

Projekt
**„Mobiler Empfang von
Verkehrsinformationen via DVB/DAB“**

Öffentlicher Endbericht
15.02.2013



HITRADIO Ö3



INHALTSVERZEICHNIS

1	Beschreibung des Projekts.....	3
1.1	Motivation.....	3
1.2	Projektetails.....	3
1.3	Projektarchitektur	4
1.4	Zentralseite / Multimediale Erweiterungen.....	5
1.5	Senderseite / DVB-T2 Nachrichtenkarussell.....	7
1.6	Fahrzeugseite / OBU.....	7
1.7	Tests und Ergebnisse.....	8
1.8	Präsentation ITS World Congress 2012 / EasyWay Annual Forum 2012.....	9
2	Projektergebnisse und Erkenntnisse	10
2.1	Entwickelte Systeme und Erkenntnisse	10
2.1.1	Zentralseite	10
2.1.2	Content und Aufbereitung	12
2.1.3	Senderseite.....	13
2.1.4	Fahrzeugseite	14
2.2	Setup der Straßentests / Equipment.....	14
2.3	Geplante bzw. Durchgeführte Straßentests.....	16
2.4	Ergebnisse Test 1 (Signalstärke) und Test 2 (Geschwindigkeit)	17
2.4.1	Exemplarische Testfahrt vom 01.08.2012	17
2.4.2	Ereignisse während der Testfahrt.....	17
2.4.3	DVB-T2 Empfangsstärke / Empfangsqualität während der Testfahrt.....	19
2.4.4	Weitere Tests mit geänderten Parametern	19
2.5	Ergebnisse Test 3 (Darstellung aller Nachrichtenarten auf der OBU)	20
2.6	Ergebnisse Test 3 (Vergleichstest DVB-T)	21
2.7	Begründung der Ergebnisse (FTW Gastkommentar).....	22
2.7.1	Prinzipielle Überlegungen zum DVB-T2 Empfang in Fahrzeugen.....	22
2.7.2	Gründe für die vorliegenden Ergebnisse und Lösungsvorschläge	22
2.8	Fazit.....	23
2.8.1	ASFINAG	23
2.8.2	ORF	23
2.8.3	ORS.....	23

1 Beschreibung des Projekts

1.1 Motivation

Ein sehr wichtiger Aspekt im Bereich der Kooperativen Dienste ist der Kommunikationskanal von der Infrastruktur ins Fahrzeug. Wichtig ist in diesem Bereich ein hybrides Kommunikationskonzept: Im Vordergrund stehen die Dienste, die ohne Präferenz für ein bestimmtes Medium über mehrere verschiedene Kommunikationskanäle übertragen werden sollen und können. Neben lokalen Hotspot Lösungen mit geringer Reichweite soll nach Möglichkeit auch ein weiträumig verfügbares und verlässliches Broadcast-Medium eingesetzt werden, das die gewünschten Dienste kosteneffektiv und sicher ins Fahrzeug überträgt.

Die meisten im Bereich des Kooperativen Dienste angesiedelten Übertragungsmedien haben lokalen Hotspot-Charakter: Sie setzen bisweilen teure Installationen an der Infrastruktur voraus und ihre Reichweite beschränkt sich von einigen wenigen Metern im Infrarot-Bereich bis zu einigen hundert Metern im Wireless LAN Bereich. Als Faustregel lässt sich festhalten, dass man den Installationspunkt sehen muss, um mit diesem kommunizieren zu müssen. Diese Hotspot-Medien sind wichtig für die garantierte Übertragung von Diensten in einem fixen Zeitraum und Dienste mit hoher Bandbreite. Gleichzeitig bedeuten Hotspot-Installationen aber auch finanziellen Aufwand für einen Straßenbetreiber. Die gängigste Alternative zu einer Hotspot-Installation ist die Verwendung von Mobilfunk (2G/3G/4G Datenverbindung) als Broadcast-Medium. Mobilfunk bedeutet aber auch Kosten für den Endbenutzer und in Notfall-Situationen gibt es keine Garantie, dass Dienste bei Überlastung der Funkzellen auch übertragen werden können.

Die Verwendung von digitalem Rundfunk als Übertragungsmedium für Kooperative Dienste ist daher eine naheliegende Alternative, die im Rahmen des Projekts untersucht werden soll. Digitaler Rundfunk ist frei und kostenlos empfangbar und kann auch im Ereignisfall nicht überlastet werden. Zudem ist die Übertragung von Verkehrsdiensten über ein Rundfunksignal im anliegen Bereich bereits durch RDS-TMC etabliert und akzeptiert.

1.2 Projektdetails

Im Rahmen des Projekts „Mobiler Empfang von Verkehrsinformation via DVB/DAB“ haben testen ASFINAG, Hitradio Ö3 und der Österreichischen Rundfunksender GmbH (ORS) die Eignung von DVB-T2 als Trägermedium für Kooperative Dienste getestet. Ö3 Verkehrsinformationen werden zentralseitig aufbereitet und um multimediale Zusatzinformationen (z.B. Kamerabilder, Audio, Video) ergänzt. Diese Daten werden von der ORS in den DVB-T2 Datenstrom verpackt und mit diesem ausgesendet. Ein von ASFINAG entwickeltes, prototypisches Endgerät (On-Board-Unit, OBU) im Fahrzeug empfing die Daten während der Fahrt und zeigte sie – ähnlich einem Navigationsgerät – für den Fahrzeuginsassen an.

DVB-T2 ist der Nachfolger des derzeit gängigen terrestrischen Digitalfernsehens DVB-T und ermöglicht robustere Signalübertragung und besseren mobilen Empfang. Der Standard ist in vielen Ländern im Testbetrieb und wird in einigen (z.B. Großbritannien) bereits für den regulären Sendebetrieb verwendet. Die ORS betreibt momentan einen DVB-T2 Testsender im Großraum Wien (Kahlenberg), der für das Projekt verwendet wurde. Das Testgebiet beschränkte sich daher auch auf den Raum Wien.

Ein ursprünglich ebenfalls geplanter Test über DAB / DAB+ konnte nicht realisiert werden, da kein entsprechender Sender im Raum Wien verfügbar war.

1.3 Projektarchitektur

Das Projekt basierte auf vorherigen Bemühungen und Ergebnissen der ASFINAG im Bereich der Kooperativen Dienste, nämlich den Services und der Architektur des Projekt COOPERS. In der Systemarchitektur wurde zwischen Zentraleite (TCC), Straßenseite (RSU) oder Senderseite (TISP) und Fahrzeugseite (OBU) unterschieden. Auf der Zentraleite entstanden die Kooperativen Dienste, auf der Straßen- bzw. Senderseite wurden diese ausgestrahlt, auf der Fahrzeugseite empfangen und angezeigt.

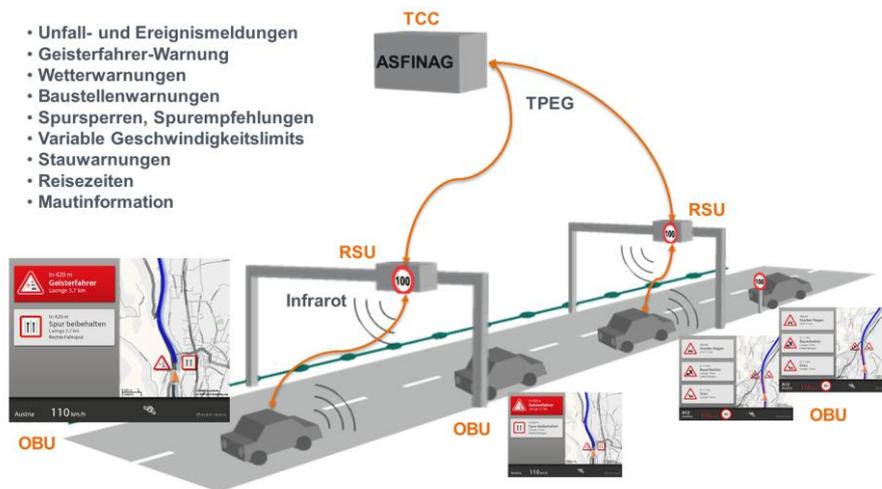


Abbildung 1: Architektur COOPERS

In COOPERS wurden zentralseitig Kooperative Verkehrsmeldungen (unter anderem Unfall-, Ereignis- und Wetterwarnungen, Baustellen und Stauinformation, Spursperren, Geschwindigkeitslimits, Reisezeiten) aus den Verkehrsdaten der ASFINAG generiert und in TPEG (ein offener, internationaler Standard zum Aussenden von sprachunabhängigen, multimodalen Verkehrs- und Reiseinformationen, Nachfolger von RDS-TMC) kodiert. Diese Nachrichten wurden dann an eine 18km lange COOPERS Teststrecke nahe Innsbruck verschickt und dort via Infrarot (CALM-IR) ausgesendet und über die COOPERS OBU im Fahrzeug visualisiert.

