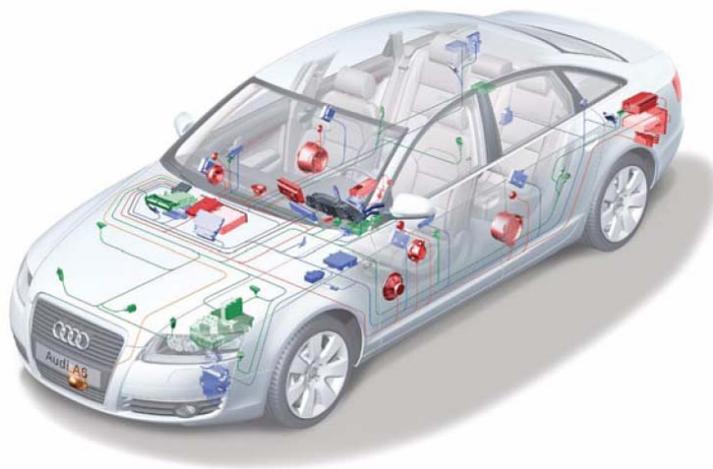

„Bussysteme im Automobil“

Ausarbeitung zum Seminarvortrag von

Daniel Schüller

dschueller@uni-koblenz.de



Universität Koblenz-Landau

Seminar „Mobile Systeme“

Wintersemester 04/05

Dozent: Prof. Dr. Zöbel

Koblenz, 20.01.2005

Inhaltsverzeichnis zur Ausarbeitung

Einleitung	1
Kapitel 1: Hintergründe der Entwicklung	
1.1. Historie	1
1.2. Gründe für die Entwicklung eines Bussystems	3
1.3. Trends für die Zukunft	3
Kapitel 2: Grundlagen und Klassifizierung	
2.1. Auswahl eines Bussystems	4
2.2. SAE-Klassen der Bussysteme	5
Kapitel 3: LIN & MOST	
3.1. Local Interconnect Network	
3.1.1. LIN-Historie	6
3.1.2. Übersicht der LIN-Versionen	7
3.1.3. Grundaufbau	8
3.1.4. Frameaufbau und Zeitslots	9
3.1.5. Kommunikationsablauf	10
3.2. Media Oriented Systems Transport	
3.2.1. Historie	11
3.2.2. Leistungsmerkmale des MOST-Bus	11
3.2.3. MOST-Framework-Übersicht	12
3.2.4. Frameaufbau	12
3.2.5. Bandbreitenverteilung	13
Kapitel 4: Praxis am Fahrzeug	
4.1. Gateway	14
4.2. Beispiel 1: „Richtungsblinken“	15
4.3. Beispiel 2: Aufbauschemata an einem Beispielfahrzeug	15
4.4. Zusammenfassung und Fazit	17
Quellenverzeichnis	18

Einleitung:

Wirft man heutzutage einen Blick auf die Daten eines Neuwagens, so sind dessen elektrische Komponenten vielleicht noch gerade eben auf einer DIN A4 Seite darstellbar, doch je nach Ausstattungsklasse reicht selbst dies nicht mehr aus. Schlagworte wie Airbag, ABS, ESP, elektrisch verstell- und beheizbare Außenspiegel, Regen- und Rückfahrsektoren, Klimaanlage etc. finden sich dort wieder – ohne die Komponenten zu nennen, an welche wir uns im Laufe der letzten beiden Jahrzehnte bereits schon so gewöhnt haben, dass wir sie als selbstverständlich ansehen (wie Kontrollleuchten für den Öldruck und Temperatur etc.). Doch was genau steckt hinter dieser Technik, welche Entwicklung ermöglichte, den Schritt weg vom reinen fahrbaren Untersatz zum multimedialen Automobil?

Es waren die Bussysteme, welche neue Perspektiven eröffneten und auch in Zukunft Entwicklungstrends setzen werden. Diese Trends wollen wir nun genauer betrachten und an den Beispielsystemen LIN und MOST, welche momentan ihren Einzug in die Automobilindustrie halten, analysieren.

Kapitel 1: Hintergründe der Entwicklung

1.1. Historie:

Der erste Einsatz einer elektronischen Komponente erfolgte im Jahre 1915 durch die Ford Motor Company mit dem Einbau von Scheinwerfern im Automobil. Die Entwicklung in dieser Richtung ging jedoch zunächst schleppend voran und so kam selbst 1970 der VW Käfer noch mit einem Gesamtschaltplan von einer DIN A4 Seite aus – er stellte damit eine nahezu „*Elektronik-Freie-Zone*“¹ dar. Jedoch wurde der Ruf nach mehr Komfort und Sicherheit laut und der erste elektronische Baustein (ASIC² von Elmos) ging diesem nach und übernahm die Steuerung der Wischvorgänge der Scheibenwischer – dies war die Geburtsstunde des „Scheibenwisch-Intervalls“. Anfang der 80er Jahre folgte mit der Entwicklung und Verwendung von Mikrocontrollern ein weiterer bedeutender Schritt und man begann einzelne Elektronikgruppen in verschiedenen Ordnungen wie Karosserie- oder Motorelektronik zusammenzufassen.

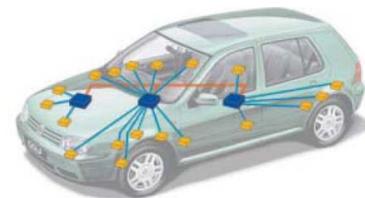
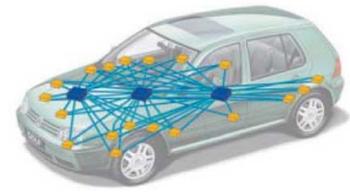
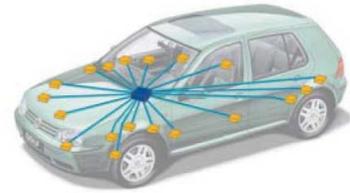
¹ vgl. Elektronik Automotive 4/2004 Seite 82-86: Dr. Thoma „Wie die Elektronik ins Auto kam“

² ASIC: Application Specific Integrated Circuit

Die einzelnen Baugruppen wurden über Steuergeräte angesprochen und diese wiederum kommunizierten über Einzeldrahtleitungen, welche im sog. Kabelbaum zusammengefasst wurden.

