

Software Engineering softwareintensiver Systeme im Automobil.

Anwendungsfelder softwareintensiver Systeme im Automobil.

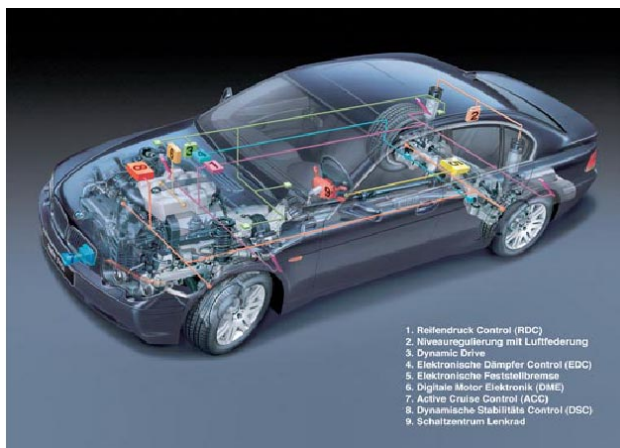


BMW Group



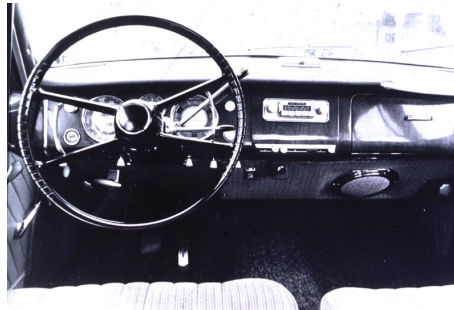
Software Engineering softwareintensiver Systeme im Automobil. Einführung.

- Bis zu 40% der Herstellkosten eines Fahrzeugs werden durch Elektronik / Software bestimmt.
- 90% aller Innovationen sind getrieben von Elektronik / Software.
- 50 – 70% der Entwicklungskosten eines Steuergeräts (ECU) entfallen auf die Software.
- Premiumfahrzeuge besitzen bis zu 70 Steuergeräte, die über 5 Bussysteme kommunizieren.

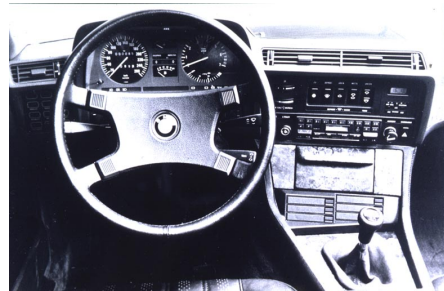


- **steigende Systemkomplexität**
- **erhöhte Abhängigkeiten**
- **Kosten spielen tragende Rolle**

Software Engineering im Auto. Einführung.



Elektronische Einspritzung
Check Control
Geschwindigkeitsregler
Zentralverriegelung
...



Elektronische Getriebe-
steuerung
Elektronische
Klimaregelung
ASC Anti Slip Control
ABS Anti Blockier System
Telefon
Sitzheizungssteuerung
Automatische Spiegel-
abblendung



Navigationsystem
CD-Wechsler
ACC Active Cruise
Control
Airbags
DSC Dynamic
Stability Control
Adaptive Getriebe-
steuerung
Rollstabilisierung
Xenon Licht
BMW Assist
RDS/TMC
Spracheingabe
Notruf



ACC Stop&Go
Brake Force Display
Adaptiv Light Control
KSG
42-Volt
Internet Portal
GPRS, UMTS
Telematics
Online Services
Blue-Tooth
Car Office
Local Hazard Warning
Integrated Safety
System
Steer/Brake-By-Wire
I-Drive
Spurhalteunterstützung
Personalisierung
SW Update
Force Feedback Pedal

1970

1980

1990

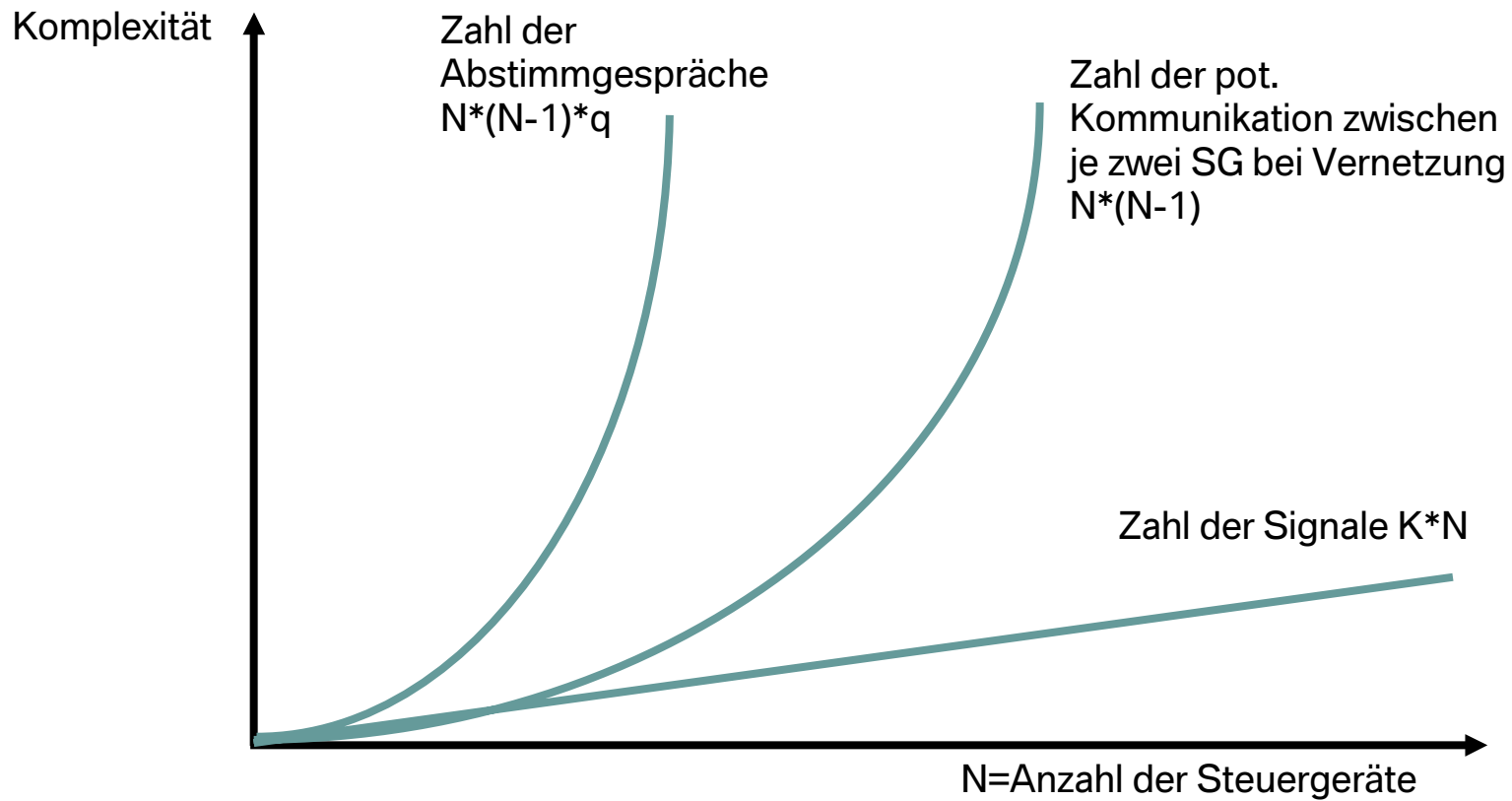
2000

Vernetzungsgrad

Software Engineering im Auto.

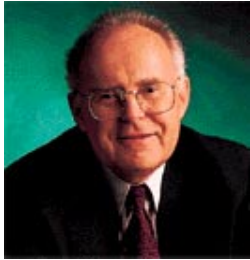
Entwicklung der Komplexität.

Komplexität wird durch die Vernetzung getrieben.

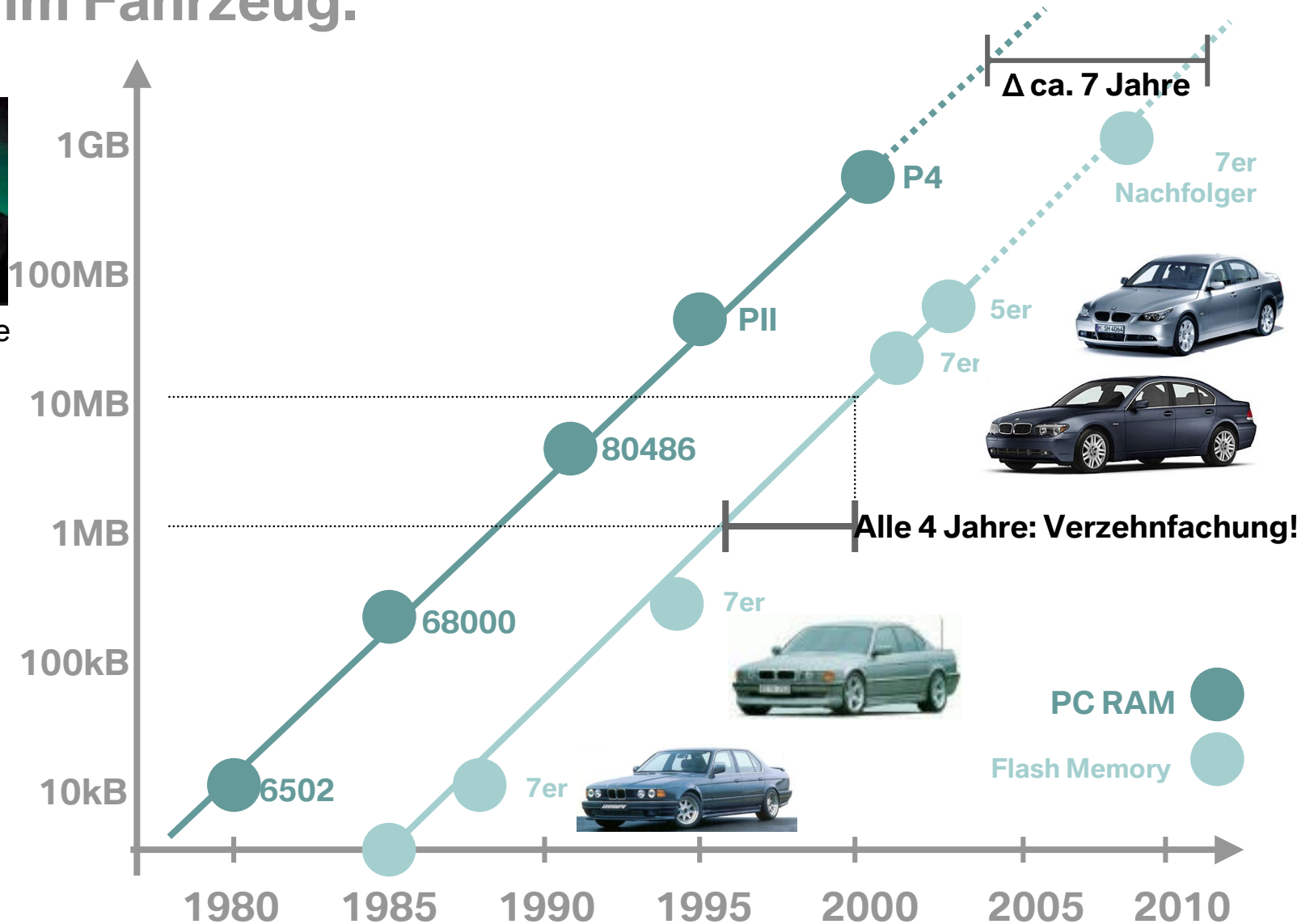


Software Engineering im Auto.

Moore's Law angewendet auf Speichergröße im Fahrzeug.



Gordon Moore
Intel Mitbegründer



Anwendungsfelder softwareintensiver Systeme im Automobil. Gliederung.