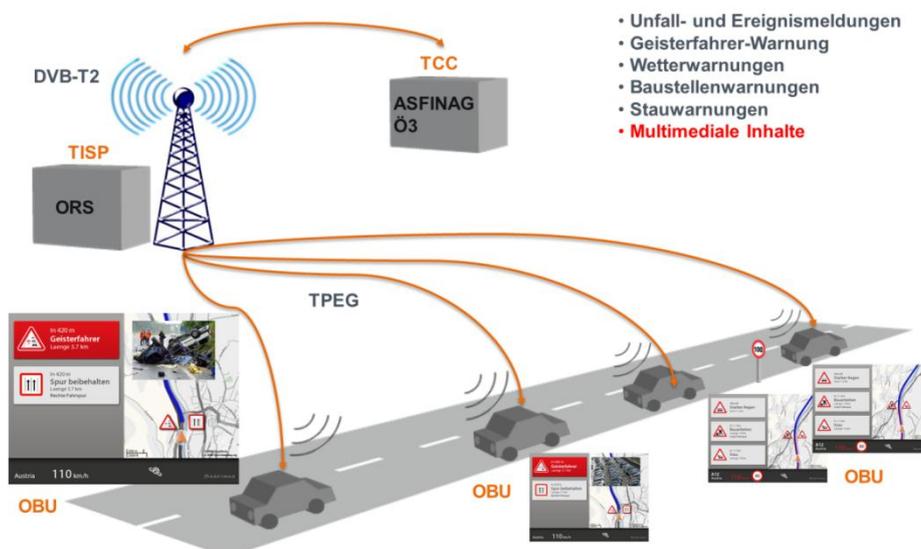


Abbildung 2: Architektur DVB-T2

Die grundlegende Architektur und Elemente aus COOPERS wurden im Projekt „Mobiler Empfang von Verkehrsinformation via DVB/DAB“ übernommen. Der zentralseitige Server zur Generierung der Kooperativen Verkehrsnachrichten in TPEG wurde weiterverwendet und um die Bedürfnisse des Projekts (neue Schnittstellen zur DVB-T2 Sendetechnik, ein prototypisches Redaktionssystem und Multimediale Komponenten) erweitert. Als On-Board-Unit kam weiterhin die COOPERS OBU zum Einsatz, die (von Linux auf Windows portiert) um DVB-T2 Empfang und die Anzeige der multimedialen Inhalte erweitert wurde.

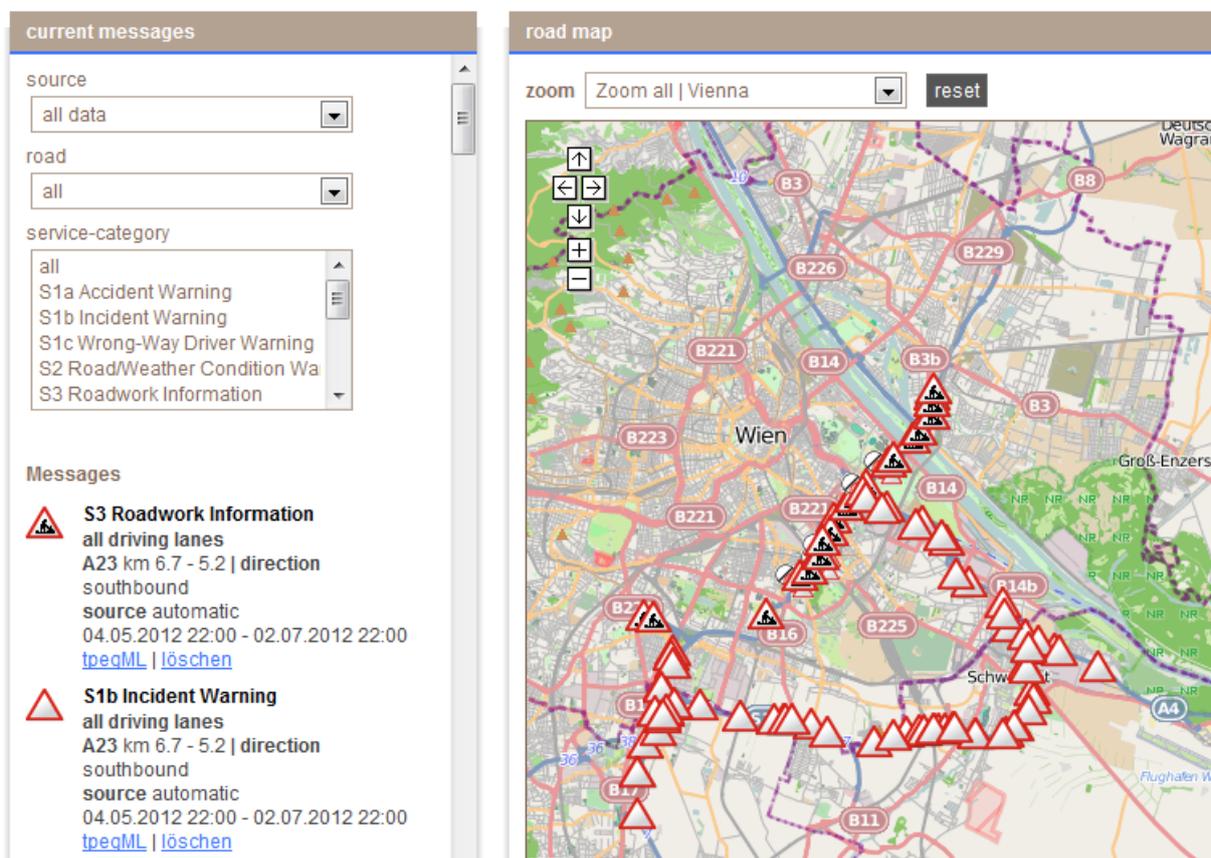


Abbildung 3: Zentralseite des Projekts

1.4 Zentralseite / Multimediale Erweiterungen

Auf der Zentralseite wurden für die DVB-T2 Tests einzelne TPEG Nachrichten durch Multimediale Informationen erweitert: Einerseits mittels Kamerabilder von zahlreichen Verkehrskameras im ASFINAG Video System, andererseits durch gesprochene Verkehrsmeldungen, die von der Ö3 Verkehrsredaktion bereitgestellt wurden.

Evaluierung der Inhalte und Contentproduktion

Voraussetzung für die Dienstentwicklung ist die inhaltliche und technische Evaluierung der Multimediaelemente inkl. Definition der erforderlichen Prozesse. Die technische Evaluierung erfolgte durch die ASFINAG. Die inhaltliche Sondierung und Bewertung der Contentquellen wurde durch Ö3 wie folgt durchgeführt:

Bewertung der Contentquellen hinsichtlich

- Verfügbarkeit (Quelle, Rechte, Frequenz)
- Verlässlichkeit (gleichbleibend hohe Qualität des Informationsbestandes)
- Objektivität
- Formatdefinition (im Nutzungskontext höchstmöglicher Informationsgehalt, Usability) bzw. hinsichtlich der Eignung für den gegenständlichen Verkehrsservice
- Kosten (Rechtethematik)

Evaluierungsprozess

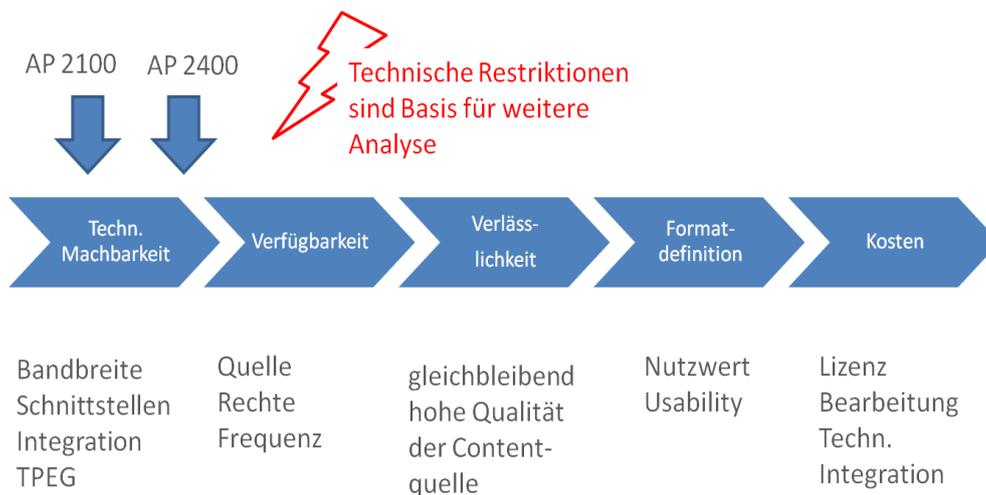


Abbildung 4: Contentevaluierung

Inhaltliche und multimediale Aufbereitung - Prozesse

Darüber hinaus wurde festgelegt, wie die Kalibrierung (Übersetzung der detektierten Verkehrsströme in standardisierte Verkehrszustandsmeldungen) und das Zusammenfügen zu einer ganzheitlichen multimedialen Verkehrsmeldung erfolgen. Dazu wurde der Workflow der Meldungserstellung bzw. multimedialen Zuordnung und Aufbereitung durch Ö3 und ASFINAG definiert. Die Zuordnung von Multimediainhalten zu den einzelnen Nachrichten erfolgte dabei sowohl automatisch (z.B. Zuordnung eines Kamerabildes zu einer aktuellen Verkehrsmeldung), als auch durch Nutzung eines (prototypischen) Redaktionssystems, in dem Inhalte manuell hinzugefügt werden konnten.

Das Konsortium hat sich aus Zeit- und Kostengründen dazu entschieden, im Rahmen des gegenständlichen Pilotversuches ein prototypisches zentralseitiges Redaktionssystem zu verwenden. Der Workflow ist dabei wie folgt:

1. Erstellung der Meldung durch Redakteur im Ö3-System (Ö3)
2. Übertragung der Meldung in PVIS (ASFINAG)

3. Integration in TPEG-Server (ASFINAG)
4. Erstellung einer Multimedia-Meldung im Redaktionssystem des TPEG-Servers (automatisiert/manuell)
5. Freigabe der Meldung durch Redakteur (Ö3)

Da die Meldungserstellung im Pilotversuch über mehrere Systeme erfolgt, bedeutet dies sowohl Mehraufwand, als auch Zeitverzug. Daher ist das mittelfristige Ziel des Konsortiums, die Meldungserstellung direkt aus dem Ö3-Redaktionssystem zu ermöglichen. Im Zuge des Projektes wurde daher von Ö3 begonnen, die Realisierung dafür zu konzipieren.

