

Zukünftige Architektur Fahrzeug Bordnetze

Future architecture vehicle electric system

Wolfgang Malek München, 10.11.2001

Leiter Forschung und Entwicklung

RUETZ TECHNOLOGIES

Zusammenfassung:

Innovative Lösungen aus Fahrerassistenz und Car- Infotainment drängen unaufhaltsam in das Fahrzeug. Innovative Fahrerassistenzsysteme benötigen ein Höchstmaß an Sicherheit. Viele Car- Infotainment- Anwendung sind nur mit zuverlässigen bidirektionalen Funkschnittstellen mit großer Bandbreite zu realisieren. Von den Kunden werden immer mehr Produkte aus der Consumer- Electronic- Branche gewünscht. Aus ökologischen Gründen ist es erforderlich auch beim Bordnetz an Gewicht zu sparen. Diese Gründe führen dazu, dass neue Lösungen für Kommunikationssysteme und Spannungsversorgung gefordert sind. Die Vernetzung unterschiedlicher Bussysteme und der Einsatz unterschiedlicher Transportmedien kann den gewünschten Effekt bringen. Das Fahrzeug wird über seine Funkschnittstellen Teil eines komplexen Informations- Netzwerkes sein

Summary:

Innovative solutions, consisting of driver assistance systems and car infotainment, are inexorably making their entrance in today's vehicles. Innovative driver assistance systems require a maximum of safety. Many car infotainment applications can only be realized with the help of reliable bidirectional radio interfaces with a large bandwidth. Car buyers demand more and more products from the consumer electronic goods industry. For ecological reasons, it is necessary to cut down on weight even in the case of the on-board network. These factors are the reason that novel solutions for communications systems and supply voltage are required. The interlinking of different bus systems and the use of different transport media can bring about the desired effect. Via its radio interfaces, the vehicle will become part of a complex information network.

1. Ausgangsbasis:

In den letzten Jahren haben sehr komplexe elektronische und elektromechanische Systeme im Automobil Anwendung gefunden.

Ausgehend von innovativen Fahrzeugen der Oberklasse, in welchen neue Systeme und Dienste als erstes eingesetzt wurden, hat nun auch der Käufer eines Fahrzeuges der unteren Preisklasse die Möglichkeit diese Anwendungen zu erwerben.

Systeme die der aktiven und passiven Sicherheit dienen und vor allem solche die den Fahrer informieren und unterhalten, haben dazu beigetragen, dass Autofahren wesentlich sicherer und komfortabler geworden ist.

Die technische Umsetzung dieser Systeme hat jedoch auch dazu geführt, dass

- sich bis zu 80 Steuergeräte in einem Fahrzeug befinden,
- das Gewicht eines gesamten Kabelbaums weit über 100 kg liegt,
- bis auf wenige Ausnahmen das Gewicht vergleichbarer Fahrzeuge zugenommen hat,
- die zu bedienenden Funktionen wesentlich mehr sind und die Bedienung aufwendiger geworden ist,
- die technische Beherrschbarkeit dieser Systeme sehr aufwendig ist.

Die zur Zeit eingesetzten Systeme sind nur ein Teil dessen, was zukünftig an Systemen im Fahrzeug Einzug halten soll.

Fahrzeug- Bordnetz- Architekturen werden in Zukunft einer Vielzahl von Infotainment- Anwendungen, und Fahrerassistenzfunktionen gerecht werden müssen.

Schwindende Ressourcen und die damit verbundenen höheren Treibstoffpreise, sowie die Verpflichtung an ökologische Nachhaltigkeit, machen eine starke Reduzierung des Durchschnittsverbrauches pro Fahrzeug notwendig. Um dies zu erreichen, ist eine der erforderlichen Maßnahmen, die Reduktion des Gewichts der EE- Komponenten im Fahrzeug. Aus diesen Randbedingungen ergeben sich an zukünftige Fahrzeug- Bordnetz- Architekturen folgende grundsätzliche Forderungen:

1. Sie müssen den Anforderungen neuer Systeme aus Fahrerassistenz und Car Infotainment gerecht werden.
2. Es müssen Technologien eingesetzt werden, die einen wesentlichen Beitrag zur Reduktion des Fahrzeuggesamtgewichtes bringen.

2. Anforderung neuer Systeme aus Fahrerassistenz und Car-Infotainment

Fahrerassistenzsysteme sind Systeme die den Fahrer bei seiner Arbeit unterstützen. Sie sollen ihm die richtigen Informationen zum richtigen Zeitpunkt zur Verfügung stellen, Situationen bewerten und ihn bei der Durchführung von Aktionen unterstützen.

