4. Inneres Wellengelenk / Gleichlaufgelenk
5. Antriebswelle
6. Äußeres Gleichlaufgelenk
7. Lenkgetriebe
8. Manschette vom Lenkgetriebe
9. Spurstange
10. Spurstangenkopf
11. Federbein (mit den folgenden Komponenten 12 bis 16)

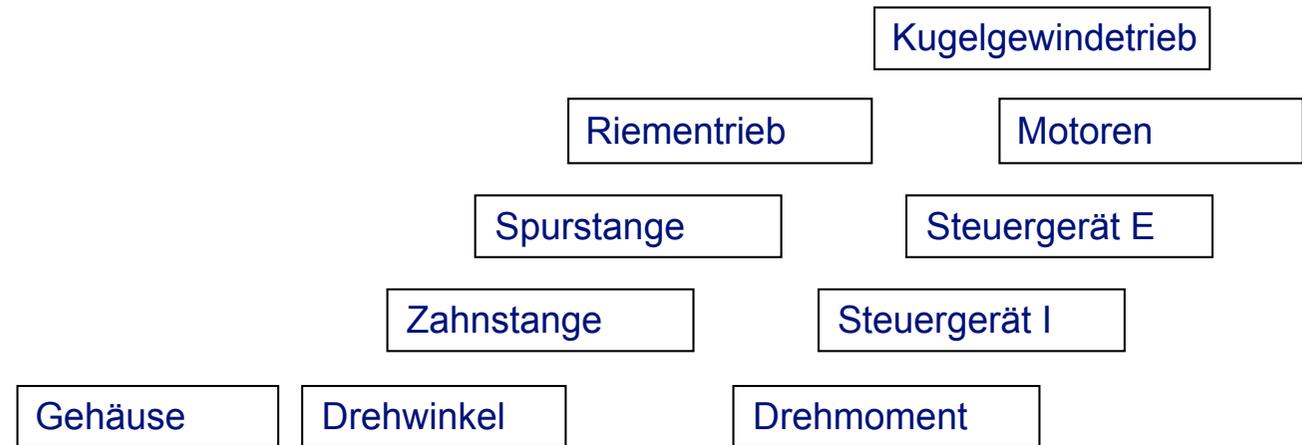


Tie Rod: Spurstange (2)

11. Federbein (mit den folgenden Komponenten 12 bis 16)
12. Unterer Federteller
13. Schraubenfeder
14. Stoßdämpfer
15. Oberer Federteller
16. Domlager
17. Kolben im Bremssattel
(ein oder Zweikolbensattel je nach Modell und Motorisierung)
18. Bremssattel
19. Bremsbelag
20. Bremsscheibe



Lenkgetriebebaukasten im neuen BMW 5er



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]