Im Testbetrieb wurde der Content überprüft. Entsprechende Monitoring- und Qualitätssicherungsmaßnahmen fanden im laufenden Prozess statt.

1.5 Senderseite / DVB-T2 Nachrichtenkarussell

Die zentralseitigen Inhalte (TPEG Nachrichten und zugehörige Multimedia-Inhalte samt Metadaten) standen der Senderseite über eine klar definierte HTTP und FTP Schnittstelle zur Verfügung. ORS holte diese Inhalte regelmäßig ab und ordnete diese auf Senderseite in ihr DVB-T2 Nachrichtenkarussell ein. Dort wurde auch das Nachrichtenmanagement betrieben wird, d.h. zeitlich abgelaufene Nachrichten wurden entfernt, aktualisierte Nachrichten ersetzt, gelöschte Nachrichten entfernt. Die jeweils aktuellen Nachrichten und Inhalte wurden in den DVB-T2 Datenstrom eingefügt und im Raum Wien versendet.

1.6 Fahrzeugseite / OBU

Eine für das Projekt erweiterte COOPERS OBU fungierte als DVB-T2 Nachrichtenempfänger und als Benutzeroberfläche zur Visualisierung der Nachrichten. Basierend auf den Prinzipien eines Navigationssystems zeigte die OBU eine Karte der Umgebung, die aktuelle Position des Fahrzeugs und alle für die aktuelle Fahrstrecke relevanten Verkehrsnachrichten, in Relation zur aktuellen Position. Zu diesem Zweck wurde die OBU um den Empfang via DVB-T2, die Dekodierung / Extrahierung der Nutzdaten aus dem DVB-T2 Datenstrom und die Präsentation der multimedialen Inhalte erweitert.

Im Projekt wurde seitens Ö3 die technische Machbarkeit einer Android-basierten Lösung evaluiert. Ergebnis war: Die technische Machbarkeit war gegeben. Da der zeitliche und finanzielle Aufwand jedoch den Rahmen des gegenständlichen Förderprojektes bei weitem überstrapazieren hätte, wurde folgende Lösung umgesetzt: Als Hardware-Plattform für die OBU wurde ein Windows-basierter Tablet PC verwendet, der mit Empfängern für GPS und DVB-T2 ausgestattet war.

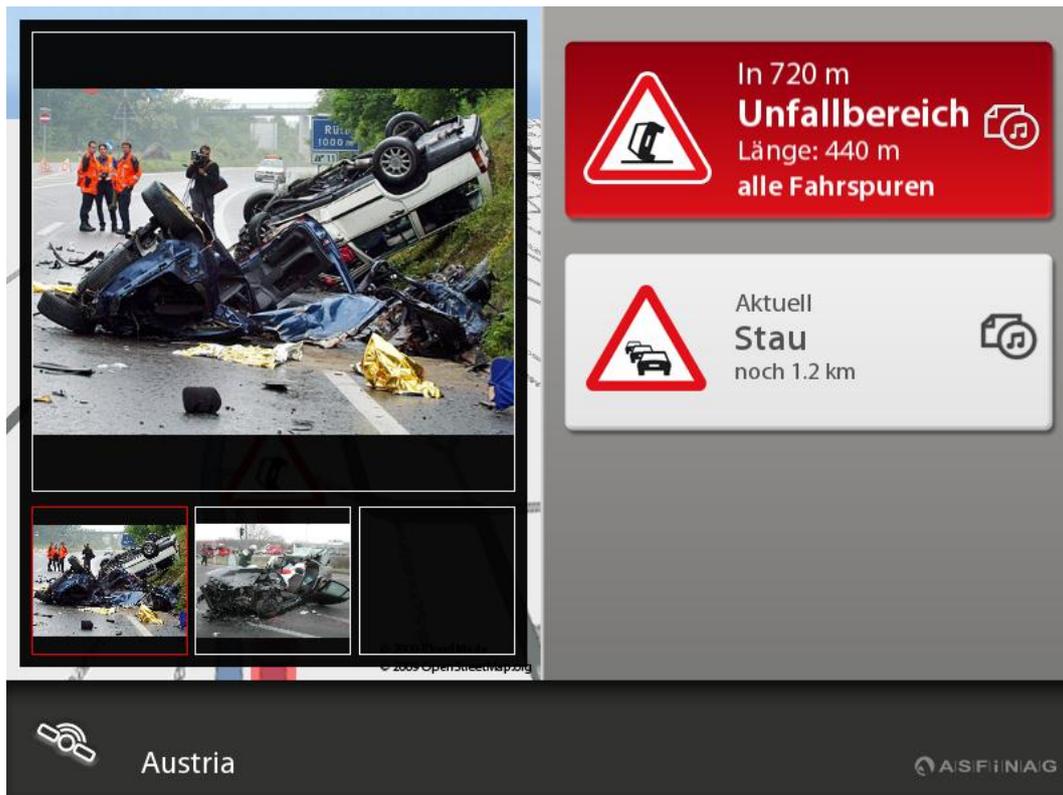


Abbildung 5: Screenshot der OBU mit MM-Darstellung

1.7 Tests und Ergebnisse

Nach Fertigstellung aller Entwicklungen im Juli 2012 werden das Zusammenspiel aller Komponenten und der Empfang des Kooperativen Dienstes und seiner Verkehrsmeldungen via DVB-T2 im Sommer 2012 am Wiener Autobahnnetz getestet. In ersten Testfahrten wurde Signalstärke und Signalqualität des DVB-T2 Signals am Autobahndreieck A4 – S1 – A23 gemessen und die Möglichkeiten zum Empfang der ausgesendeten Verkehrsinformationen bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten überprüft. Dabei zeigte sich, dass ein Empfang der Informationen bei Geschwindigkeiten von mehr als 25km/h nicht möglich war. Trotz ausgezeichneter Signalstärke im Testgebiet verschlechterte sich die Signalqualität bei rund 25km/h so sehr, dass ein Empfang nicht mehr möglich war. In weiterer Folge wurde versucht, durch Änderungen auf Senderseite (Parametrierung der Modulation) sowie Empfängerseite (Art und Position der Antenne, Verstärkung bzw. Abschwächung des Signals, Parametrierung) eine Verbesserung der Gesamtsituation zu erzielen, was jedoch nicht von Erfolg gekrönt war. Ursache für die unterwartet schlechte Empfangslage schien das DVB-T2 Empfängermodell selbst zu sein, das jedoch nicht ausgetauscht werden konnte, da es zum im Projektzeitraum der einzige erhältliche DVB-T2 Empfänger auf PC-Basis am Markt war. Ein testweiser Umstieg auf DVB-T Sender und Empfänger scheiterte in letzter Sekunde ebenfalls, da die entwickelte OBU Plattform nicht mit den DVB-T Empfängern kommunizieren konnte. So musste letztendlich akzeptiert werden, dass die ursprünglich geplanten Tests unter den gegebenen Bedingungen nicht realisiert werden konnten. Die grundsätzliche Funktionalität des Systems war allerdings vollständig gegeben, d.h. bei Geschwindigkeiten unter 25km/h konnten die ausgestrahlten Verkehrsinformationen problemlos empfangen und angezeigt werden. Somit wäre bei Verfügbarkeit von besseren DVB-T2 Empfängern auch deutlich bessere Ergebnisse möglich.

1.8 Präsentation ITS World Congress 2012 / EasyWay Annual Forum 2012

Das Projekt und seine Ergebnisse wurden am 19. ITS World Congress, der von 22. – 26. Oktober 2012 in Wien stattfindet, im Rahmen eines Papers und eines Fachvortrags sowie einer Demonstration am ITS Austria Stand vorgestellt. Im Rahmen der Demonstration am Stand wurden Verkehrsinformationen direkt in der Messehalle am zentralseitigen Redaktionssystem erzeugt und konnten Sekunden später via DVB-T2 auf der OBU empfangen und angezeigt werden.

Das Paper ist unter folgender Adresse einsehbar:

<http://goo.gl/Y3XeI>

Eine weitere Vorstellung des Projekts und seiner Ergebnisse erfolgte im Rahmen einer Präsentation am 5. EasyWay Annual Forum, das von 20 – 22. November 2012 in London stattfand.

Die Präsentation ist unter folgender Adresse abrufbar:

<http://goo.gl/NQAtB>



Abbildung 6: Präsentation des Projekts am 19. ITS World Congress in Wien

2 Projektergebnisse und Erkenntnisse

2.1 Entwickelte Systeme und Erkenntnisse

2.1.1 Zentrale Seite

Aufbauend auf den kooperativen Services und der zentralseitigen Infrastruktur des Projekts COOPERS wurden die neuen Anforderungen an die Zentrale Seite des Projekts gesammelt und spezifiziert und danach durch die Beauftragung des ursprünglichen Entwicklers umgesetzt. Übernommen aus dem COOPERS Server wurde die automatische Generierung von Verkehrsnachrichten (in Form von TPEG Services) aus den Datenquellen von ASFINAG und Ö3. Im Rahmen der Erweiterung wurde die Zentrale Seite auf den Großraum Wien und auf vektorbasiertes Kartenmaterial umgestellt. Die Möglichkeiten zur Nachrichtenverwaltung wurden erweitert und neue, leichter zugängliche Schnittstellen auf der Basis verbreiteter Protokolle (http, ftp) für die Bereitstellung der Daten umgesetzt. Die wichtigsten Erweiterungen waren jedoch die Umsetzung eines Redaktionssystems und die Erweiterung um eine Multimediakomponente. Im Redaktionssystem können vorliegende Nachrichten über das Webinterface des Servers gelöscht und ergänzt, genauso aber auch neue Nachrichten erzeugt und direkt auf der Karte platziert werden. Dies wurde gekoppelt mit der Multimediakomponente, die Zugang zum Webcam-System der ASFINAG hat und somit ermöglicht, sowohl für automatische als auch für manuell erstellte Nachrichten Kamerabilder aus dem relevanten Bereich der Nachricht mit ebendieser zu verbinden. Der Redakteur kann der Nachricht auch manuell Bild- und Tonquellen aus lokalen Ressourcen hinzufügen. Diese so verknüpften, multimedialen Verkehrsnachrichten stehen dann über alle Schnittstellen zur Verfügung.

