



Abschlussbericht

nach Nr. 8.2, NKBF 98

bzw. Nr. 3.2, BNBest-BMBF 98

ZE: Continental Automotive GmbH	Förderkennzeichen: 01BV0911
Vorhabensbezeichnung: Verbundvorhaben: SEIS (Sicherheit in eingebetteten IP-basierten Systemen) Teilvorhaben: Steuergeräte und elektromechanische Fahrzeugkomponenten für IP-fähige Bordnetze	
Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2009 – 30.06.2012	

Projektleiter SEIS bei
Continental Automotive GmbH:

Datum

Nöbauer Josef (Projektleiter)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

SEIS 2.1.5

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Kurzdarstellung des Projekts	4
1.1	Aufgabenstellung	4
1.2	Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	4
1.3	Planung und Ablauf des Vorhabens	4
1.4	Anknüpfung an wissenschaftlich technischen Stand	6
1.5	Zusammenarbeit mit anderen Stellen	6
2.	Eingehende Darstellung des Projekts	6
2.1	Projektergebnisse	6
2.1.1	AP 1.1: Anforderungen an IP-based Embedded Networks	6
2.1.2	AP 1.2: Anforderungen an die Middleware	6
2.1.3	AP 1.3: Anforderungen an die Sicherheit und Verfügbarkeit	7
2.1.4	AP 1.4: Anforderungen an Werkzeuge, Methoden, Tools	9
2.1.5	AP 2.2: Physikalische Eigenschaften potenzieller Technologien	9
2.1.6	AP 2.3: Einheitliche IP-basierte Kommunikation	10
2.1.7	AP 2.4: Netzmanagement-Verfahren	11
2.1.8	AP 2.5: Real-Time-Eigenschaften von IP-Kommunikation	14
2.1.9	AP 2.6: Architektur-Exploration und Migration	19
2.1.10	AP2.7: Quality of Service (QoS)	22
2.1.11	AP 3.1: Grundlagen der Funktionsinteraktion und Migrationsstrategie	24
2.1.12	AP 3.2: Sichere Einbindung von CE-Geräten / Benutzerschnittstellen	24
2.1.13	AP 4.1: Analyse und Definition eines Sicherheitsmodells	25
2.1.14	AP 4.2: Kommunikationsinfrastruktur	26
2.1.15	AP4.3: Sichere Middleware	26
2.1.16	AP4.4: Kommunikation mit der Umwelt	27
2.1.17	AP4.5: Validierung Angriffsanalyse und Abwehrmechanismen	30
2.1.18	AP5.1 Methodische Anpassung der Engineering-Toolkette & Demonstrator	30
2.1.19	AP 5.2 Energie- und umweltfreundliche Auslegung und Optimierung IP-basierter E/E-Architekturen	33
2.1.20	TP6: VW Fahrzeug Demo: Fahrzeugauthentifizierung mit zentralem Vertrauensanker	33
2.1.21	TP6: BMW Fahrzeug Demo: Ethernet Amplifier & IAM	36
2.1.22	TP6: Continental Labor Demo verteiltes Multimedia	36
2.1.23	TP6: Continental TopView System über IP	42
2.1.24	TP6: Daimler BUS Demonstrator	42
2.1.25	TP6: Conti / Fraunhofer ESK Audio Streaming	43
2.1.26	TP6: HMI-Player über Ethernet	44

1			
2			
3			
4			
5	2.2	Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	47
6	2.3	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	47
7			
8	2.4	Voraussichtlicher Nutzen / Verwertungsplan	47
9			
10	2.5	Fortschritt bei anderen Stellen, der während des Vorhabens bekannt wurde	47
11			
12	2.6	Veröffentlichungen	47
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			

1. KURZDARSTELLUNG DES PROJEKTS

1.1 AUFGABENSTELLUNG

Um ihre Innovations- und Technologieführerschaft zu behaupten, muss sich die deutsche Automobilindustrie den Herausforderungen unserer Zeit stellen. Aktuell sind die wichtigsten Themen die Umweltverträglichkeit und insbesondere die Energieeffizienz, aber auch der Schutz aller Verkehrsteilnehmer durch aktive und passive Sicherheitsmaßnahmen, sowie die garantierte Verfügbarkeit der immer komplexeren Funktionen im Fahrzeug.

Heute werden für die Vernetzung der Steuergeräte innerhalb des Fahrzeugs verschiedene digitale Vernetzungstechnologien gleichzeitig eingesetzt (z.B. LIN, CAN, FlexRay, MOST, LVDS). Jede dieser Technologien benötigt spezielle Hardware, die nicht direkt miteinander kompatibel ist. Auch bei den verwendeten Protokollen bestehen gravierende Unterschiede zwischen den Systemen, etwa in der Art der Adressierung von Geräten und Funktionen.

Allgemein für die Zulieferer und damit auch speziell für Continental, als Zulieferer der Komponenten mit allen genannten Netztechnologien ausliefert, zeigt sich zusätzlich, dass die genannten Netztechnologien noch von Autohersteller zu Autohersteller gravierende Unterschiede aufweisen. Diese Unterschiede ziehen sich oft von der Physik bis zu den Applikationsprotokollen durch (z.B. VW-CAN nicht gleich BMW-CAN).

Für die Vernetzung von Fahrzeugen mit der Infrastruktur werden weitere Technologien eingesetzt (GPRS, EDGE, UMTS, in Zukunft LTE und WLAN). Hier wird als Protokoll meist das Internet Protocol (IP) benutzt. Für die Kommunikation von Diensten aus der Infrastruktur, bzw. von Diensten auf Mobilgeräten mit Funktionen im Fahrzeug, sind bei der jetzt im Auto eingesetzten Technologie aufwändige Gateways auf Applikationsebene notwendig. Aus heutiger Sicht sind für Continental Anwendungen, die hohe Bandbreiten und Echtzeitanforderungen miteinander verbinden der Startpunkt.

- Die IP-basierte Netzwerkinfrastruktur und die Grundprinzipien für die Kommunikation für verteilte Funktionen sollen für die beteiligten Autohersteller identisch sein, Varianten sind zu minimieren.
- Die Interoperabilität mit Standard IP-Anwendungen in der Infrastruktur und auf mobilen Geräten muss gewährleistet sein.
- Die in SEIS erforschten, entwickelten und ausgewählten Technologien dürfen keine Nischenlösung für das Auto darstellen, im Gegenteil, zukünftige Forschungen, technische Innovationen und Weiterentwicklungen im Bereich der Netztechnologien, Middleware und darauf aufsetzenden Applikationen aus der IT-, Industrie und Konsumenten-Welt sollen möglichst einfach in das Fahrzeug übernommen werden können.

Des Weiteren hat Continental natürlich auch das Ziel die Komponenten von Continental mit der zukünftigen Netzwerktechnik auszustatten und entsprechendes Knowhow mit der Netzwerktechnologie, Middleware und der Integration von Teilsystemen zu demonstrieren.

1.2 VORAUSSETZUNGEN, UNTER DENEN DAS VORHABEN DURCHGEFÜHRT WURDE

Die Vernetzung mit Ethernet/IP hat sehr schnell an Bedeutung gewonnen. Daher ist sehr positiv zu vermerken, dass einige Ergebnisse der Forschungsthemen sehr schnell in die Praxis überführt werden konnten.

1.3 PLANUNG UND ABLAUF DES VORHABENS

Das folgende Diagramm zeigt die ursprüngliche Planung

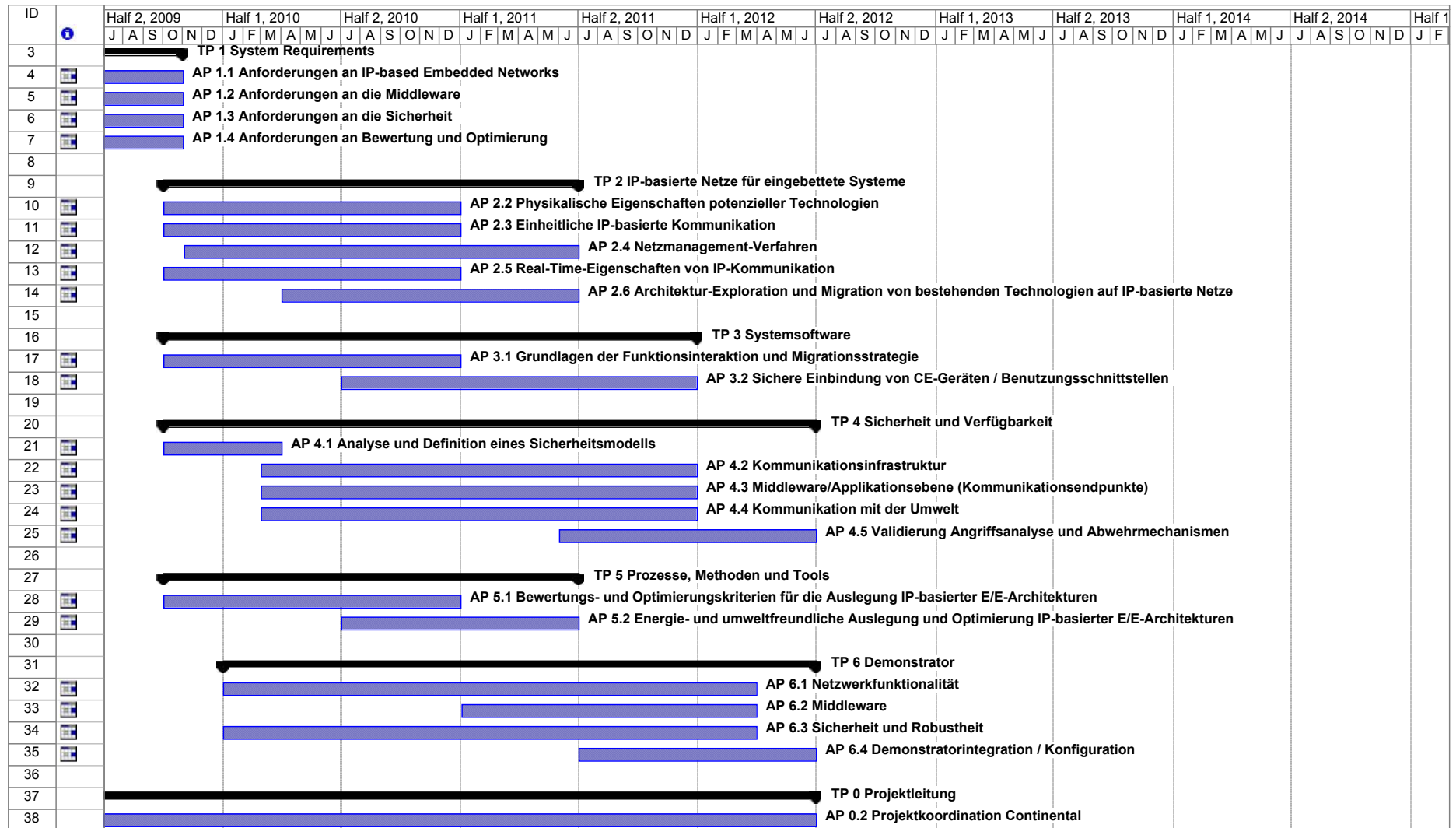


Abbildung 1: Ursprüngliche Planung SEIS

1 Der tatsächliche Ablauf des Projekts orientierte sich sehr stark an dieser ursprünglichen Planung. Es gab
2 daher kaum Abweichungen. Eine der wesentlichen Abweichungen war die Einführung eines weiteren
3 Arbeitspaketes AP2.7 das sich im speziellen mit dem Thema Quality of Service (QoS) bei Ethernet/IP
4 Netzwerken beschäftigt hat.
5
6

7 **1.4 ANKNÜPFUNG AN WISSENSCHAFTLICH TECHNISCHEN STAND**

8 In der Industrie haben sich verschiedenste Varianten einer Ethernet basierten Echtzeit-Kommunikation
9 herausgebildet. Es ist notwendig sich für die Automobilindustrie auf ein geeignetes Verfahren zu einigen
10 und dieses zu verwenden.
11

12 Die verschiedenartigen Echtzeitdienste im Automobil sollen durch ein einheitliches und möglichst flexibles
13 Verfahren umgesetzt werden. Alle heute bekannten Verfahren sind weitestgehend spezialisiert auf einzel-
14 ne Anwendungszwecke. Weiterhin muss das QoS-Verfahren mit dem angestrebten Netzwerkmanage-
15 ment eng zusammenarbeiten, was bei bestehenden Lösungen ebenfalls nicht gegeben ist.
16

17 Neben dem physikalischen Layer waren auch die bereits verfügbaren Middleware Technologien ein
18 wichtiger Anknüpfungspunkt für das Projekt.
19

20 Als Technologien sind hierbei insbesondere
21

22 AUTOSAR, MOST Applikations Funktionsblöcke, CORBA, JAVA RMI, Microsoft .NET, Service Orientierte
23 Architekturen and Universal Plug and Play (UPnP AV; DLNA)
24

25 zu betrachten.
26
27
28
29
30
31

32 **1.5 ZUSAMMENARBEIT MIT ANDEREN STELLEN**

33 Während des Projekts haben sich Zusammenarbeiten mit anderen Stellen ergeben.
34

35 Beispiele für diese Stellen sind
36

- 37 - die AUTOSAR Partnership
- 38 - ISO Standardisierung
- 39
- 40
- 41
- 42
- 43

44 **2. EINGEHENDE DARSTELLUNG DES PROJEKTS**

45 **2.1 PROJEKTERGEBNISSE**

46 **2.1.1 AP 1.1: Anforderungen an IP-based Embedded Networks**

47 Im AP1.1 ist zunächst an den Funktionslisten in den Domänen Infotainment&Cockpit, Body&Cabin bzw.
48 an nicht funktionalen und Domänenübergreifenden Themen gearbeitet wor-den. Auf Basis der Funktions-
49 listen wurden dann die Anforderungen in das SEIS_AP1.1_Ergebnisdokument_V1_0.doc eingetragen
50 und in mehreren Abstimmungs-runden konsolidiert und schließlich verabschiedet.
51

52 **2.1.2 AP 1.2: Anforderungen an die Middleware**

53 In AP1.2 wurden die Anforderungen von verschiedenen automotive Domänen an eine Kommunikations
54 Middleware aufgestellt. Insbesondere wurde die notwendige Skalierbarkeit der Middleare und deren
55 Anwendungen auf unterschiedlichen ECUs dargestellt. Wobei die Interoperabilität zwischen verschiede-
56 nen Skalierungen auf dem „kleinsten Nenner“ gegeben sein muss.
57

58 Die Anforderungen wurden in einem Dokument (AP1.2 Eregbnisdokument) festgehalten, von allen AP
59 Teilnehmern reviewed und freigegeben.
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

2.1.3 AP 1.3: Anforderungen an die Sicherheit und Verfügbarkeit

In AP1.3 ist in einem Ergebnisdokument eine Bedrohungsanalyse und eine Security-Anforderungsübersicht entstanden. Für die Domänen Powertrain, Driver Assistance, Body & Cabin, Infotainment und Aircraft Cabin wurden durch die teilnehmenden Konsortialpartner funktionale Referenzmodelle erstellt. Hauptanteil von Continental lag im Bereich Infotainment mit der Erstellung von Referenzmodellen für „Always-on“-Konnektivität (s. Abbildung 2), Infotainment Audio (s. Abbildung 3), Infotainment Video (s. Abbildung 4) und Navigation (s. Abbildung 5). Die sicherheitstechnische Analyse der Referenzmodelle führte zur Erstellung einer Auflistung von Anforderungen an die Sicherheit und Verfügbarkeit. Die Referenzmodelldarstellungen wurden mit annotierten Sicherheitszielen versehen (Integrität, Authentizität, Vertraulichkeit, Verfügbarkeit/Verlässlichkeit, Nichtabstreitbarkeit, Autorisierung und Privatsphäre). Die Annotierung erfolgte sowohl für die Funktionsblöcke als auch für die Verbindungswege.

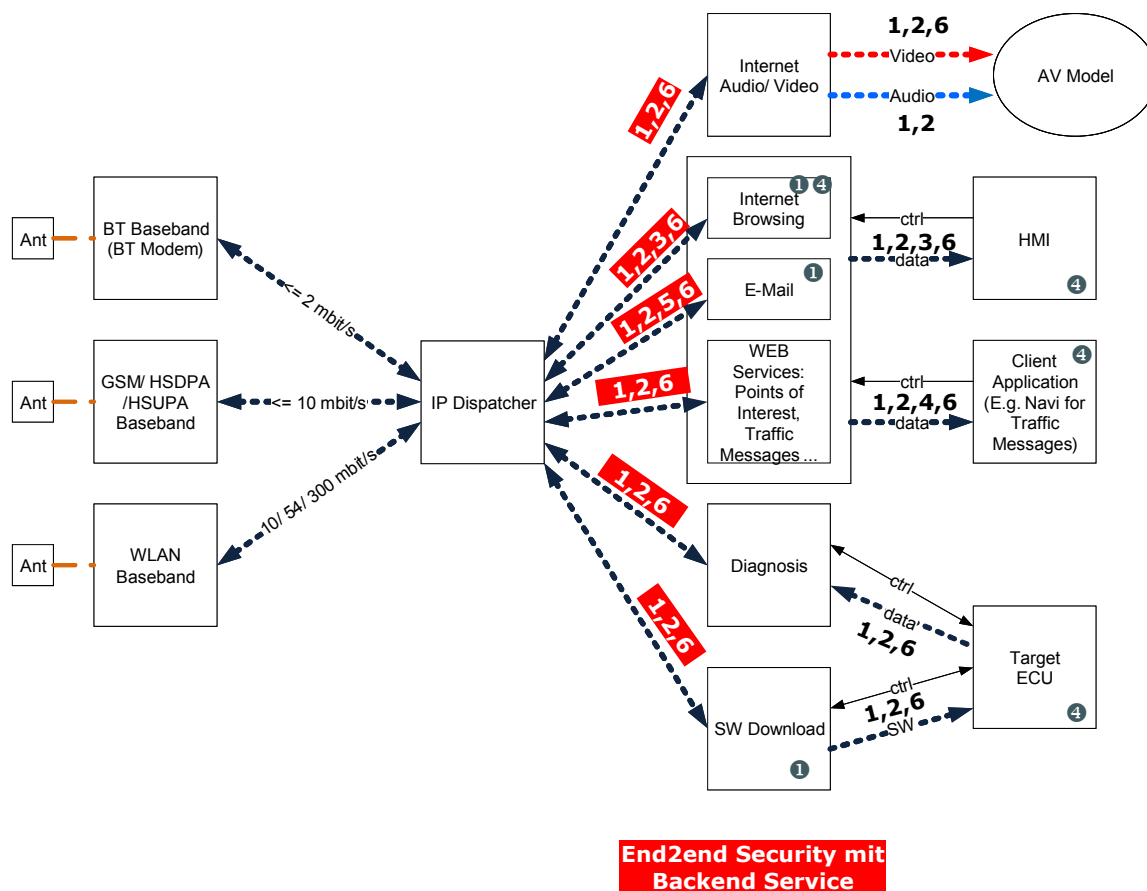


Abbildung 2: Always-On-Konnektivitäts-Referenzmodell mit annotierten Sicherheitsanforderungen

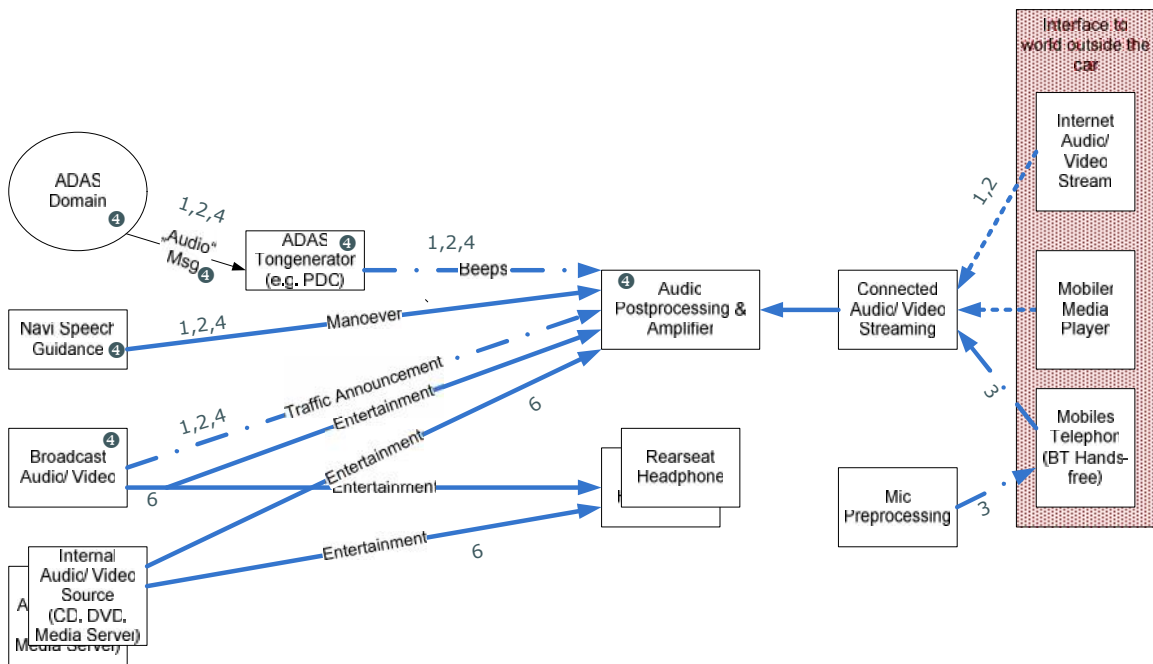


Abbildung 3: Infotainment Audio-Referenzmodell mit annotierten Sicherheitsanforderungen