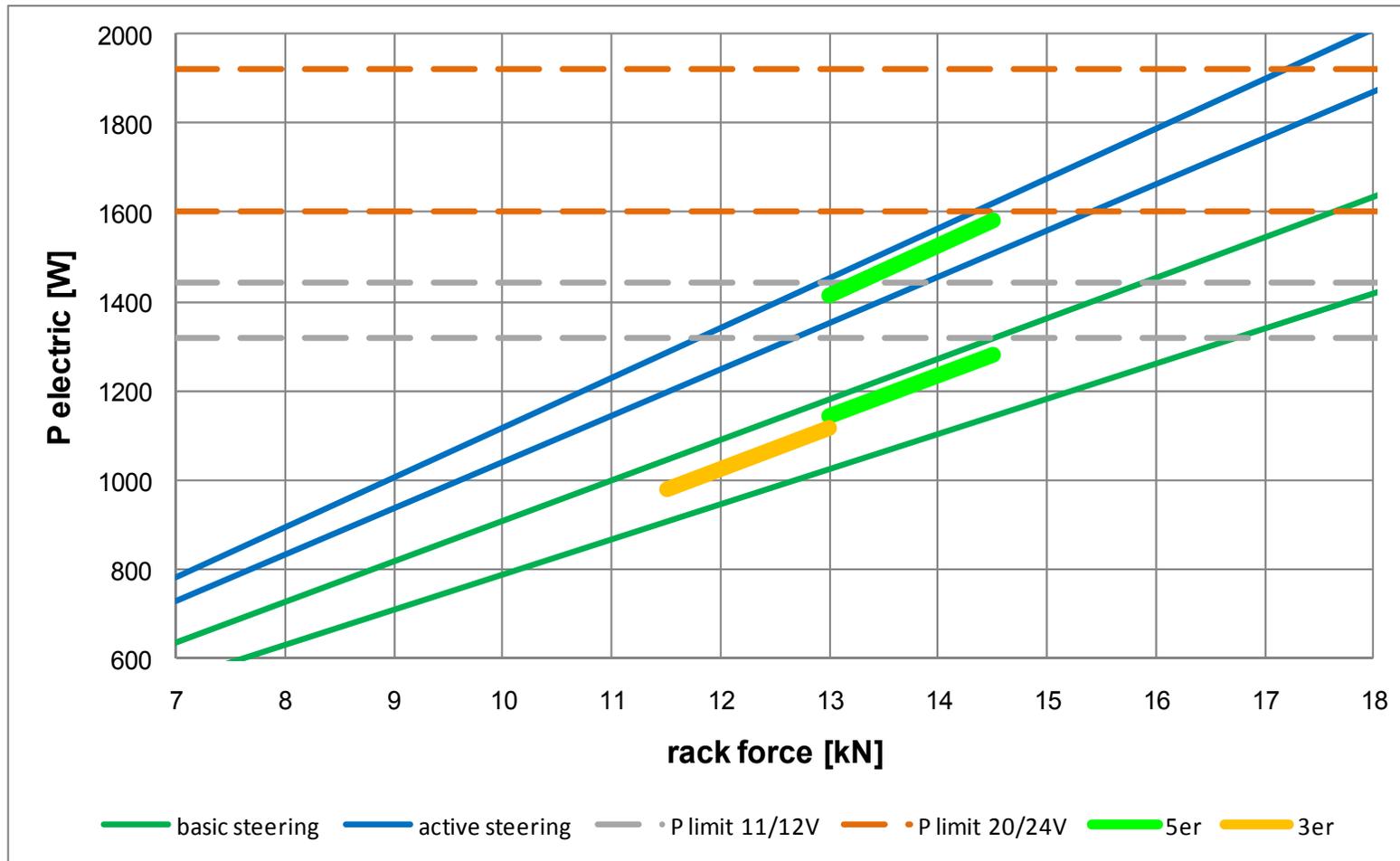


Abbildung 10: elektrische Leistungsanforderungen

Basisbordnetz (12V) mit Erweiterung auf 24V

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

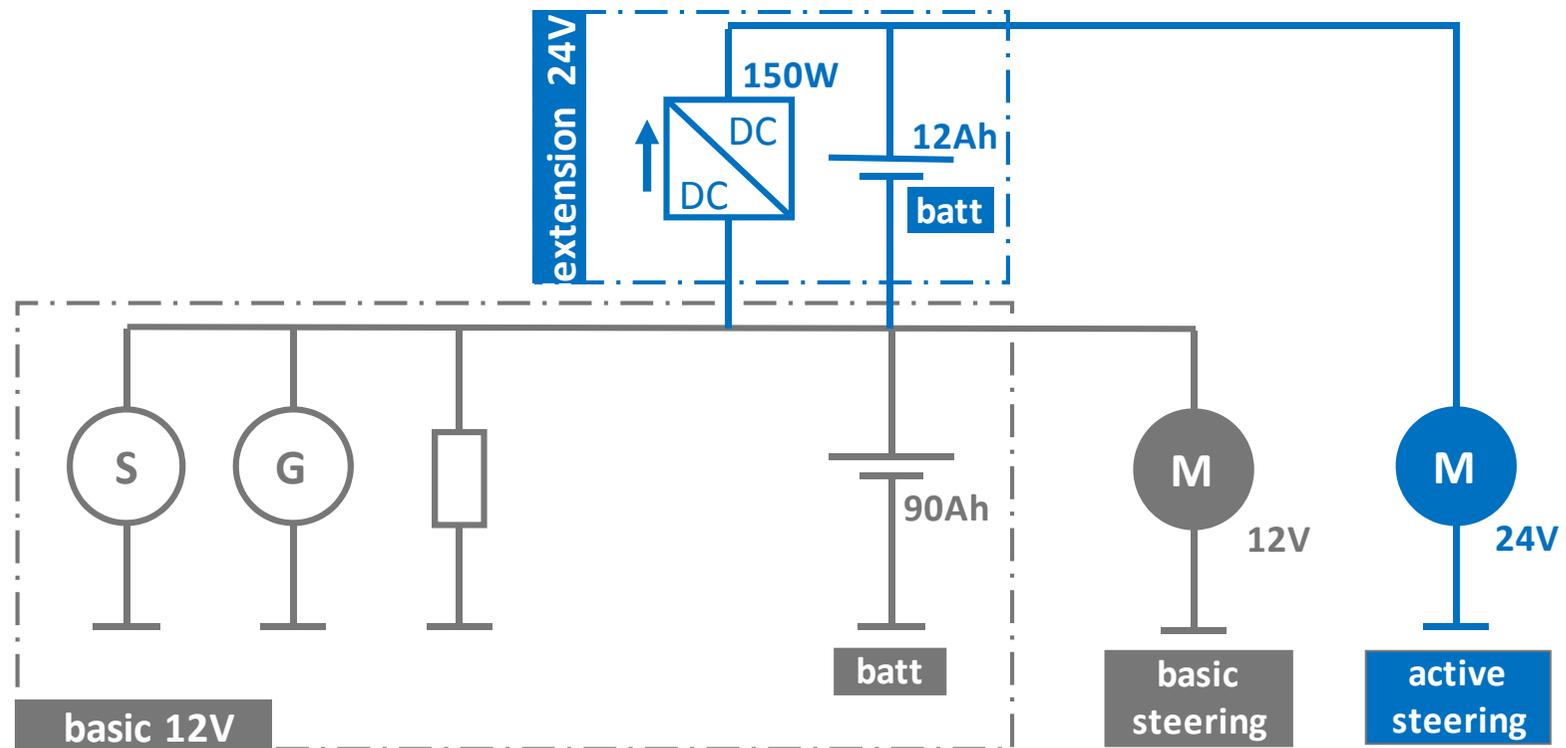


Abbildung 11: Basisbordnetz (12V) mit Erweiterung auf 24V