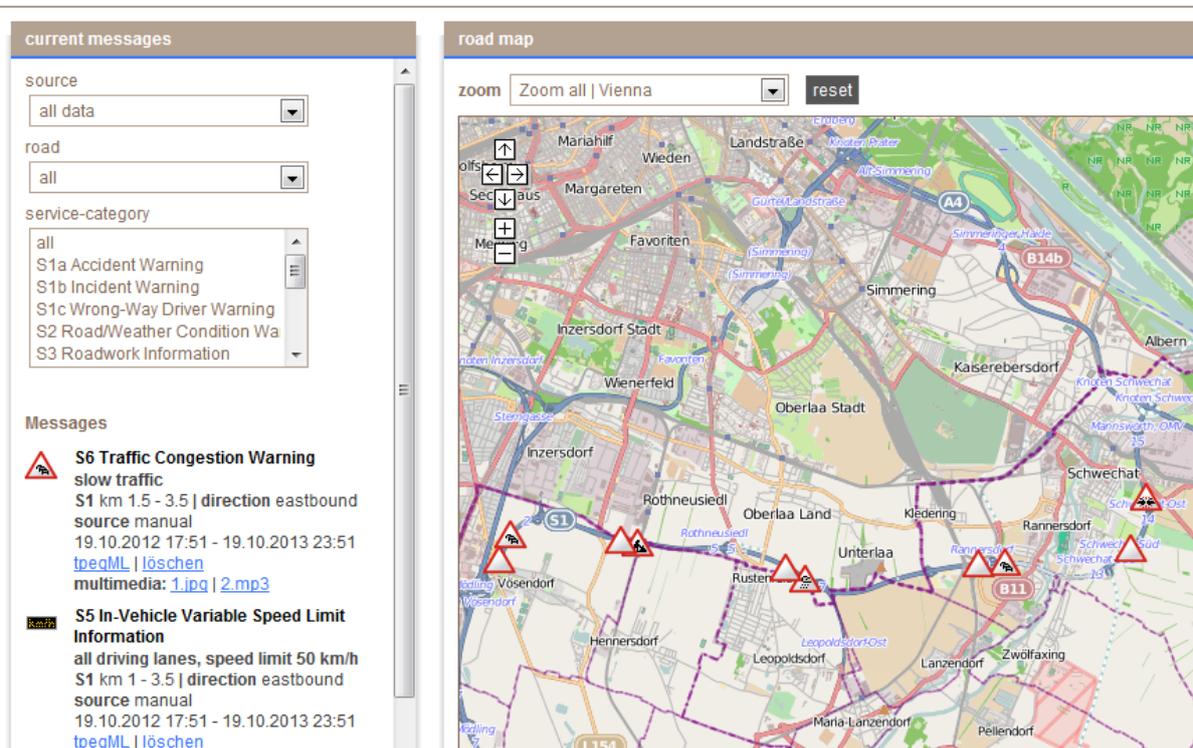


Abbildung 7: Darstellung der TPEG Nachrichten auf der Zentrale Seite

Positive Erkenntnisse

Der so entstandene TPEG Server eignete sich hervorragend für die Zwecke des Forschungsprojekts. Der Workflow – von den Datenquellen bis zur automatisch mit Multimedia verknüpften TPEG Verkehrsnachricht – ließ sich komplett über das Webinterface des TPEG Servers nachvollziehen und visualisieren. Auch die manuellen Eingaben und die Ergänzung von Multimediaquellen über das Redaktionssystem waren akzeptabel über das Webinterface abzuwickeln. Die einfache Verlinkung zwischen TPEG Nachricht und zugehörigem Multimediainhalt über eine eindeutige ID auf Dateiebene erwies sich als stabil, der Datenzugriff über die neuen Schnittstellen war problemlos möglich.

Negative Erkenntnisse

Die auch in diesem Projekt verwendete Basis für die automatische Erzeugung von TPEG Nachrichten aus den Datenbeständen von ASFINAG und Ö3 wurde bereits 2007 im Rahmen des COOPERS gelegt. Seit damals haben sich viele Datengrundlagen allerdings geändert, es wurden zudem neue Erkenntnisse und Ergebnisse aus anderen Projekten gewonnen. Die automatisch erzeugten TPEG Nachrichten waren somit nicht mehr zeitgemäß und vielerlei Hinsicht nicht mehr korrekt, was aber für das vorliegende Projekt allerdings nicht von allzu großer Bedeutung war, da die Dienste größtenteils nur technisch getestet wurden. Leider war jedoch auch das verwendete TPEG Format und die Definition der Dienste nicht mehr zeitgemäß. Die TPEG Applikation RTM (Road Traffic Message) und die in COOPERS definierten Erweiterungen werden am Markt nicht verwendet und sind mittlerweile von TPEG TEC (Traffic Event Compact) abgelöst. Eine Umstellung auf modernere Dienste und Formate war jedoch im Rahmen des Projekts aus Budget- und Zeitgründen nicht möglich. Weitere Einschränkungen in der Verarbeitungsgeschwindigkeit und Skalierbarkeit des Servers bedeuten zudem, dass eine Weiterverwendung des Servers in Feldversuchen und Projekten mit Testnutzern kaum möglich sein wird. Ein Produktbetrieb auf Basis des Servers erscheint überhaupt ausgeschlossen.

TPEG Server   

settings current messages editorial system master data users logged in as: wartung
logout

editorial overview templates create messages Friday, 1. February 2013 - 09:23 (UTC)

messages

source:

road:

service-category:
 S1a Accident Warning
 S1b Incident Warning
 S1c Wrong-Way Driver Warning
 S2 Road/Weather Condition Warning
 S3 Roadwork Information

source	service category	street	start	end	direction	valid from	valid to	tpeg	multimedia
manual	S6 Traffic Congestion Warning	S1	1.5	3.5	Schwechat	19.10.2012 17:51	19.10.2013 23:51	tpeg	multimedia delete
manual	S5 In-Vehicle Variable Speed Limit Information	S1	1	3.5	Schwechat	19.10.2012 17:51	19.10.2013 23:51	tpeg	multimedia delete
manual	S6 Traffic Congestion Warning	S1	11	13.5	Schwechat	19.10.2012 17:59	19.10.2013 23:59	tpeg	multimedia delete
manual	S5 In-Vehicle Variable Speed Limit Information	S1	10.5	13.5	Schwechat	19.10.2012 17:59	19.10.2013 23:59	tpeg	multimedia delete
manual	S5 In-Vehicle Variable Speed Limit Information	S1	13.5	16	Schwechat	19.10.2012 17:59	19.10.2013 23:59	tpeg	multimedia delete
manual	S1a Accident Warning	S1	14.5	16	Schwechat	19.10.2012 18:46	20.10.2013 00:46	tpeg	multimedia delete
manual	S3 Roadwork Information	S1	4	6	Schwechat	19.10.2012 18:48	20.10.2013 00:48	tpeg	multimedia delete
manual	S5 In-Vehicle Variable Speed Limit Information	S1	3.7	6	Schwechat	19.10.2012 19:10	20.10.2013 01:10	tpeg	multimedia delete
manual	S2 Road/Weather Condition Warning	S1	7.2	10	Schwechat	19.10.2012 19:18	20.10.2013 01:18	tpeg	multimedia delete
manual	S5 In-Vehicle Variable Speed Limit Information	S1	6.8	10	Schwechat	19.10.2012 19:26	20.10.2013 01:26	tpeg	multimedia delete

multimedia

selected multimedia

image/jpeg audio/mp3

[delete](#) [delete](#)

multimedia from local filesystem

Keine ausgewählt

multimedia from server filesystem

camera camera camera

picture picture picture

camera camera camera

picture picture picture

Abbildung 8: Redaktionsübersicht mit Multimedia-Übersicht auf der Zentralseite

create message

street
A 23 Autobahn Südosttangente

direction
Hirschstetten

set position*

begin 9500 meter

end 11500 meter

service category*
S1a | Accident Warning

lane*
all driving lanes

vehicle class*
car

message time*

from 01.02.2013 09:25

to 01.02.2013 11:00

(UTC time, default values: now / now+6h)

action*

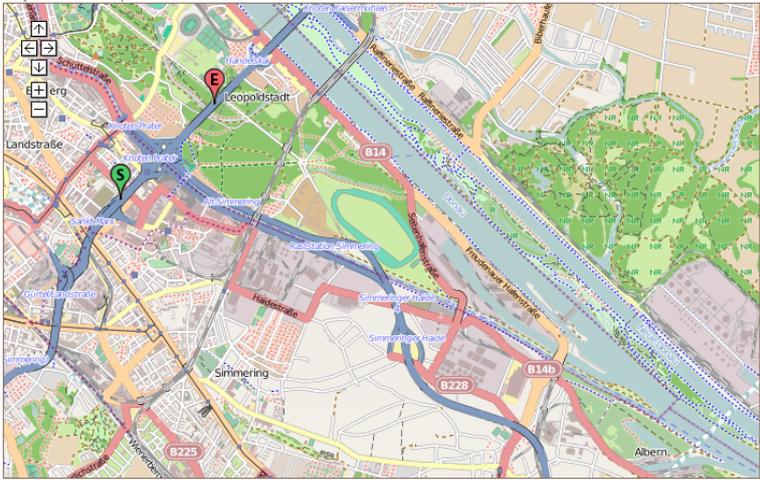
generate

save only

save and generate

* ...must be filled out
The generated data is imported within the next import process.

