

# Überblick über die elektronischen Systeme von Fahrzeugen

Peter Burger      Malte Hoffmann      Andreas Lay  
Benjamin Pottkamp      Tobias Schlauch      Tobias Wiest

14. Februar 2020

## **Abstract**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

# Contents

<b>1</b>	<b>Abstrakt</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Vorwort</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Vernetzung im Fahrzeug</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Bussysteme</b>	<b>9</b>
4.1	CAN . . . . .	9
4.1.1	Anwendung . . . . .	9
4.1.2	Topologie . . . . .	9
4.1.3	Realisierung . . . . .	9
4.1.4	Vor- und Nachteile . . . . .	9
4.2	LIN . . . . .	9
4.2.1	Anwendung . . . . .	9
4.2.2	Topologie . . . . .	9
4.2.3	Realisierung . . . . .	9
4.2.4	Vor- und Nachteile . . . . .	9
4.3	FlexRay . . . . .	9
4.3.1	Anwendung . . . . .	9
4.3.2	Topologie . . . . .	9
4.3.3	Realisierung . . . . .	9
4.3.4	Vor- und Nachteile . . . . .	9
4.4	Automotive Ethernet . . . . .	9
4.4.1	Anwendung . . . . .	9
4.4.2	Topologie . . . . .	9
4.4.3	Realisierung . . . . .	10
4.4.4	Vor- und Nachteile . . . . .	10
4.5	MOST . . . . .	10
4.5.1	Anwendung . . . . .	10
4.5.2	Topologie . . . . .	10
4.5.3	Realisierung . . . . .	10
4.5.4	Vor- und Nachteile . . . . .	10
4.6	Bluetooth . . . . .	10
4.6.1	Anwendung . . . . .	10
4.6.2	Topologie . . . . .	11
4.6.3	Realisierung . . . . .	11
4.6.4	Vor- und Nachteile . . . . .	11
<b>5</b>	<b>Sensorsysteme</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>ECU / Steuergeräte</b>	<b>13</b>
6.1	Einführung . . . . .	13
6.2	Typen . . . . .	13
6.2.1	Brake Control Module (BCM) . . . . .	13

6.2.2	Engine Control Unit (ECU) . . . . .	13
6.2.3	Powertrain Control Module (PCM) . . . . .	14
6.2.4	Door Control Unit (DCU) . . . . .	14
6.2.5	Electric Power Steering Control Unit (PSCU) . . . . .	14
6.2.6	Human-machine Interface (HMI) . . . . .	14
6.2.7	Seat Control Unit . . . . .	14
6.2.8	Speed Control Unit (SCU) . . . . .	14
6.2.9	Telematic Control Unit (TCU) . . . . .	15
6.2.10	Transmission Control Unit (TCU) . . . . .	15
6.2.11	Battery Management System (BMS) . . . . .	15
6.2.12	Suspension Control Module . . . . .	15
6.2.13	Body Control Module . . . . .	16
<b>7</b>	<b>Assistenzsysteme</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>Ausblick</b>	<b>18</b>
8.1	Vehicle to Everything . . . . .	18
8.1.1	Vehicle to Vehicle . . . . .	18
8.1.2	Vehicle to Network . . . . .	18
8.1.3	Vehicle to Infrastructure . . . . .	19
8.1.4	Vehicle to Pedestrian . . . . .	19
8.1.5	Vehicle to Device . . . . .	19
8.1.6	Vehicle to Grid . . . . .	19
8.2	ITS Technologie und Standardisierung . . . . .	19
8.2.1	IEEE 802.11p . . . . .	20
8.3	Zusammenfassung und Fazit . . . . .	20

# 1 Abstrakt

Mittlerweile machen elektronische Systeme etwa ein Drittel der Gesamtkosten bei der Produktion von Personenkraftwagen aus [1]. Von Motorsteuerung, über aktive und passive Sicherheitssysteme, Wartung und Diagnose bis hin zur Unterhaltungselektronik sind Personenkraftwagen inzwischen hochgradig vernetzte Systeme.

Mit den aktuellen Entwicklungen in Richtung teil- und vollautonomer Systeme wird diese Vernetzung noch weiter zunehmen und die elektronischen Systeme werden der Hauptwertträger eines Fahrzeugs werden.

Ziel dieser Ausarbeitung ist es dem interessierten Leser einen Überblick über die wichtigsten elektronischen Systeme in modernen Fahrzeugen und deren Interaktion untereinander zu geben. Ein gewisses technisches Grundverständnis vorausgesetzt soll er in der Lage sein, neue Entwicklungen in den Kontext des aktuellen Stand der Technik zu setzen.

Da es sich um ein komplexes Thema handelt, dass auf beschränktem Platz dargeboten werden soll, müssen gewisse Teilbereiche naturgemäß kürzer ausfallen oder gänzlich ignoriert werden.

## **2 Vorwort**

Example of a citation [?]