Doch das Ende der Realisierbarkeit dieser Konstruktionsweise wurde sehr bald ersichtlich, denn noch während der 80er Jahre ergab eine Hochrechnung, dass bei konstant bleibender Entwicklungsgeschwindigkeit der Kabelbaum Anfang der 90er Jahre etwa 4000 Kabel enthalten würde. (vgl. Abb. 1.1 – 1.3)

Nun schenkte man der Idee eines Bussystems erste Aufmerksamkeit und begann schon bald mit der Entwicklung. So entstand z.B. das Bussystem Byteflight aus einem Zusammenschluss von BMW, Motorola, Infineon und Elmos, was die heutige Grundlage des neueren FlexRay-Systems darstellt. Wie bei jeder neuen Technologie musste man während der Entwicklung bis zur heutigen Zeit auch teilweise schmerzliche Erfahrungen machen, da man die Bussysteme aus der Computerwelt nicht einfach übernehmen konnte und differenzierten Anforderungen gewachsen sein musste. Nur durch präzise formulierte Standards und genaues analysieren der Einsatzgebiete eines Bussystems gelangte man zu dem uns heute bekannten Status.



(Abb.1.1 – 1.3)

Fakt ist, dass die Elektronik ihren Einzug ins Automobil gehalten hat und dies in Zukunft auch weiter zunehmen wird. Durch sie sind auf Seiten der Zulieferer komplett neue Märkte entstanden. Im Jahre 2000 lag der Anteil verbauter elektronischer Komponenten innerhalb eines Fahrzeuges bei 20%, Prognosen sagen für das Jahr 2010 einen Anteil von 35% voraus.

1.2. Gründe für die Entwicklung eines Bussystems:

Bei der Entwicklung der Bussysteme erhoffte man sich folgende Vorteile zu erzielen³:

- Garantie der Kommunikation zw. unterschiedlichen Baugruppen und Steuergeräten mit möglichst wenig Verkabelungsaufwand
- Einfaches Aufbauen eines Busses, d.h. jedes Gerät soll nur einmal angeschlossen werden
- Erhöhung der Ausfall- und Störsicherheit durch redundante Leitungen
- Anwendungen einfacher Diagnosewerkzeuge durch Implementation eines Fehlerspeichers im Steuergerät
- Einsparungen an Kabel und damit auch an Kosten und Fahrzeuggewicht
- Einfaches Updaten neuer Software, während der Montage als auch zur Wartung
- Wandlung des Fahrzeugs zum „Mobile Office“, Integration von Navigationssystemen, Telefon usw.
- Einfaches Integrieren weiterer elektronischer Systeme (z.B. neue Fahrhilfen)

1.3. Trends für die Zukunft:

Eine Entwicklung mit denen aus 1.2. genannten Randbedingungen ist jedoch nur dann möglich, wenn man präzise Standards formuliert, um zum einen die Kosten so gering wie möglich zu halten, als auch zum anderen eine gewisse Modularität zu gewährleisten. Bauteile sollen möglichst leicht ersetzbar sein und man möchte sich nicht an einen einzelnen Zulieferer binden. Ein Ende dieser Entwicklung ist ebenso wenig in Sicht, denn die zukünftigen Ziele sind hoch gesteckt:

- weitere Reduzierung des Verbrauches und damit der Emission (Euro-Normen) (realisierbar durch den verstärkten Eingriff ins Motormanagement)
- Erhöhung der aktiven und passiven Sicherheit
- Erhöhung der aktiven Fahrassistenz (z.B. Rückfahrhilfen)
- Ersetzung der mechanischen Systeme durch X-by-Wire Funktionen
- Weitere Vereinfachung der Produktion (Hard- und Software) und Programmierung trotz zunehmender Bauteile

³ vgl. Workshop „Bussysteme im Automobil“ ECT 2002 Augsburg 04.- 06. Juni 2002 Kapitel 1.2

Aktuell rechnet man etwa mit 45 bis 65 Steuergeräten je KFZ und Busart. Für die Zukunft möchte man jedoch eine Abnahme dieser Zahl herbeiführen, indem man die Steuergeräte von der ausführenden Funktion entkoppelt, dazu mehr Sensoren und Aktoren einsetzt und gleichzeitig die überwachende Leistung der Steuergeräte ausbaut.

Kapitel 2: Grundlagen und Klassifizierung

2.1. Auswahl⁴ eines Bussystems:

So unterschiedlich die Einsatzgebiete der elektronischen Bauteile in einem Fahrzeug sind, so weit gehen auch die Anforderungen an das jeweilige Bussystem auseinander.

Die wesentlichen Auswahlfaktoren sind:

- Bandbreite
- Störsicherheit
- Zahl der adressierbaren Knoten
- Echtzeitfähigkeit
- Topologie der Verkabelung

Neben den Kriterien der Informatik muss das System aber auch physikalischen Voraussetzungen genügen:

- elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
- elektromagnetische Abstrahlung
- Spannungstoleranzen
- Temperaturempfindlichkeiten
- Ausfallsicherheit bei hohen Beschleunigungen/Verzögerungen

Die dritte und letzte Auswahlkategorie bezieht sich auf die wirtschaftlichen Faktoren und spielt in allen Bereichen, von der Entwicklung über die Montage bis hin zur Diagnose und Wartung, eine große Rolle:

- Leitungskosten
- Kosten der Knoten
- Kosten für Montage, Diagnose und Wartung

⁴ vgl. Workshop „Bussysteme im Automobil“ ECT 2002 Augsburg 04.- 06. Juni 2002 Kapitel 4

2.2. SAE- Klassen⁵ der Bussysteme:

Auf Grund der unterschiedlichen Anforderungen und der Vielzahl an Bussystemen entwickelte die SAE (Society of Automotive Engineering) 2002 eine Klassifizierung zur Unterscheidung der eingesetzten Systeme. Kriterien sind unter anderem Kosten und Übertragungsgeschwindigkeiten⁶.