Basisbordnetz (12V) mit Erweiterung auf 24V

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

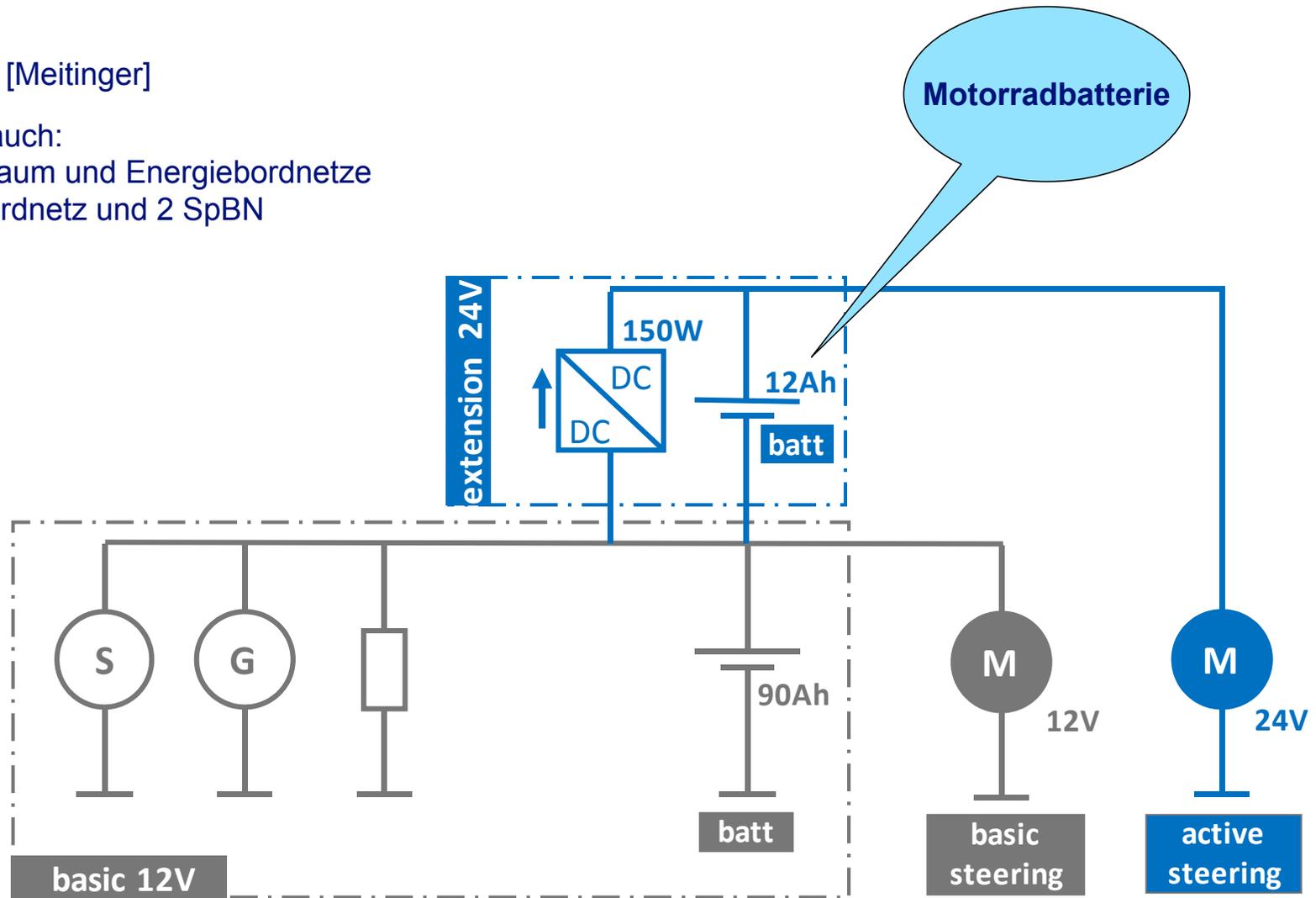


Abbildung 11: Basisbordnetz (12V) mit Erweiterung auf 24V

Virtuelle Änderung des Radstandes durch die Hinterachslenkung

■ Quelle: [Meitinger]