Unter Car- Infotainment versteht man die Verbindung von Information und Entertainment im Fahrzeug.

Die bereits erfolgte Verknüpfung von Fahrerassistenz und Car- Infotainment und die Aussicht, dass diese Systeme weiter verschmelzen, machen eine klare Trennung immer schwieriger. Das Beispiel der Warnung vor Ermüdungszuständen zeigt die Nutzung von Car-Infotainment für eine Fahrerassistenzfunktion. Hier wird die Ermüdung zuerst detektiert und dann eine visuelle, akustische oder auch olfaktorische Warnung ausgegeben.

2.1 Fahrerassistenzsysteme

Fahrerassistenzsysteme werden in einem 3- Ebenen Modell gegliedert:

- Navigationsebene
- Führungsebene
- Stabilisierungsebene

Eine Einteilung der Fahrerassistenzsysteme kann auch durch den entsprechenden Grad der Fahrerunterstützung erfolgen:

- Warnung und Information
- Verbindliche Anweisungen
- Korrigierende Eingriffe
- Übernahme der Fahraufgaben

2.1.1 Anforderungen von Fahrerassistenzsystemen an die Kommunikations-Systeme

Für die Realisierung von zukünftigen Fahrerassistenzsystemen sind derzeit eingesetzte Bordnetze nicht geeignet. Ausgehend von Warnung und Information des Fahrers bis zur aktiven Übernahme von Fahraufgaben steigt die Anforderung an die Systemsicherheit. Gefordert sind keine 99 % sondern 100% Sicherheit.

Kommunikationsprotokoll, Transportmedium, Spannungsversorgung und Systemdesign stehen unter dem Blickpunkt von optimaler Funktion und Systemsicherheit. Wie bei Systemen in der Luft- und Raumfahrt sind Redundanzen unbedingt erforderlich.

Der für X-by-Wire eingesetzte Datenbus muss dafür sorgen, dass alle Komponenten im Fahrzeug in einem streng definierten Zeittakt elektronisch miteinander kommunizieren. Das System akzeptiert dabei Daten von Geräten die an andere Komponenten weitergeleitet werden sollen, nur in genau definierten Zeitsegmenten. Des Weiteren ist eine sichere Erkennung von Fehlfunktionen der Geräte und eine Erkennung von Fehlern in der Datenübertragung notwendig. Eine neue Nachricht überschreibt eine alte, so kann es zu keiner Überladung des Systems kommen. Eine aktive Redundanz wird durch das mehrfache senden von Nachrichten und der Verwendung mehrerer Sensoren, die die gleiche Größe messen, erreicht. Eine Weitere Lösung sind 2- Prozessorsysteme, wobei ein Prozessor den anderen überwacht.

Kommunikationsprotokolle die diesen Anforderungen weitestgehend entsprechen sind sogenannte TTP (Time Triggered Protocol) in den Ausführungen TTP/C und TTP/A. Für passive, sicherheitsrelevante Anwendungen bietet sich das Kommunikationsprotokoll ByteFlight an. Für Powertrain Hochgeschwindigkeitsanwendungen wie Motor-, Schaltungs- und Fahrdynamikregelungen kommen Kommunikationsprotokolle wie CAN C mit einer Datenrate von 1Mbit/s zum Einsatz.

Ein sehr vielversprechendes in Entwicklung befindliches Kommunikationsprotokoll ist FlexRay. Es soll sowohl für auf X-by-Wire Systeme und Powertrain Anwendungen geeignet sein. FlexRay soll sowohl die sicherheitsrelevanten als auch die Aspekte der Hochgeschwindigkeit mit bis zu 5Mbit/s abdecken können. FlexRay wird in Zusammenarbeit von BMW, DaimlerChrysler und den Halbleiterherstellern Motorola und Philips Semiconductors und Bosch entwickelt. Das Gegenstück dazu ist die TTA Group, der zur Zeit

Volkswagen, Audi und das Luft und Raumfahrt Unternehmen Honeywell sowie weitere Anbieter angehören. Die TTA Group setzt auf eine Weiterentwicklung des TTP Protokolls. Als Transportmedium werden sowohl Kabel mit metallischen Leitern als auch Lichtwellenleiter zum Einsatz kommen.

Kabel mit metallischen Leitern haben nach wie vor den Vorteil, dass Sie relativ leicht zu konfektionieren und unproblematisch im Fahrzeug zu verlegen sind.