Step 1 of 2: Click to place start marker



© OpenStreetMap Mitwirkende, CC-BY-SA

Abbildung 9: Eingabe einer neuen Nachricht auf der Zentralseite

2.1.2 Content und Aufbereitung

Seitens Ö3 wurde im Hinblick auf ein zukünftiges Service im Echtbetrieb eine Contentanalyse und –bewertung durchgeführt. Dazu wurden in einem ersten Schritt Usecases für die Anwendung von DVB-T2-Verkehrsinformation skizziert und ein mögliches Serviceportfolio abgeleitet. Darüber hinaus wurden verfügbare Multimediainhalte recherchiert und zukünftige (z.B. über social media generierbare Daten) Contentmöglichkeiten in Betracht gezogen. Anschließend wurde der Multimediacontent nach definierten Kriterien (Verfügbarkeit, Objektivität, Verlässlichkeit, Formatdefinition, Kosten) bewertet und priorisiert. Darüber hinaus wurde festgelegt, wie die Kalibrierung und das Zusammenfügen zu einer ganzheitlichen multimedialen Verkehrsmeldung erfolgen können. Dazu wurde der Workflow der Meldungserstellung bzw. multimedialen Zuordnung und Aufbereitung durch Ö3 und ASFINAG definiert. Geplant war eine Zuordnung von Multimediainhalten zu den einzelnen Nachrichten sowohl automatisch (z.B. Zuordnung eines Kamerabildes zu einer aktuellen Verkehrsmeldung), als auch durch Nutzung eines (prototypischen) Redaktionssystems, in dem Inhalte manuell hinzugefügt werden konnten. Im Zuge des Testbetriebs erfolgte anfänglich eine Abstrahlung von automatisiert erzeugten Meldungen, wodurch der Bearbeitungsschritt der Freigabe durch den Ö3-Redakteur kompensiert wurde. Daher konnte im Testbetrieb nicht überprüft werden, inwieweit der manuelle Workflow praktikabel ist bzw. optimiert werden muss. Im Hinblick auf die Fortführung des Services wurden auch erste Anforderungen an ein Redaktionssystem für den Echtbetrieb erhoben.

Positive Erkenntnisse

Generell haben die Recherche und Analyse ergeben: Es sind immer mehr multimediale Komponenten verfügbar. Erst durch die Vielzahl an multimedialen Komponenten ist es

möglich, auch einen der wichtigsten Outputs, nämlich jenen der Echtzeitmessung (Verzögerungswerte) zu generieren.

Negative Erkenntnisse

Die Recherche und Analyse haben darüber hinaus ergeben: Die Vielzahl der Contentowner macht es derzeit schier unmöglich, mit jedem einzelnen einen entsprechenden Nutzungsvertrag abzuschließen. Hinzu kommt, dass die multimedialen Inhalte teilweise in unterschiedlichen technischen Formaten bzw. Auflösungen vorliegen. Auch der Datenschutz ist ein Problem, der zu einer sehr zurückhaltenden Haltung der Eigentümer von Multimediadaten hinsichtlich einer Weitergabe führt. Neben den Nutzungsrechten ist auch die Integration in ein Redaktionssystem und die richtige Zuordnung der vielfältigen Quellen zu einer Textmeldung eine Herausforderung. So wurde während der Erhebung der Anforderungen an ein Redaktionssystem rasch klar, dass der Aufwand hierfür nicht im Rahmen des gegenständlichen Förderprojektes geleistet werden kann. Auch liegen keine bzw. kaum Benchmarks im Sinne einer best practice Analyse vor.

2.1.3 Senderseite

Die Einrichtungen auf der Senderseite sind auf mehrere Orte in Wien verteilt. Das DVB-T2 Multiplexing (ORS Zentralsystem) befindet sich im ORF Zentrum und die Sendegeräte auf den beiden Sendeanlagen Kahlenberg und Arsenal.

Die Übertragung der Verkehrstelematik-Daten zwischen Zentralsystem der ASFINAG und der ORS erfolgt über einen eigens dafür eingerichteten ftp (file transfer protokoll) Server im Minutentakt. Ein Datensatz besteht aus mehreren TPEG Dateien (XML-Format), Bilddateien aus Verkehrskameras (JPEG-Format) und Steuerdateien in einem Dateiverzeichnis. Ein geeignetes Synchronisierungstool überträgt die Dateistruktur auf dem ftp Server in ein dafür vorgesehenes Verzeichnis auf dem Datenkarussell- Server.

Das ursprünglich für das MHP (Multimedia Home Plattform) auf DVB-T entwickelte Datenkarussell wurde für die Übertragung dieser Daten modifiziert. Kern des Datenkarussells ist eine sogenannte DSM-CC (Digital Storage Media Command Control). Dieses zerlegt die ursprünglichen Dateien in kleine Datenpakete und erzeugt so aus statischen Daten einen kontinuierlichen Datenstrom, in dem er die Pakete zyklisch wiederholt. Innerhalb des Aktualisierungszyklusses von 1 Minute müssen aus Redundanzgründen die einzelnen Datenpakete mehrmals übertragen werden - Dieser definierte Datenstrom kann von einem entsprechend eingestellten Empfänger wieder in das ursprüngliche Datenformat übersetzt werden.

Der so erzeugte Datenstrom wird im DVB-T2 Multiplexer wie ein digitales TV oder Radiosignal dem Transportstrom hinzugefügt.

Der Servicename „ASFINAG“ wird von einem handelsüblichen DVB-T2 Empfänger auch als Programm angezeigt, kann aber natürlich nicht dekodiert werden.

Der Transportstrom gelangt über das ORS Leitungsnetz bzw. über Richtfunk zu den beiden Sendeanlagen und wird den Sendegeräten zugeführt.

Die Abstrahlung des DVB-T2 Signals erfolgte über die bestehenden DVB-T Sendeantennen. Folgende Sendeanlagen wurden für das Projekt verwendet:

Sender	Leistung ERP	Diagramm
Kahlenberg	50kW	Richtantennen Süden und Osten
Arsenal	35kW	Rundstrahler

Positive Erkenntnisse

Das bisher für MHP verwendete Datenkarussell konnte mit geringem Aufwand zur Datenaufbreitung und –aussendung weiterentwickelt werden. Das für TPEG verwendete xml-Datenformat konnte ohne Binär-Konvertierung angewendet werden.

2.1.4 Fahrzeugseite

Ebenso wie auf der Zentralseite wurde auf der Fahrzeugseite bestehende Entwicklungen aus dem Projekt COOPERS aufgegriffen, in diesem Fall die COOPERS OBU. Für deren Weiterentwicklung wurden die neuen Anforderungen an die OBU gesammelt und spezifiziert und danach durch die Beauftragung des ursprünglichen Entwicklers umgesetzt. Die generelle Funktionalität der OBU (Darstellung der aktuellen Position auf Karte, Darstellung der TPEG Verkehrsnachrichten in Relation zur Position) wurde übernommen und um die Anforderungen des Projekts erweitert. Zuallererst musste allerdings die OBU Software von ihrem ursprünglichen Betriebssystem Linux auf Windows portiert werden. Dies war notwendig, da die zusätzlich zur OBU beschaffte Komponente zum Empfang und zur Extrahierung der Nutzdaten aus dem DVB-T2 Datenstrom speziell auf Windows ausgelegt und nur unter diesem Betriebssystem lauffähig war. Nach der Portierung konnten die weiteren Anforderungen umgesetzt werden. Dazu gehörten die Umstellung des Kartenmaterials auf Vektorkarten des Raum Wiens, die Erweiterung der Nachrichtendarstellung um multimediale Inhalte und die die Unterstützung von GPS Funktionalität, da diese in COOPERS direkt vom Kommunikationsgerät geliefert worden war. Zusätzlich wurden die Demonstrationsfunktionalitäten erweitert, um den Dienst auch ohne Testfahrt auf einem Messestand demonstrieren zu können. Für diesen Zweck wurden fertige GPS-Track des Autobahndreiecks auf der OBU hinterlegt, wodurch eine „virtuelle“ Testfahrt gemacht werden konnte, wobei die zugehörigen Nachrichten jedoch weiterhin live aus dem DVB-T2 Signal entnommen werden konnten.

Positive Erkenntnisse

Die weiterentwickelte OBU erfüllte funktional alle Erwartungen des Projekts. Alle Nachrichtenarten, die am TPEG Server ausgesendet wurden bzw. angelegt werden konnten, wurden während der Testfahrten sauber empfangen und inklusive Multimediainformation korrekt auf der Karte positioniert und dargestellt. DVB-T2 und GPS Empfang waren problemlos. Das Handling der Software war im Betrieb einfach und nachvollziehbar.

Negative Erkenntnisse

Die OBU erfüllte inhaltlich zwar alle Aufgaben, war jedoch auf Grund der technischen Erfordernisse und Vorgaben aus Vorprojekten auf PC-Basis realisiert worden, daher musste im Fahrzeug auch ein solcher für die OBU-Darstellung verwendet werden. Die Integration einer vollwertigen PC-Umgebung in ein Fahrzeug ist immer aufwändig und wenig praxisorientiert. Modernere Ansätze sind Tablets und deren Betriebssysteme, eine Umsetzung unter Android konnte jedoch innerhalb des gegebenen Budgets nicht umgesetzt werden.