Überblick: Fahrzeug-Bordnetz

Infotainment

Karosserie- und Komfortelektronik

Fahrdynamikregelung und Fahrerassistenzsysteme

Passive Sicherheit

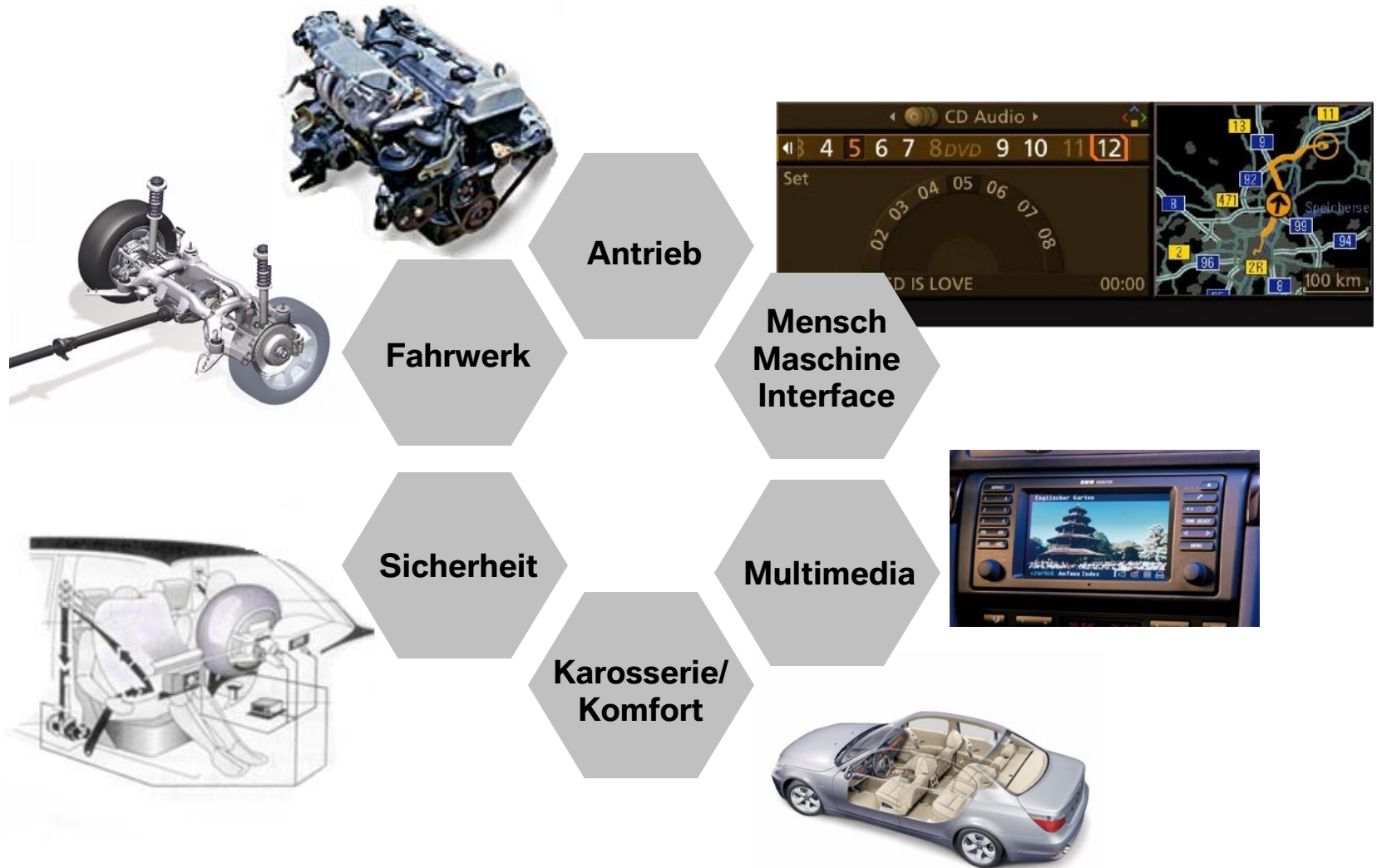
Motormanagement und Getriebe

Ausblick



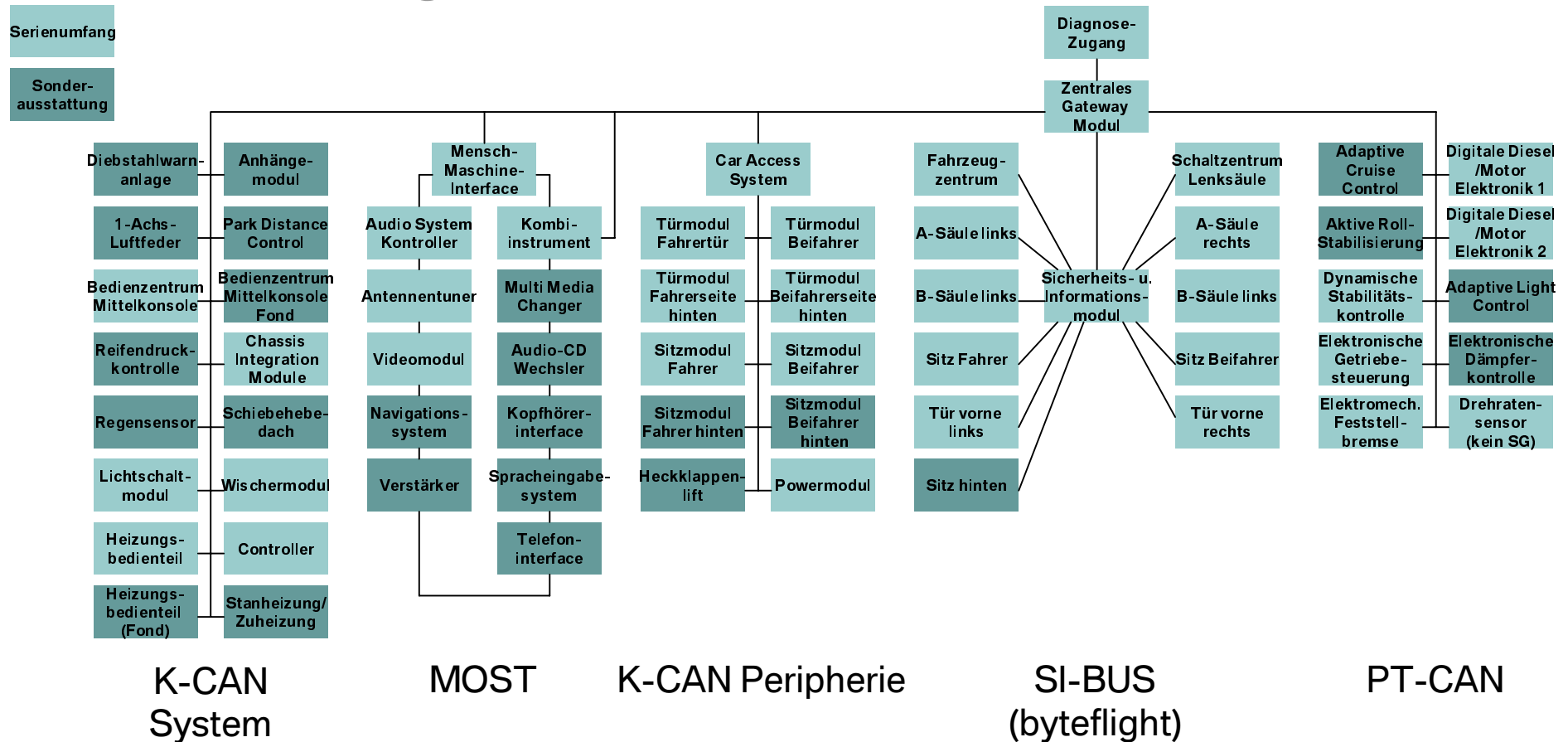
Software Engineering im Auto.

Domänen E/E.



Software Engineering im Auto.

Steuergeräte und System Busse – Beispiel BMW 7er.

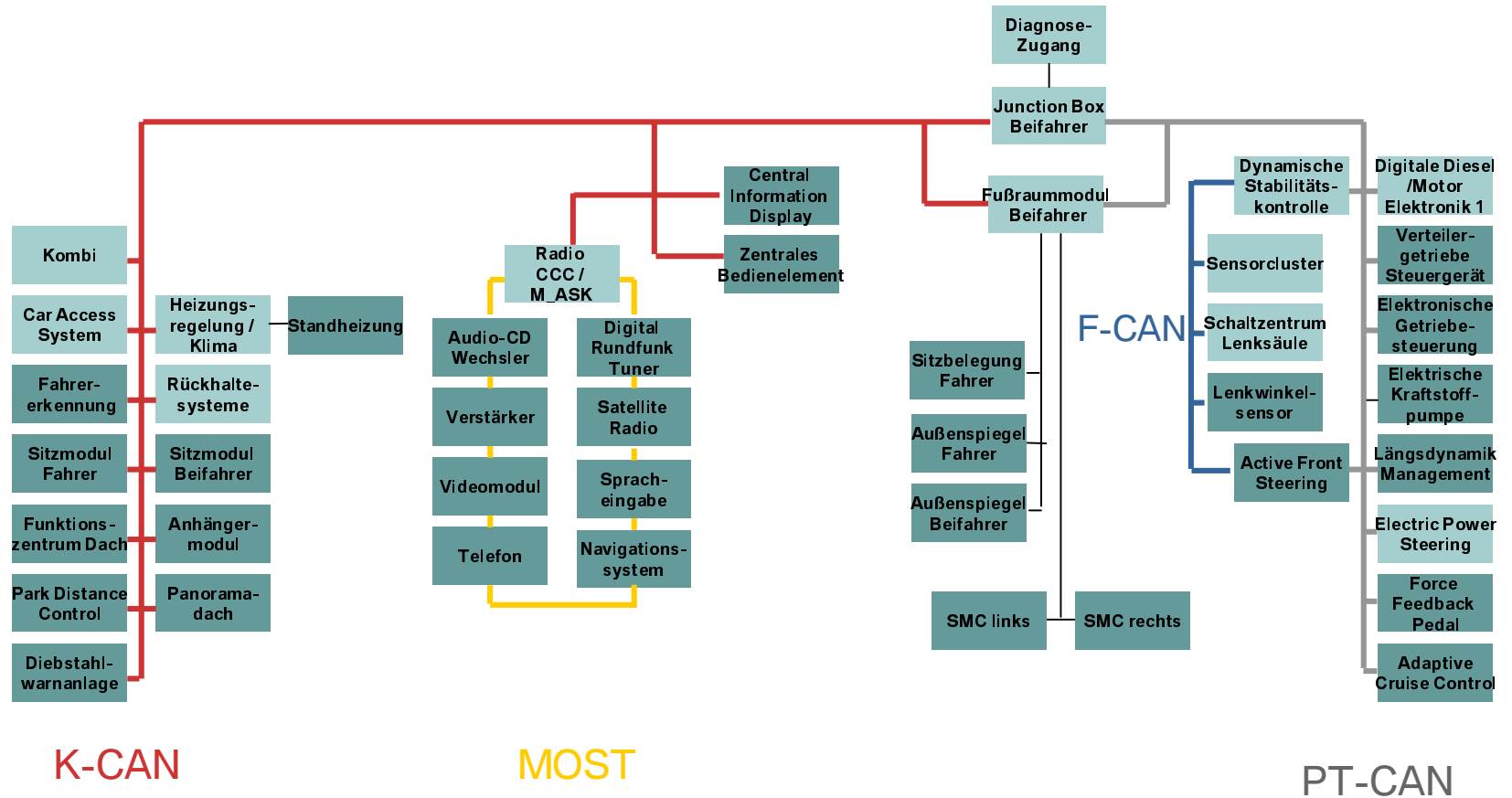


- ca. 65 Steuergeräte
- ca. 115 MByte, davon 80% Infotainment Software Umfang
- ca. 900 Funktionen

Software Engineering im Auto.