Bei Lichtwellenleitern ist die Konfektion der Kabel und die Verlegung im Fahrzeug anspruchsvoller. Lichtwellenleiter in der Ausführung „Pastic Optical Fiber“ haben die Vorteile

- geringeres Gewicht,
- kein leiterbedingtes Rauschen,
- keine Anfälligkeit für elektromagnetische Störeinflüsse,
- keine elektromagnetische Ausstrahlung,
- Übertragung von hohen Datenraten möglich,

und sind daher für sicherheitsrelevante Datenübertragung sehr gut geeignet.

2.2 Car- Infotainment

Im Jahre 2000 wurden in Deutschland 450.000 Fahrzeuge mit Navigationssystem verkauft. In Europa waren es in diesem Zeitraum 750.000 Fahrzeuge. Für das Jahr 2001 wird mit einer Steigerungsrate 35% gerechnet. Diese Zahlen alleine belegen, dass Infotainment ein wesentlicher Schrittmacher für die Zukunft des Automobils ist.

Trends bei im Fahrzeug autarken Systemen

- Immer mehr Anwendungen aus dem Home Entertainment halten Einzug im Fahrzeug. Dies gilt für Anwendungen wie Mini Disc, DVD, Computer Spielekonsolen bis hin zu hochwertigen Audioanwendungen wie Dolby Surround und olfaktorischen Anwendungen.
- Des Weiteren bieten Ein- und Ausgabesysteme die Möglichkeit Funktionen komfortabel zu bedienen. Auf Grund der Anzahl an Funktionen wird ein großer Schwerpunkt in der Entwicklung verständlicher Menüstrukturen liegen, die auf zentralen Displays angezeigt werden. Die Menüstrukturen werden von einem oder

mehreren Bedienelementen gesteuert. Als zusätzliche Anzeige-Medien sind Head-Up-Displays und eine verstärkte Nutzung der Spiegelflächen denkbar.

Zukunftstrends bei Systemen die für Ihre Funktion Informationen über eine Funkschnittstelle benötigen

- Von der statischen zur dynamischen Navigation (TMC) bis hin zur Warnung vor Straßenglätte, Nebelbänken und Stauenden. Auf der Basis von Echtzeit Informationen die in das Fahrzeug übermittel werden, wird eine Ausweichroute, Warnung oder auch ein korrigierender Eingriff übernommen.
- Neben analogem Radioempfang ist es mittels DAB in einigen Versuchszonen bereits möglich terrestrisch abgestrahltes digitales Radio in hoher Qualität zu empfangen. In den USA wird auf Grund der terrestrisch schlecht zu versorgenden Gebiete ein per Satellit abgestrahlter Radiodienst (SDARS) zum Einsatz kommen.
- Ausgehen von relativ rudimentären WAP- Anwendungen ist in Zukunft die Nutzung des Internet, wie von einem Heim PC aus, eine klare Wunschvorstellung des Kunden. Neben den Möglichkeiten des Internets sind Intranetlösungen für die sichere Anbindung an Datennetzwerke von Unternehmen gefordert.
- Standort- und personenbezogene Echtzeit-Informationendienste werden dem Nutzer bei der Suche nach Hotels, Tankstellen, Apotheken und anderem zur Verfügung stehen.
- Neben der Fahrzeugferndiagnose, bei welcher Fehlerspeicher ausgelesen und analysiert werden, wird eine bedingte Fernwartung der Fahrzeugelektronik möglich sein. Das Fahrzeug kann über ein Software- Online- Update zusätzliche Funktionen erhalten. Fehlerhafte oder veraltete Software kann durch neue ersetzt werden und kostenintensive Fahrzeugrückrufaktionen können teilweise entfallen.

Das Automobil wird jedoch nicht nur Informationsempfänger sein. Viel mehr wird es als Teil eines komplexen Netzwerks Informationen übermitteln, die wieder andern Verkehrsteilnehmern zur Verfügung gestellt werden können.