2.2 Setup der Straßentests / Equipment

Die Straßentests erfolgten mit einem sehr einfachen Setup: Ein HP 2760p Tablet-Notebook wurde mit einem PCTV nanoStick T2 290e verbunden, dem zum Projektzeitpunkt einzigem am Markt erhältlichen USB-Empfänger für DVB-T2. Dieser wurde mit der mitgelieferten Magnetfuß-Antenne verbunden, die mittig hinter der Windschutzscheibe im Fahrzeug angebracht war. Auf dem Tablet-Notebook waren unter dem Betriebssystem Windows 7 die Software zur Extrahierung der Nutzdaten aus dem DVB-T2 Datenstrom sowie die OBU

Software installiert. Die Positionierung auf der Karte erfolgte wahlweise über den im Tablet-Notebook eingebauten GPS Empfänger oder über einen extern über Bluetooth angebandenen GPS-Empfänger.

Nach den ersten Testfahrten und den Empfangsproblemen bei höheren Geschwindigkeiten wurden andere Antennenkonfigurationen (Conrad DVB 1700 Zimmerantenne passiv, Telestar Starflex T4 Plus Antenne mit 15dB Verstärker aktiv) innerhalb und außerhalb des Fahrzeugs getestet. Es konnten damit zwar die Signalstärke, nicht aber die Signalqualität während der Fahrt und damit das Empfangsergebnis verbessert werden.

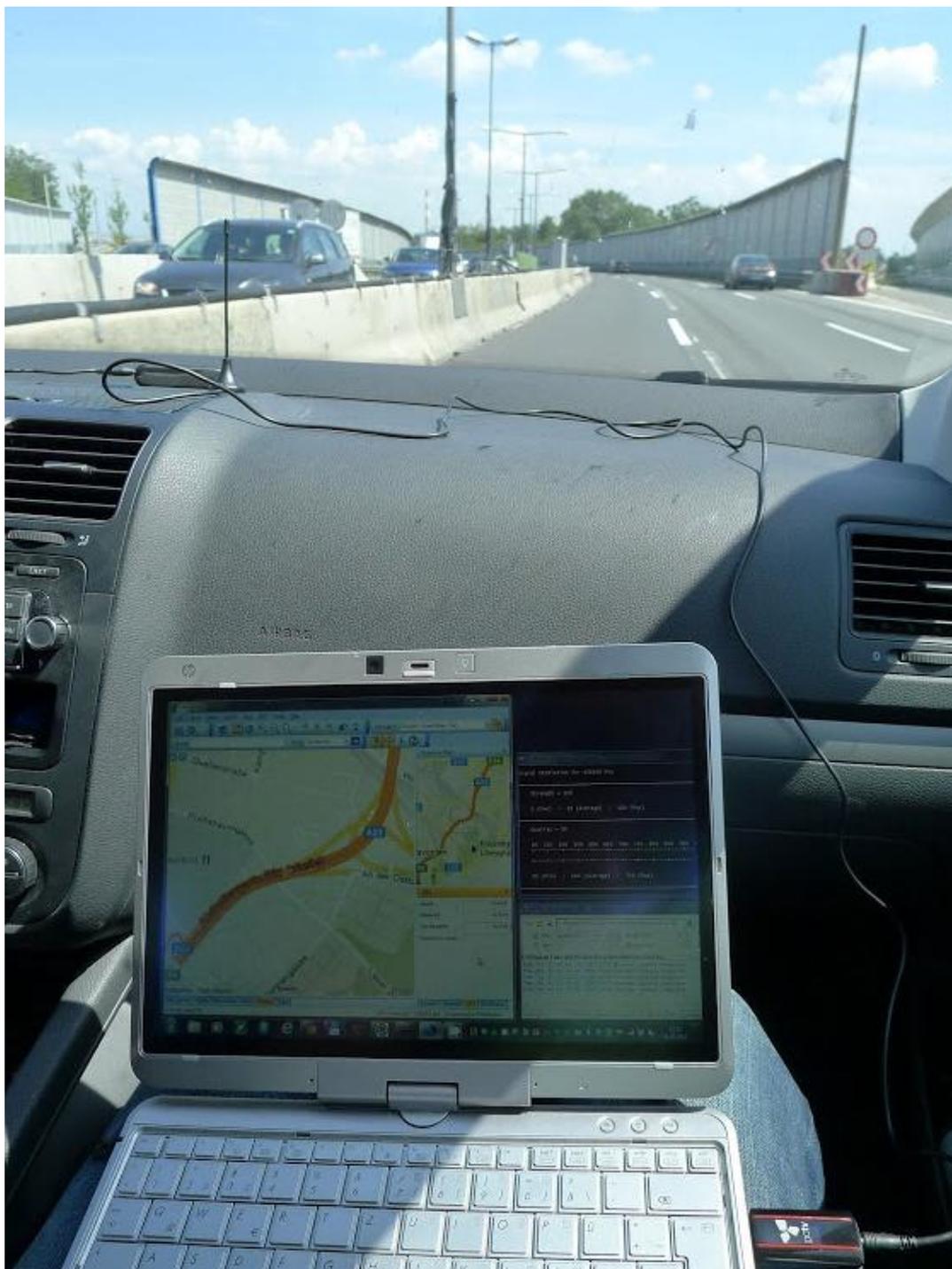


Abbildung 10: Setup der Testfahrten mit Tablet-Notebook, DVB-T2 Empfänger, Antenne und externem GPS über Bluetooth



Abbildung 11: Magnetfuß-Antenne für den DVB-T2 Empfang und GPS Empfänger hinter der Windschutzscheibe

2.3 Geplante bzw. Durchgeführte Straßentests

Ursprünglich geplant waren die folgenden Tests:

1. Überprüfung der DVB-T2 Signalstärke im Testgebiet
2. Empfang von Nachrichten bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten
3. Darstellung aller Nachrichtenarten auf der OBU
4. Verhalten bei unterschiedlichem Nachrichtenvolumen
5. Latenzzeiten von der Generierung bis zum Empfang der Nachrichten

Tests 1 bis 3 wurden Ende Juli / Anfang August 2012 durchgeführt. Nachdem sich bei Test 2 zeigte, dass die Signalstärke des DVB-T2 Signals im Autobahndreieck hervorragend war, ein Empfang von Nachrichten mit einer Geschwindigkeit von mehr als 25km/h aber nicht möglich war, konzentrierten sich die weiteren Tests darauf, die Ursachen für dieses Problem zu erheben und diese zu beheben. Es wurde daher auf die Tests 4 und 5 verzichtet. Als sich abzeichnete, dass die Probleme nicht behebbar waren, wurde noch versucht, einen Vergleichstest mit DVB-T Sendern und Empfängern durchzuführen, der aber letztendlich an technischen Problemen scheiterte.

Durchgeführt wurden daher folgende Tests:

- 1. Überprüfung der DVB-T2 Signalstärke im Testgebiet**
- 2. Empfang von Nachrichten bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten**

- 3. Darstellung aller Nachrichtenarten auf der OBU
- 6. Vergleichstests mit DVB-T

2.4 Ergebnisse Test 1 (Signalstärke) und Test 2 (Geschwindigkeit)

Test 1 (Überprüfung der DVB-T2 Signalstärke) und Test 2 (Empfang von Nachrichten bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten) wurden in einer gemeinsamen Testreihe zusammengeführt. Dabei wurde die Position und die Geschwindigkeit des Fahrzeugs über GPS ermittelt und in einer Kartenumgebung festgehalten. Gleichzeitig wurde die aktuelle Empfangsstärke und Empfangsqualität am Kanal 65 (826Mhz) ermittelt. Im Hintergrund wurde kontinuierlich versucht, die Nutzdaten, welche in einem Intervall von einer Minute aktualisiert wurden, aus dem DVB-T2 Datenstrom auszulesen. Diese Daten wurden während der Testfahrten am Autobahndreieck in Bildschirmvideos festgehalten. So war im Nachhinein die Zuordnung einer Position zur einer Signalstärke und Signalqualität des DVB-T2 Signals bzw. einem erfolgreichen Nachrichtenempfang möglich.

2.4.1 Exemplarische Testfahrt vom 01.08.2012

Das Video einer dieser Messfahrten kann unter <http://goo.gl/e6MRv> angesehen und auch heruntergeladen werden. Im Fenster Kartenfenster links sieht man die aktuelle Position und Geschwindigkeit des Fahrzeugs. Im Empfangsfenster links oben sieht man die aktuelle Empfangsstärke (Strength) und Empfangsqualität (Quality) am Kanal 65 (826Mhz). Im Logfenster rechts unten sieht man die Zeitstempel eines erfolgreichen DVB-T2 Karussellempfangs.

Das Video zeigt, dass der DVB-T2 Empfang am Kanal 65 (826Mhz) bei Geschwindigkeiten über 25km/h praktisch nicht möglich war. Obwohl das Autobahndreieck A23 – A4 – S1 vom DVB-T2 Signal gut abgedeckt wird und auch die Signalstärke im Fahrzeug ausreichend ist, ist ein Empfang auf Grund von ungenügender Signalqualität bis auf sporadische Ausreißer nicht möglich. So konnte das DVB-T2 Nachrichtenkarussell auf der 45km langen / 40min dauernden Messfahrt lediglich fünf Mal fahrend empfangen werden. Bei optimalem Empfang sollte dies jede Minute erfolgen. Das Karussell war dabei lediglich 625Kb groß und umfasste 24 Dateien. Während der Fahrt wurde mehrmals angehalten, um den Empfang bei Stillstand zu überprüfen.

Symptomatisch für das Geschwindigkeitsproblem ist eine testweise Abfahrt an der Raststation Simmering auf der A4, im Video zu sehen ab Minute 08:10: Obwohl die Empfangsstärke des DVB-T2 Signals hoch ist, wird erst ab einer Geschwindigkeit von weniger als 30km/h eine ausreichende Signalqualität zum Empfang erreicht. Diese bricht beim Wegfahren von der Raststation dann sofort wieder zusammen.