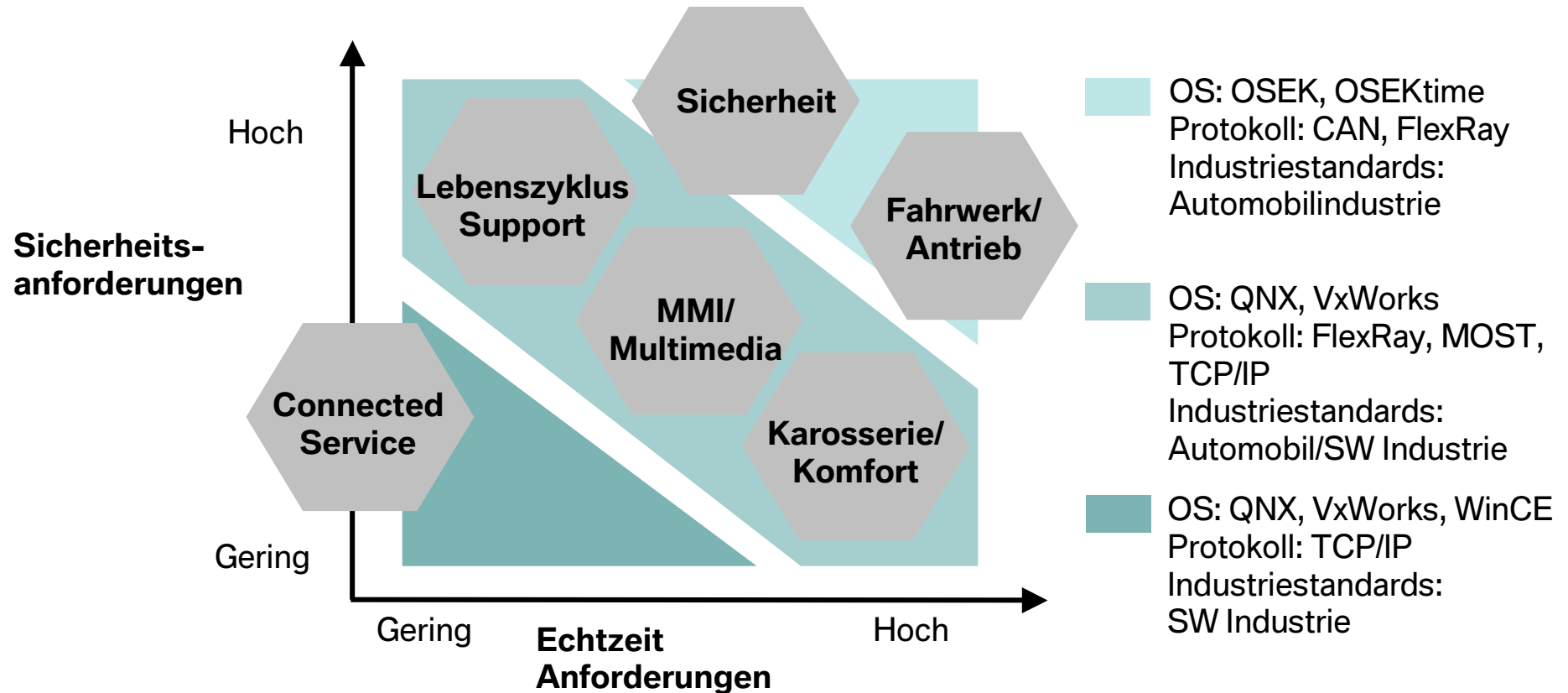
Steuergeräte und System Busse – Beispiel BMW 1er.

- Serienumfang
- Sonderausstattung



Software Engineering im Auto.

Technische Anforderungen an die Domänen.



Anwendungsfelder softwareintensiver Systeme im Automobil. Gliederung.

Überblick: Fahrzeug-Bordnetz

Infotainment

Karosserie- und Komfortelektronik

Fahrdynamikregelung und Fahrerassistenzsysteme

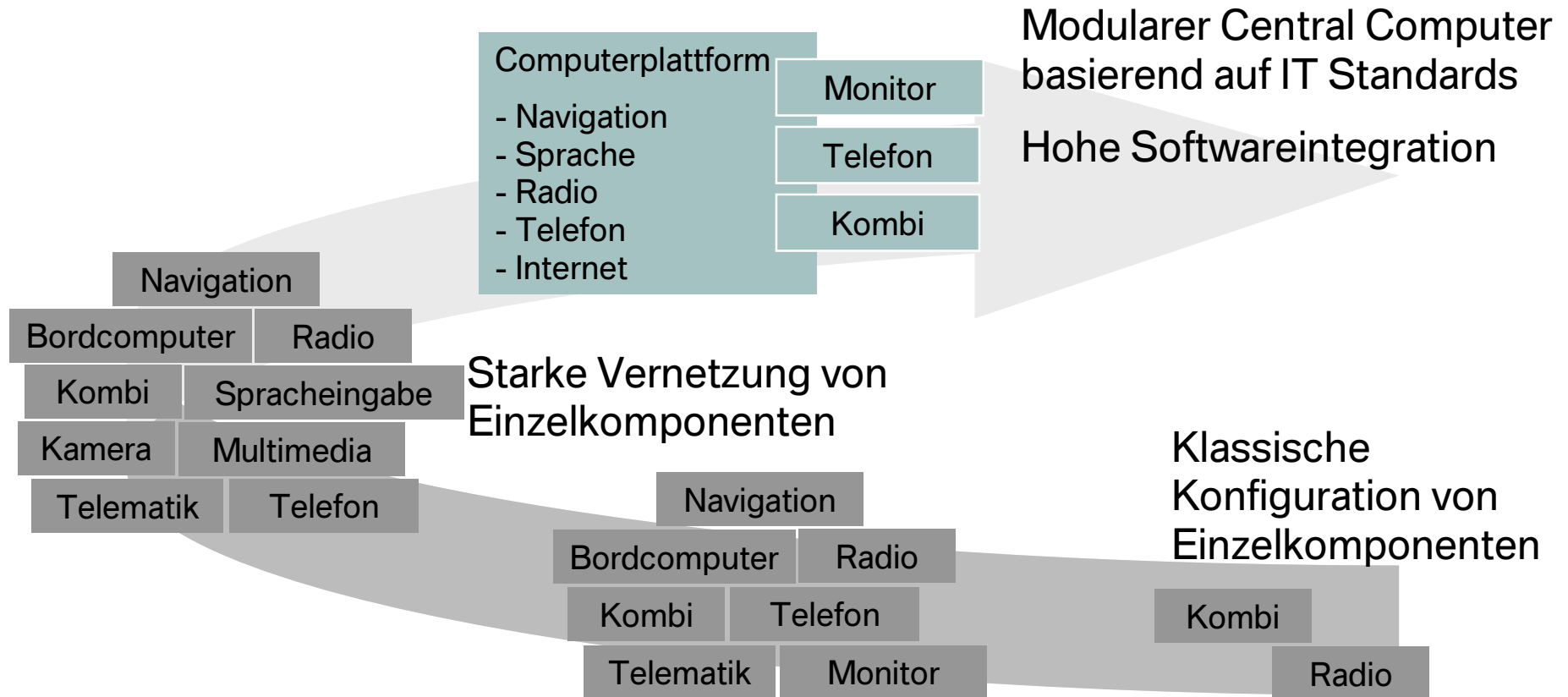
Passive Sicherheit

Motormanagement und Getriebe

Ausblick



Infotainment. Was ist das?



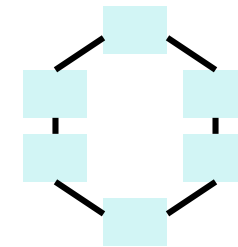
Infotainment.

Zahlen, Daten, Fakten – BMW 7er.

SU = Serienumfang	Programmgröße	100 MB
SA = Sonderausstattung	Steuergeräte	4 (SU) bis 12 (SA)
	Bus	MOST
	Bandbreite	22 MBit/s
	Nachrichten	660
	Zykluszeiten	20 ms – 5 s
	Sicherheitsanforderungen	gering
	Bustopologie	Ring
	Übertragungsmedium	Kunststofflichtwellenleiter

MOST Kommunikation

- Kontinuierliche Signale
- Automotivstandard



Infotainment.

Ein Beispiel – Car Communication Computer (CCC).

= Plattform / „Head Unit“ für die vielfältigen Informations-, Unterhaltungs- und Kommunikationsfeatures

Services und Software als Produkt

- verbesserter Internetzugang
- Offenheit für Verkauf von Software als Produkt (Navigation, Sprachverarbeitung)

Mensch-Maschine Schnittstelle

- Bedienphilosophie analog zu iDrive
- Sprachsteuerung aller Infotainmentfunktionen inklusive Navigations-Zieleingabe

Fahrerinformation

- Schnittstelle der Navigation zu Fahrerassistenzsystemen

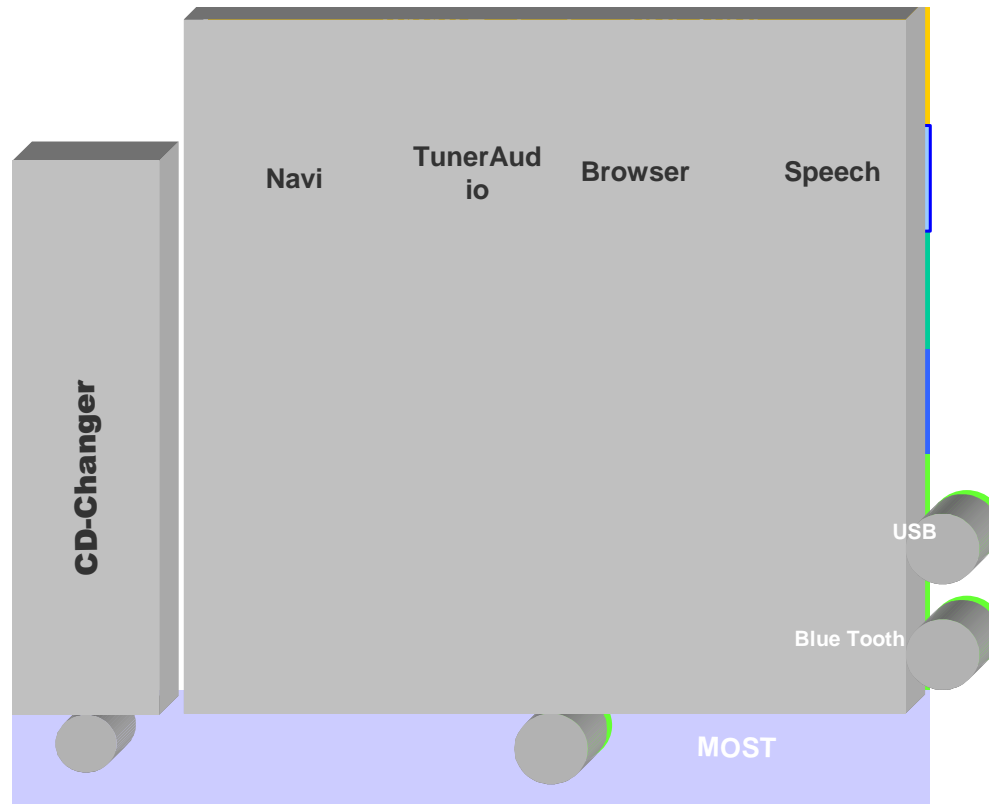
Entertainment

- Plug and Play Funktion (PDA's, Bluetooth, etc.)
- MP3 - Musikwiedergabe und DVD Player

Infotainment.

Ein Beispiel – Car Communication Computer (CCC).

- Modularisierung der Software (Zentraleinheit und Steuergeräte)
- Steuergeräte über MOST (Media-Oriented System Transport) verbunden
- Instanz zur Modulverwaltung „OSGi“ (Open Services Gateway Initiative)



Infotainment. Herausforderung Man Machine Interface (MMI).