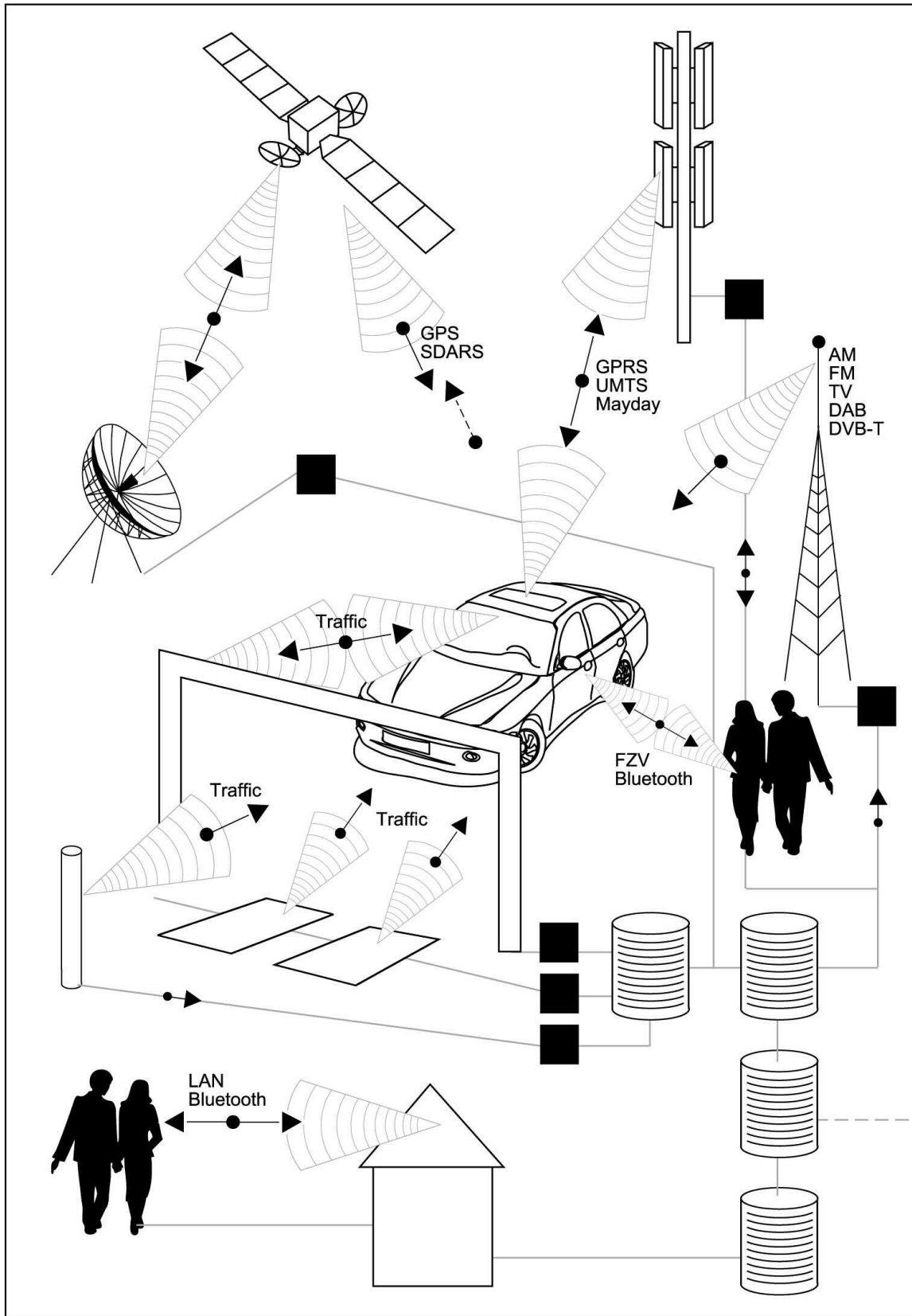


Abb. 3: Informationsnetzwerk

Fig. 3: Information network

2.2.1 Anforderungen von Car Infotainmentanwendungen an die Kommunikations-Systeme

Durch die Vielzahl von Diensten steigen die Anforderungen an die Datenübertragung mit hoher Bandbreite. Eingesetzte Netzwerke sind an ihre Grenzen gestoßen. Aus dem Home-Entertainment- Bereich sind verschiedene Lösungen für Multimedia- Netzwerke bekannt, die jedoch nur teilweise den Anforderungen im Fahrzeug gerecht werden. Aus diesen Gründen wurde in den letzten Jahren intensiv an neuen Lösungen, welche den Fahrzeug- und Multimedia- Anforderungen gerecht werden, gearbeitet. Da Multimedia- Anwendungen kürzere Innovationszyklen aufweisen, sollte eine spätere Nachrüstung von Hardware einfach möglich sein

Die MOST-(**M**edia **O**riented **S**ystems **T**ransport) Technologie wurde ursprünglich für Multimedia- Anwendungen im Fahrzeug entwickelt. Aufwändige und teure elektronische Verdrahtungen in Form von Kabelbäumen sollten durch extrem robuste und kostengünstige Netzwerke ersetzt werden, die ohne großen Aufwand eine Nachrüstung an jeder beliebigen Stelle im Netzwerk erlauben. Das MOST- Netzwerk ist deshalb als einfach erweiterbares Bussystem ausgeführt.