Class A : bis 10kbit/s, Knotenpreis US \$ 4

Vertreter: LIN, TTP/A, J1850

Klasse der Subbus-Systeme

Class B: 10kbit/s bis 100kbit/s, Knotenpreis: US \$ 5

Sicherheitsrelevante Applikationen mit Fehlertoleranz

Vertreter: Powertrain, x-by-wire, TTP/B, Byteflight, TT-CAN

Klasse der Karosserie-Elektronik

Class C: 100kbit/s bis 1 Mbit/s, Knotenpreis: US \$ 10

Verteile Echtzeitsysteme, Multimedia

Vertreter: MOST, D2B

Klasse der Motor-Elektronik

Neben den drei klassischen Einteilungen entwickeln sich derzeit zwei weitere Unterteilungen⁷, welche auch in Zukunft eine Rolle spielen werden:

Sicherheitskritische Systeme:

Sie unterliegen alle einem strengen Determinismus und weisen hohe Redundanz auf.

Vertreter sind z.B. FlexRay und TTCAN.

Mobile Kommunikation:

Bussysteme mit hohen Übertragungsraten für den Multimedia-Bereich.

Vertreter ist der MOST-Bus.

⁵ Workshop „Bussysteme im Automobil“ ECT 2002 Augsburg 04.- 06. Juni 2002 Kapitel 5

⁶ Busse die mehrere SAE Klassen abdecken können auch mit /x beschrieben werden.

⁷ vgl. „Lin-Bus Teil 1“, Prof. Dr. Ing. Grzemba; siehe Abb. 2

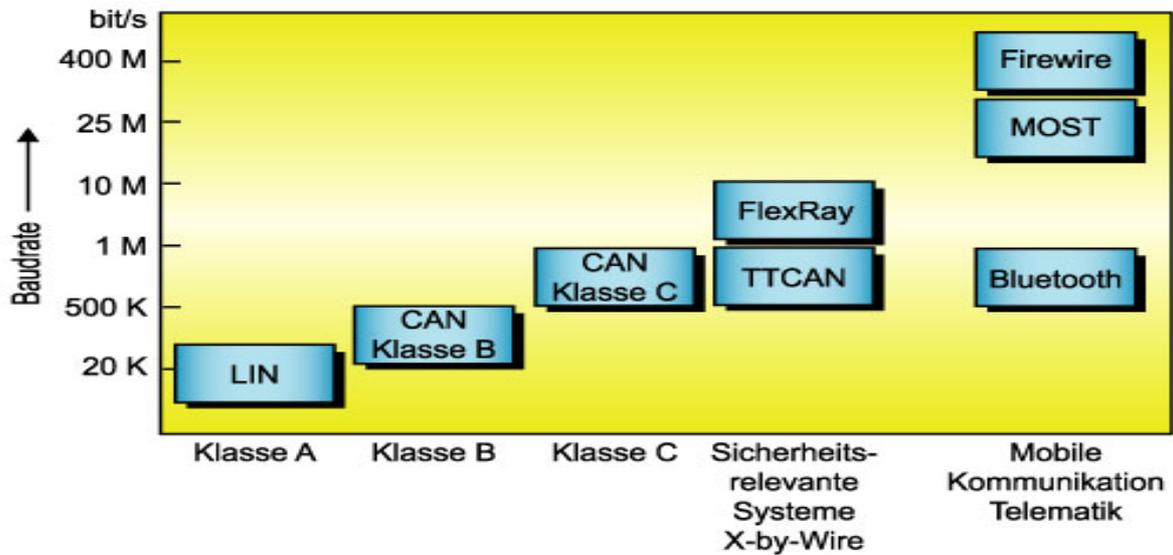


Abb. 2: Einteilung der Systeme in die 5 Klassen⁸

Kapitel 3: LIN & Most

3.1. Local Interconnect Network

3.1.1. LIN- Historie

Erste Entwicklungen am LIN-Konzept begannen 1998 durch einen Zusammenschluss von Daimler-Chrysler, BMW, Audi, Volkswagen, Volcano Communication Technologie und Motorola.



Zielsetzung war es, einen im Vergleich zum CAN-Bus weniger machtvollen und gleichzeitig günstigeren Subbus zu entwickeln, welcher für einfache Anwendungen im Fahrzeug hinreichend sein sollte.

So wollte man z.B. die Diebstahlsicherung, die Scheinwerferelektronik oder Teile der Klimaanlage über den LIN-Bus ansteuern und per Gateway mit den höheren Bussen vernetzen. Im Jahre 2000 folgte dann die Präsentation der Version 1.0, welche bereits 2001 von Daimler-Chrysler in die Serienproduktion aufgenommen wurde.

⁸ vgl. „LIN-Bus Teil 1“, Prof. Dr. Ing. Grzemba

⁹ LIN-Markenzeichen

3.1.2. Übersicht der LIN - Versionen:

V1.0: (Juli 1999):

Grundlegende Spezifikation des Protokolls und der Bitübertragungsschicht
Definition der Configuration Language Description und der API

V1.1: (März 2000) / V1.2: (Nov 2000)

Geringe Änderungen im Vergleich zu 1.1

V1.3: (Dez. 2002):

Wesentliche Änderungen an der Bitübertragungsschicht
Ziel war es die Kommunikation zwischen den einzelnen Knoten zu verbessern

V2.0: (Sept. 2003):

Aktuellste Version: Gesamte Überarbeitung des Konzeptes¹⁰:

- neue Definition des Frameaufbau, Erweiterung der Fehlererkennung
- Änderung des Netzwerk-Managements
- weitere Diagnose-Funktionen
- Änderung der Configuration Language
-

Wesentliche Eigenschaften der LIN- Version 2.0:

- Single Master / Multiple Slave Konzept
- Kostengünstige Implementation der Hard- und Software
- Selbst-Synchronisation des Busses ohne Quarz
- Deterministische Signalübertragung
- Übertragungsrate von 20KBit/s
- Maximale Knotenanzahl: 16

¹⁰ vgl. LIN-Specification-Package Version 2.0, Seite 3

Die gesamte Spezifikation besteht aus folgenden Teilen:

- LIN Physical Layer Specification
- LIN Protocol Specification
- LIN Diagnostic and Configuration Specification
- LIN API Specification
- LIN Configuration Language Specification
- LIN Node Capability Language Specification

3.1.3. Grundaufbau:

Der LIN-Bus besteht im Aufbau generell aus einem Master und mehreren Slaves, welche zu einem Subbus zusammengefasst werden und gegebenenfalls per Gateway an einen höheren Bus gekoppelt werden können. Eine genaue Vernetzungstopologie sowie die maximale Anzahl an Knoten werden nicht explizit vorgeschrieben, dennoch unterliegt das gesamte System einer maximalen Kapazität¹¹, einer maximal möglichen Ausdehnung sowie einer Zeitkonstante¹², welche die äußeren Randbedingungen des Busses definieren und in dessen Grenzen die Funktion des Systems garantiert wird. Am häufigsten wird die klassische Busstruktur als Vernetzungstopologie gewählt und die einzelnen Knoten per Eindrahtleitungen miteinander verbunden.