### 3 Vernetzung im Fahrzeug

1. EINLEITUNG Vernetzung - Übergang/einleitungs teil, Begründung warum relevant

- Unterteilung in 4 subsystems (paper) powertrain, chassis, body, infotainment - Roughly speaking, an auto-electronics system consists of four subsystems: powertrain, chassis, body, and infotainment. Various protocols have been developed for these systems. - controller area network (CAN) has long been used to transmit the majority of in-vehicle communication signals and is still widely deployed in the powertrain and body control domains. - FlexRay, with a distinguished determinism and fault-tolerance capability, is typically used in support of advanced chassis control and communication backbones. - While the local interconnection network (LIN) was designed for cost-saving purposes and is often used in low-speed communications - where high networking performance is usually not required, Media Oriented Systems Transport (MOST) networks are notably expensive and are commonly used in premium vehicles as the carrier of infotainment data.

- Each sub-system has its own control units such as mechanical, electrical, or computer controls, which are independent of but cooperative with those of other sub-systems.

- Powertrain: The powertrain sub-system refers to a set of automobile components including engine, transmission, shafts, wheels, and so on, that generate power to the vehicle. The powertrain can also include sensors and actuators to improve the comfort of the ride, reduce pollution caused by exhaust systems, increase fuel efficiency, and strengthen the vehicle's safety.

- Chassis: The chassis sub-system refers to the internal framework that supports the powertrain and all other components, except the engine, that are required for driving. Brakes, steering, and suspension are commonly known components in the chassis. Similar to the powertrain, sensors and actuators can be installed in the chassis domain and have stringent delay requirements.

- Body: The body sub-system includes comfort-controlling components such as climate control, seat adjustment, window rolling, lights, and so on. Sensors for these components usually have low bandwidth requirements and have a relatively high-tolerance for delays (milliseconds).

Infotainment: The infotainment sub-system provides an interface for facilitating the interaction between humans and the automobile's electronics. This sub-system presents information acquired from sensors or ECUs in a user-friendly and interactive manner to users for the purpose of entertainment. Users' mobile devices can also be hooked up to the infotainment sub-system via Bluetooth, WiFi, or cellular networks. Moreover, as the infotainment sub-system controls different parts of the vehicle and displays their information, it is capable of communicating with other subsystems. For example, some advanced infotainment systems can remotely diagnose vehicle problems by gathering diagnostic data from other subsystems. As such, the infotainment system requires high bandwidth but is tolerant to delay in the scale of millisecond.

- SAFETY-SYSTEM: a sub-system that is vertical to these sub-systems is

the driver assistance and safety system. This system is designed to assist drivers to operate a vehicle in a safer manner. It includes built-in GPS, cruise control, automatic parking, and even more advanced functionalities such as lane-shift warning, collision avoidance, intelligent speed adjustment or advice, driver drowsiness detection, and blind spot detection. This system typically has its own sensors and dedicated controllers, which intensively interact with other systems (i.e., powertrain, chassis, body, and infotainment). Also, it usually demands high bandwidth, and such a demand keeps increasing due to more cameras (for example, BMW's surround view feature) being installed on new car models.

WIRED technologies:

CAN: CAN is an asynchronous serial bus network that interconnects devices, sensors, and actuators in a system or a sub-system for control applications. CAN is a multi-master communication protocol that is designed for data integrity and automotive applications with data rates up to 1 Mb/s. CAN is known for its low cost and high reliability. Due to these advantages, CAN is widely used in the powertrain, chassis, and body electronics. CAN has relatively low bandwidth and is a shared medium for data transmissions, which significantly restricts its application to other domains such as infotainment.

LIN is a universal asynchronous receiver-transmitter-based, single-master, multiple-slave networking protocol that was purposefully developed for automotive sensor and actuator networking applications. LIN offers a cost-effective alternative for connecting motors, switches, and sensors in the vehicle. LIN is often used for body electronics as it is free and its bandwidth requirement is easy to meet.

- FlexRay: FlexRay is a network communications protocol with a dual-channel data rate up to 10 Mb/s for advanced in-vehicle controls. The notable feature of FlexRay is its dual-channel architecture that provides reassurance to satisfy the reliability requirements of emerging safety systems such as brake-by-wire.

- Media Oriented System Transport (MOST): MOST is a high-speed multimedia network technology that is specially designed for the infotainment system.

- Ethernet: Ethernet has been the standard technology for local area networks ever since it was invented, and plays a critical role in the development of all types of communications. Automotive Ethernet is the Ethernet technology when it is used to connect components within a vehicle. Being initially designed to meet various (e.g., electric, bandwidth, latency, synchronization, and network management) requirements, the advantages of automotive Ethernet are obvious:
  - It increases the communication bandwidth for advanced driving functionalities and the infotainment system.
  - It changes the in-vehicle network structures from decentralized domain-specific topologies to hierarchical ones.
  - It enhances the scalability and flexibility of future in-vehicle networking architecture.
 In addition to these networking technologies, advancements in power and data transmissions are also worth noting.

- Power Line Communication (PLC): PLC is a set of technologies using

electronic wires to simultaneously carry both data and electric power. Traditionally, electronic devices in a vehicle were always required to have at least two connections: one for data transmission and one for power supply.