Um die Dämpfung im Ring zu minimieren, arbeitet jeder Knoten als „Refresher“ für das optische Signal. Ein weiterer wichtiger Aspekt der MOST-Technologie ist die Ausfallsicherheit. Deshalb ist jeder Knoten „Bypass-fähig“, d.h. bei Ausfall des Knotens wird der restliche Datenverkehr im Ring nicht beeinträchtigt.

Auf der Applikationsebene kann durch Redundanz sicherheitsrelevanter Funktionalität (z.B. Rollentausch der Masterfunktionalität bei Defekt) eine erhöhte Ausfallsicherheit erzielt werden.

Der Transportmechanismus unterstützt asynchronen, isochronen und synchronen Datentransfer. Die Transferrate liegt z.Z. bei bis zu 22,5 Mbit/s und die Aufteilung der Bandbreite zwischen den Teilnehmern kann dynamisch erfolgen.

Fehlererkennungsmechanismen wie Cyclic Redundancy Check (CRC), Frame Check etc. sorgen für eine hohe Übertragungssicherheit. MOST ist auf dem besten Weg **Standard** zu werden. Mit dem auf der IAA 2001 präsentierten 7er BMW wurde das erste Serienfahrzeug mit MOST präsentiert. Weitere deutsche und europäische Hersteller werden Serienfahrzeuge mit MOST anbieten

FireWire (auch bekannt als IEEE 1394 oder Sony's i.LINK) ist ein serielles High-Speed-Interface mit bis zu 400 Mbit/s. Zur Zeit sind zwei physikalische Layer vorhanden, als „Backplane“ oder als virtueller Point-to-Point Bus. Beide Varianten sind völlig kompatibel bezüglich Link-Layer und Protokoll. Zukünftige Standardisierungen bezüglich optischer Medien (POF, Fiber Optics etc.) und höherer Übertragungsraten bis hin zu 3200 MBit/s sind in Arbeit. Ein einheitlicher, genormter Steckverbinder fasst Stromversorgung und Datenleitungen zusammen. Die maximale Kabellänge zwischen zwei Knoten beträgt 4,5m, in einem Netzwerk können bis zu 63 Knoten sprich Geräte adressiert werden.

Dabei werden Daten in Echtzeit übertragen und Geräte können während des Betriebes an- und abgesteckt werden (Live Connect/Disconnect). Der Bus ist multimasterfähig und angeschlossene Knoten können mit unterschiedlicher Geschwindigkeit skalierbar kommunizieren. Jeder Knoten kann als Repeater arbeiten und auf diese Weise können baumförmige Busstrukturen abgebildet werden.

Das Kommunikationsprotokoll ist paketorientiert und unterstützt sowohl asynchrone als auch isochrone Transfers. Erstere liefern Daten an eine bestimmte Knotenadresse im Bus, letztere übertragen Daten quasi parallel an Kanäle. Isochrone Übertragungen erfolgen dabei durchschnittlich alle 125 μ s um gerade Echtzeit-kritische Applikationen zu unterstützen. In wie weit es FireWire im Wettbewerb zu MOST Bus schaffen wird, Einzug im Automobil zu finden ist mehr als fraglich.

Das MML-System (**M**obile-**M**ultimedia-**L**ink) ist aus einer Zusammenarbeit von Delphi Automotive, STMicroelectronics und C&C hervorgegangen. Es basiert ebenfalls auf Plastic Optic Fiber (POF) allerdings in einer patentierten Sterntopologie. Es erlaubt einen Durchsatz von bis zu 100 Mbit/s, ist fehlertolerant und plug-and-play-fähig, befindet sich allerdings noch in der Entwicklungsphase.

BlueTooth, hier als einziges drahtloses Kommunikationsprotokoll aufgeführt, ermöglicht ebenfalls den Transport multimedialer Daten in Form von z.B. Audiodaten. Es sind sowohl Point-to-point- als auch Point-to-multipoint-Verbindungen möglich. Sogenannte Scatter-Netze vereinen einen Master mit bis zu 7 Slave-Devices und ermöglichen so die Bildung kleiner eigenständiger Zellen. Der Softwareprotokollstack sorgt durch entsprechende Maßnahmen (Forward Error Correction FEC, Cyclic Redundancy Check CRC etc.) für eine sichere Datenübertragung. Auch Verschlüsselungsalgorithmen für sensitive Daten sind möglich. Das Bluetooth-Protokoll unterstützt verschiedene Kombinationen von Übertragungsarten. Zum einen ist es möglich einen asynchronen Datenkanal, bis zu 3