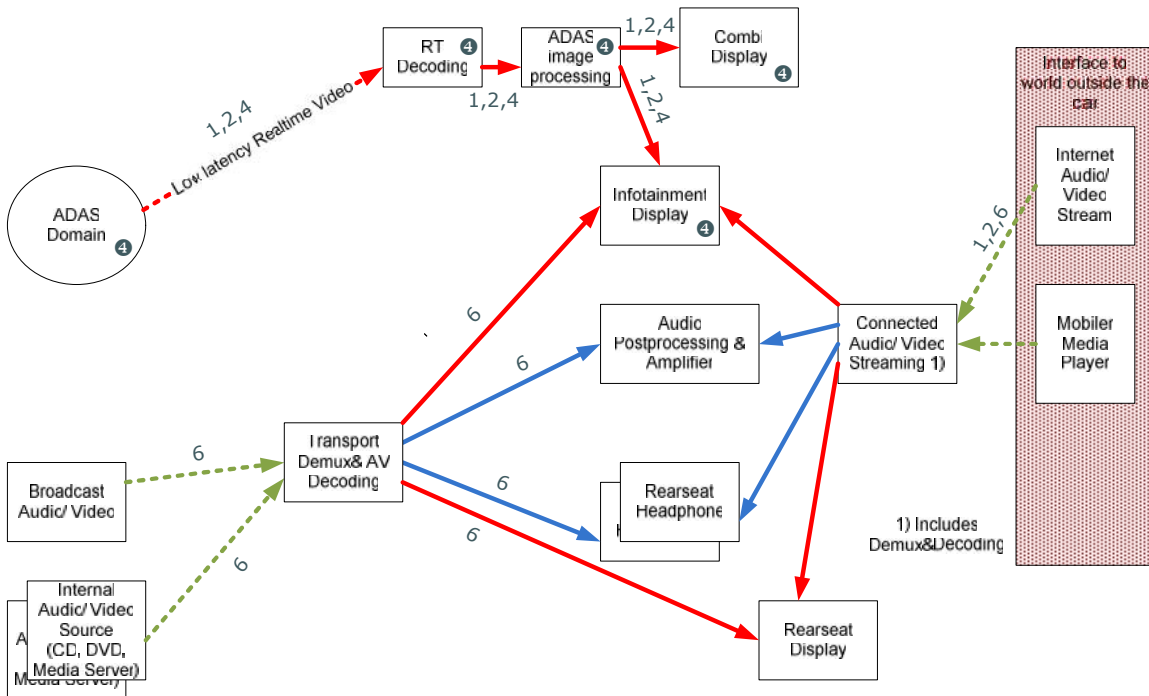


Abbildung 4: Infotainment Video-Referenzmodell mit annotierten Sicherheitsanforderungen

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

1 Einige Kapitel des Ergebnisdokuments, zu denen bei uns im Haus Expertise vorhanden war,
2 wurden überprüft, erweitert bzw. entsprechende Änderungswünsche an die Autoren gesendet.
3
4
5
6

7 **2.1.6 AP 2.3: Einheitliche IP-basierte Kommunikation**

8
9 Im Arbeitspaket 2.3 wurden IP-Topologiemodelle erarbeitet, die sich einerseits an Kosten- und
10 Migrierbarkeitsgesichtspunkten (Automotive-Umfeld), andererseits an der Notwendigkeit, be-
11 stehende Systeme und Verkehrsklassen zu konsolidieren (Kabinensysteme), orientieren.
12

13 Continental stellte anhand eines IP-Kamerasystems und einer IP-basierenden Multimediaaus-
14 stattung wesentliche Gedankengänge zur Auslegung IP-basierender Systeme in Fahrzeugen
15 vor:
16

- 17 - minimale Vorleistungen in der generellen Kommunikations-Infrastruktur bzgl. Sonderausstat-
18 tung
- 19 - schrittweise Migration bestehender Kommunikationsdomänen
- 20
- 21 - dezentraler (verteilter) Ansatz, Kabelbaumoptimierung
- 22
- 23 - statische Netzwerkkonfiguration (Aufstartzeiten)
- 24
- 25 - statische Bandbreitenauslegung
- 26
- 27
- 28
- 29

30 Andere Automotive-Zulieferer präsentierten ebenfalls IP-basierende Lösungsansätze ausge-
31 wählter Use-Cases bzw. Domänen.
32

33 Für das Automotive-Umfeld brachte BMW einen seriennahen Vorschlag der IP-Adressvergabe
34 ein, der dem gesamten Lifecycle des Fahrzeugs und der darin befindlichen Steuergeräte ge-
35 recht wird (Bandende, Normalbetrieb, (Fern-)Diagnosebetrieb, Gerätetausch).
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

2.1.7 AP 2.4: Netzmanagement-Verfahren

In Arbeitspaket 2.4 wurden Aspekte des Netzwerkmanagements bei IP-basierten Fahrzeugnetzwerken beleuchtet. Ausgehend vom durch die ISO standardisierten FCAPS-Modell (Fault Management, Configuration Management, Accounting Management, Performance Management, Security Management) wurde unter Berücksichtigung dessen, was in der Automobilelektronik traditionell unter dem Begriff verstanden wird, ein Netzwerkmanagement-Modell für den Einsatz bei IP-basierten Fahrzeugnetzen definiert.

IP Netzwerk-Management im Automobil		
Konfigurations-Management	Energie-Management	Safety- und Fehlermanagement
- Erfassung der physikalischen Topologie	- Energiemodi von ECUs (Ein, Aus, Low-Power)	- Sicherheitslevels bei der Übertragung von sicherheitskritischen Daten
- Verwaltung von Fahrzeugmodi und entsprechenden Konfigurationen	- Netzwerkstart	- Fehlererkennung, -behandlung und -behebung in Netzwerken
	- Teilnetzbetrieb	
	- Optimierung des Energiebedarfs aus Netzwerksicht	

Abbildung 6: Definition des Netzwerkmanagements aus AP2.4

Abbildung 6 zeigt die Eingliederung der einzelnen Aspekte des Netzwerkmanagements in das Modell.

Konfigurationsmanagement

Es wurde ein Konfigurationsmanager entworfen, mit dessen Hilfe das Netzwerk eingestellt und erkannt werden kann. Dafür sind Funktionen zum Erkennen der Topologie sowie der Konfiguration vorhanden. Der Stand der Technik zu möglichen Protokollen wurde aufgezeigt und daraus eine Empfehlung für ein gemeinsam genutztes Protokoll abgeleitet.

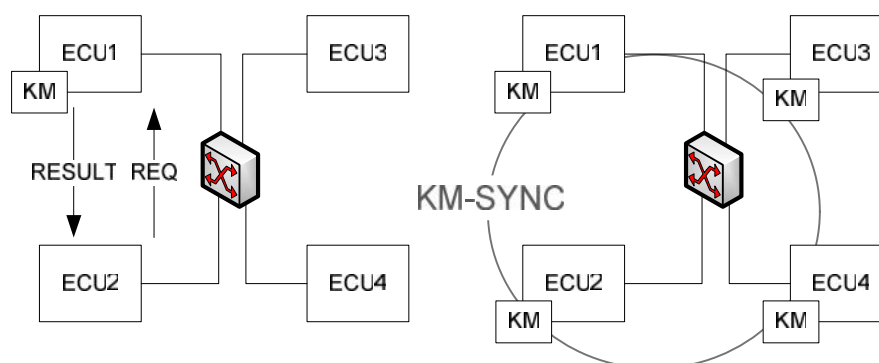


Abbildung 7: Zentrales (links) und verteiltes (rechts) Konfigurationsmanagement.

Energiemanagement

Mehrere Konzepte zum ferngesteuerten Aktivieren und zum Deaktivieren wurden definiert. Dabei wurde die Anforderung eines niedrigen Ruhestrombedarfs der Netzwerkschnittstelle erfüllt. Der Ruhestrombedarf kann dabei vernachlässigt werden, allerdings steht eine Qualifizierung zum Serieneinsatz noch aus.

In diesem Zusammenhang wurden Wake-On-LAN, IEEE 802.3AZ EEE, Power over Ethernet und zusätzlich Adaptive Link-Rate und Dynamic Voltage Scaling betrachtet.

Insbesondere ist hierbei das Aktivieren und Deaktivieren von mittels Ethernet vernetzten Steuergeräten zu erwähnen. Das prinzipielle Konzept hierzu ist in Abbildung 8 dargestellt

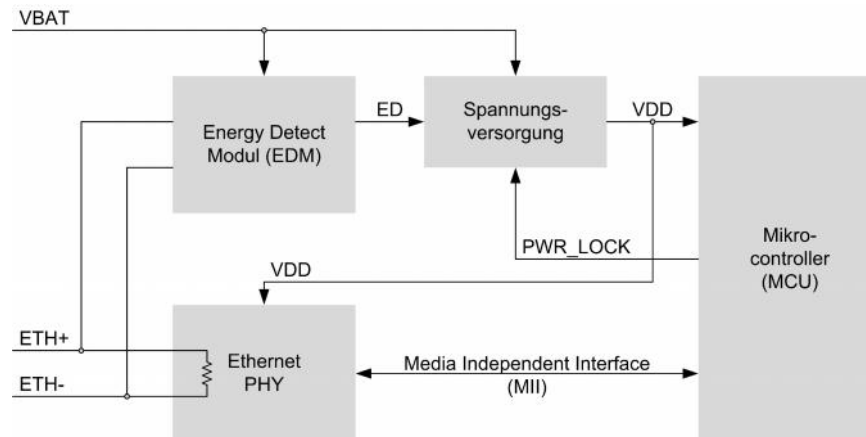


Abbildung 8: Wake-Up von Steuergeräten durch Aktivitätserkennung auf dem Link.

Es wurden ein zentrales, ein hierarchisches und ein verteiltes Konzept definiert, um mittels des vorgestellten Wake-Up-Mechanismus Steuergeräte im Netzwerk zu wecken und schlafenzulegen. Damit kann der Netzwerk-Startup und –Shutdown sowie Teilnetzbetrieb, also das situationsabhängige, selektive Abschalten nicht benötigter Steuergeräte zur Laufzeit, und deren Reaktivierung wenn sie wieder erforderlich sind, durchgeführt werden.

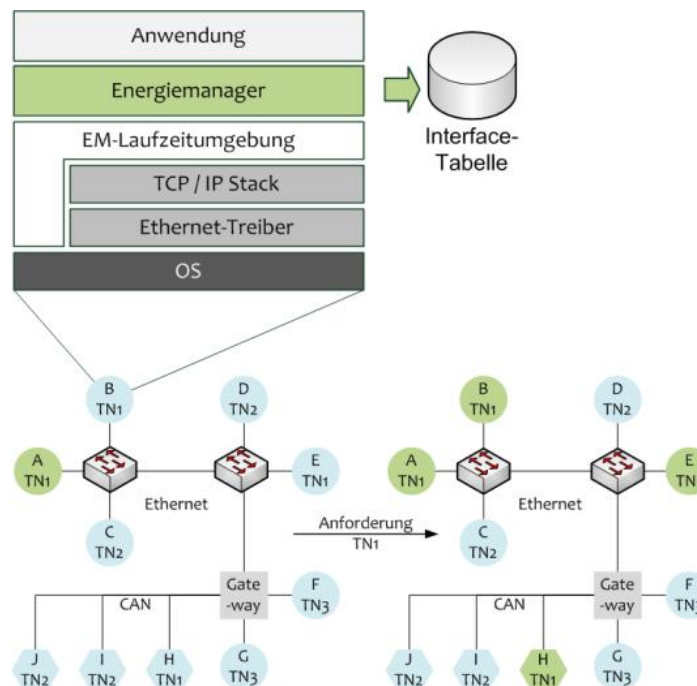


Abbildung 9: Verteiltes Energiemanagement: Jedes Steuergerät verfügt über einen Energiemanager, der lokales Wissen über die Netzwerkschnittstellen und Teilnetze besitzt, und seine direkten Nachbarn wecken kann.

Im Umfeld Energiemanagement wurden entstanden folgende Publikationen [11], [12] und [13]:

Safety- und Fehlermanagement

Es wurde ein Fehlermanager entworfen, der Fehlererkennung, -behebung und -protokollierung umsetzt. Der Fehlermanager bietet hierfür passende Schnittstellen an, um anderen Managerkomponenten und Anwendungen die Nutzung zu ermöglichen. Dabei wurden im IP-Umfeld vorhandene Fehlererkennungsverfahren als tauglich eingestuft, sowie Schnittstellen zur Fehlermeldung und -protokollierung festgelegt.

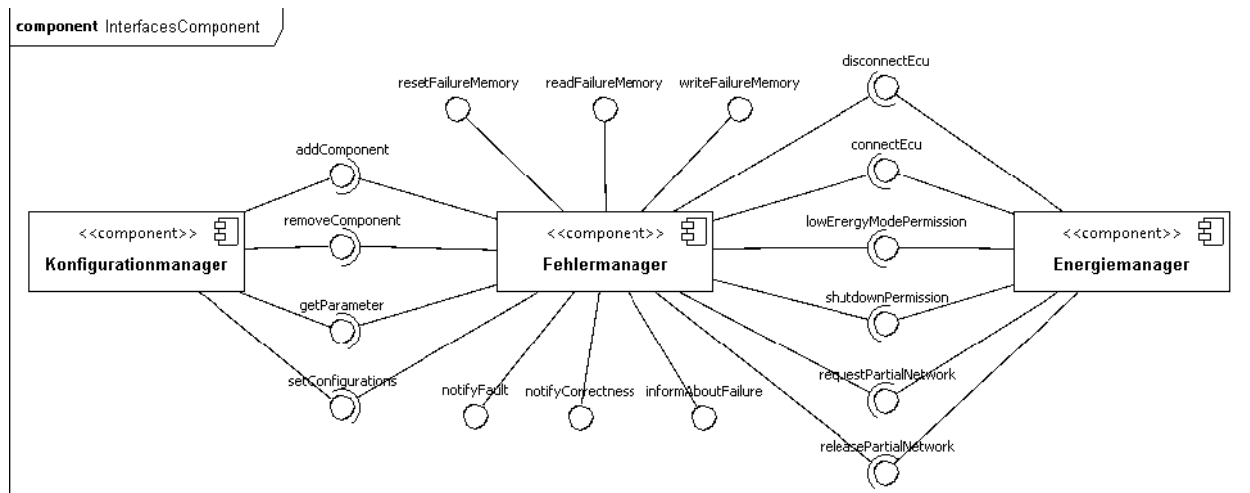


Abbildung 10: Fehlermanager und dessen Schnittstellen zum restlichen Netzwerkmanagement.

Der Fehlermanager ermöglicht eine dezidierte Fehlerspeicherung. Zusätzlich bietet der Fehlermanager den anderen Managerkomponenten und Anwendungen eigene Fehler mitzuteilen und zu speichern. Zusätzlich informiert der Fehlermanager, im Falle einer dezentralen oder hierarchischen Umsetzung, den Fehlermanager anderer Module. Auch verwaltet der Fehlermanager sowohl internen als auch externen Zugriff auf den Fehlerspeicher.

Für das Safetymanagement wurden die neuen Anforderungen bei der Nutzung von Ethernet/IP im Fahrzeug bewertet. Es wurden bestehende Mechanismen analysiert und bzgl. ihrer Einsetzbarkeit geprüft. Es ist ein Konzept entstanden, bei der die Applikation Nachrichten anhand eines Sicherheitsprofils übertragen kann. Hierzu gehört die grundsätzliche Absicherung der Daten, aber ebenso die Nutzbarkeit von redundanten Kanälen. Die Interaktion mit den anderen Netzwerkmanagern wie auch die Schnittstelle zur Applikation wurde definiert.

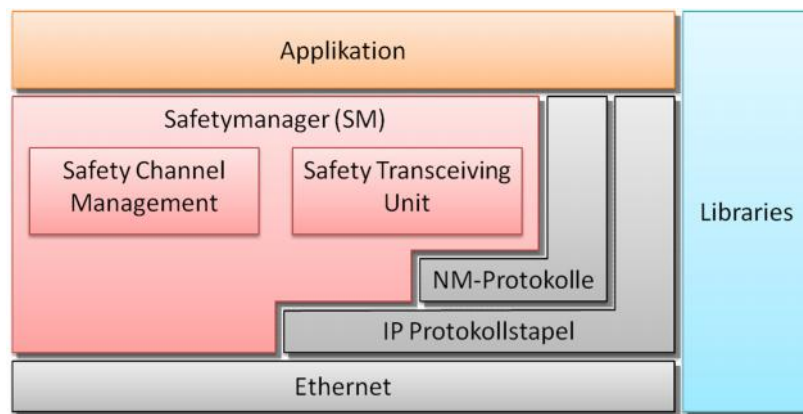


Abbildung 11: Safety-Manager in der Softwarearchitektur einer ECU.

Der Safetymanager ermöglicht der Applikation eine Abstraktion zur Übertragung sicherheitskritischer Daten. Hierbei genügt es für die Applikation dem Safetymanager die zu übertragenden Daten und das benötigte Sicherheitsprofil mitzuteilen. Der Safetymanager instruiert daraufhin die notwendigen Netzwerkmanager, dass z.B. Kommunikationspfade aus Sicherheitsgründen nicht abgeschaltet werden dürfen.

2.1.8 AP 2.5: Real-Time-Eigenschaften von IP-Kommunikation

Das Ziel des Arbeitspakets AP2.5 war die Untersuchung von Technologien und Mechanismen für Echtzeit IP-Kommunikation im Fahrzeug für ausgewählte Anwendungsfälle. Hierbei wurden von Continental zwei Anwendungsfälle getrennt voneinander betrachtet. Hierzu gehörte neben der Definition der jeweils unterschiedlichen Anforderungen auch die Entwicklung neuer Konzepte zum Datentransport und der Zeitsynchronisation zwischen den bestehenden Bussystemen und Ethernet/IP basierten. Schließlich wurden die Ergebnisse auch in Software- und Hardwareaufbauten umgesetzt und sind in Form von zwei Demonstratoren darstellbar.

Folgende zwei Anwendungsfälle wurden getrennt voneinander definiert und betrachtet

1. Der Transport von Multimediaten (Streaming) welche keine sicherheitskritischen Daten darstellen
2. Ethernet-AVB Backbone zum Transport von sicherheitsrelevanten Steuerdaten

Für beide Anforderungsfälle wurde der neue Ethernet-AVB Standard sowohl theoretisch untersucht als auch durch prototypische Implementierungen und Aufbauten bewertet.

Anwendungsfall 1

Anwendungsfall 1 beschreibt ein Echtzeit-Audio-Streaming zwischen einem MOST-basiertem System zu einem Ethernet basiertem. Da kurz- und mittelfristige beide Technologien in einem Automobilnetzwerk zu finden sein werden wurde darauf Wert gelegt dass ein MOST basiertes System mit einem Ethernet basierenden System Audiodaten synchron austauschen können und umgekehrt. In diesem Zusammenhang wurde geprüft und bewertet inwieweit Ethernet dem MOST zur Übertragung von Streamingdaten gerecht werden kann.

Dabei wurde der unter Abbildung 12 dargestellte Topologie definiert.