**WIRELESS:** Wireless communication technologies are a potential alternative for in-vehicle networking. These technologies not only allow wireless connections to be established between drivers/ passengers' personal electronics and vehicles' built-in infotainment system, but can eliminate the need for wirelines by also interconnecting sensors, actuators, and ECUs in such a manner.

Anforderungen: zeitkritisch, zuverlässig, redundant für x by wire systeme, engere Anbindung, oft zeitgesteuerte systeme, da zeitliche aktualität der daten bestimmbar und ausbleiben einer nachricht sofort erkannt wird. Aber nicht sehr gut erweiterbar, muss oft im voraus geplant werden. Composability ist wichtig -> Zusammensetzbarkeit, unabhängige Integration von Teilsystemen in das Gesamtsystem. Überprüfung und Fehlerbehandlun somit auch auf das Teilsystem beschränkt.

Systemunterteilung: powertrain, chassis, body, infotainment Arten der Vernetzung: wired: can, lin, flexray, most, ethernet wireless: wifi, bluetooth, uwb, zigbee topologien: stern, maschen, ring, bus, hybrid Adressierungsarten: teilnehmerbasiert, nachrichtenorientiert, übertragungsorientiert Buszugriffsverfahren: tdma, cdma, master-slave, random, csma/c(a/d) strukturierung: osi referenzmodell Steuermechanismen: ereignis und zeitgesteuert

Vernetzung im KFZ: früher einfache signalleitungen zur kom. Bedarf zu hoch, Lösung Bussysteme viele signale in mehreren steuergeräten benötigt, somit sinnvoll gemeinsam genutzte größen in einem steuergerät zu berechnen und über interne netzwerk kommunikation auszutauschen beispiele (pre crash und acc s83)

vorteile von bussystemen gegenüber herkömmlichen verdrahteten signalleitungen: kosten, gewicht, bauraum, höhere zuverlässigkeit, funktionssicherheit (geringere anzahl steckverbindungen), vereinfachte fahrzeugmontage, durch sensor empfangene signale können auf bus gegeben und von den relevanten komponenten empfangen und verarbeitet werden. Composability -> einfachere einbindung neuer Systeme an einen Datenbus anstelle neuer verkabelung.

Anforderungen an bussysteme: datenübertragungsrate, störsicherheit

klassifizierung von bussystemen: klasse a,b,c,d

Einsatzgebiete: antriebsstrang, chassis, innenraum, telematik antriebsstrang u chassis -> primär echtzeitanwendungen (evtl details s86) Innenraum -> Multiplexaspekte bei der Vernetzung. (details s86) Telematik -> Multimedia- und Infotainmentanwendungen vernetzt (details s86)

kopplung der netzwerke: - da protokolle nicht kompatibel -> gateway, liest empfangene daten ein und passt format für das ziel netzwerkprotokoll an. - entweder zentrales gateway oder verteilte gateways - eingesetzte bussysteme sind herstellerabhängig



## **4 Bussysteme**

### **4.1 CAN**

#### **4.1.1 Anwendung**

CAN (Controller Area Network)

#### **4.1.2 Topologie**

#### **4.1.3 Realisierung**

#### **4.1.4 Vor- und Nachteile**

### **4.2 LIN**

#### **4.2.1 Anwendung**

#### **4.2.2 Topologie**

#### **4.2.3 Realisierung**

#### **4.2.4 Vor- und Nachteile**

### **4.3 FlexRay**

#### **4.3.1 Anwendung**

#### **4.3.2 Topologie**

#### **4.3.3 Realisierung**

#### **4.3.4 Vor- und Nachteile**

### **4.4 Automotive Ethernet**

#### **4.4.1 Anwendung**

Für Ethernet im Automotive Bereich wird der Standard IEEE802.3 verwendet. Trotz seiner hohen Beliebtheit und Verbreitung war Ethernet im Automotive Bereich lange Zeit undenkbar, vor allem da es keine Echtzeit erfüllen kann und für kleine Anwendungen zu teuer ist. Moderne Anwendungen (z.B. komplexere Assistenzsysteme, Diagnose- oder Multimedia-Anwendungen) fordern jedoch immer höhere Datenraten, so dass Ethernet immer mehr Beachtung bekommt. Es gibt mittlerweile auch Protokolle (TimeTriggeredEthernet/SAE AS6802) um Ethernet echtzeitfähig zu machen und so einen kompletten Umstieg auf Ethernet zu ermöglichen.

#### **4.4.2 Topologie**

Ethernet wird im Automotive Bereich oft in der Stern- (siehe Abbildung "NR FEHLT") oder Baum-Topologie (siehe Abbildung "NR FEHLT") verwendet.

Dies ist ein neuer Ansatz, da die meisten bisherigen Bussysteme nahezu nur auf die Sterntopologie setzen.