simultane synchrone Sprach- bzw. Audio-Kanäle (Voice channel) oder einen asynchronen Datenkanal simultan mit einem synchronen Voice-Kanal zu betreiben. Jeder Voice-Kanal hat dabei eine Datenrate von 64kBit/s in beide Richtungen. Die asynchronen Datenkanäle können maximal 723,2 kBit/s bzw. 57,6 kBit/s in die Gegenrichtung oder 433,9 kBit/s symmetrisch übertragen. Auf Grund der International standardisierten Sendefrequenzen im ISM- Band bei 2,4 GHz, ist Bluetooth bestens als Ländervarianten übergreifender Standard geeignet. Die Unterstützung des Bluetooth Standards von Seiten der Consumer Elektronik Industrie ist sehr groß. Erste PDA (Personal Digital Assistent) und Mobiltelefone sind über Bluetooth mit dem Fahrzeug vernetzt. Weitere Anwendung wie Key Less Entry/ Key Less Go oder die Funktion der Datenschnittstelle zu räumlich nahen stationären Netzwerken sind machbar.

Funkschnittstellen nach außen

Um komplexe Car- Infotainment Anwendungen umzusetzen sind eine Vielzahl von Funkschnittstellen nach außen notwendig. Die Anzahl der Antennen steigt trotz des Einsatzes von Multibandantennen.

In Fahrzeugen der Mittel- und Oberklasse arbeiten sehr komplexe hochintegrierte Antennesysteme. Bei Fahrzeugen der Top Klasse sind diese Antennesysteme soweit in das Fahrzeug integriert, dass keine der Antennen als sichtbare Stabantenne ausgeführt ist. Zentrales Thema der Funkschnittstellen ist die Bereitstellung von Daten in der notwendigen Qualität und mit der notwendigen Datenrate.

Dienste wie normales Telefonieren, der Empfang von TMC Daten benötigen keine hohen Datenraten. GSM (Global System for Mobil Communication) ist mit einer maximalen Datenübertragungsrate von 9,6 kBit/s (14,4 kBit/s bei verringerter Fehlerkorrektur) völlig ausreichend.

Denkt man jedoch an mobile Internet (Intranet)- Lösungen so sind wesentlich höhere Datenraten erforderlich. Zusätzlich erschwerend kommt hinzu, dass bei zunehmender Geschwindigkeit des Fahrzeuges die Datenrate auf Grund fehlerhafter Datenpakete erheblich sinkt.

Ein erster Ansatz die Datenrate zu erhöhen ist GPRS (Generalized Packet Radio Service). GPRS wird von der Industrie als Übergangstandart zu UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) gesehen. GPRS teilt jedem Empfänger(eigene IP Adresse)

dynamisch einen Anteil an den zur Verfügung stehenden Kapazitätsreserven zu. Sind wenige Nutzer im Netz ist die Datenübertragungsrat hoch, sind viele Nutzer z.B. im Staufall im Netz ist die Übertragungsrate niedrig. Die zur Zeit angegebene Datenrate beläuft sich bei still stehendem Fahrzeug auf 28-40 kBit/s die maximal mögliche soll bei 128 kBits/s liegen. Mit diesen Datenraten werden die ersten einfachen Internet(Intranet)- Lösungen möglich. UMTS auf dem WCDA- Verfahren (Sideband Code Division Multiplexing Access), welches sich von bisher eingesetzten Verfahren dadurch unterscheidet, dass alle Daten innerhalb einer Funkzelle auf der selben Frequenz und zum selben Zeitpunkt übertragen werden. Auseinandergehalten werden die Daten durch eine Sender/ Empfänger- Kennung. Wie bei GPRS teilen sich die Nutzer dynamisch die zur Verfügung stehende Kapazität. Angestrebt werden Datenübertragungsraten von 384 kBit/s. Maximal möglich sollen 2 Mbit/s sein.

Es gilt jedoch auch wieder, je mehr Nutzer sich in einer Zelle befinden und je höher die Fahrtgeschwindigkeit ist, umso geringer ist die Datenübertragungsrate.

Bei Tempo 100 km/h wird die Datenübertragungsrate nur mehr ca. $\frac{1}{4}$ der maximalen Datenrate betragen.

Aus diesen Gründen wird es verschiedene Lösungen für verschiedene Fahrzustände geben.