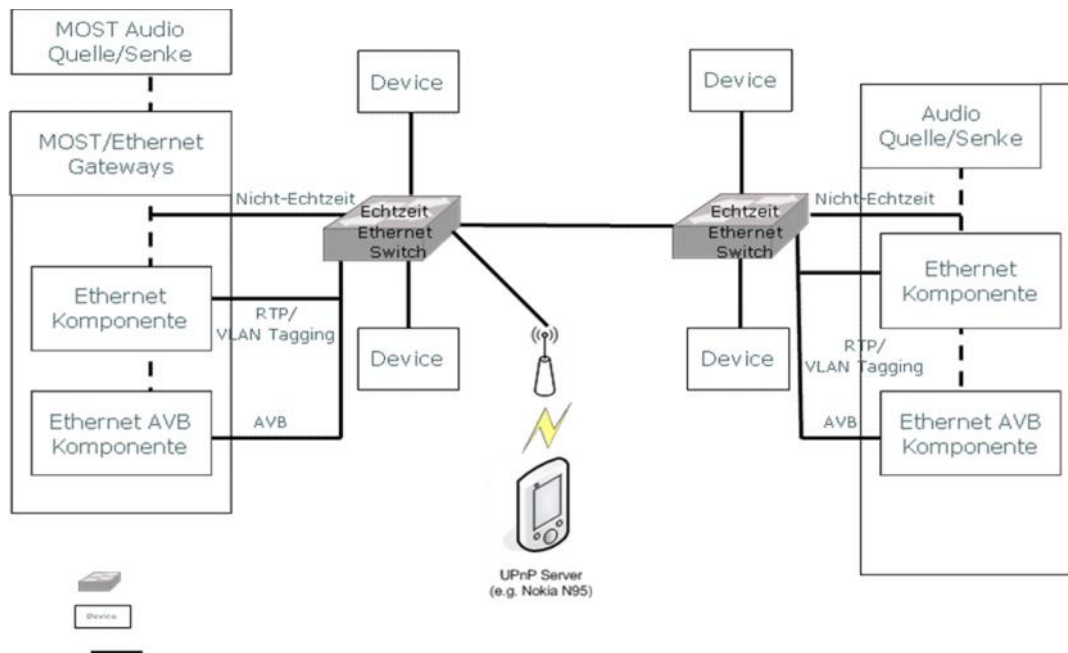


Abbildung 12: Schematischer Demonstratoraufbau

Die MOST-Audio-Quelle (links oben in Abbildung 12) wird durch eine höhere Schicht zur Wiedergabe von Audio getriggert. Durch ein MOST/Ethernet Gateway und eine Ethernet-AVB-Komponente werden die Daten in Ethernet-Datenblöcke verpackt und über ein Ethernet Netzwerk transportiert. An einer Audio-senke (rechts oben in Abbildung 12) werden diese wiederum entpackt und abgespielt.

Die Knoten des Netzwerkes werden über ein Zeitsynchronisierungsprotokoll nach dem MOST synchronisiert. Durch Synchronisation zum MOST ist es der Audiosenke möglich selber Audio zu streamen und diese dann über das Ethernet-Netzwerk in den MOST einzuspeisen um es dort synchronisiert abzuspielen.

Umsetzung

Das Dienstgüte-Konzept beruht auf den Substandards von Ethernet-AVB und auf Priorisierung über 802.1Q/p. Dieser Standard war zum damaligen Zeitpunkt noch nicht vollständig definiert. Es gab keine prototypischen Implementierungen für Automotive Steuergeräte.

- MOST/Ethernet Gateway (MMP)

Es waren sowohl Hardwaremodifikationen der bestehenden Continental Multimedia Plattform notwendig als auch Softwaremodifikationen. Es wurde einige WIN CE basierte Programme geschrieben die die Kommunikationen zwischen dem Gateway und der MOST-Quelle ermöglichen. Das Audiorouting der Plattform wurde derart verändert das die MOST-Audioströme durch das Gateway zu I2S (Inter IC Sound) geroutet werden können. Außerdem wurden Programme implementiert die eine spätere Fernsteuerung des Demonstrators erlauben wie beispielsweise Programme die einen selbstständigen Hochlauf der Plattform mit einer entsprechenden Konfiguration erlauben. Weiterhin wurde ein Webserver und eine Benutzeroberfläche auf diesem Gerät implementiert um mit einem IP-fähigen Endgerät darauf zugreifen zu können.

- AVB Endknoten

Da noch keine Automotive fähigen Ethernet-AVB-Steuergeräte zur Verfügung standen wurden Evaluationsboard von der Firma Broadcom verwendet. Dieses Board ist mit mehreren Audiocodex

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

und Audioschnittstellen ausgestattet und dienen als AVB-Endknoten (sog. Talker oder Listener). Hier wurde Know-How im Bereich Ethernet-AVB aufgebaut und vorab zahlreiche Messungen des Protokollstacks durchgeführt. Anschließend wurden auf diesen Boards Programme modifiziert um die Güte des Audiotransportes nicht zu verändern. Verschiedene Start-Skripte wurden geschrieben um dafür Sorge zu tragen das das AVB-Netzwerk schnell synchronisiert wird bevor eine MOST-Audiostrom das Evaluationsboard erreicht. Weiterhin wurde eine Steuerungssoftware programmiert um diese Boards ferngesteuert betreiben zu können.

- AVB Switche

Anfangs wurden auch hier Evaluationsboard eingesetzt bis eigens aufgebaute Switche, welche für das SEIS Projekt entwickelt wurden, zur Verfügung standen. Auf diesen auf AUTOSAR basierten Systemen wurde dann noch ein Ethernet-AVB Stack integriert und an das Betriebssystem angepasst. Die Korrektheit der Integration und Implementierung wurde durch Referenzsysteme nachgewiesen und erhielt die vom AVB-Standard geforderte Güte an Übertragungszeit und Zeitsynchronisationsgenauigkeit.

Weiterhin wurden die Switche so konfiguriert das der spätere Hintergrund-Datenverkehr die entsprechende Dienstgüte bekommt. Die Verifizierung des Demonstratoraufbaus konnte durch zusätzlich implementierte Loggingmechanismen unterstützt werden.

- Ethernet Multimedia Headunit (MMP)

Also Audio Senke wurde eine Windows CE basierte Multimediaplattform von Continental verwendet. Es wurde einige WIN CE basierte Programme geschrieben die die Kommunikationen zu dem Ethernet-AVB Endknoten ermöglichen. Das Audiorouting der Plattform wurde verändert um die über I2S eintreffenden Ströme vom AVB-Endknoten zu empfangen und in die Audioarchitektur einzubinden. Außerdem wurden Programme implementiert die eine spätere Fernsteuerung des Demonstrators erlauben wie beispielsweise Programme die einen selbstständigen Hochlauf der Plattform mit einer entsprechenden Konfiguration erlauben. Weiterhin wurde auch auf diesem Gerät ein Webserver und eine Benutzeroberfläche auf diesem Gerät implementiert um mit einem IP-fähigen Endgerät darauf zugreifen zu können. Ein weiterer Audiostreamer wurde implementiert um dieses Gerät zum Sender von Audiodaten zu nutzen und diese dann synchronisiert in das MOST-Netzwerk einzuspeisen.

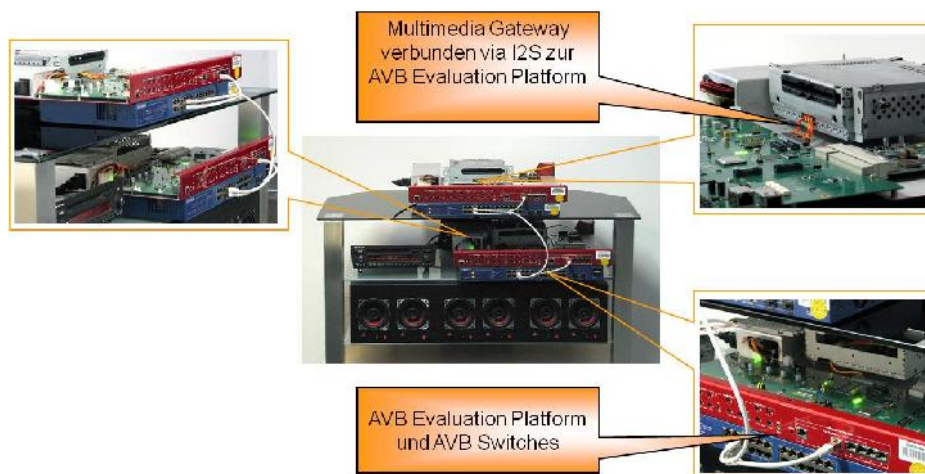


Abbildung 13: Demonstratoraufbau MOST/Ethernet

Abbildung 13 zeigt den umgesetzten Demonstratoraufbau.

Messergebnisse

1 Der Konzeptaufbau diene weiterhin als Basis für Messungen in Bezug auf die Dienstgüte des Ethernet
2 AVB Netzwerkes. Hierbei wurde in verschiedenen Messungen der Datentransport als auch die Synchroni-
3 sation zwischen beiden Netzwerken untersucht.
4

5 Dabei wurden unter anderem untersucht:
6

- 7 • Synchronisationsgenauigkeit von IEEE802.1AS
- 8 • Übertragungsverzögerung der Audiodaten
- 9 • Verzögerung Sampleratekonverter
- 10 • Synchronisationsgenauigkeit zwischen MOST und Ethernet
- 11 • Ausfallsicherheit der Zeitsynchronisation
- 12 • Messungen des Systemstart mit abgeschlossener Zeitsynchronisation
- 13 • Evaluierung der Synchronisationsgenauigkeit bei schwankenden Temperaturbedingungen
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22

23 **Fazit**

24 Der Aufbau des Demonstrators hatte zum ersten das Ziel des Audiodatentransportes zwischen einem
25 MOST-Netzwerk und einem Ethernet-AVB-Netzwerk. Beide Netzwerke wurden zuvor noch nie miteinander
26 verbunden bzw. synchronisiert und sind erstmalig in diesem Demonstrator zu finden.
27

28 Es konnte gezeigt werden, dass der Audiotransport in beide Richtungen ohne Qualitätsverlust realisierbar
29 war. Hierbei wurde sich keiner weiteren Mechanismen wie spezieller Buffer oder Sampleratekonverter
30 bedient sondern diese, wenn vorhanden, deaktiviert. Hiermit ergibt sich ein Konzept des synchronen
31 Audiotransportes zwischen beiden Netzwerken. Über das hinaus wurde der Standard IEEE 802.1AS auf
32 ein Automotive-Gateway mit dem Betriebssystem AUTOSAR-OS integriert. Dieses Gateway wurde für die
33 Messungen benutzt und zeigt erstmals eine Automotive Hardware- und Softwaregrundlage im Zusammen-
34 hang mit diesem Zeitsynchronisationsstandard. Auch diese Implementierung erfüllt die an den Stan-
35 dard gestellten Anforderungen und zeigt letztendlich Hinweise und erste Erfahrungen mit AVB in einer
36 Automotive Umgebung.
37

38 Die Gegenüberstellung von Ethernet-AVB und IEEE 802.1Q/p und Ethernet 802.1 zeigt letztendlich die
39 Daseinsberechtigung für die Substandards IEEE 802.1Qat und IEEE802.1Qav. Hintergrunddatenverkehr
40 konnte die Audioströme, welche sich in der gleichen oder in einer niedrigeren Queue befanden, beein-
41 trächtigen und somit die Dienstgüte verringern.
42

43 Es zeigte sich, dass AVB die Dienstgüteanforderungen an die Audioübertragung im Bordnetz erfüllen
44 kann. Daraus lässt sich außerdem schlussfolgern, dass er mit dem MOST mindestens gleich gesetzt
45 werden kann. Weiterhin zeigt sich, dass AVB Potential für weitere Anwendungsbereiche hat.
46

47 **Anwendungsfall 2**

48 Anwendungsfall 2 beschreibt einen Anwendungsfall für eine Migration von FlexRay zu Ethernet. Hierbei
49 wurde darauf Wert gelegt das ein auf FlexRay basiertes System mit einem Ethernet basierendes System
50 kommunizieren kann und vice versa. In diesem Anwendungsfall soll verifiziert werden inwieweit Ethernet
51 dem echtzeitfähigen FlexRay gerecht werden kann.
52

53 Im Anwendungsfall 1 wurde sicherheitsunkritischen Daten betrachtet. Ziele der Evaluierung von Ethernet
54 AVB in diesem Anwendungsfall diene der Feststellung der Echtzeitfähigkeit und Vorausbestimmung der
55 Zuverlässigkeit dieses Protokolls. Dabei wurde bewusst ein Anforderungsfall ausgewählt der sich nicht
56 nur mit der Übertragung von Multimediadaten befasst sondern Feldbusdaten (viel kleinere Pakete, nicht
57 so typisch zyklisch wie Streamingdaten) über das Netzwerk überträgt.
58

59 Dazu wurde der in Abbildung 14 definiert und aufgebaut.
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

Ein FlexRay-Restbussimulation kommuniziert per FlexRay seine Daten an ein ihm angeschlossenes Gateway (FlexRay/AVB Gateway) welches Teil des Clusters ist. Dies setzt die Daten in ein geeignetes Ethernet basiertes Protokoll um und überträgt dieses an ein zweites Gateway über 100 Mbit/s full duplex Ethernet. Das zweite Gateways (rechts) extrahiert die FlexRay-Frames aus den Ethernet-Frames und stellt dies dem zweiten FlexRay Cluster (nicht in der Abbildung eingezeichnet) zur Verfügung. Hierbei soll der dafür vorgesehene statische Slot genutzt werden.

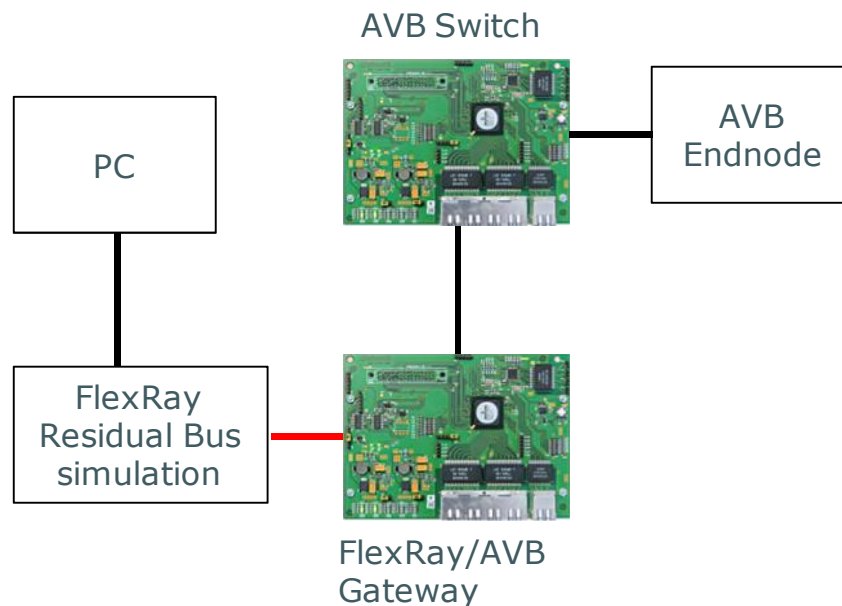


Abbildung 14: Demonstratoraufbau FlexRay/Ethernet

Umsetzung

Das Dienstgüte-Konzept des Gateways beruht auf den Substandards von Ethernet-AVB. Dieser Standard waren zum damaligen Zeitpunkt noch nicht vollständig definiert. Es gab keine prototypischen Implementierungen für Automotive Steuergeräte. Um nun Nachrichten zwischen den beiden Netzwerken mittels eines AVB-Backbones austauschen zu können müssen diese Netzwerke zu allererst synchronisiert werden um eine hohe Dienstgüte erreichen zu können. Der heutige FlexRay Standard in der Version 2.1 bietet noch keine Möglichkeit um eine Zeitsynchronisation auf Netzwerkebene zu realisieren. Dies ist ein bekanntes Problem und wird deshalb in der nächsten Version (3.0) verfügbar sein. Die zugrunde liegende Topologie stellte dabei weiteres Hindernis dar da die FlexRay Netzwerke physikalisch getrennt sind. Dabei wurde die Zeitbasis des AVB-Netzwerkes, als Referenzzeit genutzt und die FlexRay-Netzwerke auf diese Zeit aufsynchronisiert. Dabei wurde der Mechanismus der externen Uhrensynchronisation verwendet. Dafür war es notwendig die Zeitsynchronisation von FlexRay und einem Ethernet basierten Zeitsynchronisierungsverfahren auf dem Gateway umzusetzen.

- FlexRay/AVB Gateway:

Auf diesen auf AUTOSAR basierten Systemen wurde ein Ethernet-AVB Stack integriert und an das Betriebssystem angepasst. Die Korrektheit der Integration und Implementierung wurde durch Referenzsysteme nachgewiesen und erhielt die vom AVB-Standard geforderte Güte an Übertragungszeit und Zeitsynchronisationsgenauigkeit.

Weiterhin wurde auf dem Gateway Software implementiert um den FlexRay-Knoten und den Ethernet-Knoten miteinander zu synchronisieren. Da bisher noch kein Datenaustausch zwischen FlexRay und Ethernet-AVB möglich war wurde ein neues Transportprotokoll definiert und dieses gleich prototypisch umgesetzt. Der Datentransport von FlexRay nach Ethernet-AVB (genauer gesagt IEEE 1722) wurde damit umgesetzt.

Messergebnisse

Die Synchronisation einen FlexRay Clusters mit dem Ethernet-AVB Netzwerkes wurde erreicht. Die zeitliche Synchronisation der Netzwerke stellt die Basis des Anwendungsfalles. Dar. Ohne eine Synchronisation der Netzwerke war ein Uhrendrift zwischen dem Takt des AVB Netzwerkes und des FlexRay Netzwerkes von 1,75 ms pro 10 ms messbar. Nach Synchronisation war kein Drift mehr messbar. Der verbleibende Jitter berief sich auf +/- 1 µs.

Fazit

Ein Mischbetrieb beider Netzwerke wurde erstmals in diesem Demonstrator erreicht und war bis dato in der Industrie nicht verfügbar. Die zeitliche Synchronisation beider Netzwerke konnte erfolgreich im Demonstrator umgesetzt werden.

Um die Daten von einem FlexRay-Bus zu dem anderen zu übertragen, mussten diese in Ethernet-Frames verpackt werden. Dazu ist eine passende Kapselung der Daten notwendig, um einerseits die bestehenden Informationen des Ursprungprotokolls, d.h. FlexRay, nicht zu verlieren andererseits um die Daten innerhalb des Frames wiederzufinden, wenn mehrere FlexRay-Frames in einen Ethernet-Frame verpackt werden. Dabei werden IEEE 1722 Pakete verwendet und die Ende-zu-Ende-Adressierung zu realisieren. Dafür wurde auch ein Erweiterungsvorschlag von IEEE 1722 erarbeitet und eingereicht. Dieser sieht vor, einen neuen Subtyp des 1722 Protokolls vorzuschlagen, der die automotive Anforderungen umsetzt. Dabei wird der Header des Pakets entsprechend angepasst.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein Konzept zur Übertragung von FlexRay-Frames über IEEE 1722-Paketen auf einer Ethernet-Strecke erstellt wurde. Dafür wurde eine Topologie gewählt, bei der die Daten von einer Seite der Ethernet-Strecke zur anderen erfolgen. Um FlexRay-Frames mit den Daten entsprechend in IEEE-1722 Pakete zu verpacken wurde eine Erweiterung des Standards vorgeschlagen. Dadurch wird es möglich, mehrerer FlexRay-Frames in einem Ethernet-Frame zu bündeln.

Der Demonstrator wurde bis zum Ende des SEIS Projektes nicht vollständig abgeschlossen da parallel an zwei Anforderungsfällen gearbeitet wurde. Es fehlte bis dato noch der Anschluss des zweiten FlexRay-Clusters.

2.1.9 AP 2.6: Architektur-Exploration und Migration

Ziel dieses Arbeitspakets ist der Entwurf eines Konzepts zur erfolgreichen Migration der bestehenden Vernetzung zu einem vollständig IP-basierten Kommunikationssystem. Dabei war es notwendig geeignete Schnittstellen zwischen bestehenden Systemen und Ethernet/IP basierten Systemen zu untersuchen und zu definieren.

Auf Grund der Unterschiedlichkeit der bestehenden Bussysteme musste jeweils eine andere System-schnittstelle für das jeweilige System definiert werden. Continental hat den Fokus auf den Multimediabus MOST und den Steuerbus FlexRay gelegt.