Aus der maximal vorgegebenen Kapazität lässt sich die maximale Teilnehmerzahl des Systems errechnen. Die Gesamtkapazität des Busses errechnet sich wie folgt:

¹³

$$C_{Bus} = C_{Master} + n \cdot C_{Slave} + C_{Line} \cdot BusLen$$

Setzt man nun die maximalen Werte der Angaben des LIN-Bus ein, so erhält man die maximale Teilnehmerzahl von 16. (1 Master + 15 Slaves)

Maximale Länge	40 m
Maximale Kapazität des Busses	10 nF
Zeitkonstante	5 µs
Maximale Kapazität Master	220 pF
Maximale Kapazität Slave	250 pF
Kapazität der Kabel je Meter	150 pF/m

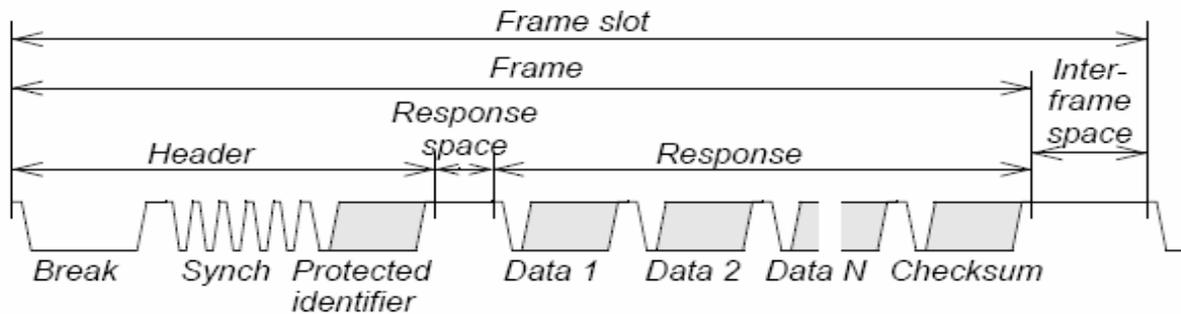
(Tabelle 1)¹⁴

¹¹ reine physikalische Kapazität

¹² siehe Tabelle 1

¹³ vgl. „LIN-Bus Teil 2“, Prof. Dr. Ing. Grzempa

3.1.4. Frameaufbau und Zeitslots:



(Abb. 3)¹⁵

Gesendet werden sogenannte Frames, deren Aufbau in der *Physical Layer* als auch in der *Protokoll Specification* festgelegt ist. Als Codierungsverfahren verwendet man NRZ, dessen Signale über eine Eindrahtleitung versendet werden. Ein Frame besteht aus 2 Abschnitten, einem Header- und einem Response-Abschnitt. Der Header besteht aus einem 14 Bit langen Break, welches den Kommunikationsbeginn signalisiert, einem 10 Bit breiten Synchronisationsteil und weitere 10 Bit entfallen auf die Identifier, welche sowohl das Ziel als auch die Art des Paketes kennzeichnen können.

Der Response-Abschnitt enthält nun mögliche Daten, maximal 8 Byte zuzüglich eines Checksum-Byte. Jedes Byte wird durch ein Start- und ein Stop-Bit eingeleitet bzw. beendet, enthält damit also insgesamt 10 Bit. Darauf ergibt sich folgende Formel für die Gesamtdauer in Sekunden eines maximal großen¹⁶ Frame:

$$17 \quad T_{Frame} = (34 + 10 * (N_{Data} + 1)) * T_{Bit}$$

Die Größe eines Frameslot soll laut Spezifikation wie folgt berechnet werden:

$$18 \quad T_{Frameslot} \geq 1,4 * T_{Frame}$$

¹⁴ vgl. LIN-Specification-Package Version 2.0, Seite 69

¹⁵ vgl. LIN-Specification-Package Version 2.0, Seite 22

¹⁶ maximal: n=8

¹⁷ vgl. LIN-Specification-Package Version 2.0, Seite 25

T_{Bit} entspricht der Dauer eines Bit in Abhängigkeit von der Baud-Rate

¹⁸ vgl. LIN-Specification-Package Version 2.0, Seite 25

bei einer Baud-Rate von 19,6 kbit/s entspricht dies einer Fenstergröße von 8,8 ms.

3.1.5. Kommunikationsablauf:

Jegliche Kommunikation geht vom Bus-Master aus, welcher das sogenannte *LIN Description File* (kurz *LDF*) enthält, nach welchem er die einzelnen Pakete entsendet. Im LDF wird alles zur Kommunikation notwendige gespeichert, Zeitfenster vorgeschrieben, Identifier benannt und ein Schedule erstellt, nach welchem der Master deterministisch, ähnlich dem Round Robin Verfahren, agiert.

Der Bus-Master, auch Publisher genannt, ist immer der Initiator einer Nachricht, der Slave, auch Subscriber genannt, hat die Möglichkeit zu antworten. Der Header des Frame wird im *sogn. Master-Task* immer vom Master gesendet, der Response-Anteil, oder auch *Slave-Task*, kann Daten des Masters als auch eines bzw. mehrerer Slaves enthalten. Daraus ergeben sich 3 grundlegende Kommunikationsmöglichkeiten:

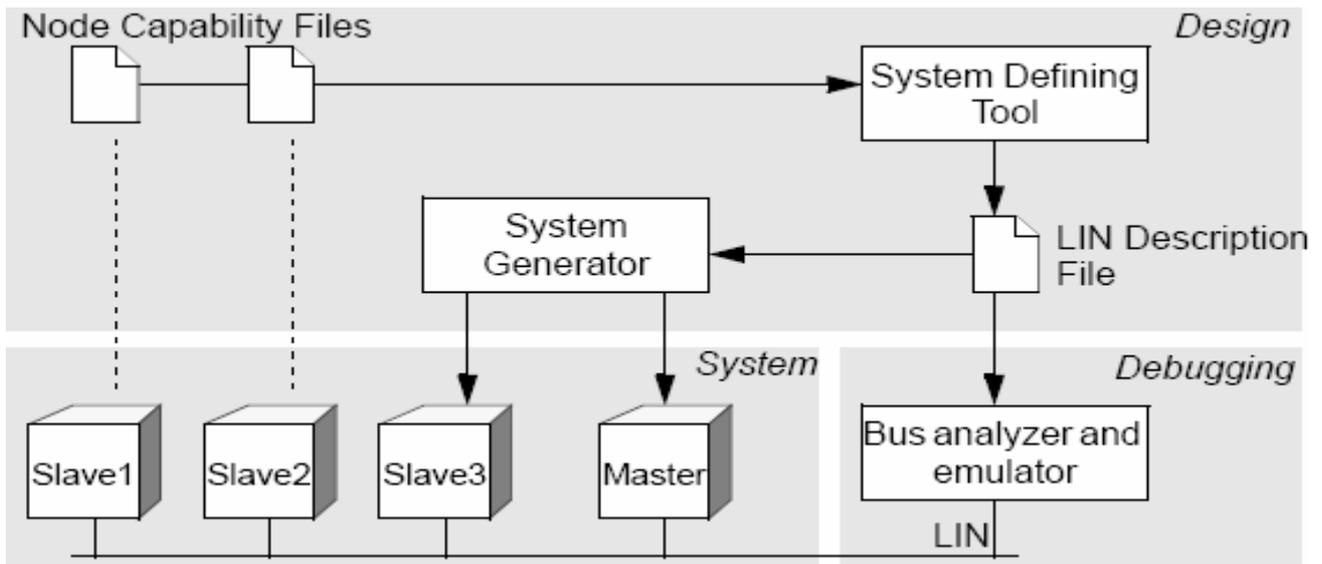
1. Master fragt Daten von einem/mehreren Slave/s ab
2. Master gibt Steueranweisung an Slave/s
3. Master leitet Kommunikation zw. Slaves ein

In jedem Slave existiert seit Version 2.0 ein *Node Capability File*, welche das Verhalten des Slaves beschreibt und ebenso wie die LDF des Masters durch eine *Node Capability Language*¹⁹ bzw. *Configuration Language*²⁰ programmiert werden kann. Doch nicht nur den Aufbau und Ablauf der Kommunikation, sondern auch eine mögliche Diagnose bezog man in die Spezifikation mit ein, um weiterhin den Zielen eines kostengünstigen und leicht zu pflegenden Systems gerecht zu werden.

Das Zusammenspiel der einzelnen Spezifikationen wird in Abb. 4 verdeutlicht. Die LDF wird über ein *System-Defining Tool* erzeugt, welchem die Informationen der einzelnen Slaves zugrunde liegen. Der *System Generator* basiert auf dem LDF und führt später im Master die einzelnen Busarbeitsschritte aus. Über die Debugging-Option haben wir die Option die LDF auf mögliche Fehler zu untersuchen.

¹⁹ vgl. LIN Node Capability Language Specification

²⁰ vgl. LIN Configuration Language Specification



(Abb. 4)²¹

3.2. Media Oriented Systems Transport

3.2.1. Historie:

Die MOST Cooperation wurde 1998 von BMW, Daimler Chrysler, Becker Radio

und OASIS Silicon Systems mit der Zielsetzung gegründet, die MOST Technologie zu standardisieren. 1999 entstand mit dem „MOST Specification Framework“ die Version 1.1 des MOST-Busses und damit die Grundlage für die momentan verwendeten Bussysteme auf MOST-Basis.



22

3.2.2. Leistungsmerkmale des MOST-Bussystems:

Das MOST-Framework definiert ein leistungsfähiges Bussystem zur Übertragung von multimedialen Diensten. Dabei handelt es sich um ein optisches Bussystem, dem zwar keine bestimmte Vernetzungstopologie vorgeschrieben wird, welches aber dennoch überwiegend in der klassischen Ringstruktur zu finden ist. MOST adressiert maximal 64 Knoten bei einer Bandbreite von 24,8 Mbps (3,1 MByte/s). Dies genügt immerhin zur Übertragung von komprimierten Videostreams. Die gesamte Bandbreite wird über

²¹ vgl. LIN-Specification-Package Version 2.0, Seite 4

²² MOST – Markenzeichen

verschiedene Kanäle bereitgestellt, welche durch Steueranweisungen des Datenkanals alloziiert werden können. Darunter garantiert MOST z.B. bis zu 15 Kanäle zur Audio/Video-Übertragung und weitere Bandbreite zur asynchronen Datenübertragung. Der MOST- Bus kann sowohl als Single Master wie auch als Multi-Master System implementiert werden.

3.2.3. Most- Framework- Übersicht:

MOST baut nicht auf vorhandene Spezifikationen auf, sondern implementiert die wesentlichen Schichten des ISO/OSI Modells. Folgende Tabelle zeigt die Aufteilungen auf die einzelnen Schichten:

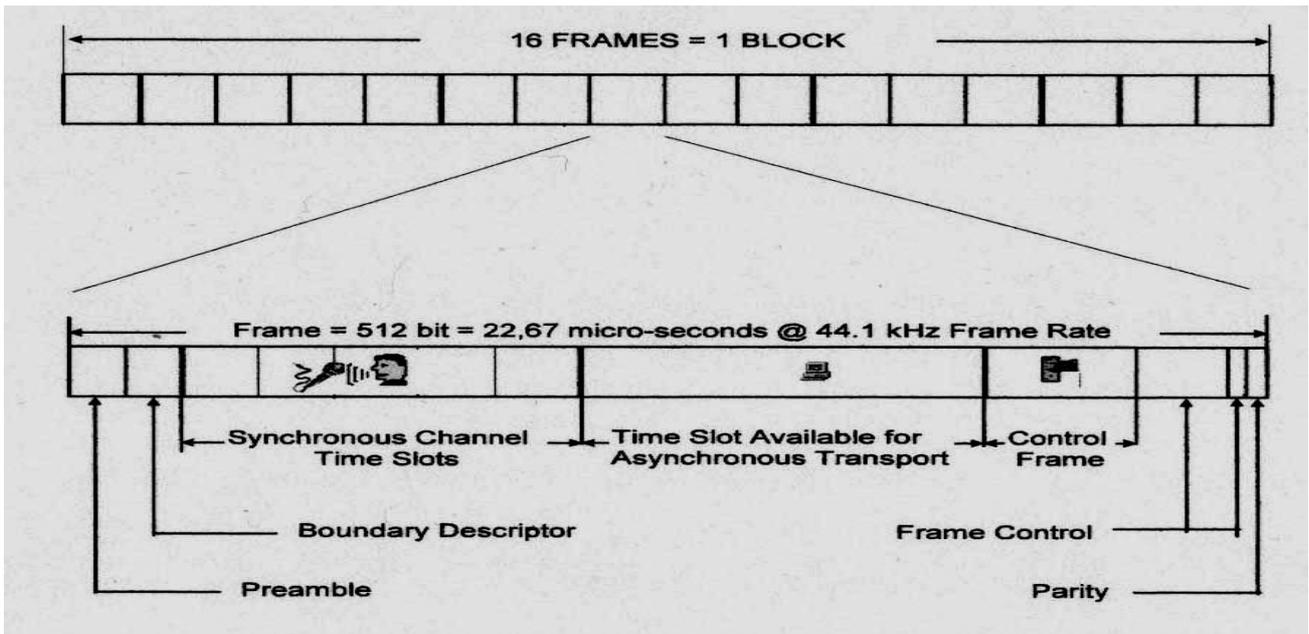
Application	MOST Application
Presentation	MOST Application Socket
Session	BASIC LAYER System Service
Transport	
Network	
Data Link	MOST LOW Level System Service
Physical	

(Tabelle 2)²³

3.2.4. Frameaufbau:

In der Most-Spezifikation bezeichnet ein Frame einen kompletten Kommunikations-Zyklus, welcher immer die feste Länge 512 Bit hat. 16 Frames werden als Block zusammengefasst. Die Preamble umfasst 4 Bit und dient zur Synchronisation zw. Master und Slave. Im Boundary - Descriptor weisen 4 Bit die Länge des synchronen bzw. asynchronen Bereiches aus. Beide Bereiche zusammen können maximal 480 Bit belegen. Während der synchrone Bereich überwiegend zur Übertragung von Echtzeitdaten wie Audio/Video oder Sensorwerten verwendet wird, so können die Daten des asynchronen Bereiches eine beliebige Länge erlangen und müssen somit über mehrere Frames fragmentiert werden. Hier könnten auch Dienste wie TCP/IP übertragen werden. Im Bereich des Control-Frame können Diagnose und Status-Nachrichten versendet werden. Die Felder Frame-Control und Parity dienen zur Fehlererkennung.

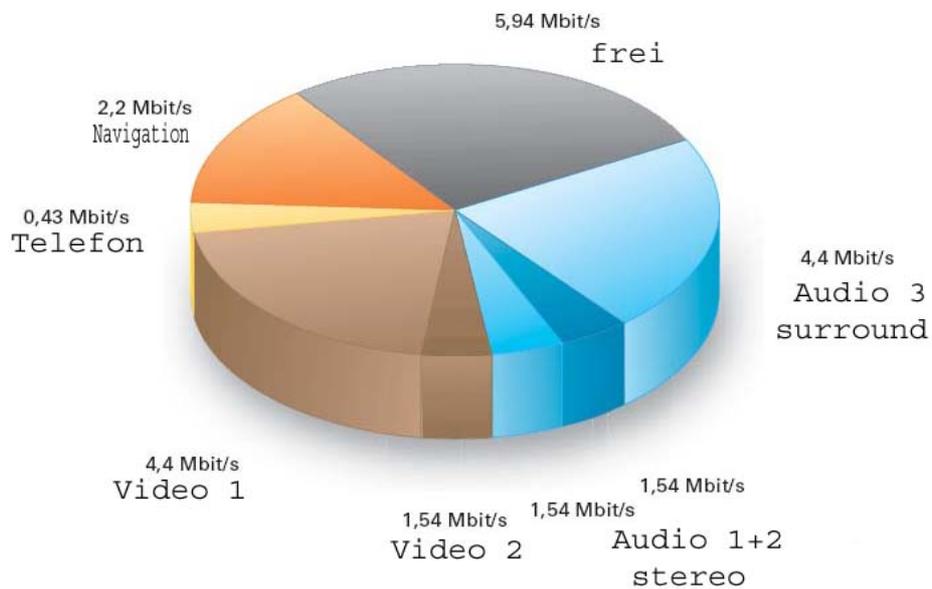
²³ Einordnung nach Vorgabe Most-Framework



(Abb. 5)²⁴

3.2.5. Bandbreitenverteilung:

Abbildung 6 zeigt die derzeitige Verteilung der Bandbreite auf die verschiedenen Multimediakomponenten am Beispiel des Audi A6 / 2005.



(Abb. 6)²⁵

²⁴ Most Specification Rev. 2.3 08 / 2004 S. 109

²⁵ Angaben laut Audi-Selbststudienprogramm

Kapitel 4: Praxis am Fahrzeug

4.1. Gateway:

Wie bereits in Kapitel 1 erwähnt unterscheidet man heutzutage 3 Kategorien der Fahrzeugelektronik: *die Motorelektronik, die Karosserieelektronik und den Infotainmentbereich*. Diese Kategorien stellen unterschiedliche Anforderungen an das jeweilige Bussystem, sodass jeder Bereich durch ein speziell dafür konfiguriertes System vernetzt wird. Im Bereich der Motorelektronik verwendet man hierzu den CAN-Bus bei einer Übertragungsrate von 500 kbit/s, im Karosseriebereich deckt ein CAN-Bus mit 100 kbit/s die Anforderungen, im Infotainmentbereich liefert ein MOST-System die notwendige Bandbreite. Subbus-Systeme werden meist durch den LIN – Bus abgedeckt. Um diese Systeme nun miteinander zu vernetzen werden Gateways²⁶ eingesetzt. Sie erfüllen 3 wesentliche Aufgaben:

1. Umsetzung der Nachrichten in die jeweiligen Protokolle:

Ein Gateway muss alle mit ihm vernetzten Protokolltypen und deren Framegrößen kennen. Nachrichten, die z.B. auf dem LIN – Bus das Gateway erreichen und auf ein CAN-System weitergeleitet werden sollen, müssen dementsprechend umgesetzt werden.