#### 4.4.3 Realisierung

##### 4.4.4 Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
- hohe Datenrate	- hohe Kosten
- neue Technologien z.B. Service discovery, DNS oder Streams für Multimedia	- keine Echtzeitfähigkeit, nicht deterministisch
- leichte Anbindung für IOT und Internet	- Umdenken/Umdesignen für neue Topologie und neuen Ansatz
- viele Standardimplementationen und Wiederverwertbarkeit der Software	
- einfacher Austausch von Komponenten	

## 4.5 MOST

#### 4.5.1 Anwendung

Der MOST-Bus (Media Oriented Systems Transport) wird von der MOST Co-operation standardisiert und wird im Automotive Bereich nahezu ausschließlich für Multi-Media-Anwendungen eingesetzt. Durch seine hohe Datenrate kann es schnell viele Daten zwischen den Komponenten verschicken.

#### 4.5.2 Topologie

Ein MOST-Netzwerk ist immer als synchronisierter Ring aufgebaut. Es gibt immer einen Master, der die Synchronisation steuert.

#### 4.5.3 Realisierung

##### 4.5.4 Vor- und Nachteile

Vorteile	Nachteile
- hohe Datenrate	- hohe Kosten
- einfacher Austausch von Komponenten	- proprietäre Hardware
- einheitliche Schnittstellen von Komponenten	

## 4.6 Bluetooth

#### 4.6.1 Anwendung

Bluetooth wird durch die "Bluetooth Special Interest Group", ein Verband aus derzeit über 2000 Unternehmen, standardisiert. Momentan ist Bluetooth 5 die aktuellste Version. Es wird im Automotive Bereich verwendet, um kostengünstige und kabellose Verbindungen aufzubauen. Der größte Bereich sind hierbei Multi-Media-Anwendungen, um beispielsweise Smartphones oder Kopfhörer anzubinden.

#### 4.6.2 Topologie

Bluetooth Netzwerke haben immer einen Master, der die Kommunikation steuert. Dieser ist jedoch nicht fest, sondern wird beim Verbindungsaufbau ausgemacht. Bluetooth-Netzwerke können entweder als Pico- oder Scatternet aufgebaut sein.

Name	Beschreibung
Piconet	<ul style="list-style-type: none"><li>- ein Master mit mehreren Slaves</li><li>- aktive Slaves können über Adressen angesprochen werden</li></ul>
Scatternet	<ul style="list-style-type: none"><li>- besteht aus mehreren Piconets</li><li>- jedes Piconet hat seinen eigenen Master</li><li>- zwischen zwei Piconets gibt es immer einen Knoten, der in beiden Netzen ist und sie somit verbindet</li></ul>

#### 4.6.3 Realisierung

#### 4.6.4 Vor- und Nachteile

## 5 Sensorsysteme

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

## 6 ECU / Steuergeräte

### 6.1 Einführung

Durch die immer neuen Fortschritte in der Technologie, werden die früher mechanisch realisierten Funktionen heutzutage elektronisch umgesetzt. Hierzu werden die "electronic control units" geschaffen. Mit "electronic control unit (ECU)" wird jedes Embedded System in einem Automobil gemeint. Dieses System kontrolliert jegliche elektrische Systeme oder Subsysteme im ganzen Fahrzeug, es ist sozusagen das Herzstück. Das ECU gibt Instruktionen und Anweisungen für viele Variaten von elektrischen System. Es übermittelt diesen Systemen Instruktionen, wie die einzelnen Systeme zu operieren beziehungsweise zu funktionieren haben. Neue Fahrzeug könne bis zu 80 ECUs besitzen, dies erhöht die Komplexität und dazugehörige Programmierarbeit für das Zusammenspiel aller ECUs. Ein Paar wichtige Steuergeräte sind hier zum Beispiel das BCM, PCM, GEM und die ECU. Um die ECUs vor ungewollter Korruption zu bewahren, werden diese geschützt.

### 6.2 Typen

#### 6.2.1 Brake Control Module (BCM)

Zu dem Brake Control Module gehören Systeme wie ABS, TCS und ESC/ESP. Diese waren früher nur bei Luxus Fahrzeugen zu finden und sind heute fast überall Standardequipment in jedem Automobil.

Diese Systeme kontrollieren wie der Name erkennen lässt, die Steuerung der Bremse.

- ABS (Antiblockiersystem) verhindert das bei einer Vollbremsung die Räder blockiert werden und somit der Fahrer die Kontrolle über das Fahrzeug verliert.
- TCS steht für Traction control System, dieses System ist für die Regelung der Räder verantwortlich. Es ist für die Steuerung der Räder zuständig, wenn die Oberfläche des Fahrbelags rutschig oder klatt ist. Es soll das durchdrehen der Räder bei solchen Belägen verhindern.
- ESC (electronic stability control)/ESP (elektronisches Stabilitätsprogramm) ist ein System für das Spur halten des Automobil. Es soll als Unterstützung bei Ausweichmanövern oder beim Verlust der Kontrolle über das Fahrzeug dienen. Es wird das Motormomentum reduziert und sollte das nicht ausreichen, wird zusätzlich gebremst.