2.4.2 Ereignisse während der Testfahrt

- Video: 00:05
 - Karussellempfang um 13:00:21, ABM Kaisermühlen, stehend, 0km/h
- Video: 01:41
 - Karussellempfang um 13:01:57, Ausfahrt Raffineriestraße, stehend, 0km/h
- Video: 03:23
 - Karussellempfang um 13:03:40, Rampe A23 Kaisermühlen Richtung Graz, ca. 60km/h

- Video: 04:34
 - Karussellempfang um 13:04:51, A23 Praterbrücke Richtung Graz, ca. 80km/h
- Video: 05:45
 - Abfahrt auf die A4 Richtung Schwechat
- Video: 05:45-08:30
 - A4 Richtung Schwechat, hohe Signalstärke aber keine Signalqualität, kein Empfang
- Video: 08:30
 - Ausfahrt bei der Raststation Simmering und Empfangstest bei Stillstand. Ab 35km-0km/h steigt die Signalqualität sofort an, bei Stillstand auf >60%. Beim Wegfahren bricht bei ca. 30km/h die Signalqualität wieder weg.
- Video: 08:47
 - Karussellempfang um 13:09:04, A4 Richtung Schwechat, Raststation Simmering, stehend, 0km/h
- Video: 11:02
 - Karussellempfang um 13:11:18, A4 Richtung Schwechat auf Höhe Klosterneuburgerstraße / Zinnergasse, fahrend, ca. 80km/h
- Video: 12:50
 - Abfahrt auf die S1 Richtung Vösendorf
- Video 14:22
 - Halt am Pannenstreifen bei Knoten Schwechat Ost. Trotz Signalstärke 0 steigt die Signalqualität auf 20-30%. Karussellempfang bei 13:14:53
- Video: 14:37
 - Karussellempfang um 13:14:53, A4 Richtung Schwechat auf Höhe Knoten Schwechat Ost, stehend, 0km/h
- Video: 20:27
 - Karussellempfang um 13:20:43, A4 Richtung Schwechat auf Höhe Leopoldsdorferstraße, stehend, 0km/h
- Video: 24:20 und 25:25
 - Karussellempfang um 13:24:36 und 13:25:41, A4 Richtung Schwechat am Pannenstreifen kurz vor Tunnel Vösendorf, stehend, 0km/h
- Video: 27:01
 - Abfahrt auf die A2/A23 Richtung
- Video: 29:34
 - Karussellempfang um 13:29:50, A2/A23 Richtung Kaisermühlen am Pannenstreifen auf Höhe ASFINAG Verkehrssteuerung Inzersdorf, stehend, 0km/h
- Video: 33:21
 - Karussellempfang um 13:29:50, A23 Richtung Kaisermühlen im Laaerberg tunnel / Verteilerkreis Favoriten, fahrend, ca. 60km/h
- Video: 34:49
 - Karussellempfang um 13:35:06, A23 Richtung Kaisermühlen auf Höhe Ausfahrt Simmering, fahrend, ca. 80km/h
- Video: 39:36
 - Karussellempfang um 13:39:53, Einfahrt Raffineriestraße zur ABM Kaisermühlen, stehend (Ampel), 0-25km/h
- Video 41:18
 - Karussellempfang um 13:41:34, Parkplatz ABM Kaisermühlen, stehend, 0km/h

2.4.3 DVB-T2 Empfangsstärke / Empfangsqualität während der Testfahrt

- A23 Knoten Kaisermühlen bis Abfahrt A4
 - durchgehend hohe Signalstärke aber kaum Signalqualität bei Geschwindigkeiten über 25km/h. Trotzdem zweimaliger Empfang des Karussells auf der Rampe Knoten Kaisermühlen und auf der Praterbrücke.
- A4 bis Abfahrt S1
 - Hohe Signalstärke bis Höhe Klosterneuburgerstraße / Zinnergasse, danach niedriger bis Knoten Schwechat. Nur einmaliger Empfang während der Fahrt bei 80km/h, sonst Empfang nur bei Stillstand bzw. Geschwindigkeiten unter 25km/h.
- S1
 - Niedrige Signalstärke bis Abfahrt 7 / Leopoldsdorf, danach bis Abfahrt 5 / Tunnel Rustenfeld deutlich höher, fällt dann wieder bis Anschluss A2. Kein Empfang während der Fahrt, jedoch bei Stillstand auch Empfang mit niedriger Signalstärke möglich.
- A2/A23 bis Knoten Kaisermühlen
 - Gute Signalstärke bis AVS Inzersdorf, danach schwächer bis Verteilerkreis Favoriten, extremer Signal / Qualitätsansprung im Laaerbergtunnel (inkl. Karussellempfang), danach sehr gute Signalstärke bis Kaisermühlen samt Karussellempfang bei Ausfahrt Simmering.

2.4.4 Weitere Tests mit geänderten Parametern

Nach die ersten Tests die Empfangsproblemen bei höheren Geschwindigkeiten deutlich gemacht hatten, wurde sowohl auf Senderseite als auch im Fahrzeug alles versucht, um die Ergebnisse noch zu verbessern.

Senderseitig wurde die folgenden Parameter geändert und getestet:

Modulation	Coderate	Mode	Pilot pattern	Guard intervall	Bemerkung
64 QAM	2/3	32k	PP4	1/4	Zukünftige T2 Parameter
64 QAM	2/3	16k	PP4	1/4	Variante
16QAM	2/3	8k	PP1	1/4	Variante
16QAM	2/3	8k	PP4	1/4	T2 Parameter entsprechend MUXA

Zusätzlich wurden Versuche mit den Sendern Kahlenberg und Arsenal im „Stand Alone“ Betrieb durchgeführt. Bei keiner Systemvariante war ein verbesserter Mobilempfang möglich.

Im Fahrzeug wurden andere Antennenkonfigurationen und geänderte Parameter des DVB-T2 Empfängers getestet. Im Bereich der Antennen wurden neben der mitgelieferten Magnetfuß-Antenne zahlreiche aktive und passive Richtantennen mit bis zu 20dB Verstärkung getestet:

- Conrad DVB 1700 Zimmerantenne passiv
- Telestar Starflex T4 Plus Antenne mit 15dB Verstärker aktiv
- Funke 500 Richtantenne mit 20dB Verstärker aktiv

Eine eventuelle Übersteuerung des Empfängers wurde mittels Abschalten des Empfangsverstärkers im Empfänger bzw. mit einem Dämpfungsglied vor der Antenne (bis zu 79dB Dämpfung einstellbar in 1dB Schritten) getestet.

Keine der Maßnahmen hatte einen positiven Einfluss auf die Signalqualität und damit auf den Empfang bei höheren Geschwindigkeiten.

2.5 Ergebnisse Test 3 (Darstellung aller Nachrichtenarten auf der OBU)

Ungeachtet der Probleme beim Empfang der Verkehrsnachrichten über DVB-T2 wurde im Rahmen von Abnahmetests die korrekte Funktion der spezifizierten Aufgaben der OBU untersucht. Dazu gehörten

- Darstellung der aktuellen Position via GPS auf der Karte des Großraums Wien
- Empfang der Nachrichten via DVB-T2
- Darstellung aller Nachrichtenarten auf der Karte während der Fahrt
- Darstellung von Multimediainformationen (Bild, Ton) zu jeder Nachricht
- Überprüfung der Demonstrationsfähigkeiten mittels virtueller Testfahrten mit / ohne DVB-T2 Empfang

Ein Beispiel einer solchen Testfahrt kann als Bildschirmvideo unter folgendem Link eingesehen werden: <http://goo.gl/zBQY2>

Bei der im Video abgebildeten Testfahrt wurde die Position des Fahrzeugs direkt von der OBU Software über GPS ermittelt und in einer Kartenumgebung auf der linken Seite der Benutzeroberfläche festgehalten. Auf der rechten Seite erfolgte die Darstellung der empfangenen Nachrichten. Visualisierte Multimedianachrichten zu einer Nachricht werden dabei kurzfristig auf der gesamten Benutzeroberfläche gezeigt. Gleichzeitig wurde die aktuelle Empfangsstärke und Empfangsqualität am Kanal 65 (826Mhz) ermittelt. Im Hintergrund wurde kontinuierlich versucht, die Nutzdaten, welche in einem Intervall von einer Minute aktualisiert wurden, aus dem DVB-T2 Datenstrom auszulesen.



Abbildung 12: Benutzeroberfläche der OBU

Vor der Testfahrt wurden über die Redaktionskomponente neue (künstliche) Nachrichten aller Nachrichtenklassen auf der befahrenen Teststrecke angelegt. Zu jeder Nachricht wurden zudem Multimediainformationen hinterlegt. Ziele einer Testfahrt war es, dass alle

Nachrichten an der korrekten Position und mit den passenden Multimediainformationen angezeigt werden, was im vorliegenden Video bis auf eine fehlende Mautinformation der Fall war. Das Empfangsproblem bei höheren Geschwindigkeiten war bei diesen Tests nicht ausschlaggebend: Die Nachrichten wurden beim Beginn der Fahrt einmalig empfangen und von der OBU verwaltet und angezeigt. Im Laufe der Fahrt konnte zwar nur selten eine Aktualisierung empfangen werden, da die getesteten Daten jedoch sowieso statisch waren, erwies sich das für diese Tests nicht als Problem.