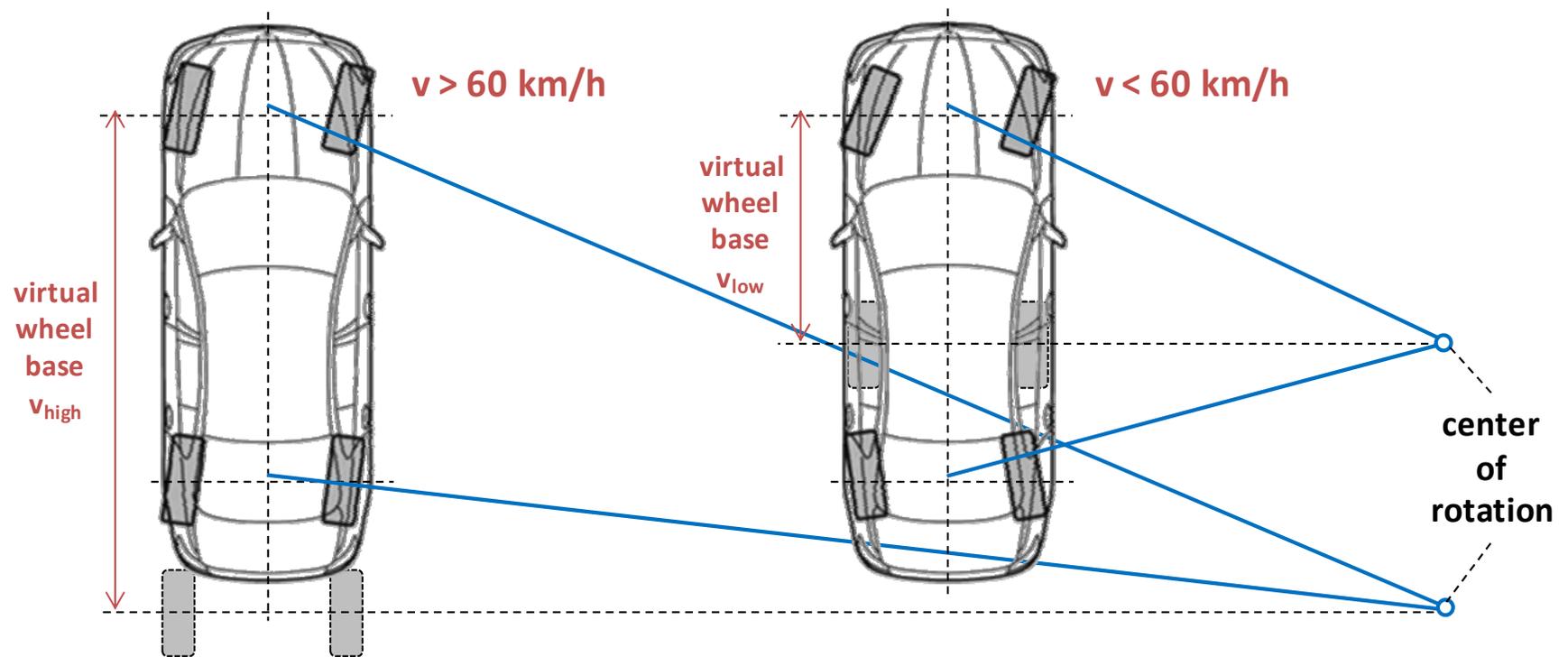


Abbildung 14: Virtuelle Änderung des Radstandes durch die Hinterachslenkung

5. E/E-Entwicklung

1. Bussysteme im Automobil

1.1. Einführung

1.2. Architektur serieller Bussysteme

1.3. Serielle Bussysteme im Kfz

2. Mechatronik-Entwicklungen im Automobil

2.1. Grundlagen