Migration von FlexRay zu Ethernet

Ziel dieses Migrationsszenarios war die Definition einer Schnittstelle zwischen dem zeitgesteuerten FlexRay und dem eventgesteuerten Ethernet um das in Abbildung 15 dargestellte Migrationsszenario umzusetzen.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

SEIS 2.5

Basis einer auf Dienstgüte basierenden Kommunikation ist eine zugrunde liegende Zeitsynchronisation. Daher musste im Vorfeld betrachtet werden wie sich beide Netze synchronisieren lassen. Der heutige FlexRay Standard in der Version 2.1 bietet noch keine Möglichkeit um eine Zeitsynchronisation auf Netzwerkebene zu realisieren. Dies ist ein bekanntes Problem und wird deshalb in der nächsten Version (3.0) verfügbar sein. Deshalb wurde der Mechanismus der externen Uhrensynchronisation verwendet. Die Microticks pro Cycle werden hierbei erhöht oder erniedrigt um den Takt des Busses zu verändern. Die NIT (network idle time) wurde hierbei angepasst wodurch der nachfolgende Zyklus entweder früher oder später beginnt und sich hierdurch der gesamte Zyklus verändert.

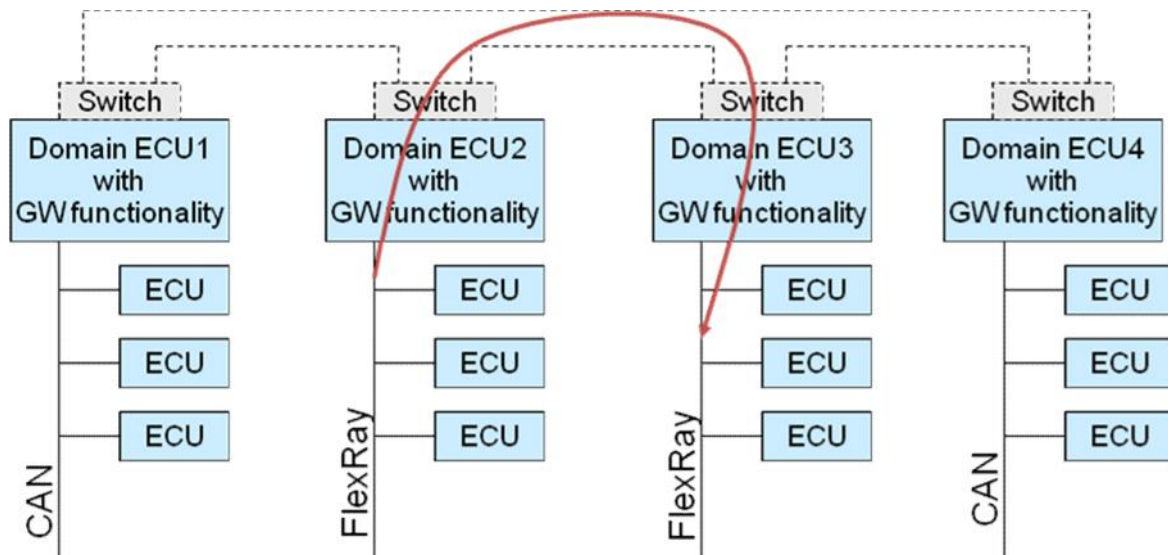


Abbildung 15: Migrationsszenario

Erarbeitung eines geeigneten Übertragungsprotokolls

Um die Daten von einem FlexRay-Bus zu übertragen, müssen diese in Ethernet-Frames verpackt werden. Dazu ist beispielsweise eine passende Kapselung der Daten notwendig, um einerseits die bestehenden Informationen des Ursprungprotokolls, d.h. FlexRay, nicht zu verlieren andererseits um die Daten innerhalb des Frames wiederzufinden, wenn mehrere FlexRay-Frames in einen Ethernet-Frame verpackt werden (1:n-Zuordnung). In diesem Konzept wurde das IEEE1722 Protokoll als Transportprotokoll ausgewählt da es das präferierte Protokoll für den Ethernet AVB Standard ist.

Dafür wurde auch ein Erweiterungsvorschlag bei der IEEE 1722 erarbeitet und eingereicht. Dieser sieht vor, einen neuen Subtyp des 1722 Protokolls vorzuschlagen, der die automotive Anforderungen umsetzt. Dabei wird der Header des Pakets entsprechend angepasst. Das Datenformat ist in Abbildung 16 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** dargestellt. Dabei werden also in die protokollspezifischen Headerdaten so gesetzt, dass sie den Protokolltyp (protocol type), also zum Beispiel CAN oder FlexRay, enthalten. Dadurch können Randbedingungen wie Timing oder Paketgröße hergeleitet werden. Weiter wird die Länge der Erweiterung (ext_length) definiert. Diese gibt den Versatz des ersten Frames innerhalb der Nutzdaten in 32bit-Werten an. Dadurch kann ein protokollspezifischer Header eingefügt werden. Weiter wird noch die Anzahl an Frames angegeben, die das IEEE 1722 Paket enthält.

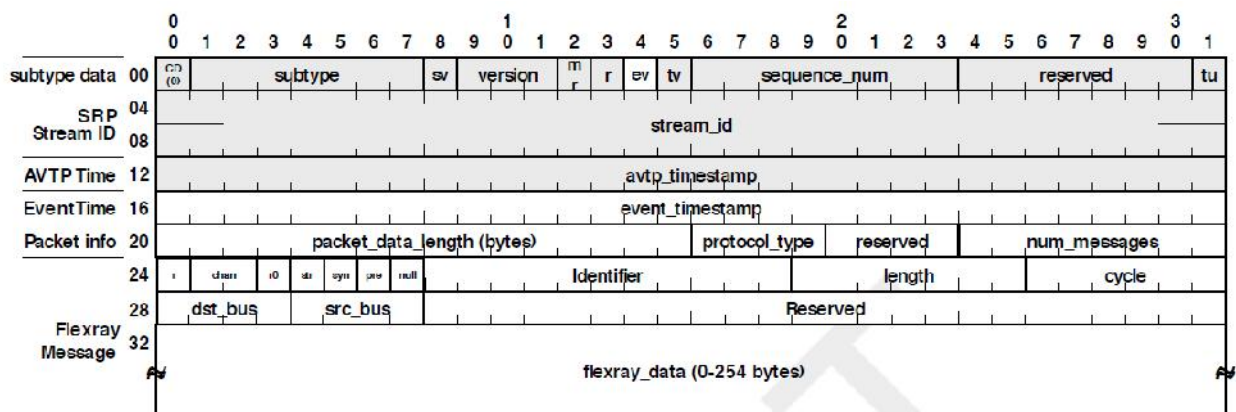


Abbildung 16: Datenformat der IEEE 1722 Erweiterung (Vorschlag zur Standardisierung, aktuell noch im Entwurf)

Zusammenfassend lässt sich sagen dass bei diesem Migrationsszenario sowohl die Uhrensynchronisation als auch der Datentransport untersucht und definiert wurde. Die zeitliche Synchronisation der Netzwerke stellt die Basis des Anwendungsfalles dar. Dies konnte durch die externe Uhrensynchronisation umgesetzt und nachgewiesen werden. Solange die nächste Version des FlexRay Standards diese Schnittstelle noch nicht bietet muss auf so eine Möglichkeit zurück gegriffen werden. Falls eine 3. te Version des FlexRay Standards zur Verfügung stehen sollte, wird empfohlen sich diesen Punkt erneut zu betrachten.

Der Datentransport wurde theoretisch untersucht und verschiedene Konzepte der Verkapselung betrachtet. Um FlexRay-Frames mit den Daten entsprechend in IEEE-1722 Pakete zu verpacken wurde eine Erweiterung des Standards vorgeschlagen. Dadurch wird es auch möglich, mehrere FlexRay-Frames in einem Ethernet-Frame zu bündeln und so die Effizienz der Übertragung (Nutzdaten zum gesamten Datenpaket) zu erhöhen.

In diesem Zusammenhang wurde auch für den CAN Bus eine geeignete Verkapselung in IEEE 1722 definiert.

Migration von MOST zu Ethernet

Die Standard-Vernetzungstechnologie für den Infotainment-Bereich ist gegenwärtig das MOST Bussystem. Ethernet und IP wird gegenwärtig als Konkurrenz zum MOST System angesehen. Eine Migration von MOST zu Ethernet soll hierbei untersucht werden um mittelfristig beide Technologien in einem System miteinander arbeiten zu lassen. Hierbei wurde darauf Wert gelegt dass ein MOST basiertes System mit einem Ethernet basierendem System kommuniziert und umgekehrt. Hierbei beschäftigt sich der folgende Ansatz mit dem Streaming von Audiodaten. Kontrolldaten werden in diesem Ansatz nicht betrachtet.

Die Uhrensynchronisation bietet die Basis einer Dienstgüte orientierter Übertragung. Deshalb wurde das in Abbildung 17 dargestellte Konzept einer Uhrensynchronisation zwischen MOST und Ethernet, auf Basis des I2S-Busses definiert. Die Uhrensynchronisation wurde mittels Hardware vom MOST auf den I2S-Bus umgesetzt und dann über einen Audio-Codec getriggert in einen synchronen IEEE1722 Datenstrom verpackt. Auf der Empfängerseite wurde der Audiostrom und dessen Takt wieder regeneriert und synchron zum Ausgangsdatenstrom verarbeitet.

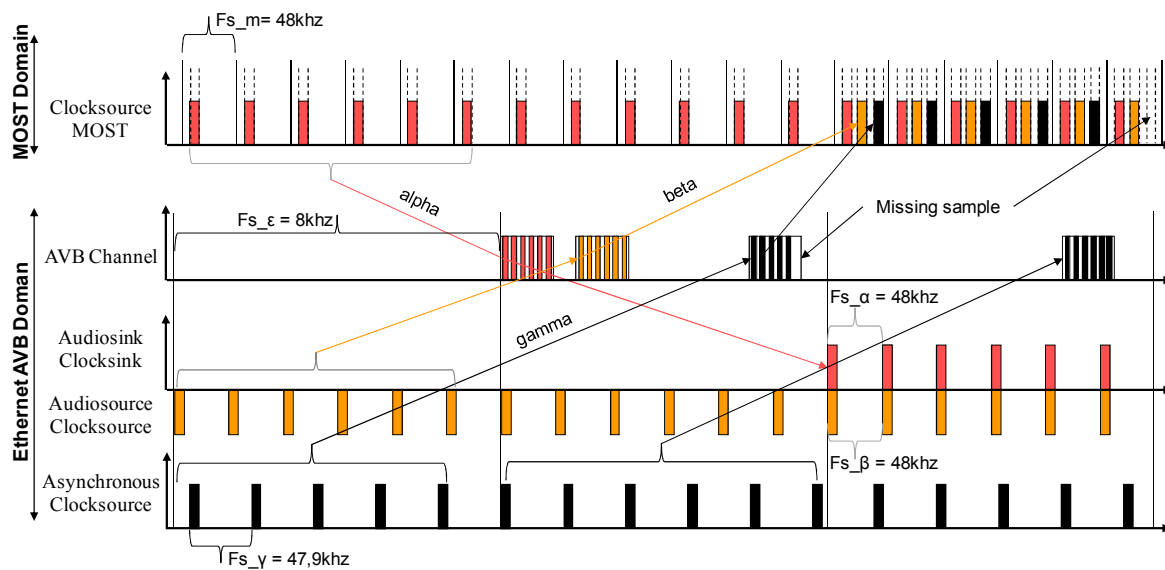


Abbildung 17: Uhrensynchronisation zwischen MOST und Ethernet AVB

Eine übergeordnete Steuerungsebene wurde implementiert um das Streaming und die Zeitsynchronisation zwischen beiden Netzwerken zu initiieren und zu steuern. Hierbei wurde das IP-basierte UPnP Protokoll gewählt welches unabhängig zum Most und Ethernet eine Steuerung von Multimediaquellen und -senken erlaubt.

Das Konzept beinhaltet folgende Anwendungsfälle welche theoretisch als auch praktisch umgesetzt wurden:

- Uhrensynchronisation zwischen MOST und Ethernet-AVB
- Synchrones Audiostreaming von MOST zum Ethernet-AVB-Netzwerk
- Synchrones Audiostreaming vom Ethernet-AVB-Netzwerk zum MOST-Netzwerk
- Asynchrones Audiostreaming vom Ethernet-Netzwerk zum MOST-Netzwerk

Es wurde ausführlich untersucht, welche unterschiedlichen Möglichkeiten bestehen, Audioströme von MOST auf geschaltete Ethernet und IP-basierte Netze abzubilden. Da Ethernet-basierte Netze andere Eigenschaften haben als die heutigen Bussysteme, existieren große Performanceunterschiede in Abhängigkeit der angewandten Protokollumsetzungsmethode. Eine heterogene Zeitsynchronisation zwischen beiden Netzwerken wurde betrachtet und in AP2.5 umgesetzt. Weiterhin konnte auch ein synchroner Datentransport zwischen MOST und Ethernet und vice versa definiert werden. In AP2.5 finden sich hierzu die jeweiligen Umsetzungen der Konzeptbetrachtungen.

2.1.10 AP2.7: Quality of Service (QoS)

Hinsichtlich des Punktes Quality of Service (QoS) bestehen Überschneidungen und Berührungspunkte mit den Arbeitspaketen AP2.4, AP2.5 und AP3.1; daher wurde das neue Arbeitspaket AP2.7 im Januar 2011 für 1 Jahr eröffnet, das sich ausschließlich dem Thema QoS widmet. Das Arbeitspaket wurde auf freiwilliger Basis lange nach dem Start des SEIS Projektes gegründet und wurde aus den bereits vorhandenen Mitteln und Aufwendungen durchgeführt. Es wurden keine zusätzlichen Mittel angefordert. Das Arbeitspaket AP2.7 wurde im Zeitraum 01.11.2010 bis 31.12.2011 bearbeitet.

Inhalt des Arbeitspaketes war die Entwicklung eines Konzeptes einer Quality of Service - orientierten IP-basierten Architektur im Automobil. Ferner wurde ein Architekturvorschlag für QoS-Management und eine

1 mögliche Beschreibung der Schnittstellen zwischen Anwendungen, Media-Independent QoS-Manager
2 (Leistungs- und Ressourcen-Management), Internet-Protokoll QoS-Manager und medienspezifischen
3 QoS-Managern erarbeitet.
4

5 Weiterhin beschreibt AP2.7 mögliche Anwendungsfälle, bei denen eine dynamische Ressourcenreservie-
6 rung als sinnvoll angesehen wird. Einer dynamischen Reservierung von Ressourcen im Fahrzeug wirken
7 heute noch viele Sicherheitsbedenken und Risiken entgegen. Daher wurden Anwendungsfälle betrachtet
8 und aufgestellt bei welchen eine dynamische Reservierung trotzdem zu Zuge kommen könnte.
9

10
11 Als Projektergebniss wurde eine QoS-orientierte Architektur definiert (Abbildung 18), welche auf eine
12 klassische Architektur im Sinne eines Schichtenmodells aufbaut. Die vorgestellte Architektur umfasst
13 diverse Entitäten – Anwendung, Middleware, Media-Independent QoS-Manager, IP-QoS-Manager und
14 mehreren Md-QoS-Managern – sowie die Schnittstellen und Parameter zwischen diesen Entitäten. Die
15 Entitäten sind dabei in das OSI Schichtenmodell eingeordnet.
16
17

18
19
20 Hierbei wurden im speziellen definiert:

- 21 • L2-QoS-Manager (medienabhängig)
- 22 • L3-QoS-Manager
- 23 • Ein zentraler Media Independent QoS Manager (medienunabhängig)
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28

29 Diese soll in der Lage sein, dynamische Ressourcenanforderungen von der Anwendung ausgehend auf
30 Netzwerkebene zu reservieren und zu garantieren. Eine solche Architektur würde die durch Einführung
31 des Internet Protokolls ins Fahrzeugbordnetz gewonnene Flexibilität der Kommunikation ergänzen. Es
32 wurden drei wesentliche Ethernet-basierte Layer-2 Technologien behandelt: Ethernet ohne IEEE802.1Q,
33 Ethernet mit IEEE802.1Q und Ethernet IEEE802.1 AVB. Ausgehend von diesen Technologien werden alle
34 Parameter der Reservierungsanfrage identifiziert. Darauf basierend werden die Schnittstellen und die
35 Interaktion zwischen den konzipierten Entitäten beschrieben. Dies umfasst die Sichten, welche von der
36 Anwendung angegebenen QoS-Parameter, bei welcher der drei Technologien verwendet werden.
37

38 Ausgehend von den in AP2.7 präsentierten Vorarbeiten, sollten die nächsten Schritte eine prototypische
39 Implementierung und Validierung, sowie einen Nachweis der Verträglichkeit mit heutigen Safety-
40 Anforderungen vorsehen, die heute nur durch eine statische Verteilung der Ressourcen eingehalten
41 werden können.
42

43 Eine Umsetzung des Konzeptes wurde bis zum Ende des SEIS Projektes nicht verwirklicht da dieses
44 Arbeitspaket nur eine sehr kurze Laufzeit hatte und nicht am Anfang eingeplant wurde.
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

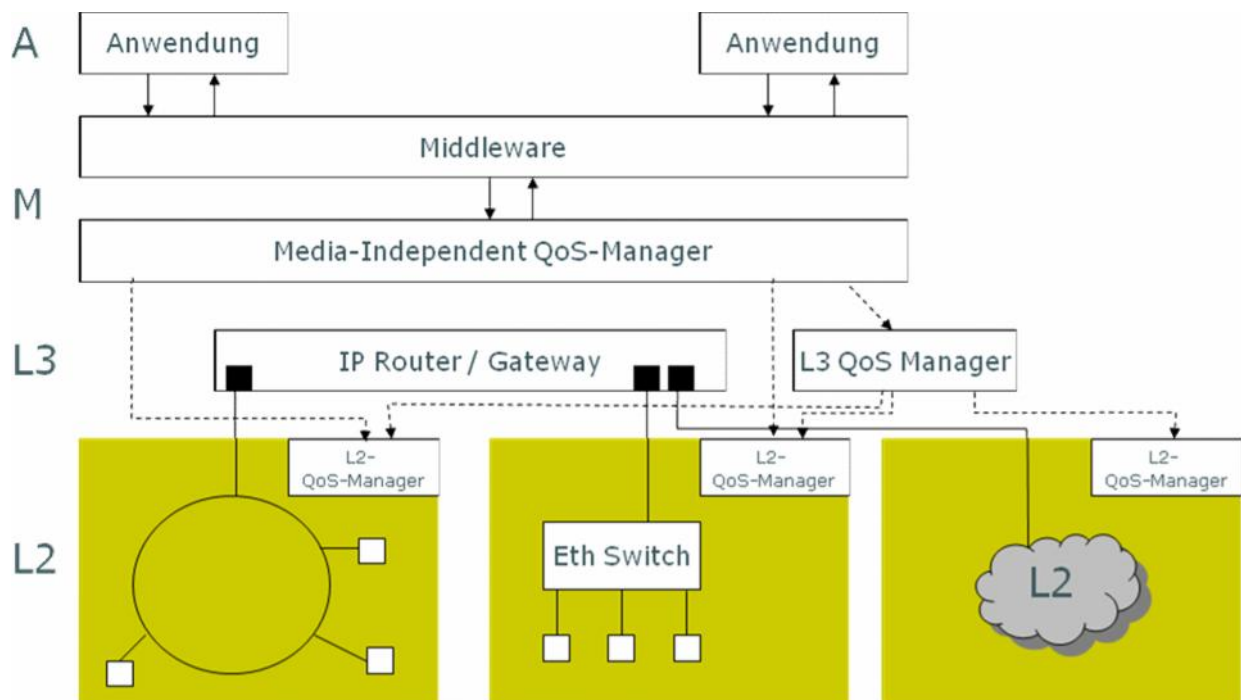


Abbildung 18: QoS-Architektur

2.1.11 AP 3.1: Grundlagen der Funktionsinteraktion und Migrationsstrategie

Es wurden ursprünglich ca. 30 existierende IP-basierte Kommunikations-Middleware-Systeme grob analysiert und mit den in AP1.2 definierten Anforderungen verglichen.

Im ersten Schritt wurde versucht die Anzahl der detaillierter zu untersuchenden Systeme, durch Killerkriterien u´zu reduzieren.

Am Ende blieben 4 mögliche Systeme CORBA, ICE-E, Apache-etch und SLAP als mögliche Basis für eine Automotive Middleware übrig.

Diese wurden detailliert analysiert, unter anderem auch dahingehend ob bestehende Datenmodelle (MOST) in der Automotive Welt in diese Systeme migriert werden können.

Die Vorgehensweise und die Ergebnisse sind im AP3,.1 Ergebnisdokument enthalten.