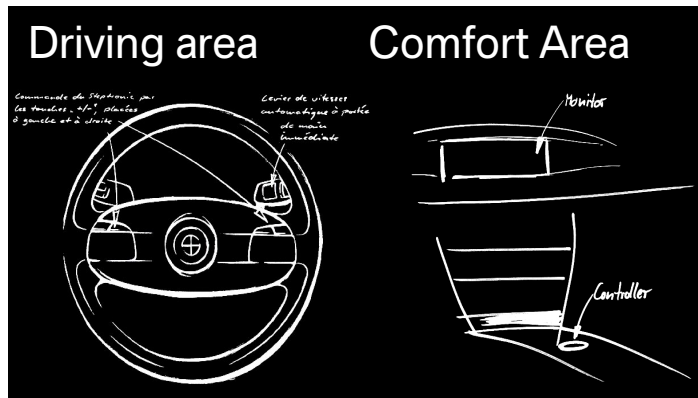
Bedienung des Systems über die sogenannte Mensch-Maschine-Schnittstelle

Neue Wege im Auto – innovatives Bedienkonzept:

→ Funktionalität bewältigen

→ ohne Konzentration stark zu beeinträchtigen

- moderne Eingabegeräte
- Sprachsteuerung
- Sprachausgabe
- neuartige Bildschirme

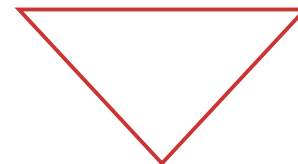


Infotainment.

Herausforderung Integration von Consumer Electronics.



Kundenanforderungen
an Consumer Electronics

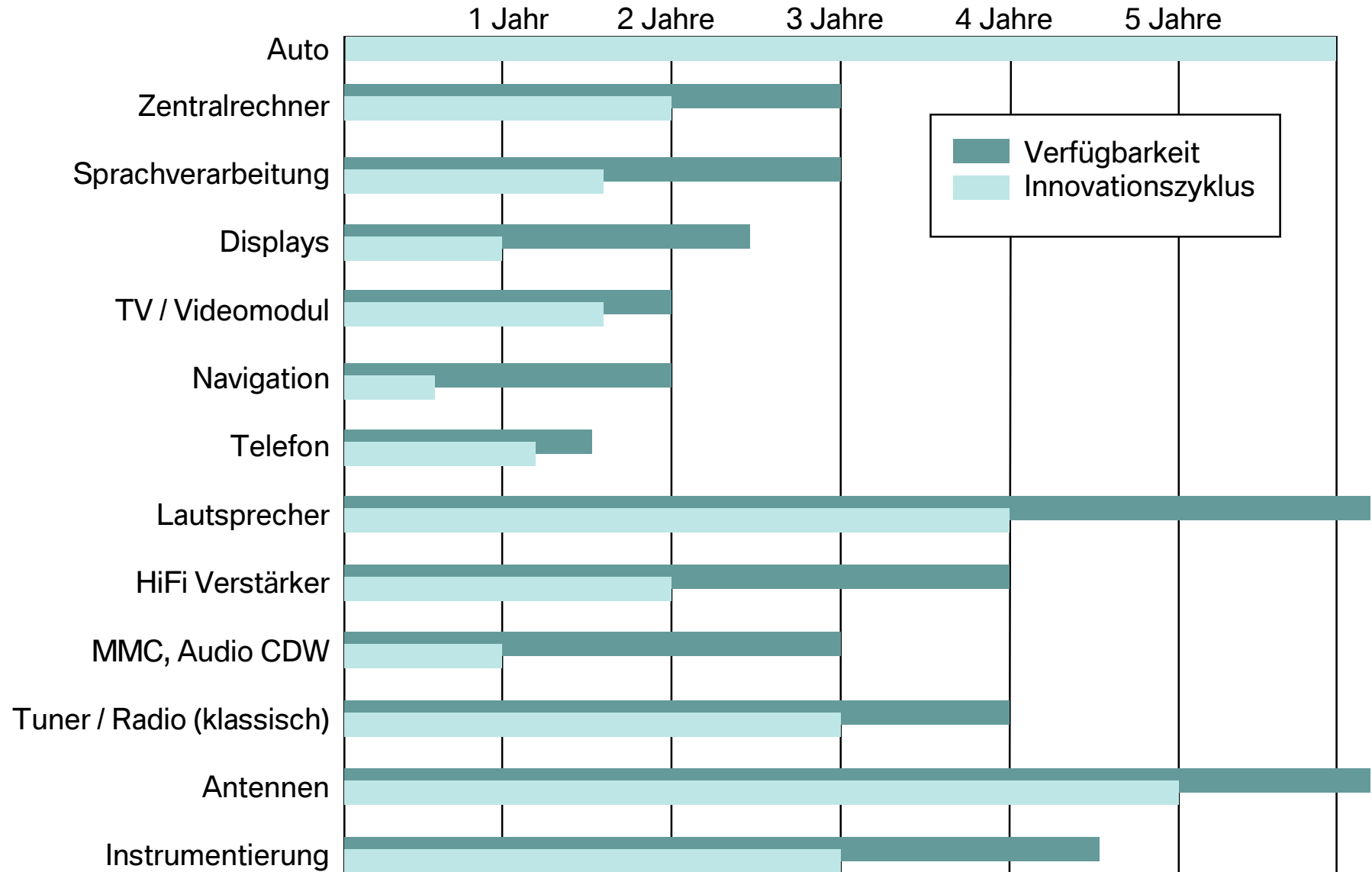


spezielle Anforderungen
des Automobilbereichs

Produktzyklus

Infotainment.

Herausforderung Integration von Consumer Electronics.



Karosserie- und Komfortelektronik.

Was ist das?



Karosserie- und Komfortelektronik.

Zahlen, Daten, Fakten – BMW 7er.

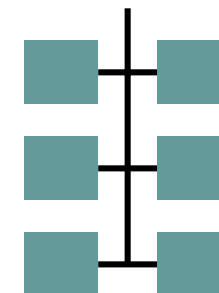
Programmgröße	2,5 MB
Steuergeräte	14 (SU) bis 30 (SA)
Bus	K-CAN
Bandbreite	100 KBit/s
Nachrichten	300
Zykluszeiten	50 ms – 2 s
Sicherheitsanforderungen	hoch bzw. gering
Bustopologie	Baum
Übertragungsmedium	Kupferkabel

System-CAN_Ausstattung

- EMV-Festigkeit
- Fehlertoleranz
- ereignisgesteuert

Peripherie-CAN Ausstattung

Wie System K-CAN
+ Entkopplung des
Gefahrenbereichs
Crash, „Angreifer“



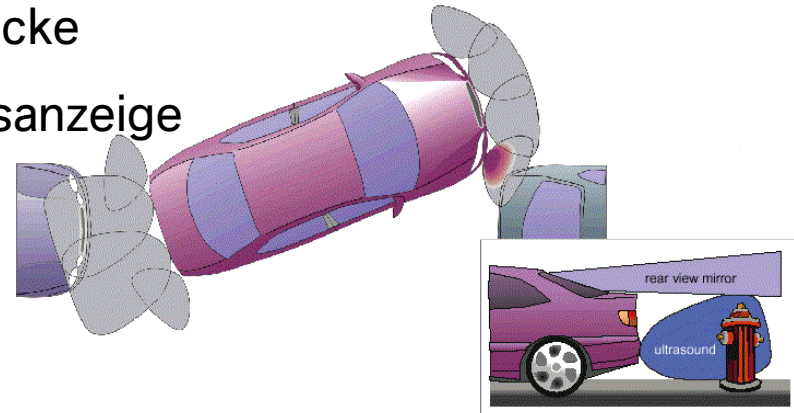
Karosserie- und Komfortelektronik.

Ein Beispiel – Park Distance Control (PDC).

Park-Distance-Control

→ Hilfe beim Rangieren in der Parklücke

→ akustische und optische Abstandsanzeige



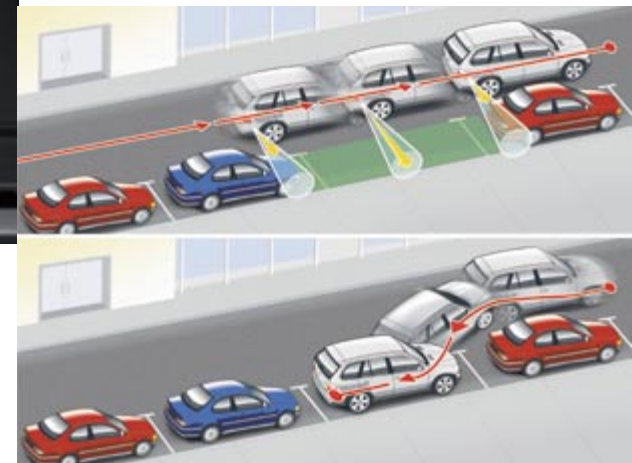
Binärer Programm Code ca. 150 KB
(OSEK Betriebssystem +
Anwendungsprogramm)

2 – 8 Ultraschall-Sensoren
(ggf. nur an der hinteren Stoßstange bzw.
an der vorderen und hinteren Stoßstange)



Karosserie- und Komfortelektronik. Herausforderung Skalierbarkeit.

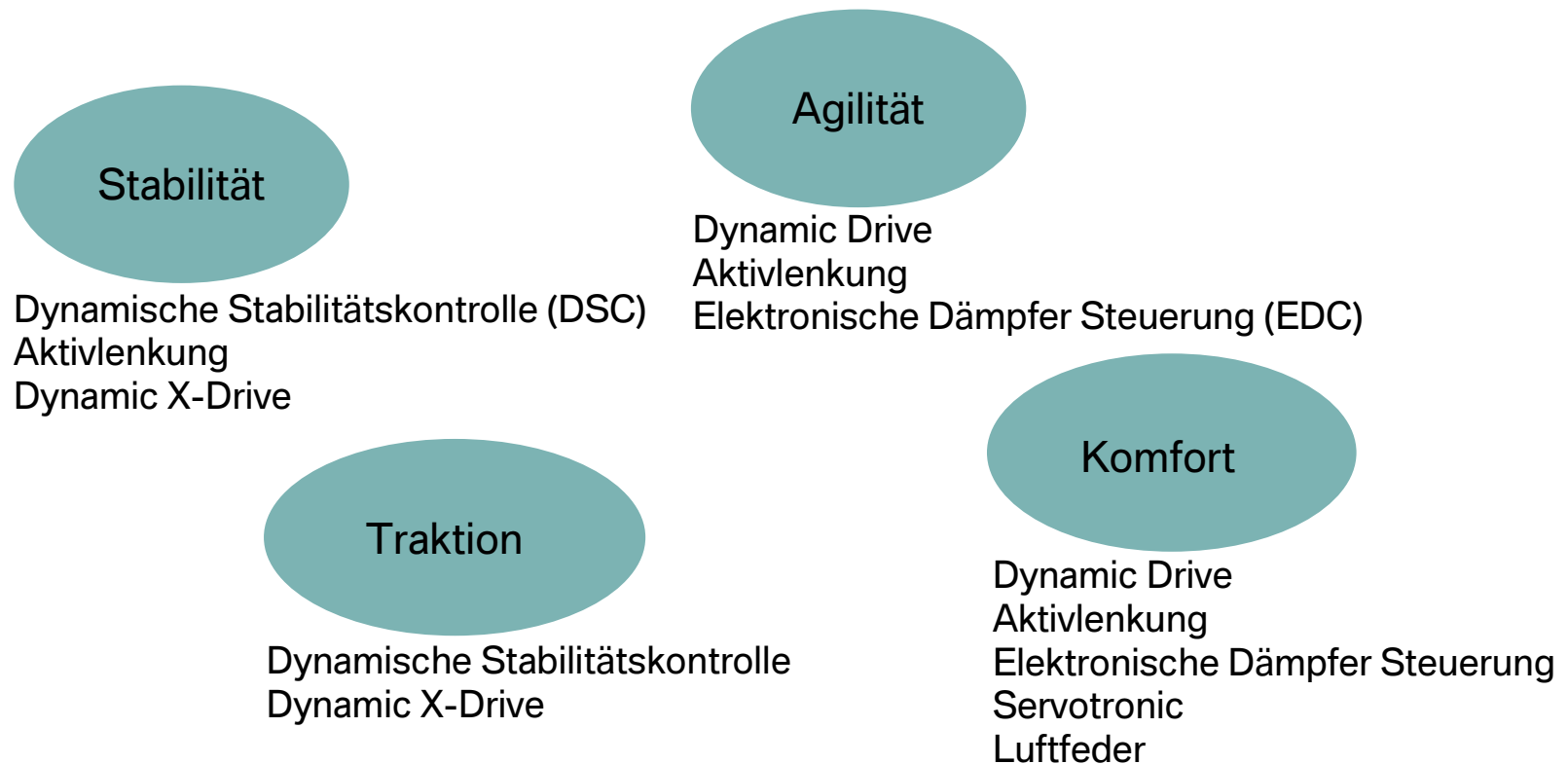
Erweiterbarkeit eines Systems bezüglich neuer Leistungsanforderungen.