2. Sicherheitsoptionen und Authentifizierung:

Ein Gateway kann gezielt dazu eingesetzt werden Angriff von außen durch dritte Personen abzuwehren. So könnte z.B. der Versuch sich mit einem Rechner per Funkverbindung in einem Bussystem einzuloggen vereitelt werden, wenn das Gateway nur Nachrichten mit ihm wohl bekannten Identifier weiterleitet und alle anderen Datenpakete verworfen werden.

3. Erhaltung von Echtzeitkriterien:

Die Paketumsetzung muss zur Erhaltung verschiedener Echtzeitkriterien ebenfalls in sehr kurzen Zeiträumen geschehen und eventuell per Prioritätenvergabe beeinflusst werden können, um die Funktionalität sicherheitsrelevanter Echtzeitanwendungen zu garantieren.

²⁶ in verschiedenen Steuergeräten integriert

4.2. Beispiel 1: „Richtungsblinker“

Abbildung 7 verdeutlicht die Abläufe auf dem Bus beim Setzen des Fahrtrichtungsanzeigers (hier vereinfacht, da Anhängersteuergerät weggelassen).

Vorraussetzung:

Zündung ist eingeschaltet

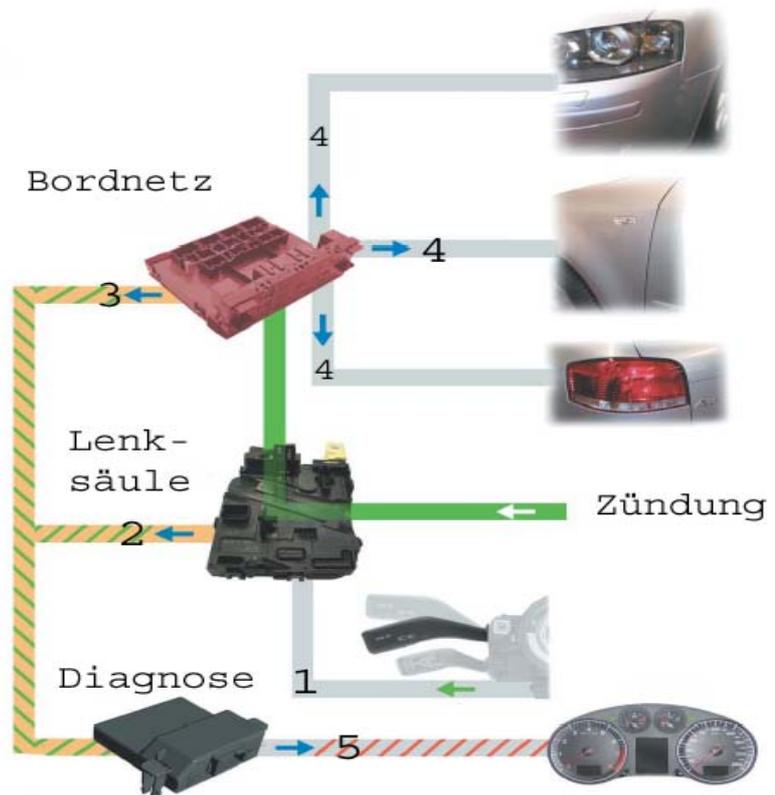
1: Blink-Impuls wird ausgelöst

2: Signal an Bordnetz-StG²⁷
auf CAN-Karosserie

3: Signal „Blinken“ auf
CAN-Karosserie an
Diagnose-StG

4: SubBus-Instruktion an
Blinker-Lampen

5: SubBus-Instruktion an
Kontrolllampe auf
CAN-Kombi

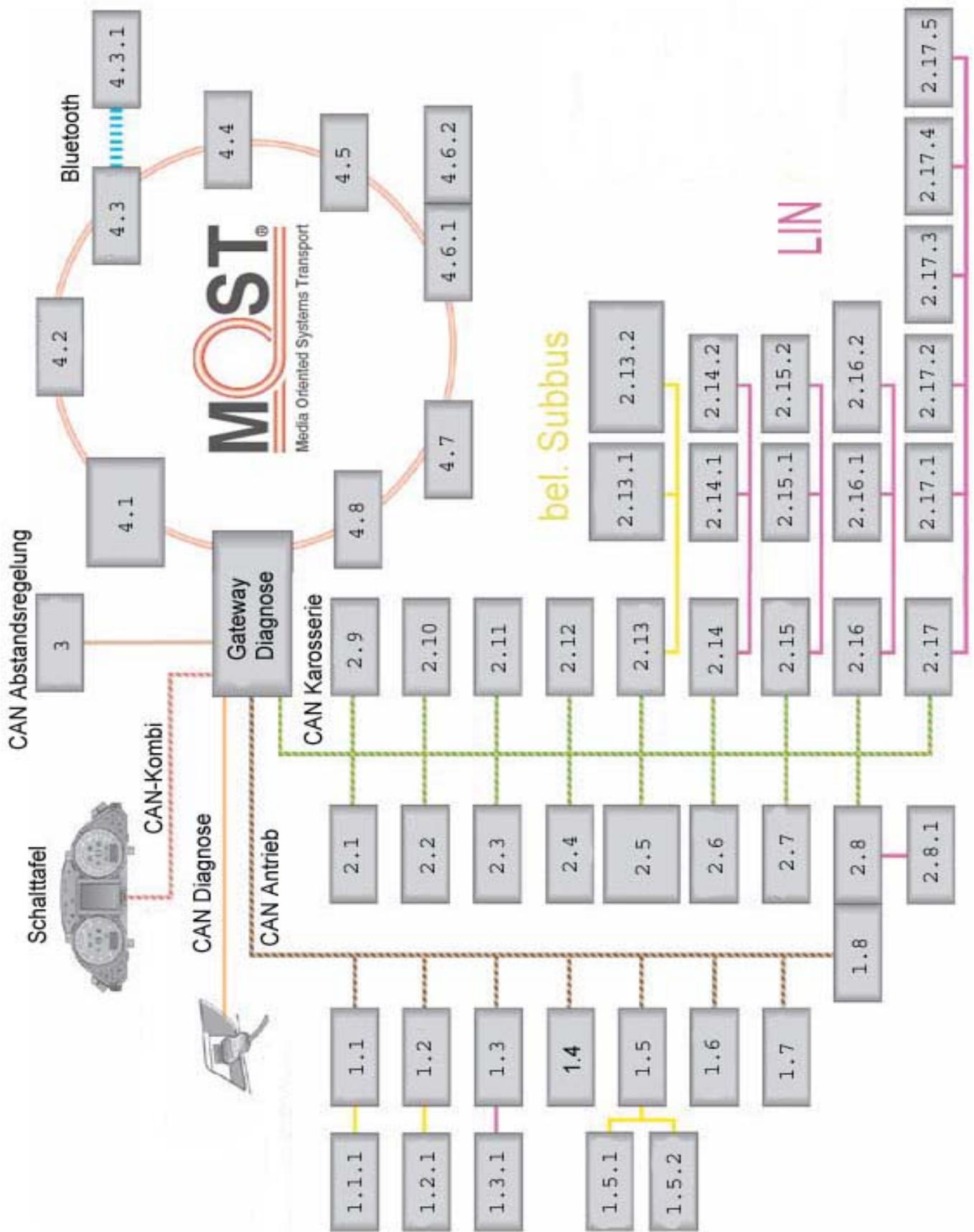


(Abb 7)

4.3. Beispiel 2: Aufbauschemata an einem Beispielfahrzeug

Abbildung 8 zeigt die schematische Darstellung und Vernetzung eines kompletten Fahrzeugs. Die genauen Erläuterungen zu den einzelnen Steuergeräten werden in Tabelle 3 aufgelistet.

²⁷ StG=Steuergerät



(Abb. 8)

1.1. Motorelektronik 1	2.7. Anhängererkennung	2.16.2. Kältemitteldruck und Temperatur
1.1.1. NO _x -Sensor	2.8. Lenksäulenelektronik	2.17. Reifendrucküberwachung
1.2. ABS mit EDS	2.8.1. Multifunktionslenkrad	2.17.1. Sender vorne links
1.2.1. Geber für Drehgeräte	2.9. Energiemanagement	2.17.2. Sender vorne rechts
1.3. Airbag	2.10. Zusatzheizung	2.17.3. Sender hinten links
1.3.1. Sitzbelegungserkennung	2.11. Einparkhilfe	2.17.4. Sender hinten rechts
1.4. Automatisches Getriebe	2.12. Bordnetz 2	2.17.5. Antenne hinten
1.5. Leuchtweitenregelung	2.13. Zugang und Startberechtigung	3. Abstandsregelung
1.5.1. Leistungsmodul links	2.13.1. Schalter für Zugang und Startberechtigung	4.1. Anzeige und Bedieneinheit vorne
1.5.2. Leistungsmodul rechts	2.13.2. Antennen-Einlese-Einheit	4.2. Sende und Empfangsgerät Telefon
1.6. elektrische Park und Handbremse	2.14. Bordnetz	4.3. Telematikeinheit
1.7. Niveauregelung	2.14.1. Wischermotor	4.3.1. Funkbedienteil
1.8. Geber für Lenkwinkel	2.14.2. Sensor für Regen und Lichterkennung	4.4. Navigation mit CD