2.1.12 AP 3.2: Sichere Einbindung von CE-Geräten / Benutzerschnittstellen

In diesem Arbeitspaket wurden von Elektrotit, BMW und Continental unterschiedliche Technologien zur Einbindung von CE-Geräten beschrieben. Von Continental wurde ein Konzept zur sicheren Einbindung von DLNA/UPnP-Geräten analysiert und dokumentiert.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

SEIS 2.5

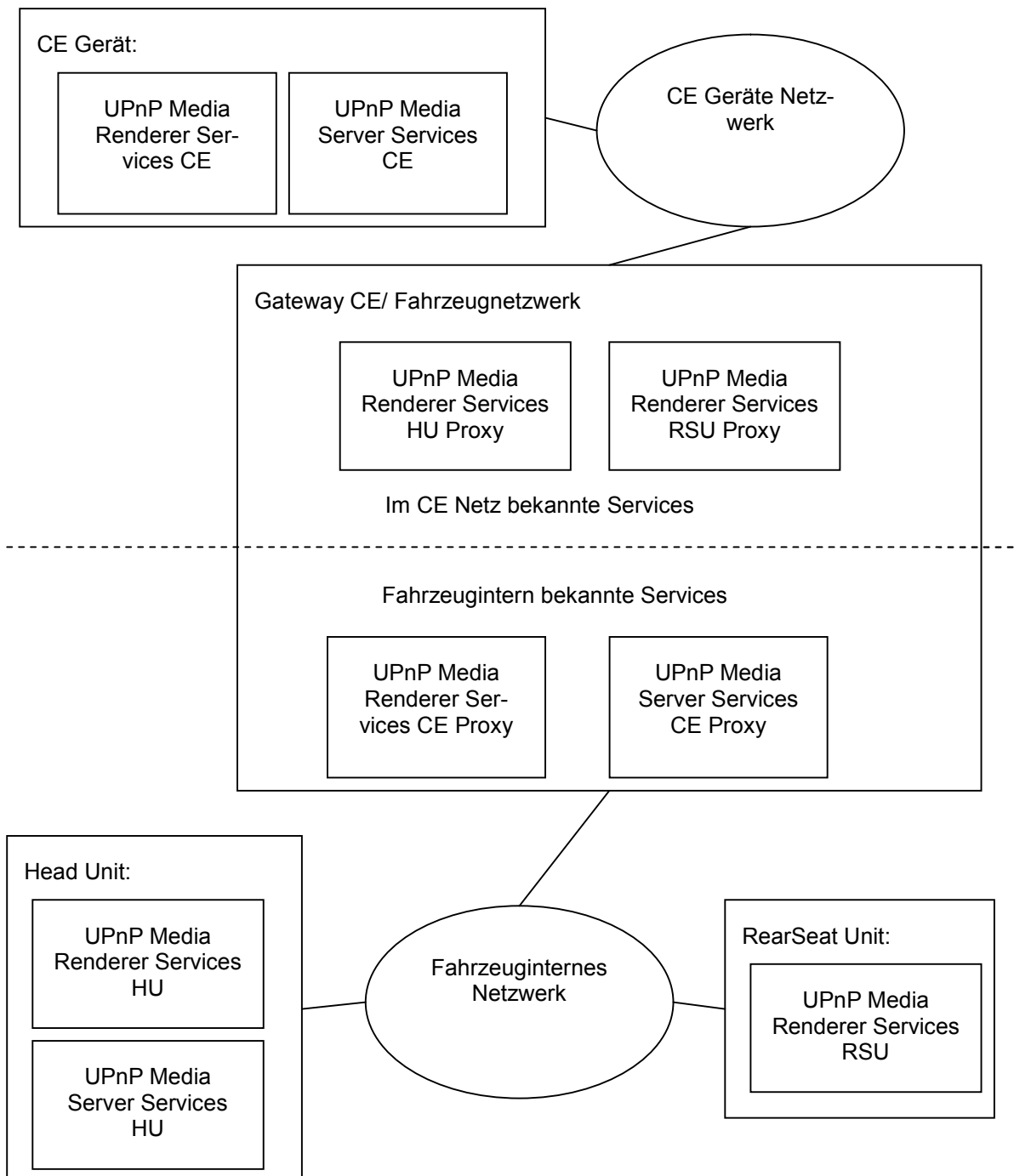


Abbildung 19: Sicher Einbindung von CE Geräten

Im Arbeitspaket 4.1 wurde schwerpunktmäßig die Referenz eines IP-Sicherheitsmodells entwickelt. Einbezogen war die Methodik, über Bedrohungsbäume und Steuergeräte-Teilfunktionen auf Kommunikationsbeziehungen („Computational Interfaces“) zu schließen, diese durch Sicherheitsattribute und Hardware-Interfaces zu charakterisieren und innerhalb eines an Kraftfahrzeugen orientierten Zonenmodells zuzuweisen (Hochsicherheit-, Umwelt-, Komfort-). Damit können Interzonen-Kommunikationspfade aufgezeigt, Steuergeräte-Partitionierungen ausgerichtet und Zonenübergänge in Form zunächst abstrakter Gatewayanforderungen den jeweiligen Schutzziele entsprechend charakterisiert werden.

Continental steuerte zu o.a. Vorgehensweise Detailwissen aus der Infotainment-Bereich bei und stellte entsprechende Szenarien exemplarisch dar.

2.1.14 AP 4.2: Kommunikationsinfrastruktur

Das Arbeitspaket beschäftigt sich mit sicherer Kommunikationsinfrastruktur.

Die Bearbeitung des Arbeitspakets wurde von vierzehntägigen Telefonkonferenzen begleitet mit regelmäßiger Beteiligung von Continental. Wichtigstes Arbeitsergebnis des Arbeitspakets ist ein Ergebnisdokument, das dem Nutzer Hilfestellung bei der Auswahl und Anwendung von Securityarchitekturen geben soll. Im Ergebnisdokument wurden Problemstellungen und Ziele genannt, existierende Sicherheitslösungen analysiert, eine Sicherheitsarchitektur beschrieben, eine Sicherheitsanalyse erstellt und Anwendungsfälle beschrieben.

Im Arbeitspaket wurde die sichere Kommunikationsinfrastruktur auf Basis eines Domänenmodells, bestehend aus Body& Cabin, Infotainment & Cockpit, Driver Assistance, Engine & Powertrain Manager und Chassis & Safety, erarbeitet (s. Abbildung 20). Die Domänen werden über eine Switch oder Router kommunikationsmäßig voneinander getrennt. Aus Know-How-Sicht lieferte Continental vor allem Beitrag für die Infotainment & Cockpit Domäne.

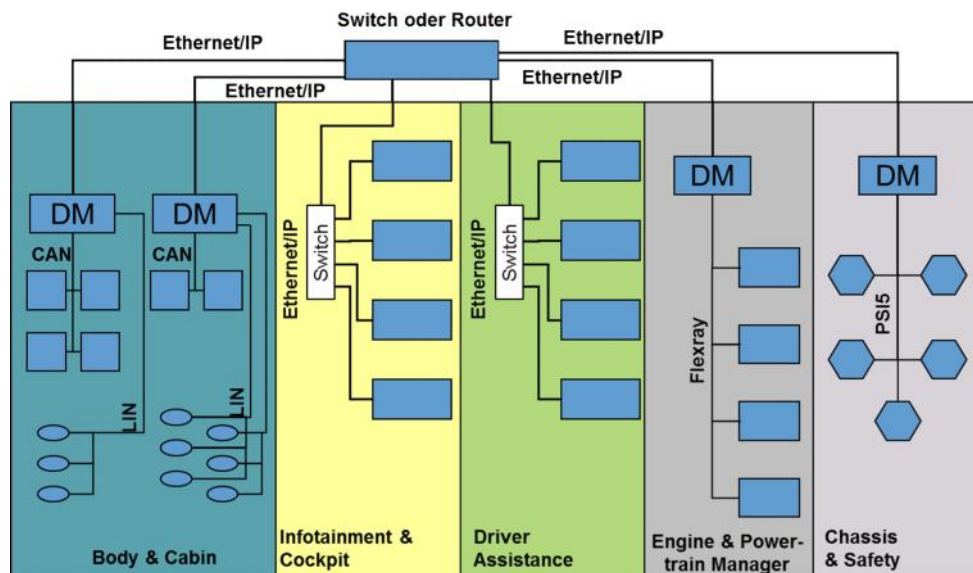


Abbildung 20 Beispiel einer in Domänen eingeteilten Bordnetzarchitektur

Ein wesentlicher Beitrag von Continental im Ergebnisdokument lag auch bei den Anwendungsfällen.

Das in AP 4.1 beschriebene Zonenmodell findet weiterhin Anwendung (Zwiebelmodell: Hochsicherheitszone -> Komfortzone -> Umweltzone) Dabei können den Subnetzen VLANs zugeordnet werden. Das Sicherheitsprotokoll IPsec bildet die Grundlage der protokollbasierten Sicherheitslösungen in AP 4.2.

2.1.15 AP4.3: Sichere Middleware

AP 4.3 beschäftigt sich mit sicherer Middleware unter Berücksichtigung von Hardware und Applikationsaspekten.

Die Bearbeitung des Arbeitspakets wurde von individuell vereinbarten Telefonkonferenzen mit Beteiligung von Continental begleitet. Das AP definiert ein Security-Framework mit Security-Modulen wie Crypto-Services Module CSM, Secure Communication Module SCM, Authentication Management Module AMM,

Key Management Module KMM, Policy Management Module PMM und Intrusion Management Module IMM in Verbindung mit weiteren Middleware-Elementen/Diensten wie Remote Procedure Call RPC, Publish/Subscribe und Service Discovery (s. Abbildung 21).

Wesentlicher Beitrag von Continental im Ergebnisdokument lag bei der EVITA-Relevanz und Anwendungsfällen. Während des Projekts wurde ein Dokument mit dem Titel „Driving Automotive Middleware Towards a Secure IP-based Future“ [1] zur Veröffentlichung bei der Escar 2012 erarbeitet. Die Zusammenarbeit dafür erfolgte mit den Konsortialpartnern BMW, Bosch, VW, Fraunhofer AISEC und TU München. Die Leitung zur Erstellung des Dokuments lag bei BMW.

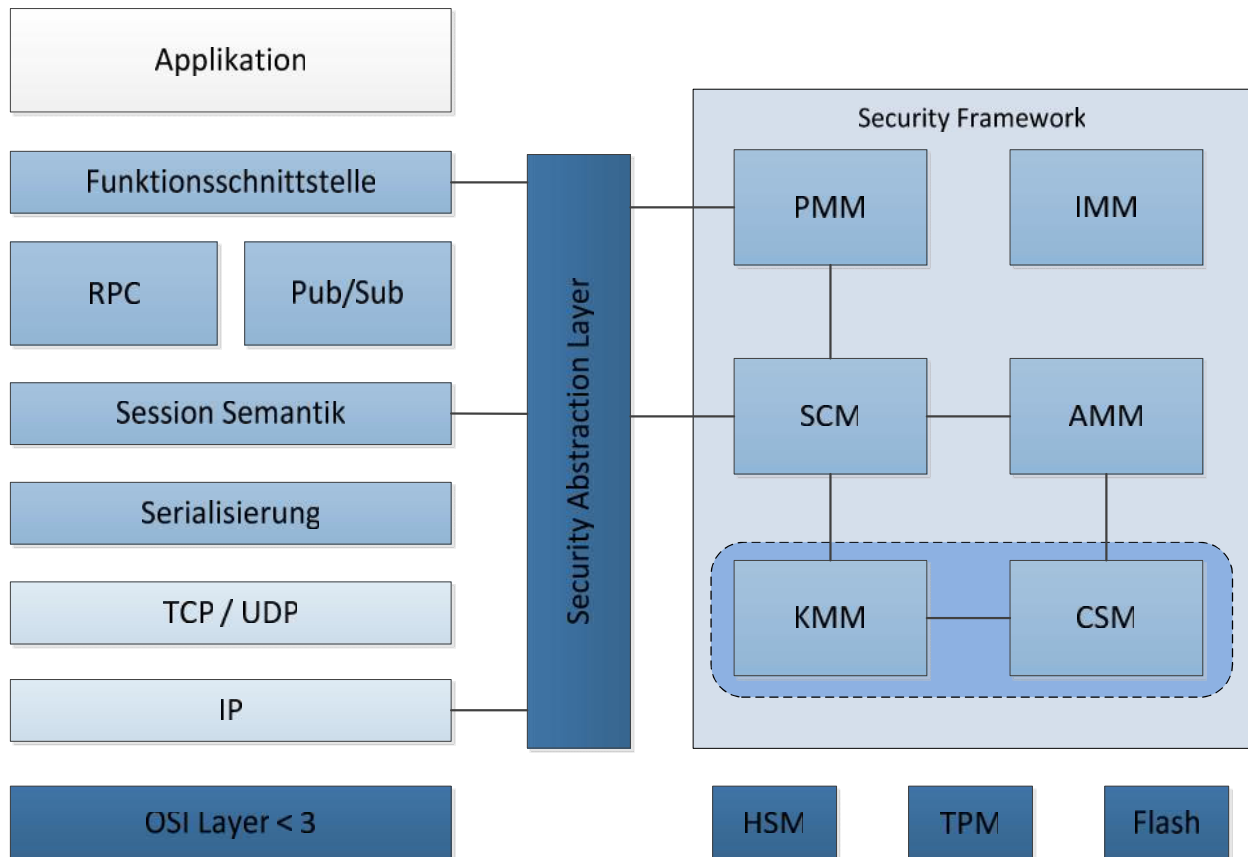


Abbildung 21: Verbindung von Kommunikations-Middleware (links) per Abstraktion Layer mit Security Framework (sichere Middleware)

2.1.16 AP4.4: Kommunikation mit der Umwelt

Das Arbeitspaket beschäftigt sich mit Sicherheitsaspekten in Bezug auf die Umwelt, d.h. mit kommunikationsrelevante Anbindungen, die außerhalb des Fahrzeugs liegen.

Die Bearbeitung des Arbeitspakets wurde von vierzehntägigen Telefonkonferenzen begleitet mit regelmäßiger Beteiligung von Continental. Als wichtiges Arbeitsergebnis entstand ein Ergebnisdokument, das dem Nutzer Hilfestellung bei der Auswahl und Anwendung von Securityarchitekturen geben soll. Als sichere Anbindungsmöglichkeiten von Fahrzeugen an die Umwelt wurden verschiedene Varianten erarbeitet, wie Security-Gateway zur Außenanbindung (s. Abbildung 22), Außenanbindung mittels Proxy (s. Abbildung 23), getunnelter Zugriff mittels Security Gateway (s. Abbildung 24) und direkter Zugriff via Kommunikationsmanager (s. Abbildung 25). Hauptsächlicher Beitrag von Continental im Ergebnisdokument lag bei den Anwendungsfällen.