Fahrdynamikregelung und Fahrerassistenzsysteme.

Was ist das?

Fahrdynamikregelsysteme umfassen alle Funktionen, die größtmögliche Fahrstabilität, Traktion, Agilität und Komfort sicherstellen.

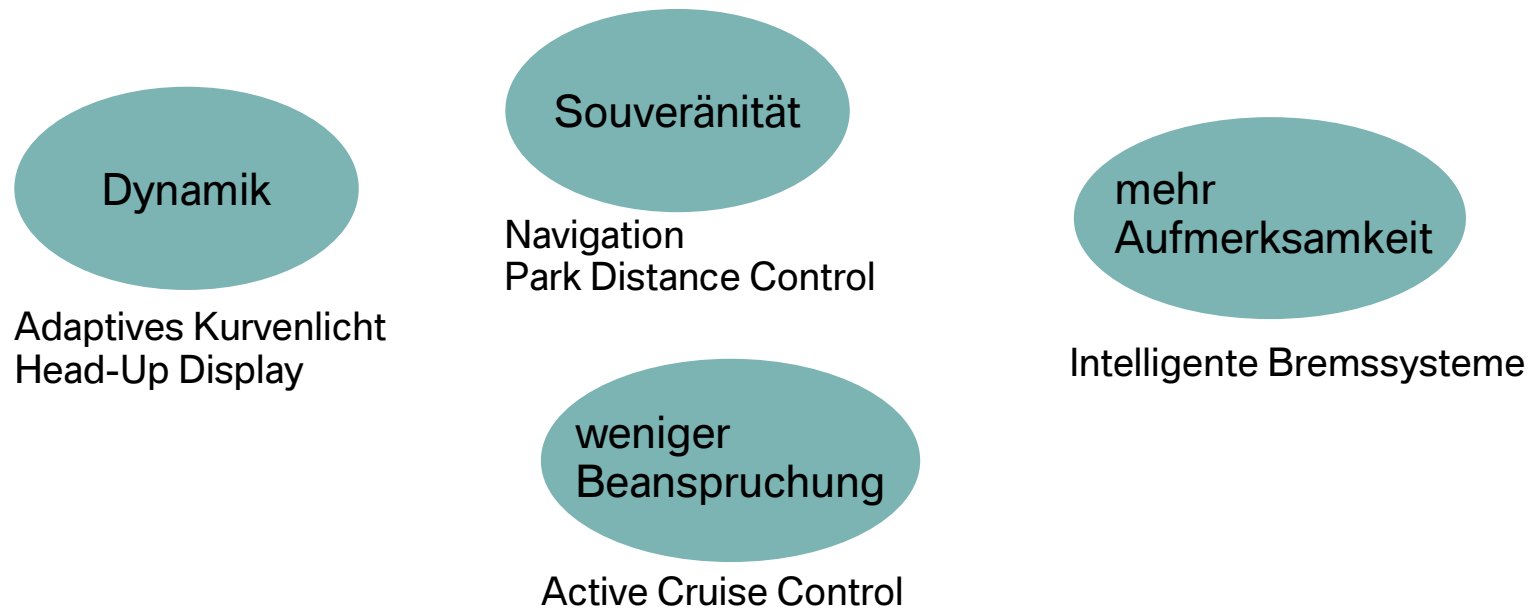


Fahrdynamikregelung und Fahrerassistenzsysteme.

Was ist das?

Fahrerassistenzsysteme umfassen alle Funktionen,
die den Fahrer in seiner Fahraufgabe unterstützen

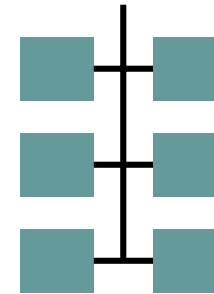
sowohl informierend und warnend,
als auch aktiv durch führende und regelnde Systeme.



Fahrdynamikregelung und Fahrerassistenzsysteme.

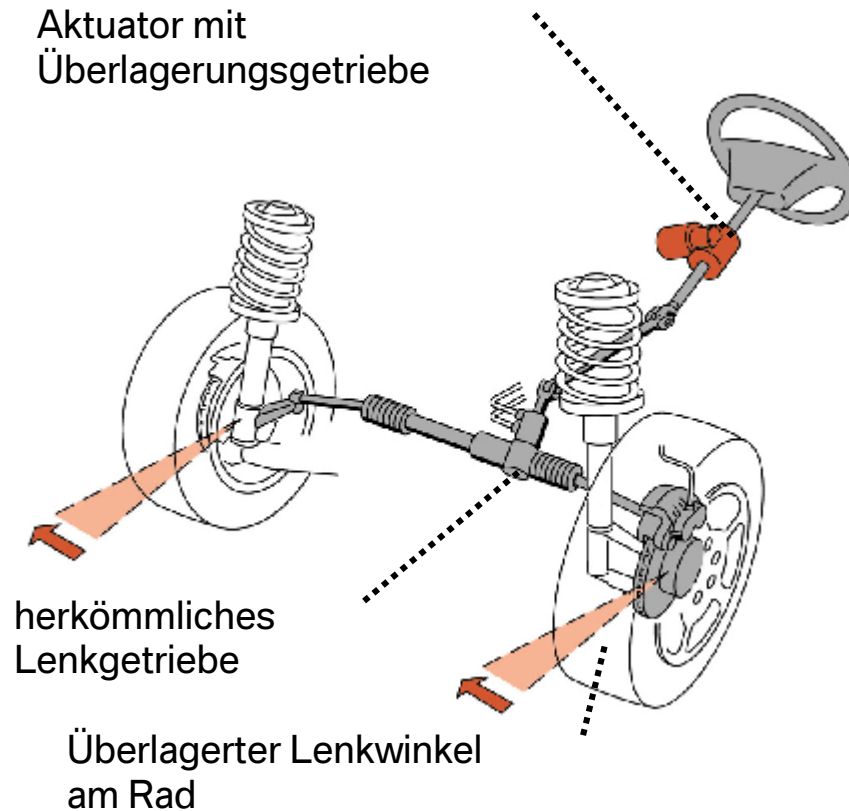
Zahlen, Daten, Fakten – BMW 7er.

Programmgröße	4,5 MB
Steuergeräte	6 (SU) bis 10 (SA)
Bus	F-CAN/PT-CAN
Bandbreite	500 KBit/s
Nachrichten	180
Zykluszeiten	10 ms – 1 s
Sicherheitsanforderungen	hoch
Bustopologie	Baum
Übertragungsmedium	Kupferkabel



Fahrdynamikregelung und Fahrerassistenzsysteme.

Ein Beispiel – Active Front Steering (AFS).



Variable Lenkübersetzung

Teilsollwert = $f(\text{Lenkwinkel}, \text{Fahrgeschwindigkeit})$

Gierratenregelung als Ergänzung zum Dynamic Stability Control

Teilsollwert = $f(\text{Lenkwinkel}, \text{Fahrgeschwindigkeit}, \text{Gierrate}, \text{Querb beschleunigung})$

Film Active Front Steering

Fahrdynamikregelung und Fahrerassistenzsysteme. Herausforderung Sicherheit.

Sicherer Zustand:

- Aktivlenkung abgeschaltet, d.h. keinen Überlagerungswinkel stellen
- Schneckentrieb mechanisch verriegelt

Fehlerarten:

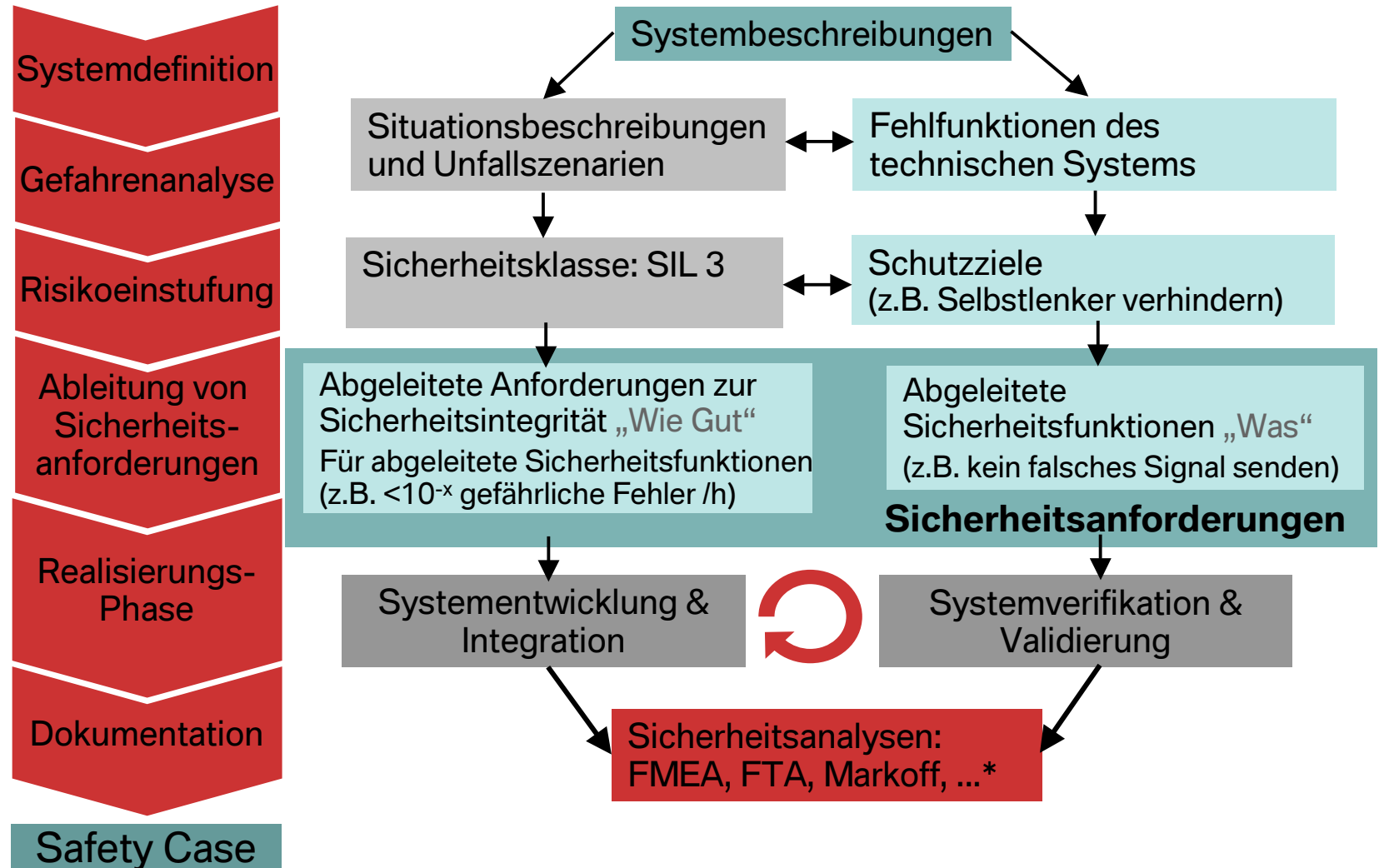
- Ungewollter elektrischer Stelleingriff („Selbstlenker“)
- Kein mechanischer Durchtrieb wegen fehlender Selbsthemmung des Schneckenrades
- Blockieren der Lenkung
- (Ausfall des Stelleingriffs wegen Unverfügbarkeit)

Zielsetzung des Sicherheitskonzeptes / Sicherheitsanforderungen:

Fehlererkennung und Abschaltung der Lenkwinkelüberlagerung innerhalb der Fehlertoleranzzeit inklusive der sicheren Verriegelung des Schneckentriebes.