#### 6.2.2 Engine Control Unit (ECU)

Dieses Unit ist das zentrale Element des Motormanagement System bzw. des Motorsteuergerät. Das Steuergerät erledigt Aufgaben wie die Kontrolle des Brennstoff-, Luftzuflusses und die Zündung. Es managet alle benötigten Komponenten, die für den Motor von Bedeutung sind.

### **6.2.3 Powertrain Control Module (PCM)**

Das Powertrain Control Module ist vergleichbar mit dem Gehirn des Menschen. Das Gehirn bei einem Menschen koordiniert die einzelnen Funktionen der verschiedenen Körperteile, sodass alle im Einklang und ohne Störungen miteinander laufen. Das selbe macht das Powertrain Control Module, es koordiniert die einzelnen Subsysteme des Automobil für eine reibungslose Zusammenarbeit. Diese reibungslose Arbeit kann das Powertrain Control Module durch die zahlreichen im Auto verbauten Sensoren bewerkstelligen.

### **6.2.4 Door Control Unit (DCU)**

Diese Einheit befindet sich in der Innenseite der Fahrer- und Beifahrertüre. Sie ist verantwortlich für das managen der Komponenten in der Türe. Funktionen die von dieser Einheit bedient werden sind zum Beispiel die Zentralverriegelung, Fensterheber und Seitenspiegelanpassung. Generell kann die Aussage getroffen werden, dass alle türbezogenen Funktionen durch dieses Control Unit gesteuert werden.

### **6.2.5 Electric Power Steering Control Unit (PSCU)**

Die PSCU sammelt Daten von den einzelnen EPS ("electronic power steering") Komponenten. Diese sind der EPS Motor, das Getriebe und ein Torque Sensor. Durch die Informationen dieser Komponenten kann das PSCU das Lenken für den Fahrer unterstützen. Diese Einheit ist unabhängig von dem Motor und kann somit separat funktionieren, auch wenn der Motor ausgeschaltet ist.

### **6.2.6 Human-machine Interface (HMI)**

Dieses Unit behandelt die Bedienung und die Interaktion zwischen Personen und Maschinen. Es besteht aus einer Hardware- und Softwarekomponente, die Eingaben von dem Benutzer in Signale umwandelt. Wenn es in Signale umgewandelt ist, können die Daten nun von weiteren Einheiten verarbeitet werden.

### **6.2.7 Seat Control Unit**

Durch neue Technologie und Fortschritt haben neue oder luxus Autos ein Steuergerät für die Funktionen der Sitzeinstellungen. Durch dieses Gerät kann eine Vielzahl von Positionen eingestellt und kleine Anpassungen vorgenommen werden. Der Gedanke hinter dieser Einheit, ist zum einen der Komfort der eine große Rolle spielt und zum anderen die Sicherheit, die durch die richtigen Einstellungen gewährleistet wird. Beispiele für die Einstellungen sind die Winkel der Sitzlehne, Sitzhöhe oder Sitzweite.

### **6.2.8 Speed Control Unit (SCU)**

Die Speed Control Unit oder auch Speed Control System besteht aus mehreren Komponenten, die in der Zusammenarbeit verschiedene Aktionen ausführen

können. Aktionen die durch Daten von bzw. für das Speed Control System ausgeführt werden können sind das halten der Geschwindigkeit bei jedem Gelände oder das überschreiten einer zuvor festgelegten Geschwindigkeit. Bei beiden Aktionen werden Daten an das System gesendet und von diesem verarbeitet.

#### **6.2.9 Telematic Control Unit (TCU)**

Dies ist ein Steuergerät, das die Position des Fahrzeugs bestimmen kann. Es kombiniert das Überwachungssystem, tracking System und WLAN Kommunikation. Die Telematic Control Unit hat eine Entwicklung von der Bearbeitung, von Telekommunikation und Informationen hin zum Verbinden der GPS-Daten und WLAN Kommunikationen für die Unterstützung. Diese Einheit kann unter anderem benutzt werden, um Informationen über das Radio oder das GSM module zu erhalten. Dieses Steuergerät bietet auch weitere wichtige Funktionen in den neuen Autosmobilen, hier gibt es die Verbindung des Autos zu der Cloud, Fahrer und Mitfahrer sicher zu halten und den Verkehrsfluss zu optimieren.

#### **6.2.10 Transmission Control Unit (TCU)**

Diese Einheit hat Kontrolle über das Ändern der Gänge in einem Getriebe. Eine Software kontrolliert das Schalten zwischen den einzelnen Gängen und nimmt im gleichen Zug Anpassungen an dem Schaltverhalten vor. Diese Funktion kann nur bei einem Automaticgetriebe gefunden werden. Durch das Steuern weiterer Komponenten kann dieses Steuergerät das Fahrverhalten eines Fahrzeugs verbessern. Auch kann das Steuergerät das Schaltverhalten anpassen, da ein Fahrer heutzutage zwischen einem sportlichen und normalem Fahrstil wählen kann.