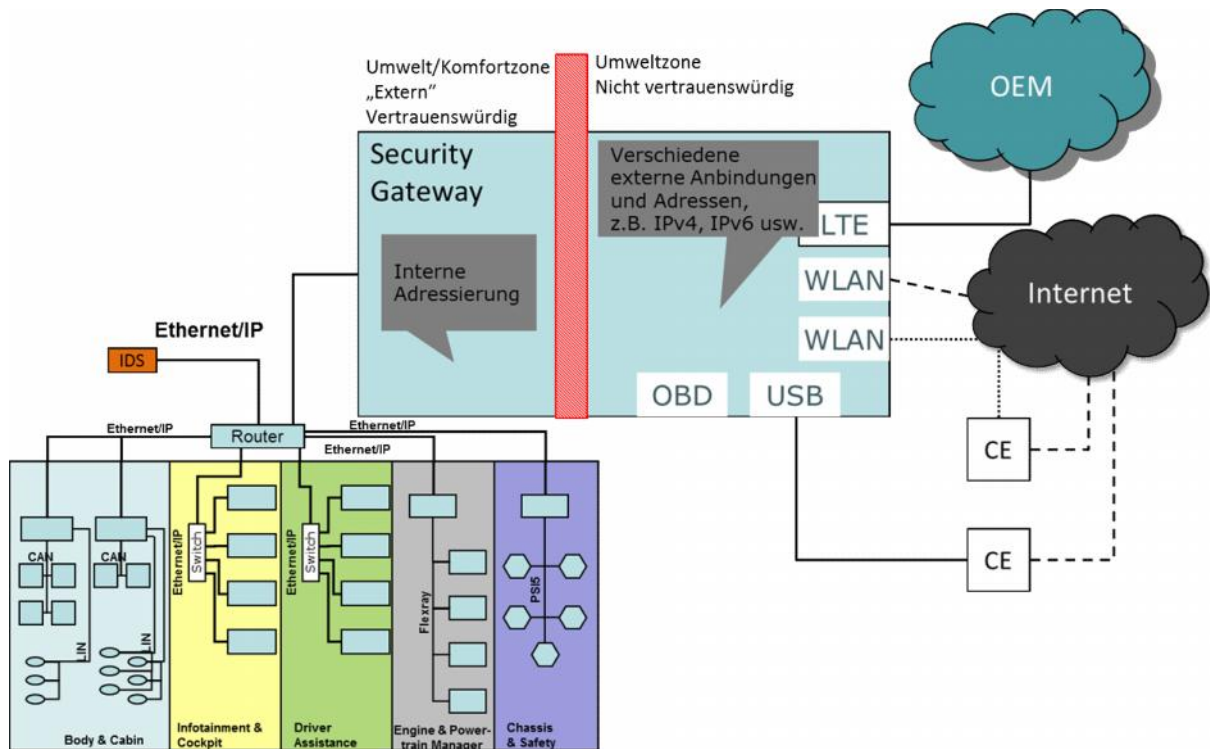


Abbildung 22: Security Gateway zur Außenanbindung

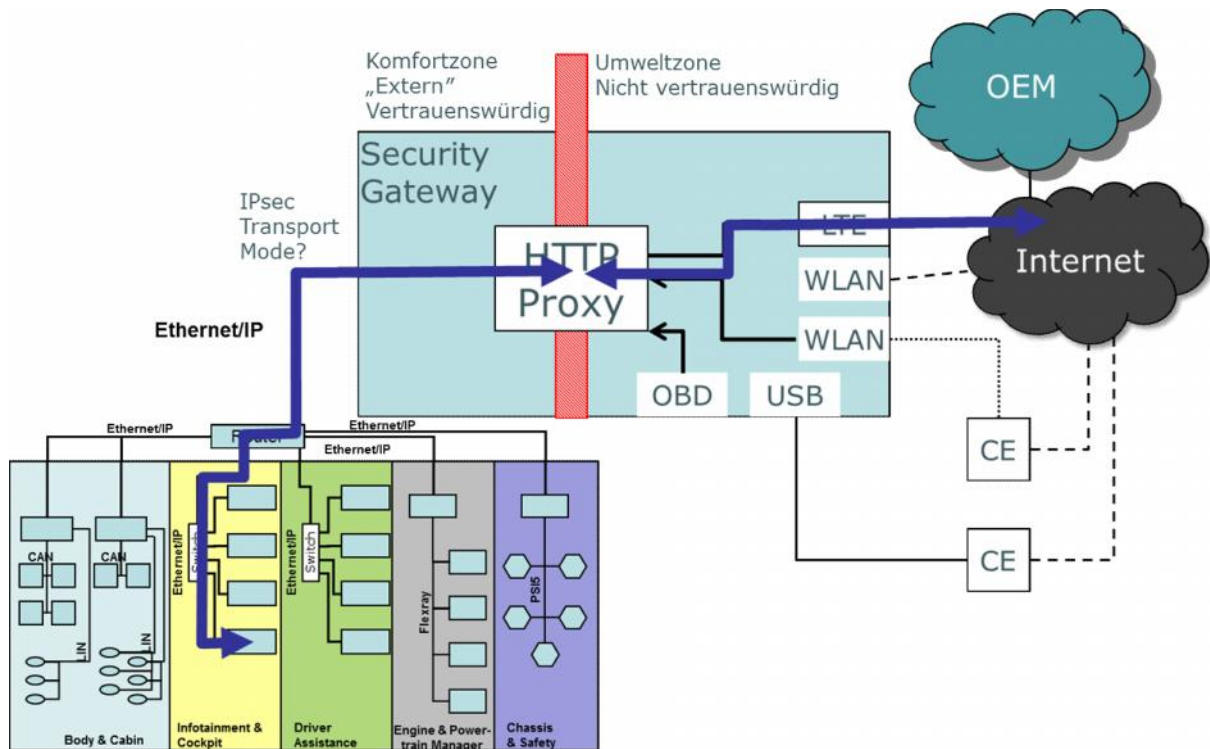


Abbildung 23: Außenanbindung mittels Proxy

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

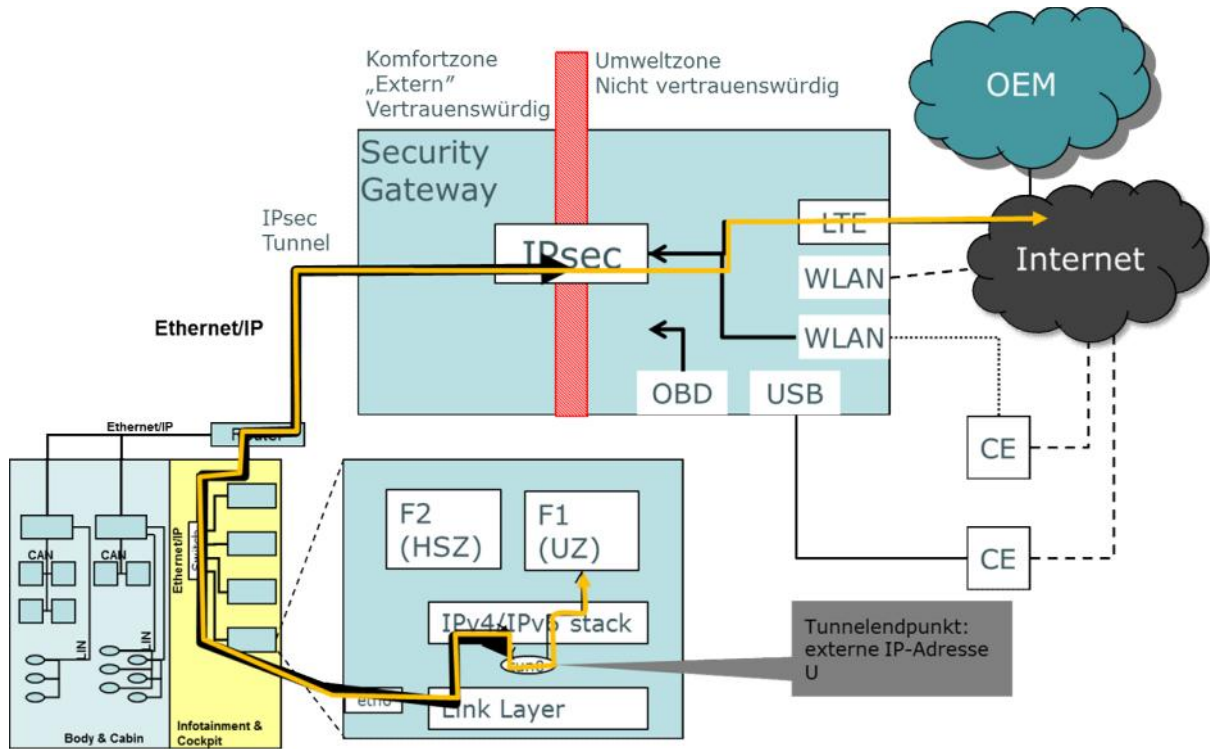


Abbildung 24: getunnelter Zugriff mittels Security Gateway

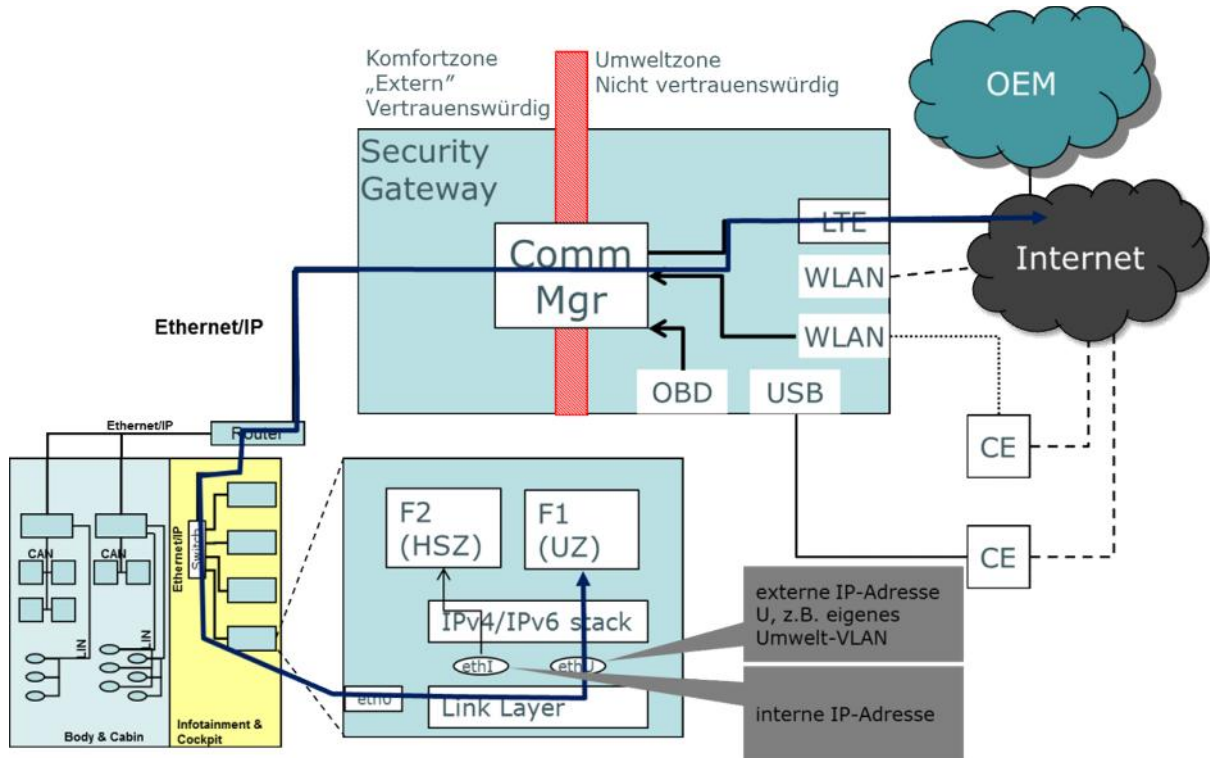


Abbildung 25: Direkter Zugriff auf ECUs

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

2.1.17 AP4.5: Validierung Angriffsanalyse und Abwehrmechanismen

Das Arbeitspaket beschäftigt sich mit der Validierung der Ergebnisse aus den securityrelevanten Arbeitspaketen AP4.2 bis 4.4. Es wurde dazu ein Sicherheitsbaukasten erstellt, der aus den Lösungen der Arbeitspakete AP4.2 und 4.4 generiert wurde. Als Validierungsprüflinge wurden zwei Ausprägungen aus dem Baukasten gebildet, die einen mindestens ausreichenden Schutz bzw. einen maximalen Schutz bieten sollen. Die Validierung erfolgte anhand einer detaillierten Angriffsanalyse. Hauptsächlicher Beitrag von Continental im Ergebnisdokument lag im Sicherheitsbaukasten und Angreifermodell mit Risikobewertungen.

Die Bearbeitung des Arbeitspakets wurde von wöchentlichen Telefonkonferenzen begleitet mit regelmäßiger Beteiligung von Continental. Als wichtiges Arbeitsergebnis entstand ein Ergebnisdokument in dem Informationen zum Sicherheitsbaukasten, Validierung, Security-Management und Ausprägungen des Sicherheitsbaukastens zu finden sind.

2.1.18 AP5.1 Methodische Anpassung der Engineering-Toolkette & Demonstrator

In Projektzeitraum 2010 wurden im ersten Schritt die Erweiterungen und Schnittstellen zwischen den Tools PREEvision, SystemCoDesigner und SystemMoC spezifiziert und implementiert. Im zweiten Schritt wurde das zu bewertende TopView-Camera-System mit den verschiedenen Kommunikationsschnittstellen modelliert und parametrisiert.

Von Januar bis zum Ende des AP5.1 Juni 2011 lag der Schwerpunkt von Continental im AP5.1 in der Detaillierung der Systemspezifikation. D.h. für die Parametrisierung hinsichtlich BOM-Kosten wurden die alternativen Schnittstellenlösungen bis auf Hardwarelevel modelliert und mit entsprechenden (faktorierten) Bauteilkosten parametrisiert. Desweiteren wurde die funktionale Modellierung verfeinert und die Teilfunktionen entsprechend mit abgeschätzten Durchlaufzeiten und Verzögerungszeiten versehen.

Die Weiterverarbeitung, d.h. Funktions- u. Parameterextraktion sowie Bewertung der Lösungsalternativen wurde von den AP5.1 Partner FAU und TUC entsprechend dem implementierten Toolflow durchgeführt.

Im folgenden ist nochmal der Toolflow als Referenz, sowie die detaillierten und verfeinerten Modellierungsebenen, teilweise auch nur beispielhaft dargestellt:

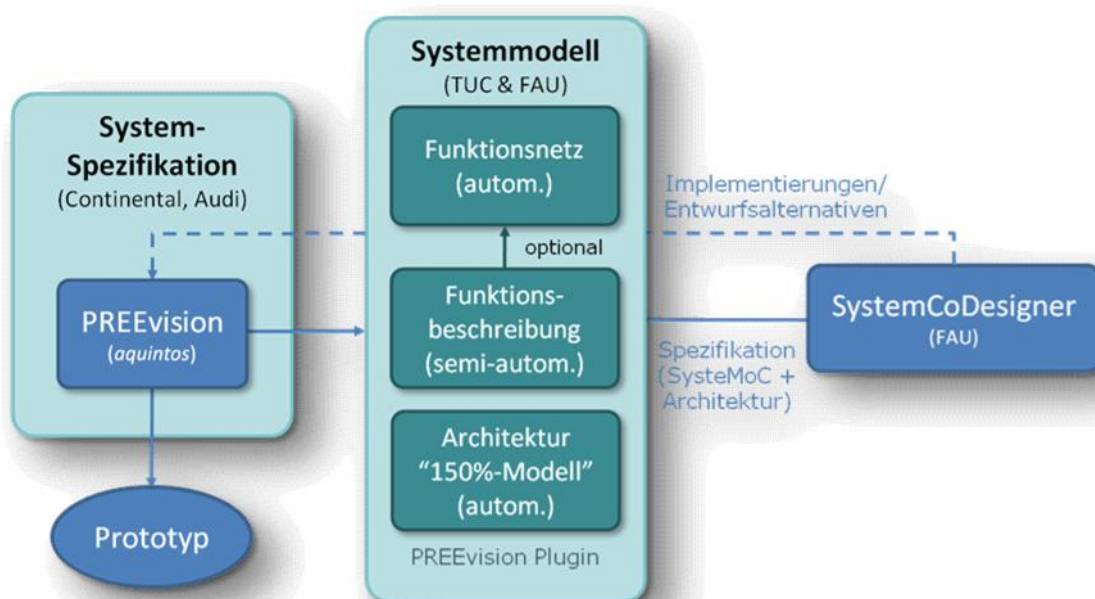


Abbildung 26: Toolflow

- Funktionsnetzwerk-Diagramm mit Grobfunktionsblöcken und Mapping der Detailfunktionen

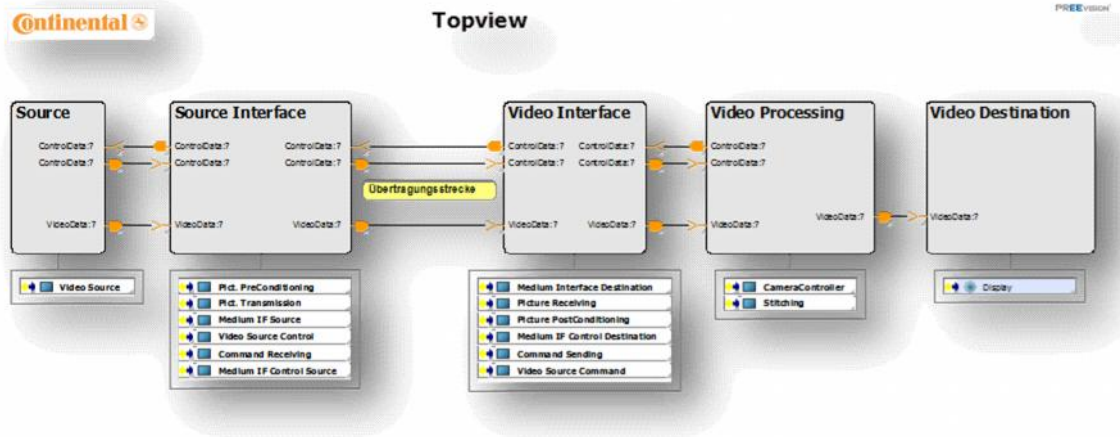


Abbildung 27: Funktionsnetzwerk-Diagramm

- 150% Vernetzungsmodell mit allen Kommunikationsschnittstellen-Alternativen.

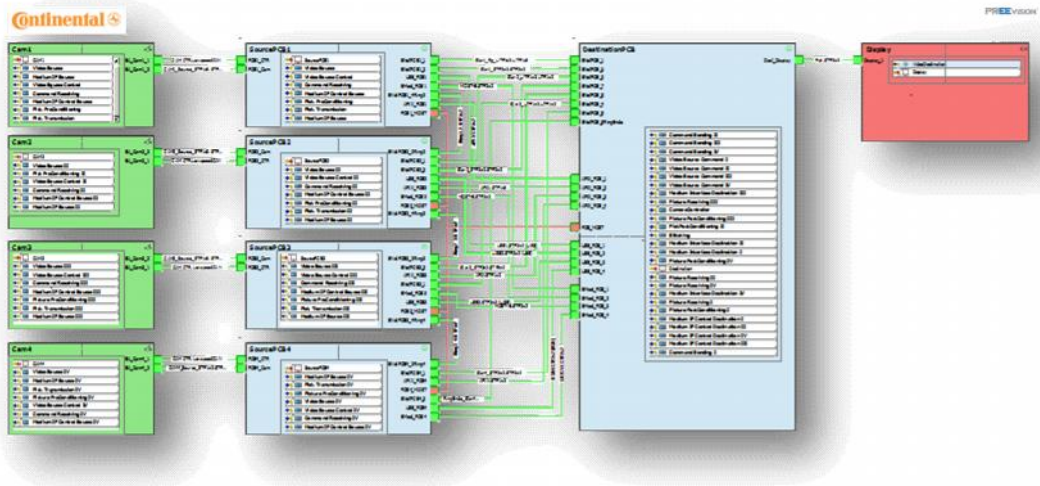


Abbildung 28: Netzwerk Diagramm

- Komponenten-Ebene Modellierung, als Beispiel Ethernet (APIX, USB, MOST sind nicht dargestellt)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

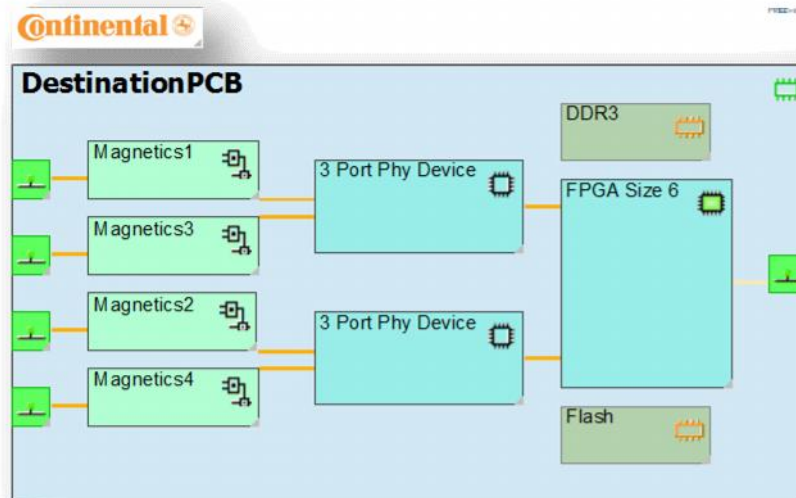


Abbildung 29: Komponenten Diagramm (Ethernet Stern)

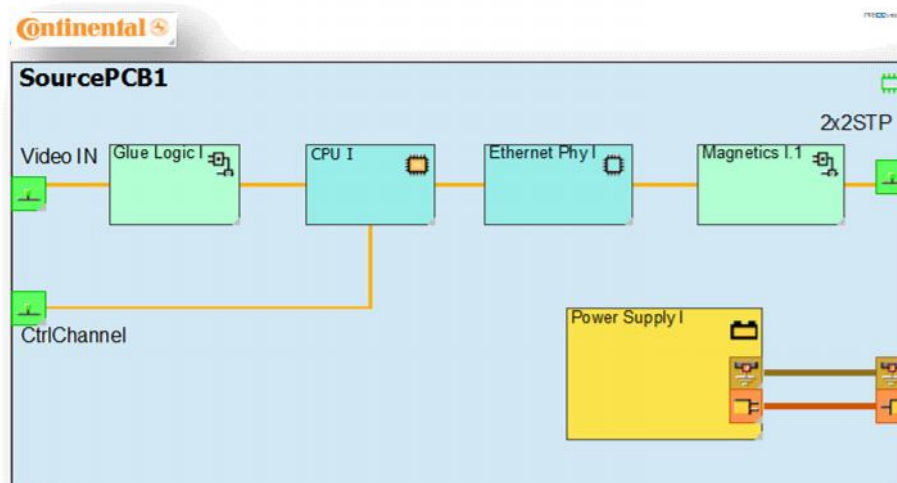


Abbildung 30: Komponenten Diagramm (Ethernet Stern)

- Leitungssatz u. Geometrie Diagramm

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

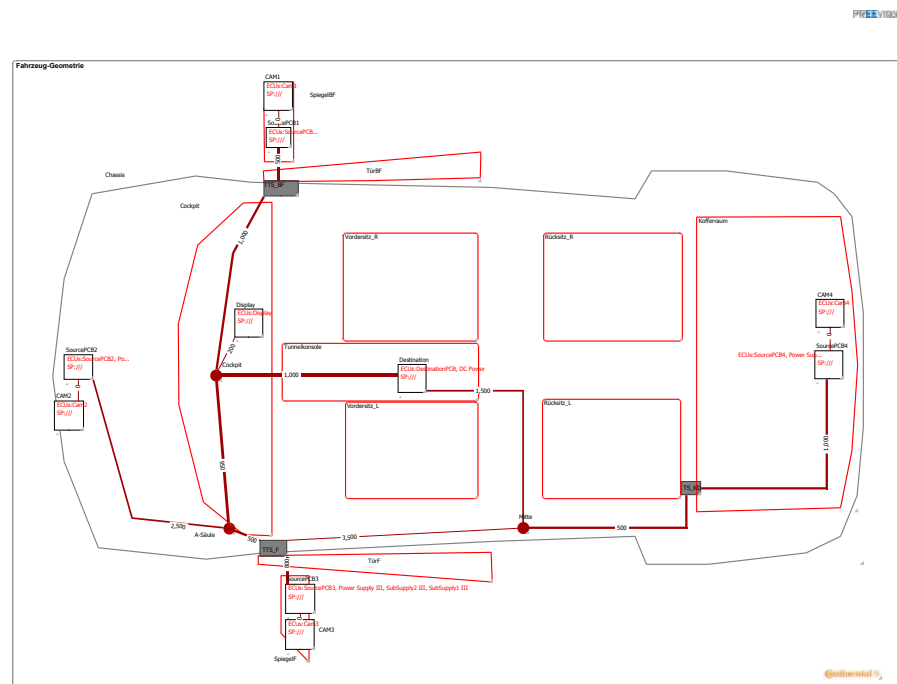


Abbildung 31: Kabel- und Bauraum Diagramm

2.1.19 AP 5.2 Energie- und umweltfreundliche Auslegung und Optimierung IP-basierter E/E-Architekturen

Im Rahmen dieses Arbeitspaketes wurde der Einsatz von IEEE 802.3az Energy Efficient Ethernet (EEE) anhand verschiedener Beispieltopologien mittels eines simulativen Ansatzes untersucht.

Der Energieverbrauch von Ethernet wurde untersucht und eine Zeitbereichs-Simulation von EEE implementiert. Dieses wurde in unterer Veröffentlichung publiziert [10].

2.1.20 TP6: VW Fahrzeug Demo: Fahrzeugauthentifizierung mit zentralem Vertrauensanker

In Zusammenarbeit mit VW, Fraunhofer AISEC und Fraunhofer ESK wurde für das Statusmeeting am 20.9.2011 ein Tischdemonstrator erstellt (s. Abbildung 32), der für das finale Statusmeeting weiterentwickelt und in einen Fahrzeugdemonstrator (VW Passat) eingebaut wurde (s. Abbildung 33). Als Anwendungsfall wird Software von einem externen Softwareserver (Inventory) auf eine Applikationsplattform (Android) im Fahrzeug geladen. Der Fahrzeugdemonstrator hat einen Netzzugang (Mobile Router) zur drahtlosen Anbindung an den Softwareserver auf der Netzseite. Die drahtlose Anbindung kann zellbasiert (Mobilfunk) oder per WLAN erfolgen. Ein zentraler Baustein für die Security ist ein Secure Element in Form eines Trusted Platform Moduls, das als Vertrauensanker für die Authentifizierung gegenüber dem Software-Server und für Attestationszwecke dient. Weitere Elemente des Demonstrators sind eine Anzeige (Radionavigationssystem RNS 510), ein linux-basiertes Fahrzeuggateway zur Umsetzung von IP auf CAN an das der Vertrauensanker per I²C angebunden ist und eine Management-Konsole. Mit einem Standard-Switch erfolgt die Ethernet/IP-Verschaltung. Broadcom-PHYs kommen bei diesem Demonstrator nicht zum Einsatz, da die Darstellung der Security-Funktionalität erst auf höheren Layern relevant ist.