Sicherheitsnachweis durch formalen Entwicklungsprozess, systematische Testplanung, Zertifizierung des Betriebssystems, Qualifizierung des Code-Generators, qualitative Sicherheitsanalysen, quantitativen Sicherheitsnachweis, Validierung der Beherrschbarkeit der Abschaltmaßnahmen und abschließendes Assessment.

Fahrdynamikregelung und Fahrerassistenzsysteme. Herausforderung Sicherheit.



* FMEA = Failure Mode and Effects Analysis

FTA = Fault Tree Analysis

Passive Sicherheit.

Was ist das?

Passive Sicherheit

- ... ist die Sensorik im Fahrzeug zur Erfassung der Fahrzeugverzögerung, der Crasheschwere, des Crashortes im Fall eines Unfalls.
- ... ist die Auswertung der Sensordaten und die bedarfsgerechte Reaktion des Fahrzeugs, mit Hilfe von:
 - Airbags (bis zu 12)
 - Gurtstrammern
 - Gurtkraftbegrenzern
 - Sicherheitsbatteriepolklemme
 - Überrollschutzsystem
 - Notrufabsendung
 - Aktivierung der Warnblinkanlage, Entriegeln der Zentralverriegelung, Abschaltung der Kraftstoffpumpe
- ... ist die Algorithmik, die hinter einer Auslösestrategie steckt.
- ... ist die Beachtung der Gesetzeserfüllung, weltweit.

Passive Sicherheit.

Was ist das?

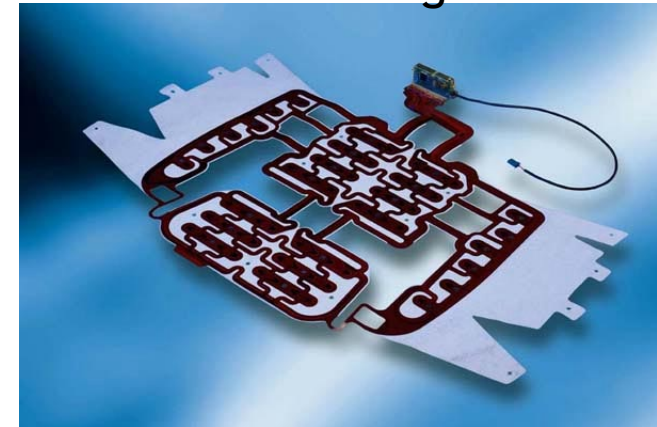
Algorithmusentwicklung
Validierung und Test
Crashbetreuung



Roll-over Sensierung



Insassenerkennung



Gesamtkonzept Sicherheitselektronik



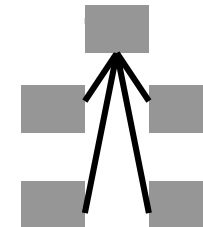
Passive Sicherheit.

Zahlen, Daten, Fakten – BMW 7er.

Programmgröße	1,5 MB
Steuergeräte	11 (SU) bis 12 (SA)
Bus	SI-BUS
Bandbreite	10 MBit/s
Nachrichten	20
Zykluszeiten	50 ms
Sicherheitsanforderungen	sehr hoch
Bustopologie	Stern
Übertragungsmedium	Kunststoff-Lichtwellenleiter
	byteflight Protokoll
	hohe Ausfallsicherheit

byteflight Sicherheit

- System ISIS
- Sicherheit
- teilnetzfähig



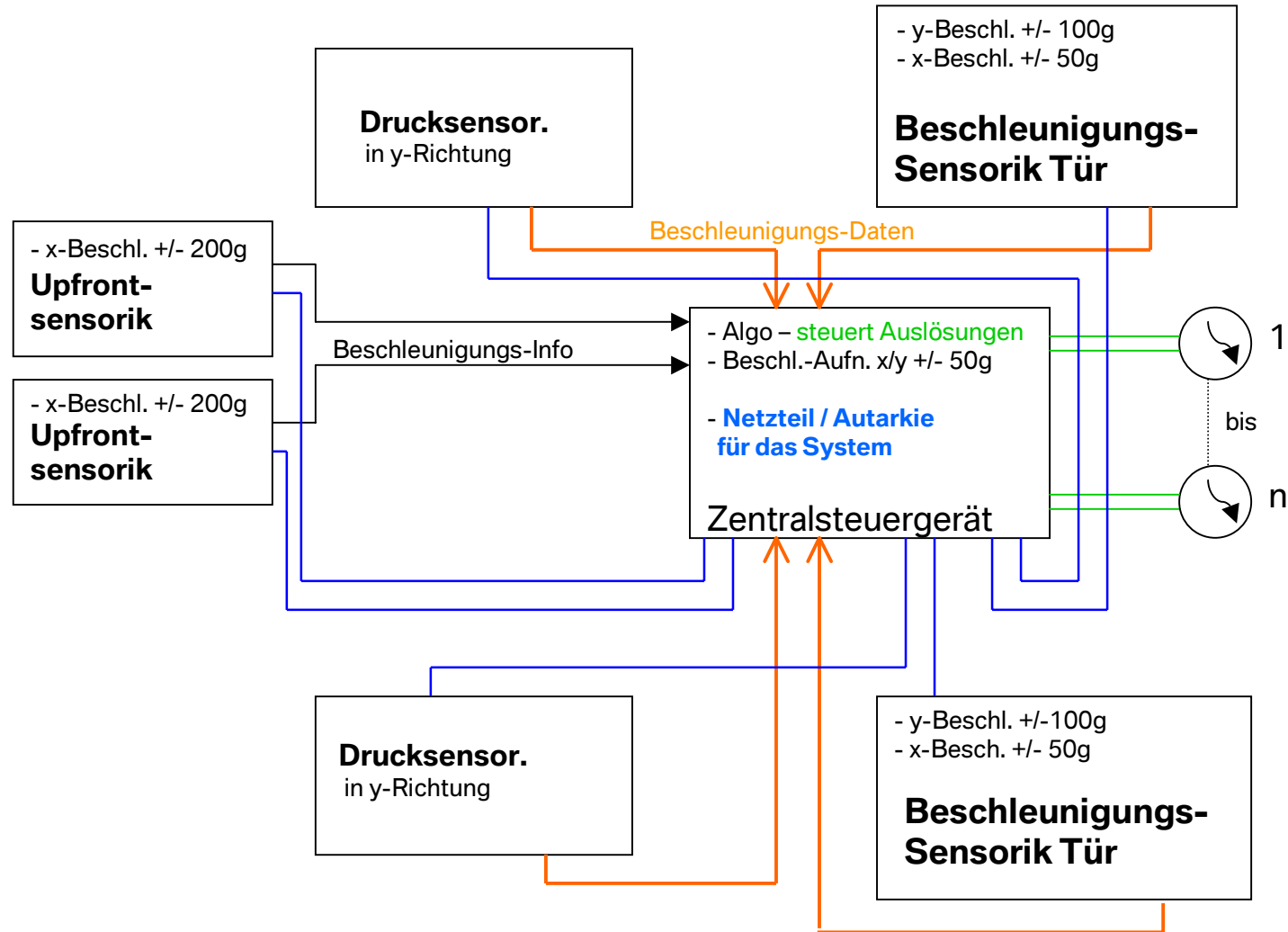
Passive Sicherheit. Das Beispiel.

Funktionen

- Ansteuerung aller Rückhaltemittel
- Sitzbelegungserkennung Beifahrer
- Insassenklassifizierung Beifahrer USA
- Roll-Over-Sensierung und Ansteuerung
- Seat-Belt Reminder
- Algorithmusentwicklung
- Fußgängerschutz
- Precrash
- Postcrash



Passive Sicherheit. Das Beispiel.

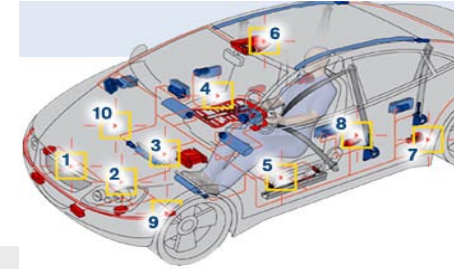


Passive Sicherheit. Herausforderung Zeitverhalten.



Beispiel: **BMW X5**
5-Sterne im Euro-NCAP
(Maximalbewertung)

Crash Euro-NCAP
64km/h
Deformierbare Barriere
50% Offset



0 ms

Permanent werden alle Daten
der Sensorik (1, 2, 4, 8) im
Steuergerät (3) ausgewertet



40 ms

Bereits die ersten cm einer Deformation
erzeugen eine Beschleunigung, die
ausreicht einen Crash zu erkennen.
In der ca. 12ten Millisekunde (0,12 sec)
ist die Entscheidung im Steuergerät
getroffen die Airbags zu aktivieren.

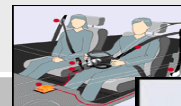


60 ms



80 ms

Die Airbags beginnen bereits in der
Vorwärtsverlagerung der Passagiere
sich zu entfalten.



Nun ist die Schutzwirkung
in voller Aktion.



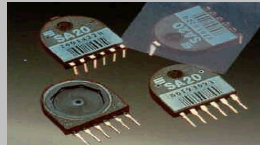
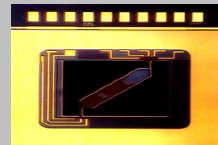
400 ms

Die hohe Dynamik des Crashes zeigt
sich in der weiteren Bewegung des
Fahrzeugs.

Nun wird:

- Zentralverriegelung geöffnet
- Warnblinkanlage aktiviert
- Telefonnotruf abgesetzt.

Mikromechanische Sensorik



Beispiel: Crashtest Frontal.

Euro-NCAP, 64km/h, 50% Überdeckung, deformierbare Barriere.



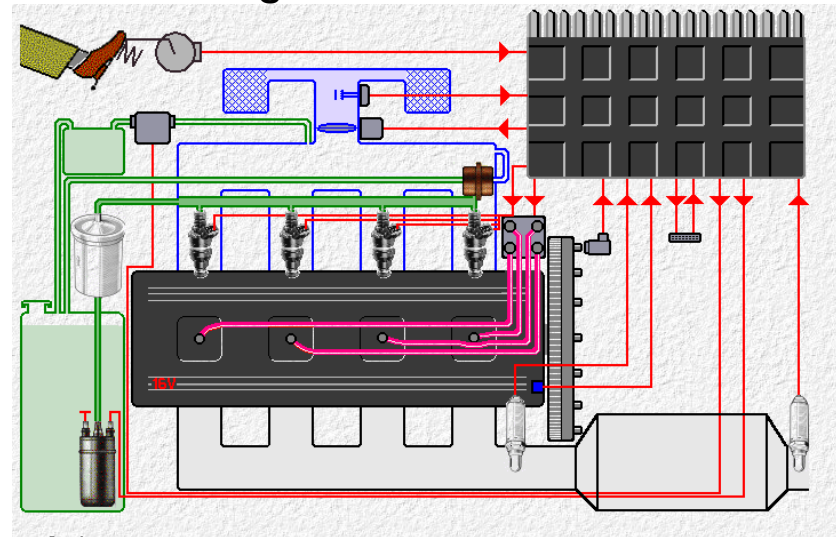
Motormanagement und Getriebe.

Was ist das?

Adaptive Cruise Control	Digitale Diesel /Motor Elektronik 1
Aktive Roll-Stabilisierung	Digitale Diesel /Motor Elektronik 2
Dynamische Stabilitätskontrolle	Adaptive Light Control
Elektronische Getriebe-steuerung	Elektronische Dämpfer-kontrolle
Elektromech. Feststell-bremse	Drehraten-sensor (kein SG)

PT-CAN

Onboard Diagnose



Digitale Motor Elektronik

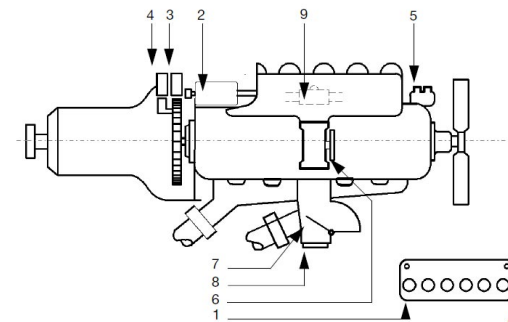


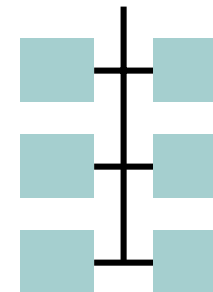
Abb. 1: DME-Systemübersicht

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| 1 Batterie | 6 Drosselklappenschalter |
| 2 Starter | 7 Luftmengenmesser |
| 3 Drehzahlgeber | 8 Temperaturfühler Luft |
| 4 Bezugsmarkengeber | 9 Temperaturfühler Wasser |
| 5 Kochschutzschalter | |

Motormanagement und Getriebe.