2.1. Türsteuergerät Fahrerseite	2.15. Zentralsteuergerät für Komfortsystem	4.5. TV-Tuner
2.2. Türsteuergerät Beifahrer	2.15.1. Innenraumüberwachung	4.6. Radiomodul
2.3. Türsteuergerät hinten links	2.15.2. Alarmhorn	4.6.1. Spracheingabe
2.4. Türsteuergerät hinten rechts	2.16. Climatronic	4.7. Digitales Soundpaket
2.5. Sitzverstellung mit Memory Lenksäulenverstellung	2.16.1. Frischluftgebläse	4.8. CD-Wechsler
2.6. Sitzverstellung mit Memory Beifahrer		

(Tabelle 3)

4.4. Zusammenfassung und Fazit:

Ziel dieser Seminar-Arbeit war es die Bedeutung der Bussysteme für die Automobilindustrie darzustellen und deren Entwicklung aufzuzeigen. *„Die Elektronik hat das Automobil, aber auch das Automobil hat die Elektronik verändert“*²⁸ und die Trends für die Zukunft sind bereits gesetzt. Sicher ist der Einsatz von Bussystemen der entscheidende Weg zur Realisierung neuer Aufgaben, dennoch muss dieser Einsatz und die Entwicklung gut durchdacht sein. Nicht immer ist eine totale Vernetzung sinnvoll – vor allem für uns, die Endverbraucher, welche in unserer Passion zum Automobil immer mehr zum Statisten degradiert werden, denn wer früher noch selbst sein Autoradio installierte wird bald für diese Tätigkeit nicht mehr um einen Werkstattbesuch herum kommen. Es gilt nun einen Weg zwischen diesen Klippen der Entwicklung hindurch zu finden, den Multimedia-Komponenten den Einzug ins Automobil zu erleichtern und sich dennoch mit den neuen Techniken nicht zu weit vom technisch unversierten Endverbraucher weg zu bewegen. Ob es gelingt? In den nächsten 5 bis 10 Jahren werden wir die Antwort auf diese Frage erleben.

²⁸ vgl. Elektronik Automotive 4/2004 Seite 82-86: Dr. Thoma „Wie die Elektronik ins Auto kam“

Quellenverzeichnis:

- [1] Workshop: „Bussysteme im Automobil“, ECT 2002, Augsburg, 04.-06. Juni 2002
- [2] Dr. Peter Thoma: Artikel: „Wie die Elektronik ins Auto kam“
Seite 82-86, Elektronik Automotive Ausgabe 4/2004
- [3] Thomas Dohmke: „Bussysteme im Automobil: CAN, FlexRay und MOST“, TU Berlin, Fachgebiet Softwaretechnik, Zusammenarbeit mit Daimler-Chrysler, März 2002
- [4] LIN: www.lin-subbus.org , LIN-Specification-Package Revision 2.0
- [5] MOST: www.mostcooperation.com, MOST-Framework
 - Most Specification Rev 2.3. 08/2004
 - Most High Protocol Specification Rev. 2.1 02/2001
 - Most Specification of Physical Layer Rev.1.1 09/2003
 - Most MAMAC Specification Rev. 1.1 12/2003
- [6] www.elektroniknet.de, Artikelreihe „LIN-Bus Teil 1 bis 5“,
Prof. Dr. Ing. Grzempa, Mai 2003
- [7] Audi A6/05 Selbststudienprogramm