2.2. X-by-Wire

2.3. Elektromechanische Lenkungen

2.4. Elektromechanische Bremsen

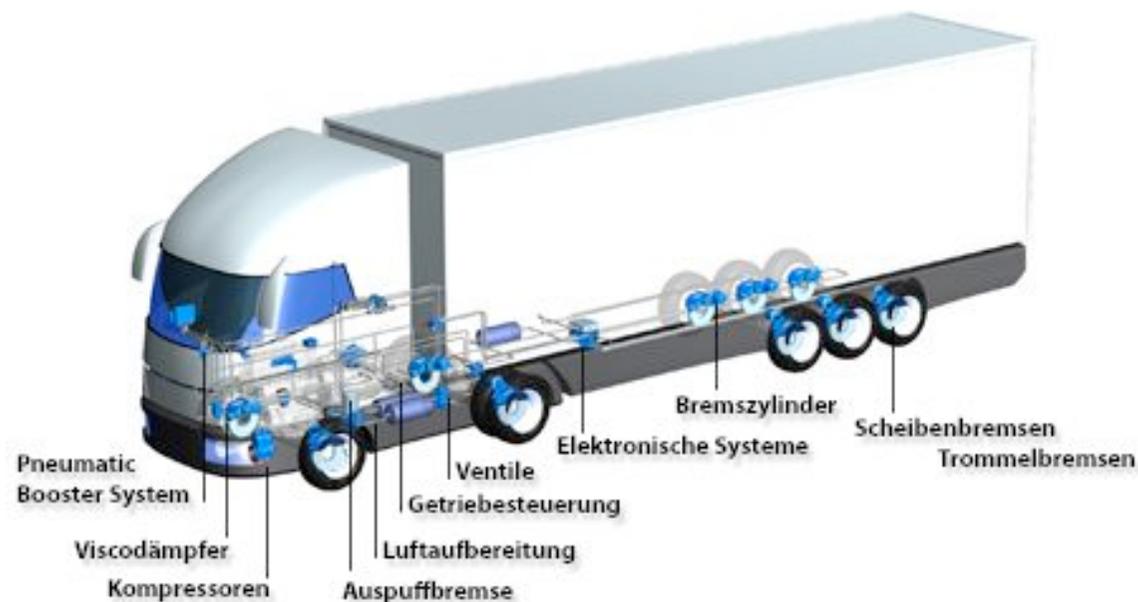
3. Technologien und Bauteile

3.1. Kabelbaum und Energiebordnetze

3.2. Halbleitertechnologie

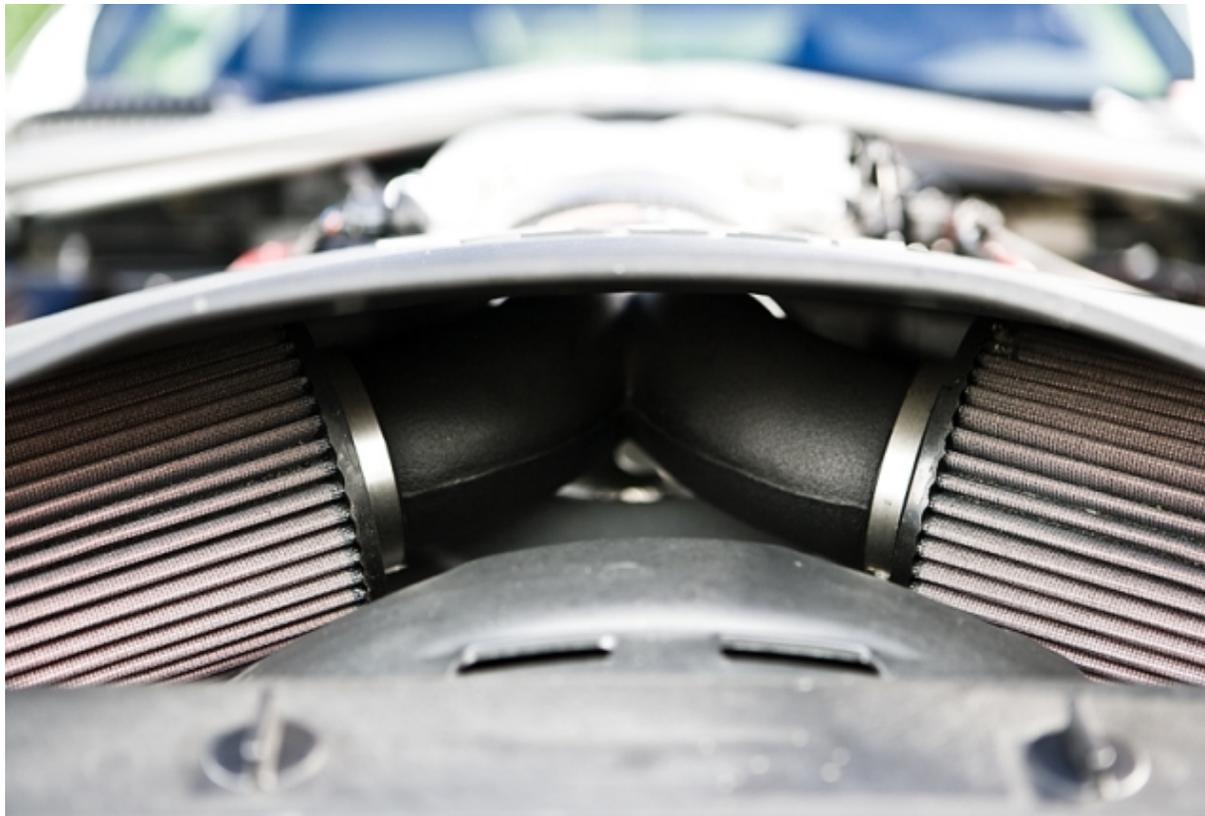
3.3. Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