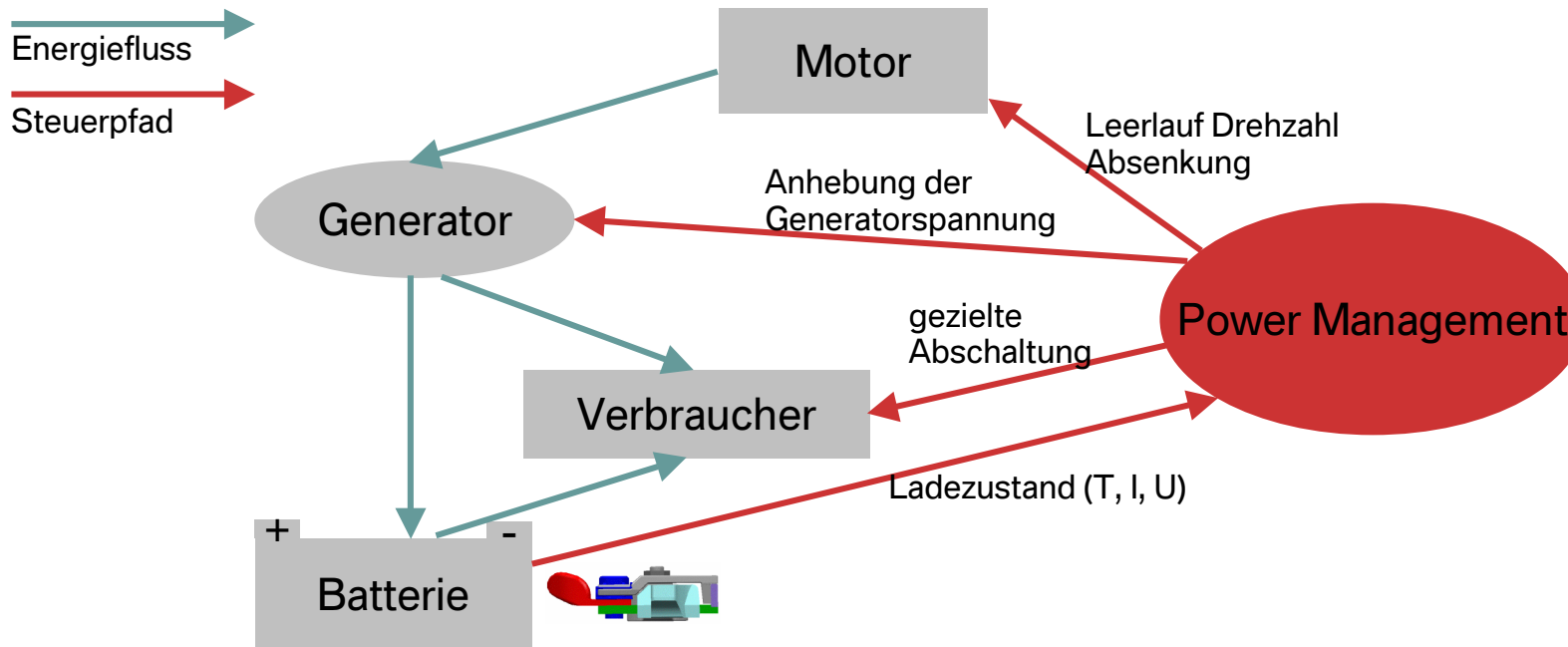
Zahlen, Daten, Fakten.

Programmgröße	2 MB	
Steuergeräte	3 (SU) bis 6 (SA)	
Bus	LoCAN-Motor / PT-CAN	
Bandbreite	500 KBit/s	Powertrain-CAN
Nachrichten	36	Antrieb/Fahrwerk
Zykluszeiten	10 ms – 10 s	▪ Regelvorgänge
Sicherheitsanforderungen	hoch	▪ zyklisch + ereignisgesteuert
Bustopologie	Baum	
Übertragungsmedium	Kupferkabel	



Motormanagement und Getriebe.

Ein Beispiel – Power Management.



- Steigende Elektrifizierung moderner Fahrzeuge (über 60 Steuergeräte, mehr als 2000 elektrische Funktionen)
 - gleichzeitige Leerlaufabsenkung des Motors und daraus resultierender verminderter Generatorabgabeleistung
- Powermanagement
= aktive Koordination bzw. Regelung des elektrischen und mechanischen Energieflusses im Fahrzeug in Abhängigkeit des Batterielade- und Gesundheitszustandes

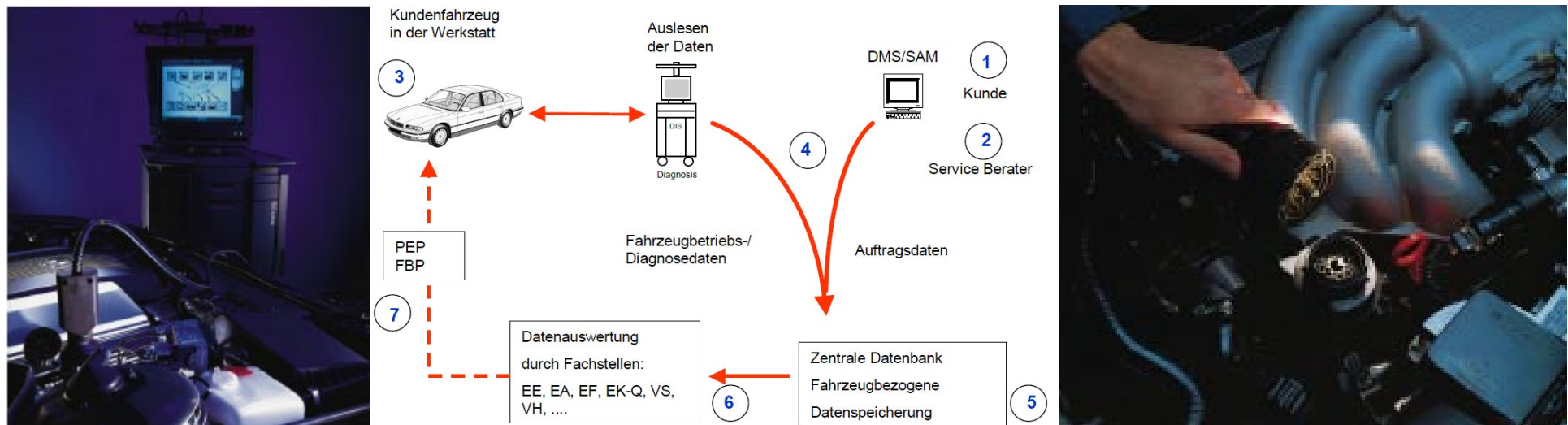
Motormanagement und Getriebe.

Herausforderung Diagnose – FASTA.

FASTA = **F**ahrzeugbetriebs- und **S**ervicedaten **T**ransfer und **A**nalyse
→ Infrastruktur für die Gewinnung, Rückführung und Analyse von Fahrzeugdaten

Daten werden mittels DIS-Plus-Tester und Diagnosefunktionen aus Fahrzeugen ausgelesen, über Extra- und Intranet auf einen zentralen Server transferiert und können hier mittels Auswertewerkzeugen von den jeweiligen Anwendern genutzt werden.

→ Ziel: Beschleunigung des Fehlerbeseitigungsprozesses



Ausblick. Komplexität durch Heterogenität.

Heterogenität von nichtfunktionalen Merkmalen

Real time:

Harte Echtzeit- \leftrightarrow zeitunkritischen Anwendungen

Sicherheit:

Sicherheitskritische \leftrightarrow nicht sicherheitskritischen Anwendungen

Verhalten:

Reaktive \leftrightarrow interaktiven Anwendungen

Modelle:

Kontrollierende \leftrightarrow informationsorientierten Anwendungen

Lastprofil:

Prozess- \leftrightarrow datenintensiven Anwendungen

Start-Up:

Quick-Start \leftrightarrow langsam ladenden Anwendungen

Verfügbarkeit:

Hohe Verfügbarkeit \leftrightarrow Standardanwendungen

Ausblick.

Anforderungen an Fahrzeuge und die eingesetzte Software.

Fahrzeugeigenschaften



Anforderungen an Software im Auto



Ausblick. Software und Software Engineering Kompetenzen.