#### **6.2.11 Battery Management System (BMS)**

Kurz genommen managt das BMS wiederaufladbare Batterien, sodass diese nicht beschädigt werden und außerhalb ihrer Sicherheitszone arbeiten. Im Zusammenhang mit der Automobilbranche muss das BMS mit verschiedenen Komponenten zusammenarbeiten. Auch eine Herausforderung ist das Funktionieren des BMS in Echtzeit. Hier sind immer schnelle Ladungen und Entladungen durch das Bremsen und Beschleunigen vorhanden. Das BMS ist hier, wie erwähnt für die Gewährleistung der Sicherheit der Batterien.

#### **6.2.12 Suspension Control Module**

Dieses Modul ist für die richtige Einstellung der Stoßdämpfer in einem Fahrzeug. Es werden Daten und Informationen gesammelt und so die Einstellungen vorgenommen. Unter anderem soll dieses Modul das Fahrverhalten verbessern oder die aktuelle Karosserie höhe beibehalten.

### **6.2.13 Body Control Module**

Das Body Control Module ist zuständig für den elektrischen Zugriff, komfort- und sicherheit Features. Es wird in den Nutzfahrzeugen für Beleuchtung, akustische Signale oder Scheibenwischer verwendet.



## 7 Assistenzsysteme

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.

## 8 Ausblick

Neue Entwicklungsziele im Bereich des teil- und vollautonomen Fahrens stellen die elektronischen Fahrzeugsysteme vor neue Herausforderungen.

Die selbstständige Durchführung der Fahraufgabe durch ein elektronisches System oder die aktive Unterstützung eines menschlichen Fahrzeugführers bedingt eine umfangreiche Erfassung von Fahrzeug- und Umgebungsdaten.

Zu diesem Zweck müssen die bisherigen Sensorsysteme um weitere Systeme erweitert werden, die optische Umweltdaten über Kameras liefern, Umgebungsscans mittels Radar, Lidar oder Ultraschall durchführen und die erfassten Daten verarbeitet werden. [2]

Langfristig ist eines der Hauptziele der Industrie und der Rechtsgeber eine umfassende Vernetzung sämtlicher Entitäten, die am Verkehrsgeschehen aktiv oder passiv partizipieren zu einem intelligenten Transport System (ITS).

Ein solches ITS soll den Teilnehmern innovative Dienste anbieten, mit dem Ziel das Verkehrsgeschehen effizient zu verwalten und zu koordinieren sowie zusätzliche Sicherheit für alle Beteiligten zu bieten. [3]

Vorraussetzung, um ein solches ITS aufzubauen ist eine Standardisierung der verwendeten Protokolle und Technologien. Zu diesem Zweck gibt es auf nationaler und internationaler Ebene verschiedene Organisationen und Konsortien, die dieses Ziel seit mehreren Jahren aktiv vorantreiben.

### 8.1 Vehicle to Everything

Grundlage eines ITS ist die Vehicle to Everything Kommunikation, die das Fahrzeug als zentralen Punkt in den Kontext der unterschiedlichen Umgebungssysteme und Entitäten setzt. Dabei wird genauer unterschieden in die Teilbereiche:

#### 8.1.1 Vehicle to Vehicle

V2V beschreibt die Vernetzung der Fahrzeuge untereinander mit dem Ziel relevante Fahrzeugdaten z.Bsp. über Richtung und Geschwindigkeit auszutauschen. Desweiteren kann über V2V Kommunikation weitere sicherheitsrelevante Nachrichten aus anderen Teilbereichen weitergeleitet werden.

#### 8.1.2 Vehicle to Network

V2N beschreibt die Vernetzung des Fahrzeugs mit dem Telekommunikationsnetz und der Cloud. Dadurch können über den rein lokalen Kontext hinaus Ressourcen genutzt und Daten geteilt werden. Ein Beispiel für eine solche V2N ANwendung, die bereits im Einsatz ist, ist die Integration von cloudbasierten Navigationslösungen wie Google Maps in das Fahrzeug.

### 8.1.3 Vehicle to Infrastructure

V2I (alternative Bezeichnung: Vehicle to Roadside) beschreibt die Vernetzung des Fahrzeugs mit der umgebenden Verkehrsinfrastruktur. Zum Beispiel könnten smarte Mautstationen automatisiert Fahrzeuge erfassen und abrechnen oder smarte Ampelanlagen könnten die Ampelzyklen in Abhängigkeit der Anzahl der jeweils wartenden Fahrzeuge anpassen, um den Verkehrsfluss zu optimieren.

### 8.1.4 Vehicle to Pedestrian

V2P beschreibt die Vernetzung des Fahrzeugs mit nichtmotorisierten Verkehrsteilnehmern. Ziel ist explizit der Schutz dieser Verkehrsteilnehmer, die bei Unfällen einen inherenten Nachteil haben. V2P ist dabei jedoch allgemeiner zu verstehen und umfasst neben der aktiven Kommunikation der Entitäten auch die Erfassung von Fussgängern über rein fahrzeugseitige Sensorsysteme.