- Durch jahrzehntelange Erfahrung im Bereich der Bremstechnologie und weltweite Entwicklungsaktivitäten verfügt Knorr-Bremse über umfassende fachliche Kompetenz und Innovationskraft in den vier Haupttechnologien Pneumatik, Mechanik, Elektronik und komplexe Regelungstechnik.
- Moderne Entwicklungswerkzeuge, Simulationsverfahren sowie intensive und kompromisslose Erprobung gewährleisten extrem robuste Systeme, die auch unter härtesten Bedingungen sicher und zuverlässig funktionieren.



- Quelle: http://www.knorr-bremse.de/de/commercialvehicles/products_1/systems/systems_1.jsp

- Druckluft ist das wichtigste Arbeitsmedium im Nutzfahrzeug-Bereich. Sie wird durch den Kompressor erzeugt, über die Luftaufbereitungseinheit zu den Druckluftbehältern geleitet und dort gespeichert.
- Bei einer Bremsung oder Beladungsänderung wird die Druckluft über Steuerventile bzw. Steuermodule zu den Bremszylindern bzw. Federungsbälgen geleitet, und dies bei Systemdrücken über 10 bar.



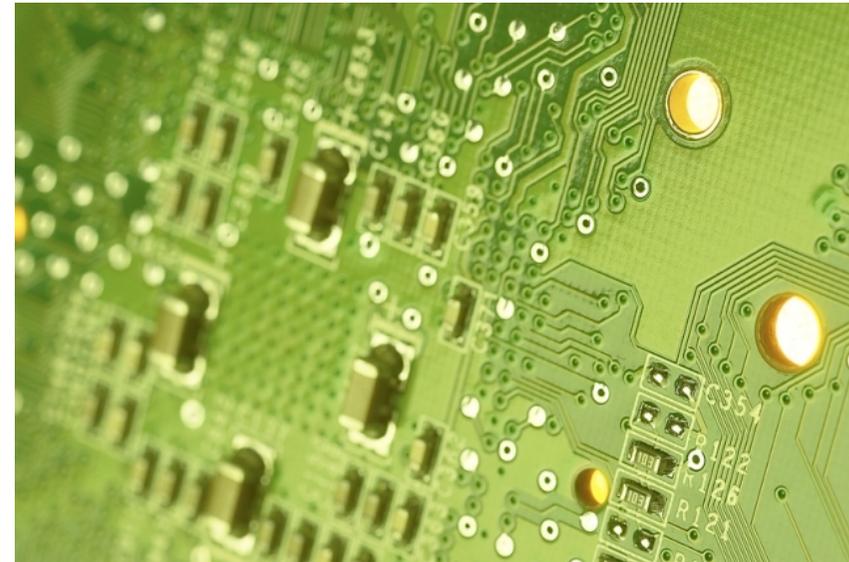
- Quelle: http://www.knorr-bremse.de/de/commercialvehicles/products_1/systems/systems_1.jsp

- Die eigentliche Bremsleistung wird mechanisch erbracht. Scheibenbremsen von Knorr-Bremse mit einem Systemgewicht von unter 50 kg erzeugen gegenwärtig eine Zuspannkraft von 300 kN und eine Spitzenleistung von 900 kW.
- Mit der Einführung der pneumatisch zugespannten Scheibenbremse in den Nutzfahrzeug-Markt hat Knorr-Bremse Systeme für Nutzfahrzeuge neue Standards gesetzt. Durch überzeugende Einsatzvorteile steigt der Ausrüstungsgrad in Lkws, Sattelzugmaschinen, Bussen und Anhängern weiter an.