Sichere Verbindungen nach außen erfolgen über TLS-VPN als Tunnellösung. Die Nutzung der Credentials aus dem Vertrauensanker erfolgt über PKCS#11. Darüber hinaus wurde Device Management implementiert (OMA DM) mit einem DM Server auf der Netzseite im Software-Server und einem Client in der Applikationsplattform. Mit dem Umstieg von IPsec-VPN auf TLS-VPN wurde das Problem der Wiederherstellung des Verbindungsaufbaus nach Abbrüchen gelöst.

Die Bearbeitung des Arbeitspakts wurde von wöchentlichen Telefonkonferenzen begleitet, die von Continental organisiert und moderiert wurden.

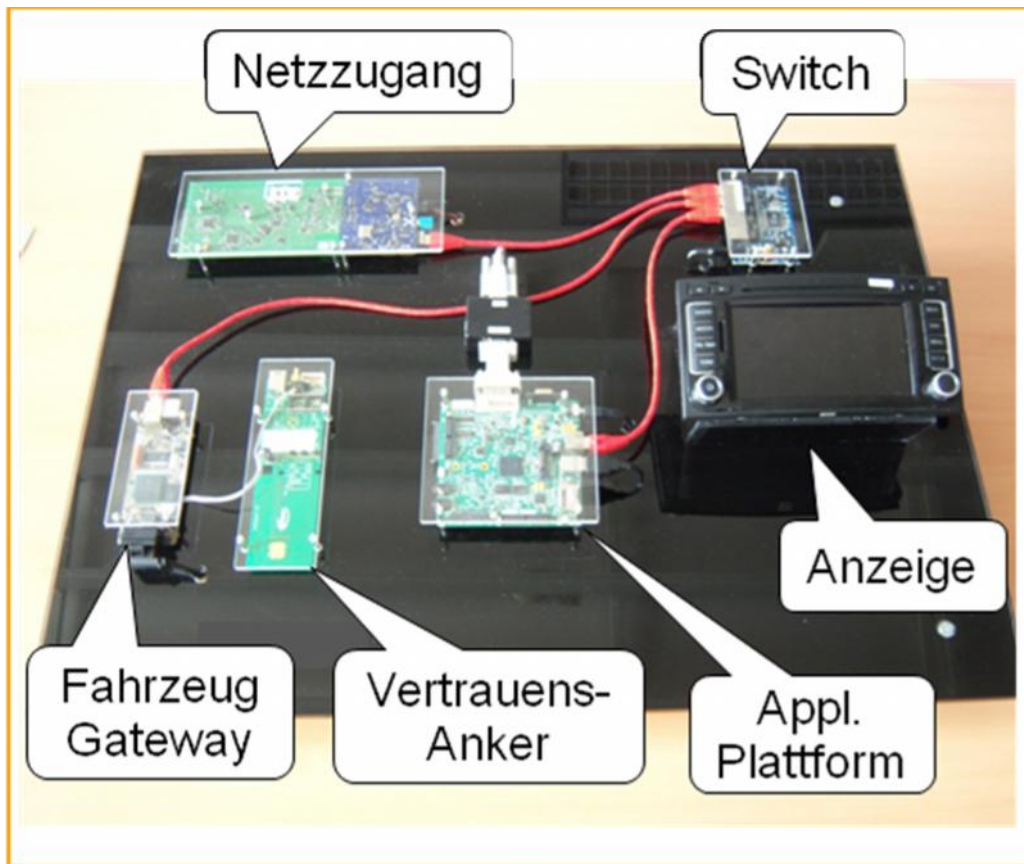


Abbildung 32: Security-Tischdemonstrator

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

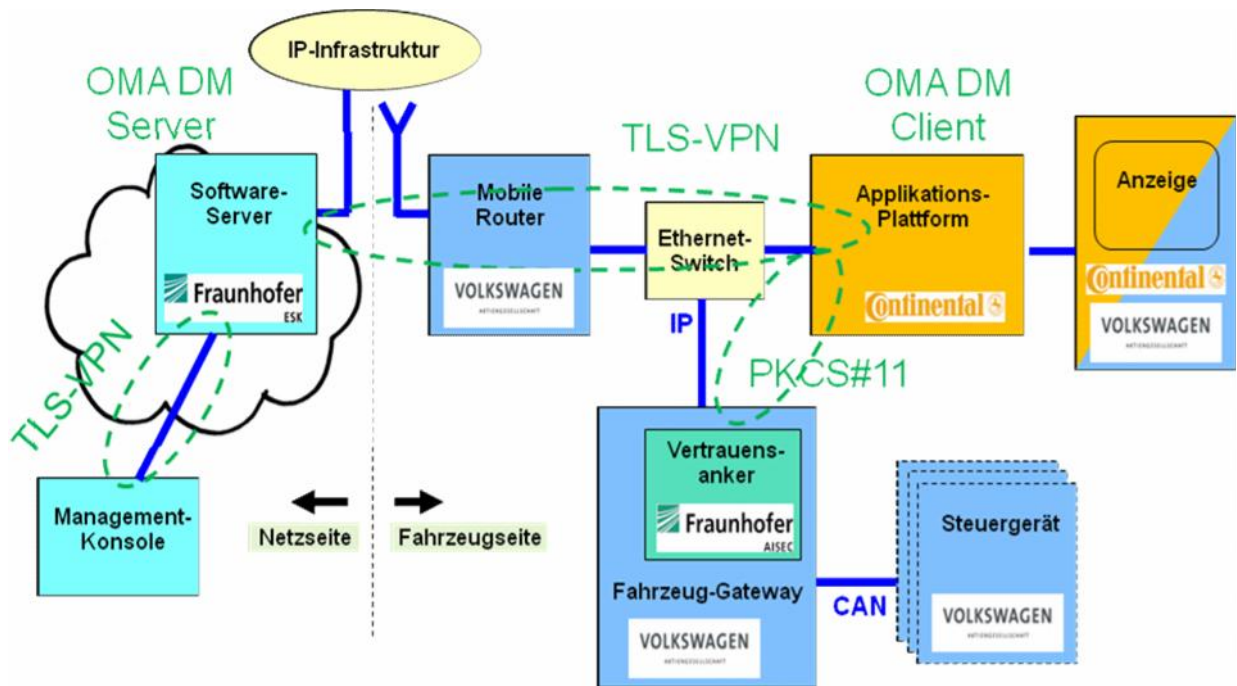


Abbildung 33: Architektur Securitydemonstrator im Fahrzeug



Abbildung 34: VW Passat bei der Abschlussveranstaltung mit Poster

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72



Abbildung 35: Box mit Applikationsplattform und Vertrauensanker im Handschuhfach des VW Passat

2.1.21 TP6: BMW Fahrzeug Demo: Ethernet Amplifier & IAM

Für das Demo Fahrzeug von BMW wurde ein Ethernet Amplifier und ein Intelligentes Antennenmodul (IAM) bereitgestellt.

2.1.22 TP6: Continental Labor Demo verteiltes Multimedia

Hiermit wurde die Machbarkeit eines kompletten verteilten Multimediasystems über IP auf Automotiv-Hardware demonstriert: Dabei wurden sowohl das HMI als auch Audio und Videostreaming integriert. Zusätzlich wird noch das Thema Energie-Management gezeigt in Form von selektiven aus- und einschalten einzelner Steuergeräte.

Die im Folgenden beschriebenen Anwendungsfälle wurden u.a. auf Basis des in Abbildung 36 gezeigten Demonstrators realisiert.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72



Abbildung 36: Demo verteiltes Multimedia

Eine Kurzeschreibung der Aspekte die mittels des Demonstrators gezeigt werden ist in den folgenden Abbildungen gegeben.

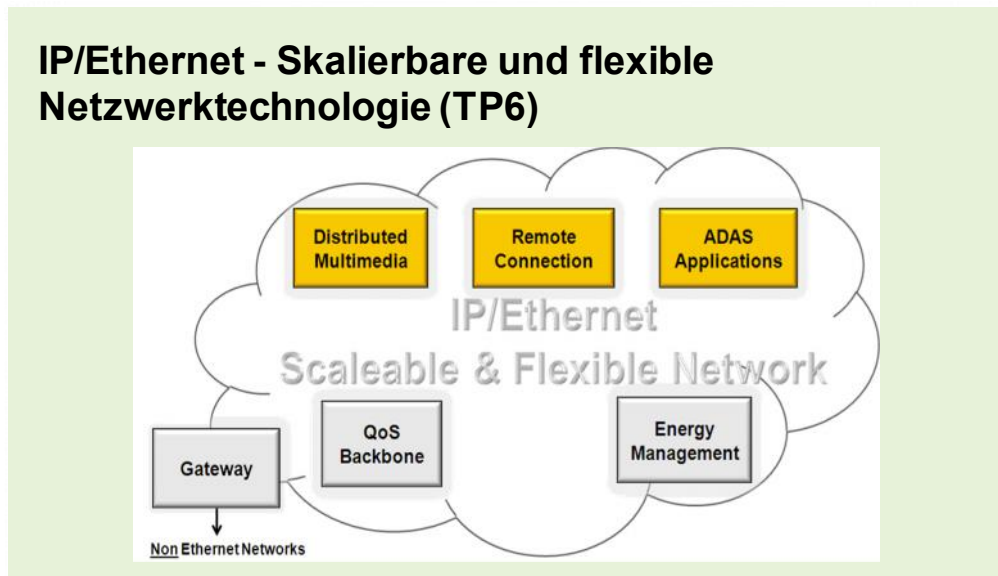
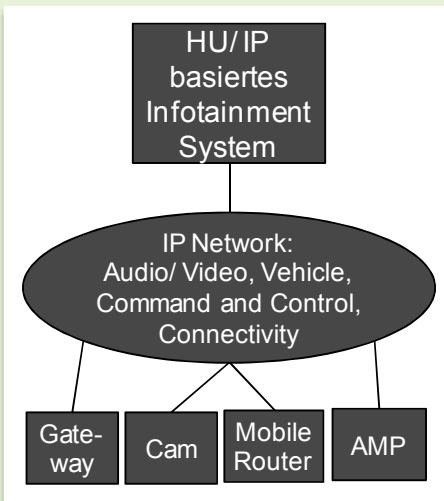


Abbildung 37: Skalierbare und flexible Netzwerktechnologie

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

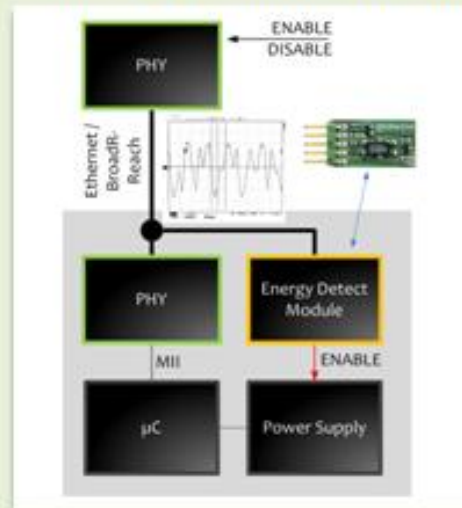
IP basiertes Infotainment System (TP2, TP3)



- Audio Streaming via RTP
- Time Sync IEEE1588
- Mobilgeräteintegration via UPnP
- Apache Etch für Control
- IEEE1588 HW Support
- MJPEG Decoding for IP Video
- In Zukunft auch Integration des Heimnetzwerks

Abbildung 38: Demo: IP basiertes Infotainment System

Wake-Up durch Energy Detect Modul (AP 2.2 / 2.4)



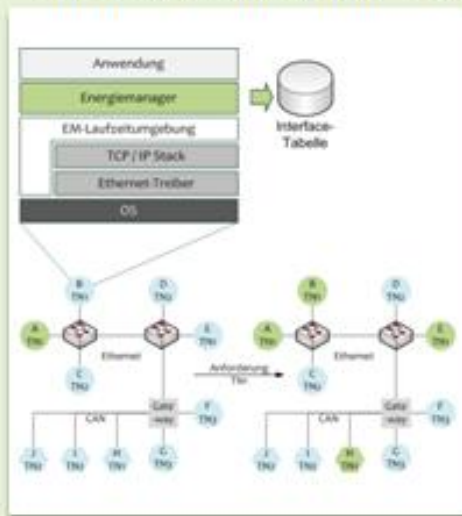
- Selektives Wecken von ECUs
- Aktivitätserkennung auf dem Link (IDLE-Codes)
- Kein Ruhestrombedarf
- Integration in PHY

Abbildung 39: Weckmechanismus

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

SEIS 2.5

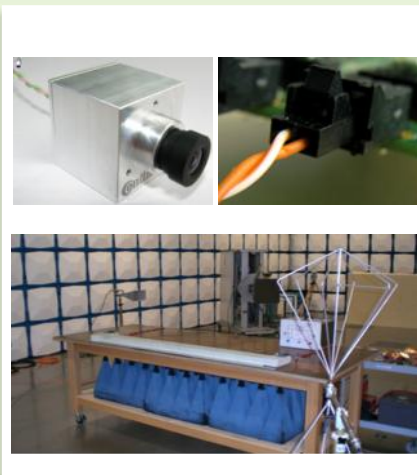
Teilnetzbetrieb (AP 2.4)



- Erhöhung der Energieeffizienz
- Verteilter oder zentraler Ansatz
- Interoperabilität mit AUTOSAR Partial Networking

Abbildung 40: Teilnetzbetrieb

Physical Layer (AP 2.2)

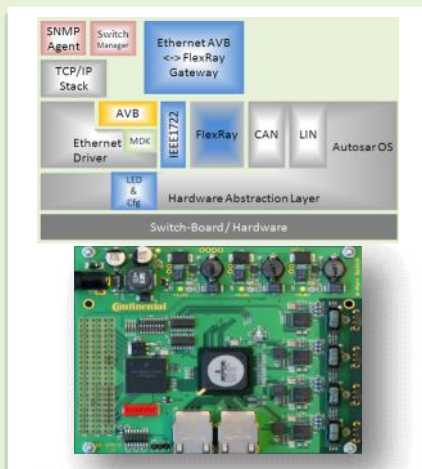


- 100 MBit/s full duplex @ one twisted pair
- Standard CAN Kabel
- Power over Ethernet (PoE)
- EMV Robustness
- Standard MAC
- Spezieller Ethernet PHY Broadcom BroadR-Reach™

Abbildung 41: Physical Layer

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

Evaluations Platform (TP2)



Automotive Ethernet Switch

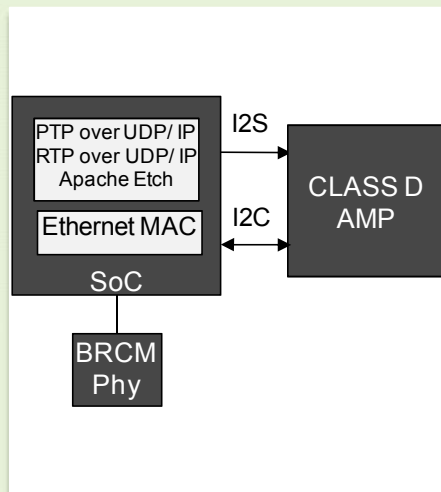
- 4x Ethernet BroadR-Reach™
- 2x Standard Ethernet
- Ethernet AVB

Zentrales Gateway

- Ethernet, CAN, FlexRay
- Quality of Service
- Migration zu Ethernet

Abbildung 42: Evaluations Platform

Ethernet Verstärker (AP2.5 / 3.1)

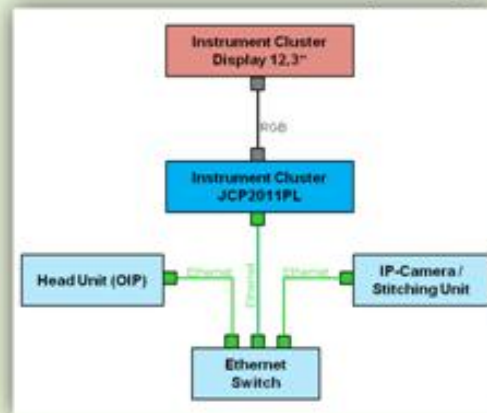


- Audio Streaming RTP über UDP
- Synchronisationsmethoden:
 - IEEE1588 über IP
 - Bufferfüllstand
- Control via Apache Etch
- In Zukunft AVB Streaming
- Resourceoptimierte Lösung

Abbildung 43: Ethernet Verstärker

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

IP basiertes „Frei Programmierbares Kombiinstrument“ (FPK) (TP6)



- Einbindung des FPKs in Infotainment- und ADAS-System über UDP/IP.
- Media- und Navigations-Player
- Rear-/Top-View-Camera-Streaming
- Hardware-beschleunigte MJPEG-Dekodierung
- Embedded Lösung

Abbildung 44: IP basiertes Kombiinstrument

Verlustfreie HMI-Graphik-Verteilung über UDP/IP (TP3)



- HMI-Grafik-Steuerung und – Ausgabe von der Head-Unit zum FPK über UDP/IP
- Festlegung von Datenstrukturen und Protokoll
- Verlustfreie Datenformate RLE und PNG
- Grafik-Layer-Konzept
- Performanz-Optimierung durch Speicher- u. Referenzstrategie

Abbildung 45 Verlustfreie HMI-Graphik-Verteilung

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

2.1.23 TP6: Continental TopView System über IP

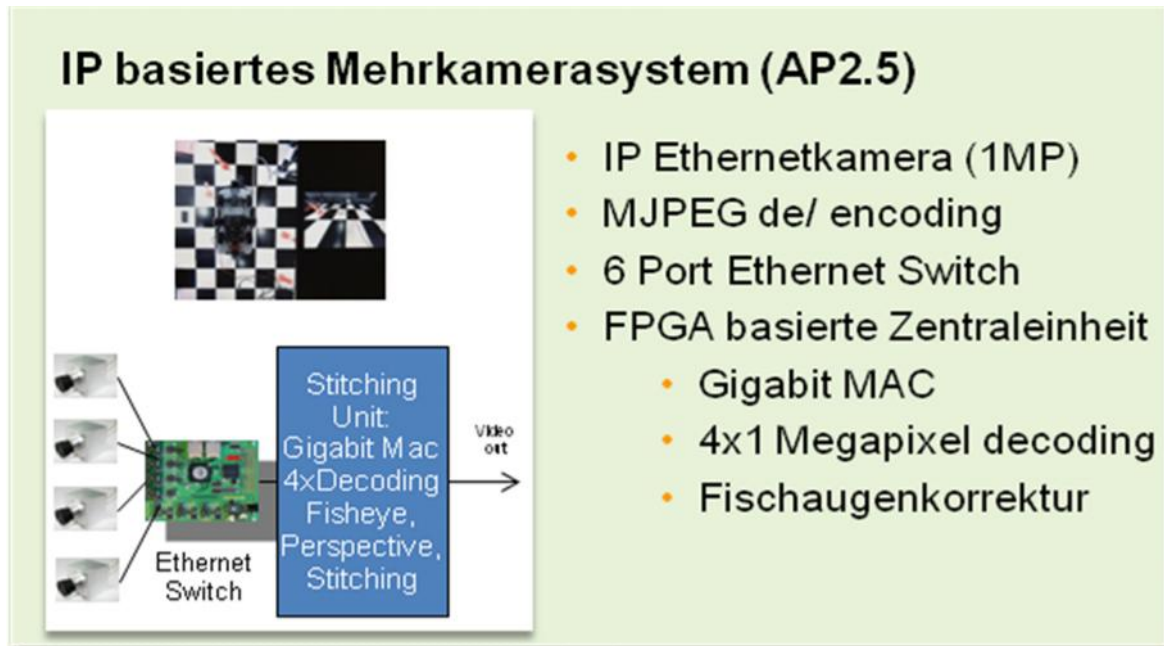


Abbildung 46: TopView System über IP, Schritt 1

Zu Demonstration von Echtzeitvideostreaming über IP wurde ein System bestehend aus 4 Kameras einem Ethernet Switch und einer zentralen FPGA basierten Verarbeitungseinheit, die verschiedene Kameraperspektiven unter anderem auch eine aus allen 4 Kamerabildern zusammengesetzte Topview ausgeben kann.