- Fahrzeug stehend /ortsgebunden (hohe Datenübertragungsrate)
- Fahrzeug bewegt (mittlere bis geringe Datenübertragungsrate)

Bei stehendem Fahrzeug (Tiefgarage der Wohnung, Unternehmensparkplatz, Werkstätte) sind ortsgebunden Verbindungen wie z.B. Wireless LAN oder Bluetooth denkbar.

Bei bewegtem Fahrzeug werden Lösungen ausgehend von GPRS übergehend auf UMTS eine Basis für Anwendungen bieten.

2.3 Anforderungen von Fahrerassistenzsystemen und Car- Infotainment an die Spannungsversorgung

Speziell Brake-by-Wire und aktive Fahrwerkssysteme haben einen kurzzeitigen Spitzenbedarf an elektrischer Leistung der zumindest bei gleichzeitiger Betätigung die Leistungsfähigkeit heutiger Bordnetze überschreitet.

Aus technischen und wirtschaftlichen Überlegungen führt kein Weg an einem 42 V Bordnetz vorbei.

Allerdings gibt es einige unerwünschte Nebeneffekte bei verschiedenen Bauteilen.

Darunter fallen Elektromotoren, Schalter, Relais und Schmelzsicherungen sowie Scheinwerferglühlampen. Diese Bauteile müssen grundlegend modifiziert werden oder es gilt neue Lösungsansätze für deren Funktion zu finden.

Kurzfristig ist daher mit einem Zweispannungsboardnetz 42 V/14 V und erst mittelfristig mit einem 42 V Spannungsbordnetz zu rechnen.

3. Anforderungen an das Bordnetz zur Reduzierung von Gewicht

Die Reduktion von Gewicht ist ein zentrales Thema bei der Gestaltung von Bordnetzen. Potential zu Reduktion besteht durch den Einsatz von neuen Transportmedien in Verbindung mit einem 42 V Bordnetz sowie durch den Einsatz von neuen Kommunikationssystemen.

Die Nutzung von stromführenden Leitungen als Datenverbindung würde die Kabellängen im Fahrzeug wesentlich reduzieren. Diese Aufgabe hat sich das DC- Bus Konsortium bestehend aus Audi, BMW, DaimlerChrysler, Ford sowie der PSA Konzern und den Technologie Unternehmen iQ Power, Yamar Electronics, Infineon Technologies und weiteren namhaften Automobilzulieferern gestellt.

Bei der Powerline Kommunikation entfallen die sonst üblichen Datenleitungen für die fahrzeuginterne Kommunikation. Statt dessen werden Daten auf die spannungsversorgenden Kabel eingekoppelt.

Die spannungsversorgenden Kabel sind in der Regel durch Störungen extrem verrauscht. Die Folge können unvollständig ankommende Datenpakete sein. Durch eingebaute Error Correction Codes können diese Fehler erkannt werden. Dadurch reduziert sich der tatsächlich fehlerfreie Datenstrom um mehr als die Hälfte.

Seit Anfang des Jahres 2000 wird der Datenbus LIN entwickelt. LIN (Local Interconnect Network) ist als preisgünstige Lösung mit niedrigen Datenübertragungsraten definiert. LIN ist als Eindraht- Bussystem ausgeführt. Das bedeutet, dass z.B. gegenüber CAN von zwei auf einen Leiter reduziert werden kann. Geeignet ist LIN für Anwendungen und Subsysteme wie Spiegelmodule, Klappen- und Türmodule sowie für Tempomat, Schiebedach oder Lüftungsklappen, bei denen keine hohen Datenübertragungsraten notwendig sind.

Eine weitere Reduktion von elektrischen Kabeln bietet sich durch den Einsatz von FPC (Flexible Printed Circuit) und FFC (Flat Flex Cable) an. FPC und FFC kommen ursprünglich aus Computer- und Druckeranwendungen. Sie wurden überall dort eingesetzt wo Platzmangel normale Leiterplatten und Kabel nicht zuließ. FPC- Leiter sind nach Herstellerangaben in der Lage Systeme mit Betriebsstrom bis 20 A und mit Datensignalen zu versorgen.

FPC- Leiter bieten zusätzlich die Möglichkeit Schaltkreise auf dem Leiter zu integrieren.

FPC- und FFC- Leiter sind besonders für Bereiche mit Bauraumproblemen wie Himmel, Türen, Heckdeckel oder auch Scharnierbereiche geeignet.