- Quelle: http://www.knorr-bremse.de/de/commercialvehicles/products_1/systems/systems_1.jsp

- Die Elektronik hat in modernen Brems-, Sicherheits- und Federungssystemen für Nutzfahrzeuge viele Bereiche der Pneumatik substituiert.
- Mit den im Millisekundenbereich liegenden Steuerzeiten elektronischer Steuergeräte werden Stellbefehle beispielsweise zu den entsprechenden Ventilen und Modulen geleitet. So können Brems- und Fahrverhalten blitzschnell neuen Situationen angepasst werden - daraus resultieren extrem verbesserte Standards bezüglich Fahrzeugstabilität, Bremskontrolle, Fahrkomfort und vor allem Fahrsicherheit.
- Komplexe Regelungstechnik
Knorr-Bremse hat seit über 100 Jahren Erfahrung in der Regelung von komplexen, pneumatischen Regelsystemen. Diese werden zunehmend auch außerhalb von Brems- und Federungssystemen, z.B. im Powertrain, nutzbringend eingesetzt.
- Quelle: http://www.knorr-bremse.de/de/commercialvehicles/products_1/systems/systems_1.jsp



Art der Bremse	Charakterisierung
Mechanisch	Direkte Betätigung der Bremse über Seilzug
Hydraulisch PNEUMATISCH!!	Bremssignal geht mechanisch an Hydraulikeinheit „Bremskraftverstärker“
Elektrohydraulisch	Bremssignal geht elektronisch an Hydraulikeinheit
Elektromechanisch	Bremssignal geht elektronisch an Elektromotoren
Hybrid	Kombination z. B. aus Elektrohydraulischer und elektromechanischer Bremse

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. Dieser 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

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

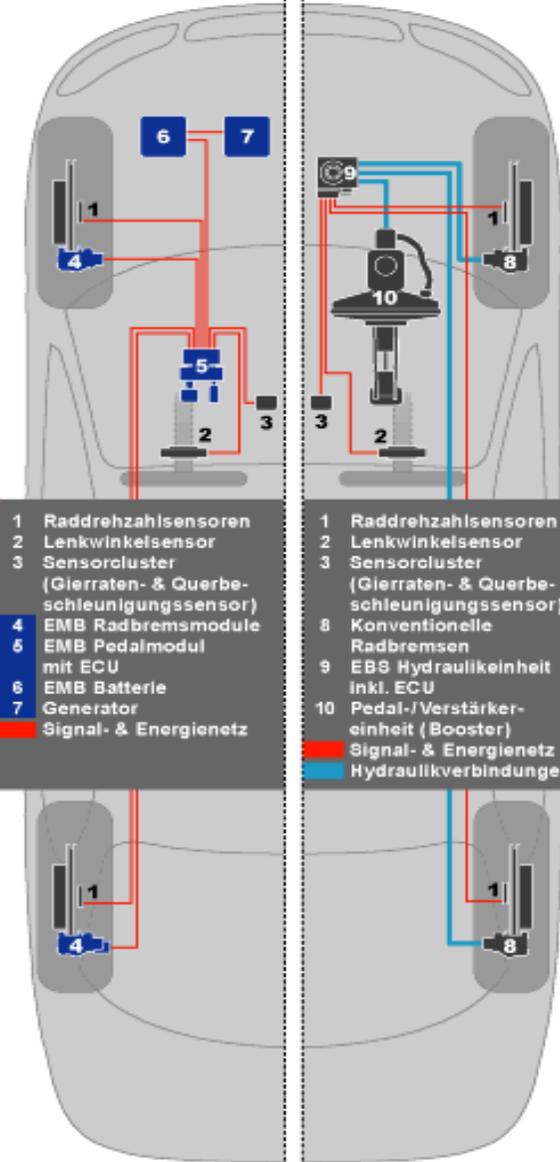
Elektromechanische Bremse (EMB) und Elektrohydraulische Bremse (EHB)



	EMB	EHB
1	Raddrehzahl-sensoren	Raddrehzahl-sensoren
2	Lenkwinkelsensor	Lenkwinkelsensor
3	Sensorcluster (Gierraten- & Querbescleunigungssensor)	Sensorcluster (Gierraten- & Querbescleunigungssensor)
4	EMB Radbremmodule	
5	EMB Pedalmodul mit ECU	
6	EMB Batterie	
7	Generator	
8		Konventionelle Radbremmen
9		EBB Hydraulikeinheit mit ECU
10		Pedal- / Verstärkereinheit (Booster)
	Signal- & Energienetz	
		Hydraulik- verbindungen

Elektromechanische Bremse (EMB)
Das Bremssystem der Zukunft: EMB

Elektrohydraulische Bremse (EHB)
konventionelles Bremssystem



- | | |
|---|---|
| 1 Raddrehzahlsensoren | 1 Raddrehzahlsensoren |
| 2 Lenkwinkelsensor | 2 Lenkwinkelsensor |
| 3 Sensorcluster (Gierraten- & Querbescleunigungssensor) | 3 Sensorcluster (Gierraten- & Querbescleunigungssensor) |
| 4 EMB Radbremmodule | 8 Konventionelle Radbremmen |
| 5 EMB Pedalmodul mit ECU | 9 EBB Hydraulikeinheit inkl. ECU |
| 6 EMB Batterie | 10 Pedal-/Verstärkereinheit (Booster) |
| 7 Generator | |
| Signal- & Energienetz | Signal- & Energienetz |
| | Hydraulikverbindungen |