Als Physikalischer Layer wurde 2 Draht Ethernet von Broadcom verwendet. Wegen der Sternkonfiguration und dem Gigabit Interface zur Verarbeitungseinheit konnte das Videostreaming ohne besondere Qualitätssicherungsmassnahmen über UDP/ IP gestreamt werden (MJPEG Komprimiert ca. 20 Mbit/s)

Im ersten Schritt wurde das Videobild über VGA an einen angeschlossenen Monitor ausgegeben.

In einem 2ten Schritt wurde ein MJPEG Encoder und eine UDP/IP basierte Kommandoschnittstelle in die Stitching Unit integriert. Über die Kommandoschnittstelle lässt sich die Stitching Unit von einem Multimediasystem Steuern, welche Kameraperspektiven ausgegeben werden sollen. Das erzeugte Video wird zur Head Unit über UDP/ IP gestreamt, dort Dekodiert und angezeigt.

2.1.24 TP6: Daimler BUS Demonstrator

Das unter 2.1.23 beschriebene Kamerasystem (mit VGA Video Ausgabe) wurde in einem BUS der Daimler Tochter EVOBus installiert. Hierbei wurden zum Anschluss der Kameras ein einfaches unshielded twisted Pair Kabel verwendet, über das sowohl die IP/ Ethernet Kommunikation als auch die Stromversorgung erfolgte.

Die Kabel im Bus waren dabei bis zu 10 m lang.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72



Abbildung 47: Daimler Bus Demo

2.1.25 TP6: Conti / Fraunhofer ESK Audio Streaming

Der unter AP2.5 beschriebene Anwendungsfall wurde prototypisch für TP6 aufgebaut. Das Ziel des Demonstrators war neben der Prüfung der Tauglichkeit von Ethernet-AVB im Automotive Umfeld, der Vergleich zu MOST und der Vergleich Ethernet basierter QoS-Verfahren.

Weiterhin wurde ein aus der IT bekanntest Steuerungsprotokoll UPnP auf die Multimediasysteme von Continental portiert. Durch ein Smartphone konnte so die Steuerung des Demonstrators übernommen werden.

Dabei wurde im speziellen untersucht:

Technologieexploration
Ethernet Best Effort Datenverkehr (bzw. VLAN Prio 0)
Ethernet nach 802.1Q
Ethernet-AVB
Zeitsynchronisation nach IEEE 802.1AS
UPnP als Kontrollprotokoll

Ziel des Demonstrators:

- Implementierung von UPnP auf eine Automotive-typische Hardware- und Softwareplattform
- Evaluierung von UPnP als Steuerungsprotokoll im Automobilnetzwerk
- Nachweis der Notwendigkeit von Zeitsynchronisation bei Ethernet
- Validierung der Ethernet-AVB Implementierung

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

- Vergleichsergebnisse von Ethernet-AVB zu Ethernet ohne QoS-Mechanismen

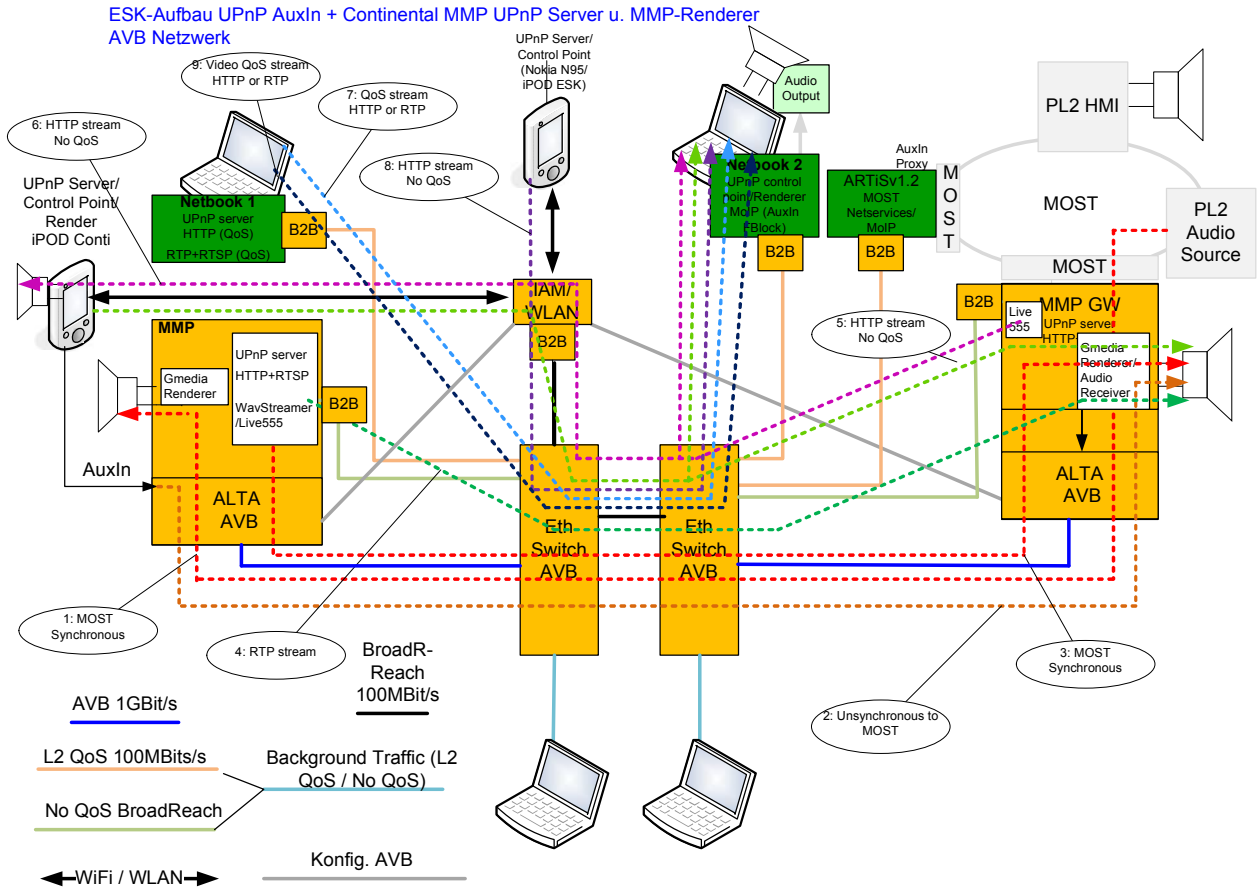


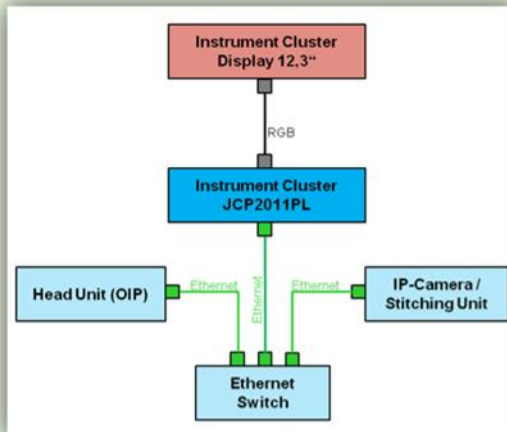
Abbildung 48: Echtzeit Audiostreaming Demonstrator (zeigt die verschiedenen parallel verlaufenden Audioströme, die orangenen Komponenten stammen dabei von Continental und wurden für die Demo entwickelt oder modifiziert)

2.1.26 TP6: HMI-Player über Ethernet

In 2011 wurde auch bereits an einer Erweiterung des Continental Labor Demonstrators gearbeitet, der zum Projektabschluss realisiert wird. Es handelt sich dabei um die embedded Lösung eines frei-programmierbaren Instrument Cluster mit HMI-Player. Dabei werden über ein verlustfreies HMI-Protokoll Navigations- und Infotainment-Inhalte von der Head-Unit zum Instrument Cluster über Ethernet/UDP übertragen.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

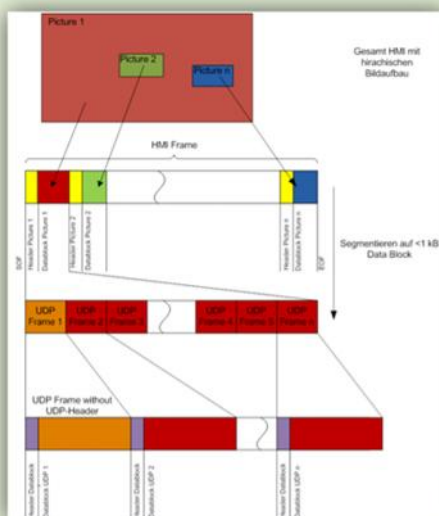
IP basiertes „Frei Programmierbares Kombiinstrument“ (FPK)



- Einbindung des FPKs in Infotainment- und ADAS-System über UDP/IP.
- Media- und Navigations-Player
- Rear-/Top-View-Camera-Streaming
- Hardware-beschleunigte MJPEG-Dekodierung
- Embedded Lösung

Abbildung 49: Ip basiertes FPK

Verlustfreie HMI-Graphik-Verteilung über UDP/IP



- HMI-Graphik-Steuerung und –Ausgabe von der Head-Unit zum FPK über UDP/IP
- Festlegung von Datenstrukturen und Protokoll
- Verlustfreie Datenformate RLE und PNG
- Grafik-Layer-Konzept
- Performanz-Optimierung durch Speicher- u. Referenzstrategie

Abbildung 50: Verlustfreie HMI-Graphik

2.1.27 TP6: Continental Marketing Demo: Möglichkeiten eines Ethernet/IP Netzwerkes

Continental erstellte im Rahmen von SEIS ein umfangreiches IP basiertes System, in dem typische Automotive Use Cases aus dem Infotainment und dem ADAS Bereich basieren auf IP demonstriert werden können.

Distributed Multimedia

POC architecture , July. 2012 (SEIS Final Presentation, Demonstrator)

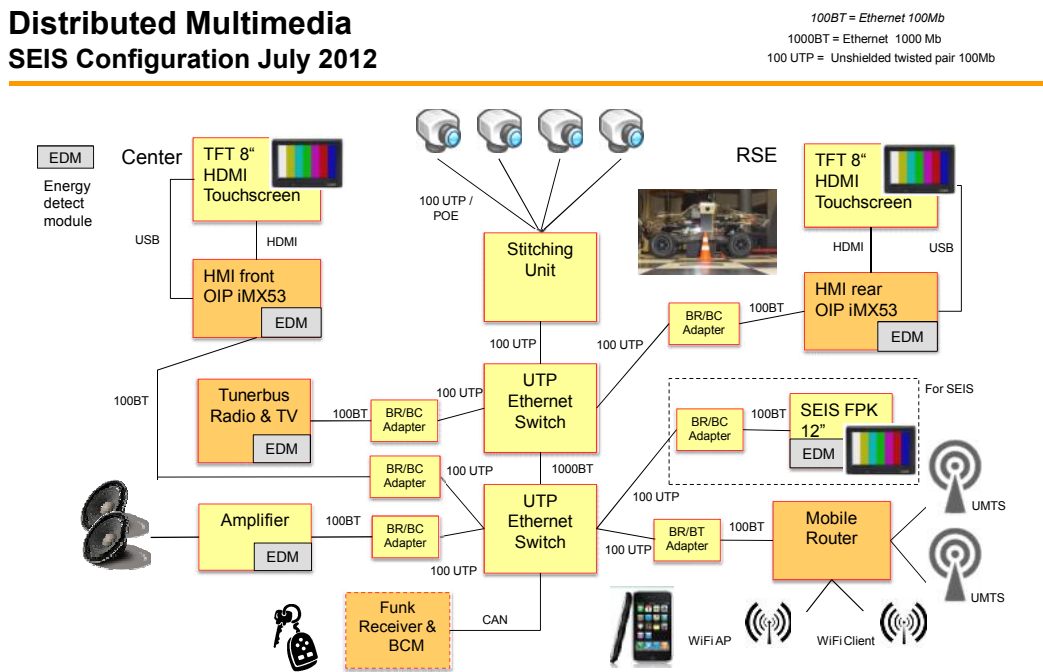
	<p>Project Name: Distributed Multimedia IP based UTP Ethernet Demonstrator</p>
<p>Features / Function description / use cases</p> <ul style="list-style-type: none"> Open Innovation Platform (OIP) / UTP Ethernet Network Network::Audio/Video Play, Interaction Center/ RSE-OIP (Lipsync.), OIP with DLNA/ Client and Server, OIP Audio/ Video streaming from / to Smartphone over WLAN), Amplifier (Audio & ctrl), MobilRouter (Internet Radio, Streaming switch between UMTS / WLAN), TunerBox (FM fixed stations), Camera surround view on HU, RSU, FPK, smart phone (, Topview, Sideview, Zoom,), Gateway, Key RF Receiver, FPK, Energy Detection "Teillastbetrieb" 	<p>Technology</p> <ul style="list-style-type: none"> UTP@100MBIT/s, STD MAC File, BroadR-Reach™-Ethernet, STD CAN/ CAT 5/ FleyRay cable Real time data network, Ethernet AVB (PTP IEEE802.1AS, transport IEEE 1722/ 1733, traffic IEEE 802.1Qav-Qat) Partial Networking,, 1000/100BASE-TX Gigabit/Fast-Ethernet, IP-Family (Simple Network Management Protocol /SNMP), IP as Network layer, Energy detection module
<p>Deliverables</p> <ul style="list-style-type: none"> Bench demonstrator , SEIS Final Presentation VW/ Wolfsburg Car Integration, VW Golf VII, Oct 2012 	<p>Benefits</p> <ul style="list-style-type: none"> Open Infotainment Platform (OIP) @ DMM Ethernet Note High Speed Network Replacement of other physical layers e.g. MOST, LVDS, FleyRay Re-Use, scalability, cost efficiency, weight savings

Distributed Multimedia, I IC RD AT, 16-12-2011



Abbildung 51: Distributed Multimedia: POC

Distributed Multimedia SEIS Configuration July 2012



SEIS , I IC RD AT, 08.08.2012



18

Abbildung 52: Distributed Multimedia: SEIS Konfiguration

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72

2.2 WICHTIGSTE POSITIONEN DES ZAHLENMÄßIGEN NACHWEISES

Die Kosten des Projektes haben laut dem Verwendungsnachweis in Summe 2.303.813,74 € betragen. Die Höhe der Vorkalkulation hat 1.923.100 € betragen. Der Hauptanteil an den Kosten verursachen hierbei die Personalkosten die 2.164.944,18 € betragen haben und nur mit 1.792.100,00 € kalkuliert waren.

2.3 NOTWENDIGKEIT UND ANGEMESSENHEIT DER GELEISTETEN ARBEIT

Die Notwendigkeit der geleisteten Arbeiten lässt sich zum einen an dem sehr großen Interesse an den Ergebnissen des Forschungsprojektes erkennen. Unter anderem an der sehr zeitnahen Verwertung in Serienprojekten. Siehe hierzu auch das Kapitel 2.4.

Die Angemessenheit der geleisteten Arbeit zeigt sich darin, dass einige wissenschaftliche Arbeiten noch zu lösen sind. Insbesondere das Thema Sicherheit muss noch weiter erforscht werden bis hierzu für den Einsatz im Automobil praxisnahe Lösungen, die Kosten- und Realisierungsaspekte berücksichtigen.

2.4 VORAUSSICHTLICHER NUTZEN / VERWERTUNGSPLAN

Unter anderem durch die wissenschaftlichen Vorarbeiten die im Rahmen des SEIS Projektes ist bereits jetzt eine Umsetzung in Serienprojekten erkennbar.

Dies ist unter anderem auch auf dem 2ten Ethernet/IP Technology Day, der von Continental in Regensburg, veranstaltet wurde veröffentlicht.

Der Titel des Vortrages lautete

Challenges in serial projects Next steps of pre-development

Und zeigt wie konkret die Umsetzung der Ergebnisse bereits gestartet wurde.

http://www.ethernettechnologyday.com/downloads/14_Juergen_Roeder_-_Continental.pdf

2.5 FORTSCHRITT BEI ANDEREN STELLEN, DER WÄHREND DES VORHABENS BEKANNT WURDE

Die AUTOSAR Partnerschaft hat einige Kernpunkten einer IP basierten Kommunikation im gegenwärtig in der Endphase befindlichen Spezifikation 4.1 eingeführt. Unter anderem wurde die Verwendung eines TCP/IP Stacks detaillierter spezifiziert und eine middleware Lösung – die auf den Projektergebnissen zu SOME/IP basiert – durch das AUTOSAR Modul eingeführt.

2.6 VERÖFFENTLICHUNGEN

- [1] A. Bouard, B. Glas, A. Jentzsch, A. Kiening, T. Kittel, F. Stadler, B. Weyl: Titel „Driving Automotive Middleware Towards a Secure IP-based Future“, in Escar 2012 (Nov. 2012)
- [2] Zinner, Helge; Nöbauer, Josef: MOST Ethernet AVB Migration, 3. Elektronik Automotive Congress, 11–12. Mai 2011, Ludwigsburg
- [3] Zinner, Helge; Nöbauer, Josef: Payload Efficiency and Network Considerations of MOST and Ethernet, Elektronik Automotive, special edition MOST 2 (2011), S. 14–17. – ISSN 1614-0125
- [4] Zinner, Helge; Nöbauer, Josef; Seitz, Jochen; Waas, Thomas: Application and Realization of Gateways Between Conventional Automotive and IP/Ethernet Based Networks. In: Proceedings of the 48th design automation conference. San Diego, USA; ACM/EDAC/IEEE, 5.–9. Juni 2011, S. 1–6. – ISBN 978-1-4503-0636-2

- 1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
- [5] Kern, Andreas; Zinner, Helge; Streichert, Thilo; Nöbauer, Josef; Teich, Jürgen: Accuracy of Ethernet AVB Time Synchronization Under Varying Temperature Conditions for Automotive Networks. In: Proceedings of the 48th Design Automation Conference (DAC'11). San Diego, USA : ACM/EDAC/IEEE, 5.–9. Juni 2011, S. 597–602. – ISBN 978-1-4503-0636-2
- [6] Zinner, Helge; Nöbauer, Josef: UPnP as Proposal for a MOST/IP Gateway. In: Elektronik Automotive, special edition MOST 1 (2010), S. 41–43. – ISSN 1614-0125
- [7] Zinner, Helge; Nöbauer, Josef ; Seitz, Jochen: Synchrones Ethernet auf Basis von AVB als mögliche Bordnetzarchitektur, 4. Elektronik automotive Kongress, 15. – 16. Februar 2012, München
- [8] Zinner, Helge; Nöbauer, Josef; Seitz, Jochen; Waas, Thomas: A Comparison of Time Synchronization in Ethernet AVB and FlexRay In-Vehicle Networks. In: Kucera, Markus (Hrsg.); Waas, Thomas (Hrsg.): Ninth Workshop on Intelligent Solutions in Embedded Systems (WISES 2011). Regensburg, Germany : IEEE, 7.–8. Juli 2011, S. 67–72. – ISBN 978-3-00-033401-6
- [9] Zinner, Helge; Nöbauer, Josef; Kern, Andreas; Streichert, Thilo; Ganesan, Nandhini: FlexRay/Ethernet Transport Protocol Concept. http://grouper.ieee.org/groups/1722/contributions/110905_FR-AVB_Transport_Protocol.pdf. 6. September 2011. – IEEE 1722 Working Group
- [10] N. Balbierer, T. Waas, J. Nöbauer, J. Seitz: Energy Consumption of Ethernet compared to Automotive Bus Networks. Proc. 9th IEEE Workshop on Intelligent Solutions in Embedded Systems (WISES), Juli 2011. pp. 61-66. ISBN 978-3-00-033401-6
- [11] N. Balbierer, T. Waas: Verteiltes Energiemanagement bei Netzwerken im Automobil, Whitepaper, IT-Anwenderzentrum Regensburg, August 2011. [online] <http://www.it-anwenderzentrum.de/Verteiltes-Energiemanagement.pdf>
- [12] N. Balbierer, T. Waas: Teilnetzbetrieb bei IP-basierten Fahrzeugnetzwerken, 4. Elektronik automotive Kongress, 15. – 16. Februar 2012, München.
- [13] N. Balbierer, T. Waas, J. Nöbauer, J. Seitz: Energy Consumption of Ethernet compared to Automotive Bus Networks. Proc. 9th IEEE Workshop on Intelligent Solutions in Embedded Systems (WISES), Juli 2011. pp. 61-66. ISBN 978-3-00-033401-6