3. Darstellung einer möglichen Kommunikationsnetzarchitektur

Zukünftiger Kommunikationsnetz- Architekturen werden sich aus heutiger Sicht nicht über ein Bussystem darstellen lassen. Zu unterschiedlich sind die einzelnen Anforderungen der verschiedenen System. Viel mehr wird die Vernetzung verschiedener Bussysteme und der Einsatz von verteilten Systemen den Anforderungen aus Funktion, Sicherheit, Kosten, Bauraum und Gewicht gerecht werden.

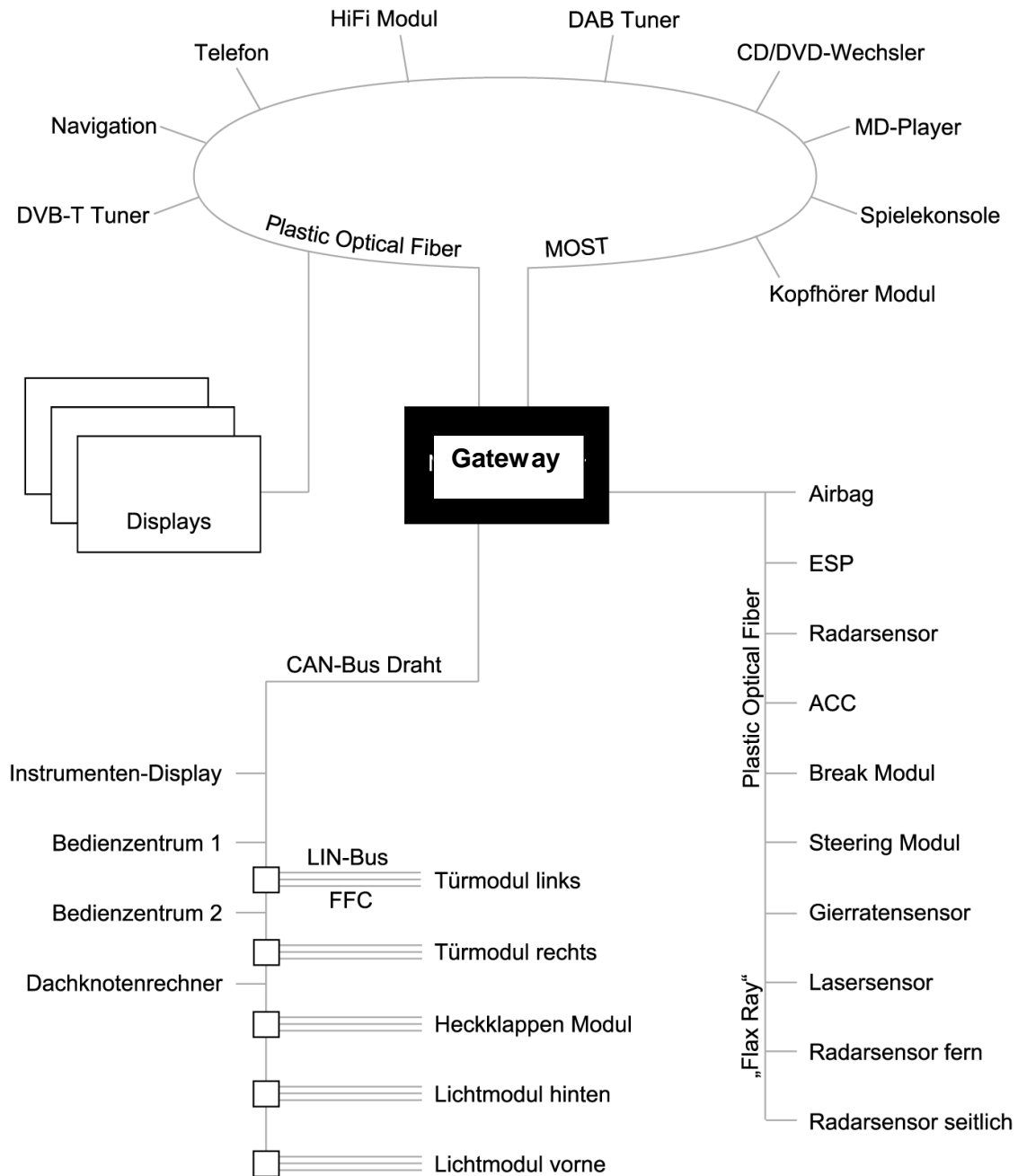


Abb. 4: Bus Systeme und Transportmedien

Fig. 4: Bus systems and transport media

Literatur- Internetverzeichnis:

/1/ www.can.bosch.com

/2/ www.lin.bus.de

/3/ www.flexray.de

/4/ www.mostnet.de

/4/ www.tttech.com

/5/ www.bordnetzforum-42v.de