Hybrid-Bremssystem

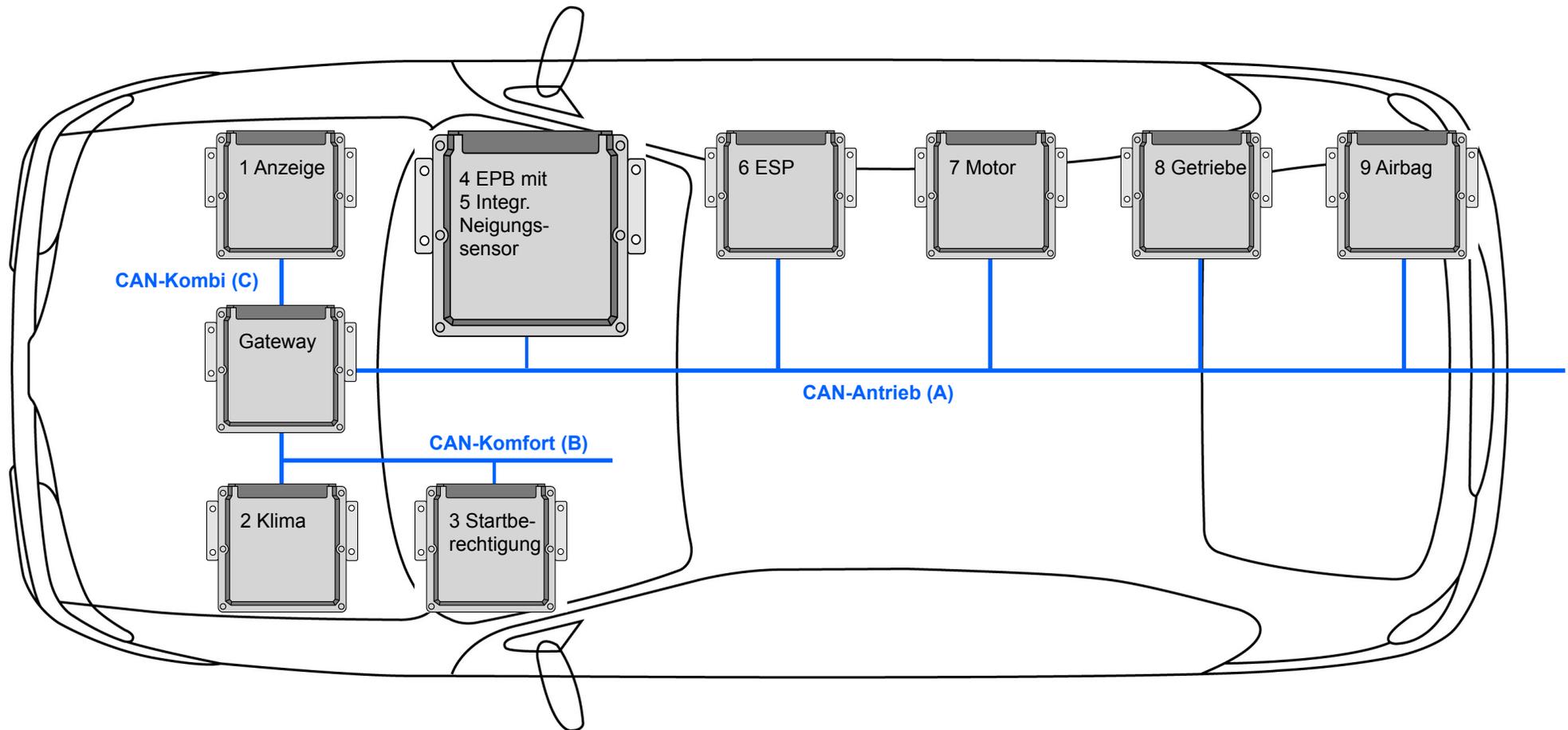
Das Hybrid-Bremssystem ist der Lösungsansatz für Fahrzeuge, deren Bordnetz noch nicht für eine rein trockene Elektromechanische Bremse (EMB) an allen 4 Rädern ausdimensioniert ist.

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

Vernetzung der Steuergeräte für Elektronische Parkbremse (EPB) in einem Audi A8



Quellen:

T. Trautmann: Grundlagen der Fahrzeugmechatronik, Vieweg+Teubner Verlag, 2009. (Struktur)

J. Schäuffele, Th. Zurawka: Automotive SW Engineering, Vieweg+Teubner, 4. Auflage, 2010. (Grafiken)