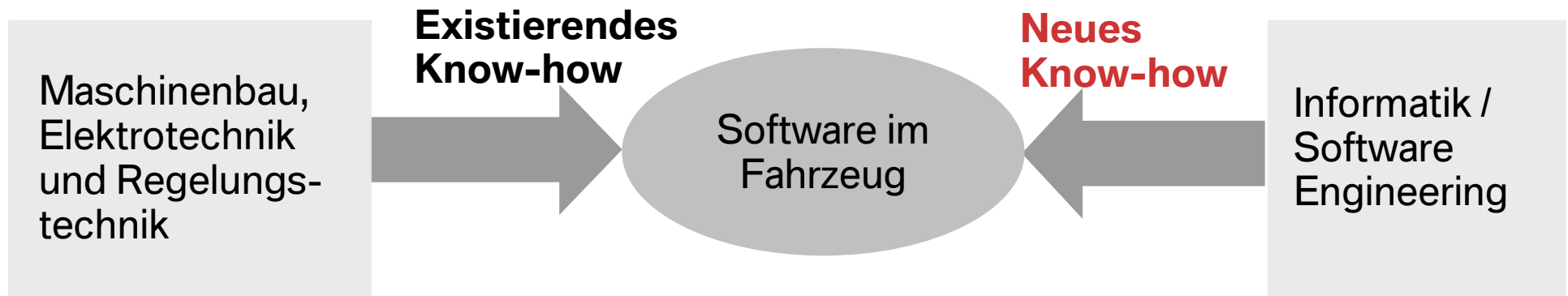


Fahrzeug

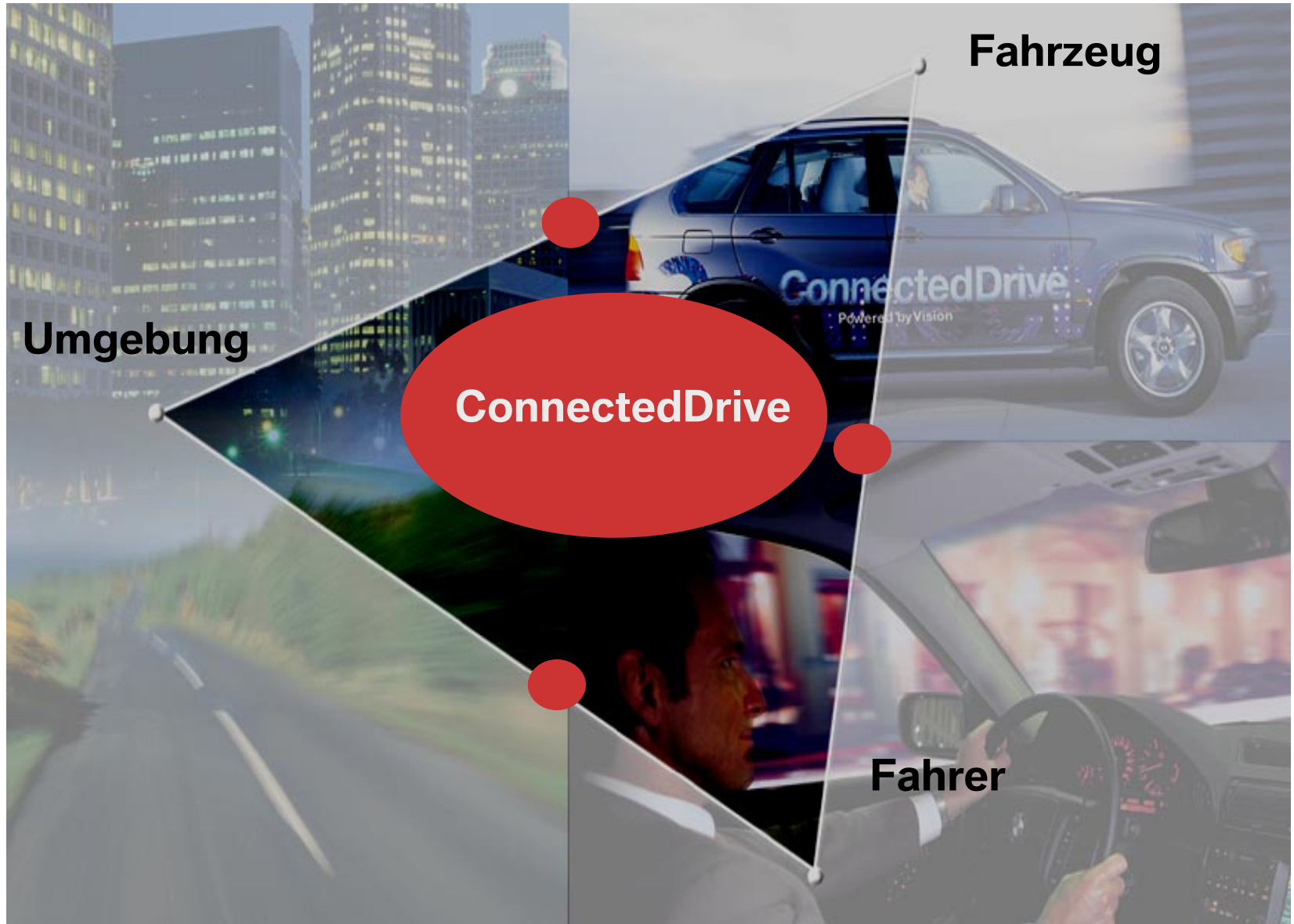
Wie entwickelt, integriert und unterhält man ein softwareintensives Fahrzeugsystem?



Software



Ausblick: BMW ConnectedDrive. Interaktion Fahrer – Fahrzeug – Umgebung.



Ausblick: BMW ConnectedDrive. Mehr Sicherheit, mehr Komfort, Freude am Fahren.

Innovatives Konzept, das Information, Kommunikation und Assistenzsysteme innerhalb und außerhalb des Fahrzeugs vernetzt.

- intelligente Mobilität
- mehr Freude am Fahren
- neue Ebene an Sicherheit und Komfort

Gleichzeitig behält der Fahrer die volle Verantwortung über alle Fahrmanöver, das System macht nur Vorschläge.

- BMW Assist
- BMW Online
- Fahrerassistenz



Ausblick: BMW ConnectedDrive. Systemkonzept und Anforderungen.

Stärken und Schwächen	Fahrer	ADAS	ConnectedDrive
Verfügbar unter anhaltendem Stress	o	++	++
Antwort	+	+	++
Improvisierte Aktion in unvorhersehbarer Situation	+	-	+
Fehlertoleranz	++	o	++
Schnelle Erfassung von Situationen	++	o	++
Paralleles Verarbeiten verschiedener Informationen	o	++	++
Verantwortungsgefühl	++	-	++

Ausblick: BMW ConnectedDrive. Fahrsituation heute.

Geschwindigkeitskontrolle

Abstandskontrolle

Steuern

Beobachten anderer Fahrzeuge

Vorausschauen, was diese tun

Spuren beobachten, zur Spurwahl

Aktuatoren bedienen



Verkehrsschilder bemerken

Verkehrsschilder erinnern

Verkehrsregeln beachten

Verschiedene Displays beobachten

Routenplanung und Navigation

Radioverkehrsnachrichten hören

...

Ausblick: BMW ConnectedDrive. Fahrsituation in Zukunft.

Fahrer behält
die volle
Fahrverantwortung

Behält die
Verantwortung
für das
Fahrzeug

Reduzierte
eigene
Belastung

Kennt die
Grenzen von
ADAS

Kennt den
aktuellen Status
von ADAS



Assistent
überprüft
permanent die
Eingaben

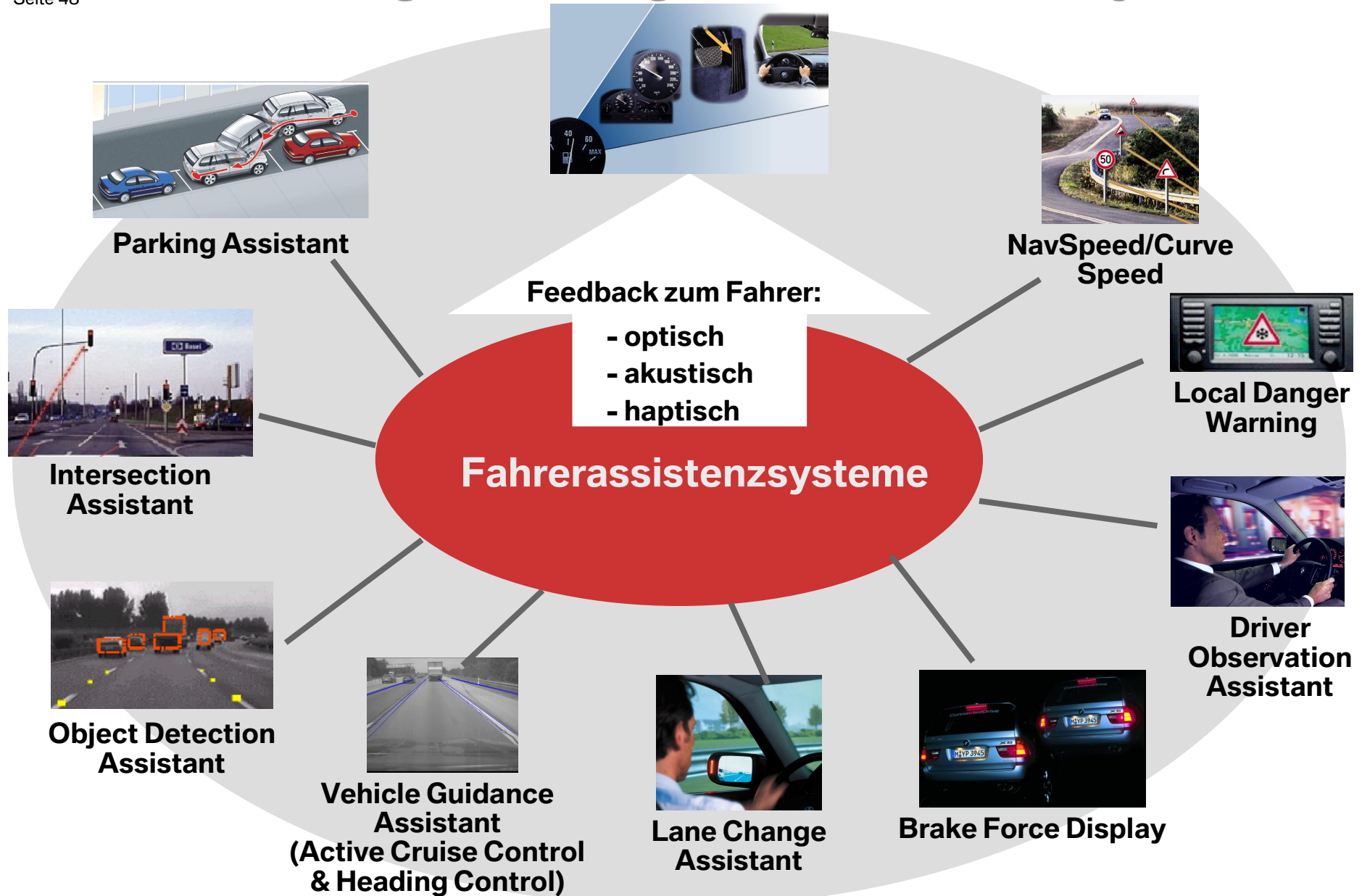
Evaluiert die
Situation

Stellt dem Fahrer
optimale knappe
Informationen zur
Verfügung

- > Kontrollunterstützung
- > Warnsignale
- > Kann Aktionen vorschlagen

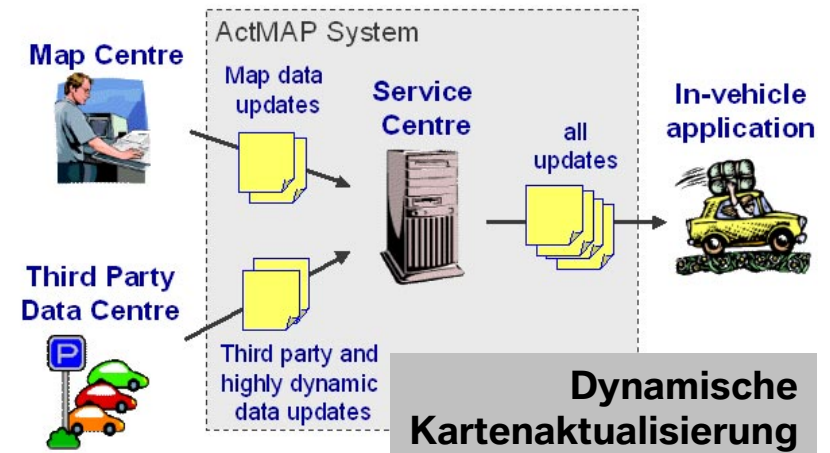
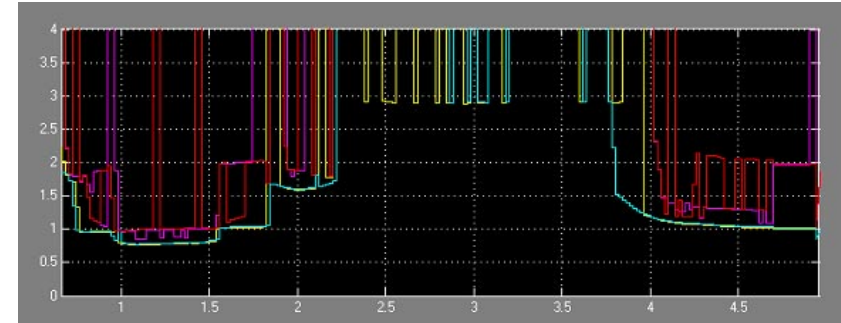
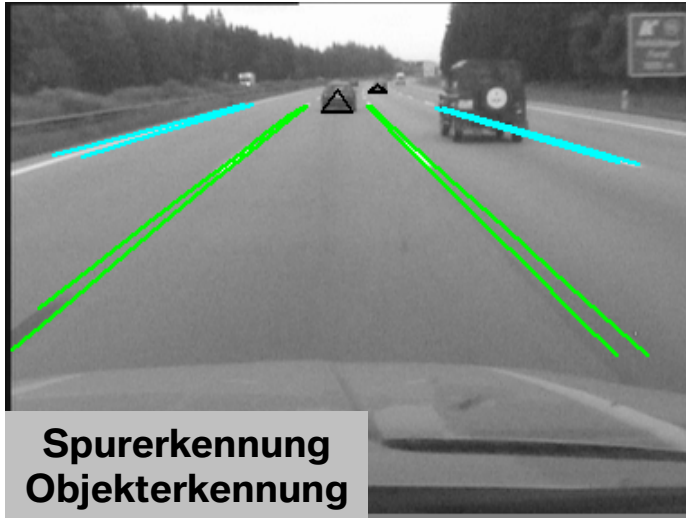
Keine autonome
Ausführung

Ausblick: BMW ConnectedDrive. Fahrzeugforschung Fahrerassistenzsysteme.



Ausblick: BMW ConnectedDrive. Umfelderfassung Aufgabenstellungen (Beispiele).

Quelle:
BMW Forschung
und Technik



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.



www.prinzip-freude.de