### 8.1.5 Vehicle to Device

V2D beschreibt die Kommunikation des Fahrzeugs mit elektronischen Geräten. Aktuelle Einsatzgebiete für diese Form der Kommunikation sind mobile Applikationen für Smartphones, mit denen Fahrzeugfunktionen von außerhalb gesteuert werden können. Aktuelle Beispiele sind die App von Tesla, mit der Fahrzeuge ausgeparkt werden können oder eine neue Entwicklung von Volvo mit der physische Schlüsseltechnologie durch eine mobile Smartphoneapp zuerst ergänzt und später dann ersetzt werden soll. [4]

### 8.1.6 Vehicle to Grid

V2G beschreibt die Vernetzung eines elektrischen Fahrzeuges mit dem Stromnetz mit dem Ziel die Batterien elektrischer Fahrzeuge als Speichermedien bidirektional in das Stromnetz zu integrieren.

## 8.2 ITS Technologie und Standardisierung

Aufgrund der heterogenen Landschaft an Fahrzeugherstellern, Infrastrukturbetreibern, Komponententechnologien und der Tatsache, dass die Möglichkeiten und Beschränkungen dieser neuartigen Technologien noch nicht ausgelotet sind wurde bereits früh ein konkreter Standardisierungs- und Normierungsbedarf erkannt.

Aus dieser Erkenntnis heraus sind die wichtigsten Standardisierungsorganisationen ISO, CEN, ETSI und SAE dabei Referenzarchitekturen und Protokolle zu entwickeln, die die Grundlagen der Weiterentwicklung der Technologie bilden. Da die Lebens- und Nutzungsspanne von Fahrzeugen mittlerweile bei 15 Jahren angelangt ist und in naher Zukunft bis zu 20 Jahren prognostiziert werden während gleichzeitig die Lebensspanne von Kommunikationsmedien immer kürzer wird liegt die grundlegende Schwierigkeit der Standardisierungsbemühungen darin, zukunftsichere Standards und Protokolle zu entwickeln, die von konkret

verwendeten Kommunikationsmedien abstrahieren und sicherstellen, dass auch Fahrzeuge, die heute produziert werden auch in 20 Jahren noch ohne nennenswerte Einbussen der Funktionalität in die Verkehrssysteme integriert werden können. Da es für die Hersteller zudem nicht kosteneffizient ist, Fahrzeuge für regionale Märkte zu produzieren, müssen die Lösungen für ITS Systeme außerdem globale Einsatzmöglichkeiten bieten.

Mit diesem Ziel hat die ISO mit der ISO 21217 2010 die CALM Referenzarchitektur formuliert, die eine schichtbasierte Lösung präsentiert, die die Applikationsschicht, in der die ITS Dienste bereitstellen und nutzen von der medienbasierten Kommunikation trennen.

Aufbauend auf dieser Referenzarchitektur existieren dann medienspezifische Konkretisierungen für die verschiedensten drahtlosen und drahtgebundenen Kommunikationsmedien. Die zwei wichtigsten Spezifikationen sind dabei die drahtlose Kommunikation auf der Grundlage von WLAN, die aufbauend auf der 802.11a Spezifikation im 802.11p Protokoll spezifiziert ist und das 3GPP Protokoll für eine drahtlose Kommunikation auf Basis von Mobilfunktechnologie.

### **8.2.1 IEEE 802.11p**

Der IEEE 802.11p Standard, spezifiziert eine Erweiterung des IEEE 802.11 WLAN Standards, der die drahtlose Kommunikation in und mit Fahrzeugen ermöglicht. Diese Erweiterung war notwendig, da die Zeitspanne zur Kommunikation eines Fahrzeugs in Bewegung mit stationären Infrastrukturknoten oft nur sehr kurz ist, was prohibitiv für die komplexe Verbindungsaufbauphase bei klassischem WLAN ist. Daher ermöglicht 802.11p die direkte Kommunikation, ohne zuvor ein Basic Service Set zu etablieren.

Da dies jedoch bedeutet dass die kommunizierenden Stationen nicht assoziiert und nicht authentifiziert sind, müssen entsprechende Mechanismen in höheren Netzwerkschichten implementiert werden.

IEEE 802.11p bildet den Grundstein für die Dedicated Short Range Communication Technik, in Europa als ITS-G5 bezeichnet.

Neben der drahtlosen Kommunikation auf Grundlage von WIFI, ist besonders für die Vernetzung über längere Entfernung die Verwendung bestehender oder zukünftiger Mobilfunksysteme möglich.

## **8.3 Zusammenfassung und Fazit**

Die Einbindung immer komplexerer elektronischer Systeme in Fahrzeugen hat die Entwicklung in den vergangenen 20 Jahren rasant vorangetrieben. Zum Teil veraltete Standards müssen überdacht und modernisiert werden.

Entwicklungen in der nahen Zukunft, die das Fahrzeug aus dem individuellen Kontext herauslösen und in ein holistisches vollvernetztes System integrieren mit dem Ziel erhöhter Sicherheit, verminderter Auswirkungen von Mobilität auf die Umwelt und der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle und Mobilitätskonzepte stellen eine Herausforderung an die Standardisierungsorganisationen, da die

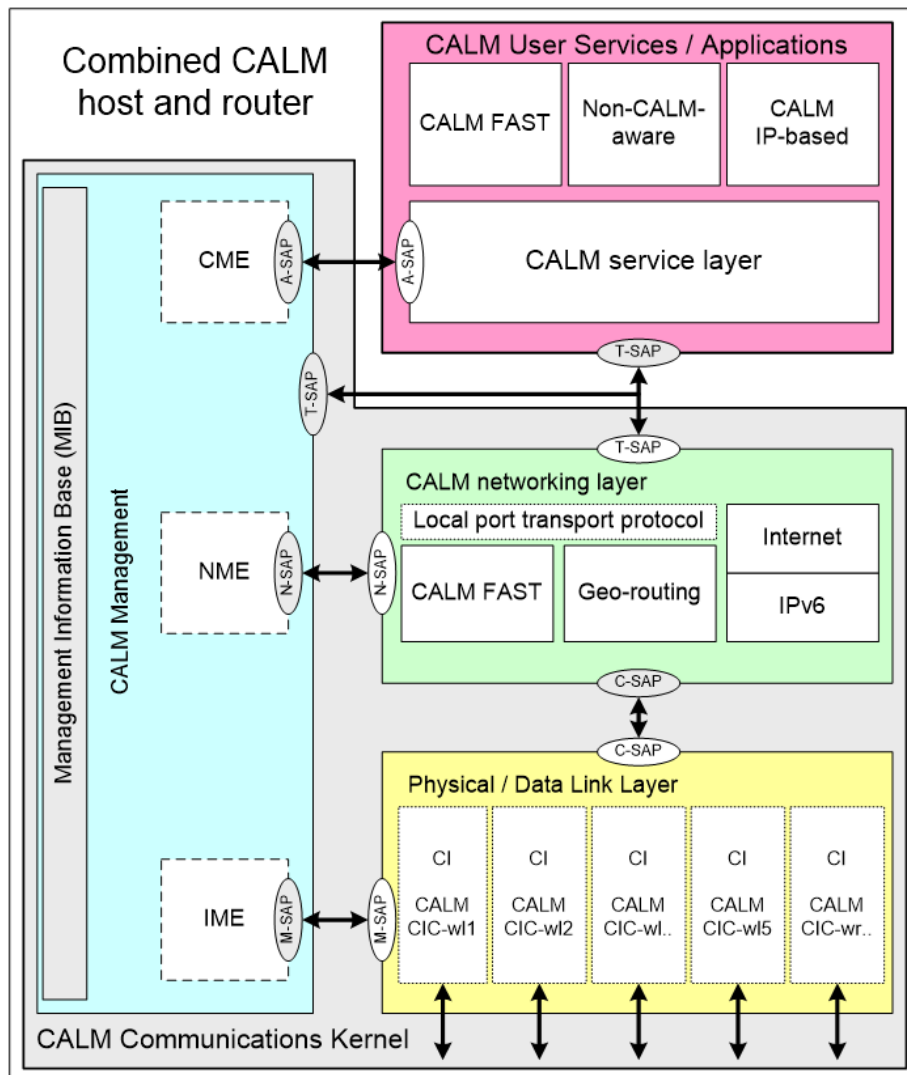


Figure 1: CALM Architektur [?]

Zusammenführung und Kooperation heterogener Systeme zu einem vereinheitlichten Gesamtsystem nur auf Grundlage zukunftsfähiger Standards möglich ist.

Zudem bedeuten neue Antriebskonzepte wie Hybridmotoren oder rein elektrische Antriebe, dass sich die Landschaft elektronischer Fahrzeugsysteme weiter verändern wird. Viele Sensorsysteme zur Überwachung der mechanischen Motorkomponenten werden in elektrisch betriebenen Fahrzeugen obsolet, während neue komplexe Sensorsysteme, die teil- und vollautonomes Fahren ermöglichen, weiter Einzug in die Fahrzeuge halten.

Daher kann und soll diese Ausarbeitung nur ein Ausgangspunkt für eine weitere Erschließung des Themas in der gesamten Komplexität darstellen.

## References

- [1] I. Wagner, “Car costs - automotive electronics costs worldwide 2030 — statista,” 23/10/2019.
- [2] J. Steinbaeck, C. Steger, G. Holweg, and N. Druml, “Next generation radar sensors in automotive sensor fusion systems,” in *2017 Symposium on Sensor Data Fusion: Trends, Solutions, Applications (SDF)*, (Piscataway, NJ), pp. 1–6, IEEE, 2017.
- [3] E. Parliament *et al.*, “Directive 2010/40/eu of the european parliament and of the council of 7 july 2010 on the framework for the deployment of intelligent transport systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport text with eea relevance,” *Off. J. Eur. Union*, pp. 1–13, 2010.
- [4] “Die keyless-technologie von volvo: Komfort ohne schlüssel.”