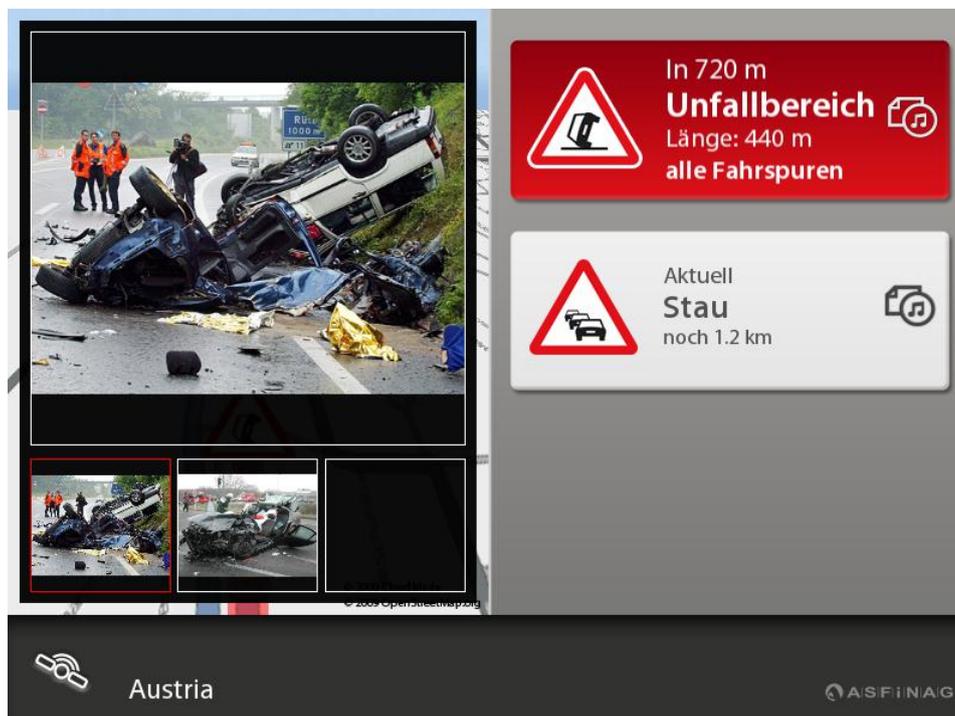


Abbildung 13: Multimedia-Darstellung der OBU

Nach Behebung kleinerer Fehler, die im Rahmen der Tests gefunden wurden, konnte die OBU im August 2012 erfolgreich abgenommen werden. Alle Nachrichtenarten wurden während der Testfahrten inklusive Multimediainformation korrekt auf der Karte positioniert und dargestellt. DVB-T2 und GPS Empfang waren problemlos möglich.

2.6 Ergebnisse Test 3 (Vergleichstest DVB-T)

Nachdem die vorangegangenen Tests klarstellten, dass mit den Einschränkungen des vorliegenden DVB-T2 Empfängers keine Verbesserung des Empfangs möglich war, wurde nach Alternativen gesucht. Eine solche stellte ein Vergleichstest mit DVB-T dar. Hier gab es laut ORS am Markt einige Empfänger mit deutlich besserer mobiler Empfangsqualität, ein Test mit diesen Geräten (z.B. Terratec Cinergy T USB XE, Terratec Cinergy DT USB XS Diversity) wurde daher im Zeitraum Oktober – November 2012 vorbereitet.

Leider zeigten jedoch bereits erste Tests, dass diese Empfänger nicht den vollwertigen DVB-T Transportstrom via USB zur Verfügung stellen und daher nicht mit der von der OBU verwendeten Software zur Extrahierung der Nutzdaten aus dem Transportstrom umgehen konnten. Weitere Empfänger, die sowohl für mobilen Empfang von DVB-T geeignet als auch den vollen Transportstrom über USB bereitstellen, konnten vom Konsortium nicht ermittelt werden. Daher konnten die kurzfristig geplanten DVB-T Tests nicht durchgeführt werden.

2.7 Begründung der Ergebnisse (FTW Gastkommentar)

Bei der Projektpräsentation im Rahmen des ITS Weltkongress war Dr. Thomas Zemen, Key Researcher im Bereich „Signal & Information Processing“ am FTW, dem Forschungszentrum Telekommunikation Wien, unter den Zuhörern. Im Rahmen einer nachfolgenden Diskussion erläuterte er plausibel die Gründe für das vorliegende Ergebnis und wurde daher von der Projektleitung um einen Gastkommentar für diesen Bericht gebeten. Die folgenden beiden Unterkapitel wurden daher von ihm verfasst:

2.7.1 Prinzipielle Überlegungen zum DVB-T2 Empfang in Fahrzeugen

Beim DVB-T2 Empfang in Fahrzeugen müssen die Funkkanaleigenschaften berücksichtigt werden. Zwei wichtige Effekte sind dafür maßgeblich:

- Durch die Ausbreitung der Funkwellen über unterschiedliche Wege vom Sender zum Empfänger ändern sich die Kanaleigenschaften (Dämpfung und Phase) innerhalb der Sendebandbreite. Dies wird als *Frequenzselektivität* bezeichnet.
- Zusätzlich kommt es durch die Mobilität des Empfängers zu einem Dopplereffekt. Dieser Dopplereffekt ist für jeden Ausbreitungspfad unterschiedlich und im Endeffekt verursacht dies eine zeit- bzw. ortsabhängige Dämpfung und Phasenverschiebung des Empfangssignals. Dies wird als *Zeitselektivität* bezeichnet.

DVB-T2 verwendet als Modulationsform ein Mehrträgerverfahren (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM), das ausgezeichnet für zeit- und frequenzselektive Kanäle geeignet ist. Am Empfänger muss jedoch der aktuelle Zustand des Ausbreitungskanals bekannt sein. Dieser Zustand wird als sogenannte Impulsantwort des Kanals bezeichnet. Um diese Impulsantwort zu bestimmen wird im DVB-T2 Datenstrom zusätzlich sogenannte Pilotinformation eingefügt. Diese Pilotinformation ist am Empfänger bekannt und ermöglicht somit die Ermittlung (Schätzung) der (zeitveränderlichen) Impulsantwort. Mittels dieser Impulsantwort können nun die Verzerrungen durch den Übertragungskanal korrigiert (entzerrt) werden und die Bitfehlerrate wird dadurch stark reduziert. DVB-T2¹² spezifiziert 8 verschiedene Pilotmuster die für unterschiedliche Ausbreitungsszenarien und Mobilität optimiert sind.

2.7.2 Gründe für die vorliegenden Ergebnisse und Lösungsvorschläge

Im Rahmen des Projekts traten Probleme beim mobilen Empfang von DVB-T2 mit der spezifisch verwendeten Hardware beschrieben. Aus den beschriebenen Phänomenen ist zu schließen, dass der verwendete Empfänger keine geeignete Zeitinterpolation der Kanalschätzung durchführt.

Durch einen verbesserten DVB-T2 Empfänger der die Zeitinterpolation korrekt durchführt und eine geeignete Wahl des DVB-T2 Pilotmusters sollte ein robuster Empfang im Fahrzeug möglich sein. Es wird empfohlen vorab mit entsprechender Testhardware und Kanalemulation die richtige Parametrisierung des Empfängers sicherzustellen als auch die Algorithmen des Empfängers auf ihre Tauglichkeit zu überprüfen.

¹ ETSI, “Digital video broadcasting (DVB); frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2).” ETSI EN 302 755 V1.3.1, April 2012

² [2] ETSI, “Digital video broadcasting (DVB); implementation guidelines for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2).” DVB BlueBook A133, February 2012

2.8 Fazit

2.8.1 ASFINAG

Unter den beschriebenen Umständen war das vorliegende Projekt für den mobilen Empfang von Verkehrsinformationen via DVB-T2 nicht erfolgreich. Zwar konnte die komplette Ereigniskette von der Generierung der Verkehrsnachrichten auf der Zentralseite bis zu deren Darstellung im Fahrzeug erfolgreich getestet werden, die grundlegenden Probleme des Empfangs bei höheren Geschwindigkeiten konnten jedoch im Projektzeitraum auf Grund mangelnder Empfangsgeräte nicht gelöst werden. Auch dauerhaft ist fraglich, ob sich DVB-T2, das für den stationären Empfang von HDTV Inhalten entworfen wurde, als Trägermedium für mobile Verkehrsinformationen eignen wird. Die entsprechenden Parameter sind vorhanden, ob aber passende Empfänger am Markt erscheinen werden, kann aus heutiger Sicht nicht seriös beantwortet werden. Von diesem Aspekt abgesehen war das Projekt zwar erfolgreich in der Umsetzung der relevanten Ziele, eine Weiterverfolgung der Thematik erscheint aber mit dem gegenwärtigen Setup schwierig. Im Bereich der Kooperativen Systeme und Dienste etablieren sich gegenwärtig andere Übertragungsmedien (ETSI ITS G5 auf IEEE 802.11p Basis für Hotspots, 3G/4G Mobilfunk auf TCP/IP Basis für den Broadcast) und Formate (ETSI DENM, neuere TPEG Varianten). Im Fahrzeug kommen etablierte On-Board-Plattformen der Premiumhersteller und Smartphone und Tablet-Betriebssysteme als OBU zum Einsatz. Ein flächendeckend und gratis verfügbarer Datenkanal, wie ihn der digitale Rundfunk (DVB, DAB) bietet, ist zwar weiterhin ein interessanter Kandidat für die Ausstrahlung von Verkehrsdiensten, insgesamt muss jedoch ein attraktiveres Gesamtpaket aus Übertragungsmedium, Empfangstechnik und Formaten gegossen werden, um am Markt angenommen zu werden.

2.8.2 ORF

Anhand des Projektes wurde deutlich, dass sich der multimediale Content in Qualität und Quantität stark verbessert hat. Erst durch einen hochqualitativen Content ist letztendlich eine serviceorientierte Information für alle Mobilitätsteilnehmer möglich. Das wiederum kann eine direkte Steuerung des Verkehrs bewirken.

Die Problematik, die sich in diesem Projekt als große Herausforderung dargestellt hat, ist das Matchen der verschiedenen multimedialen Contentquellen mit einer aktuellen Verkehrslage (Verkehrsmeldung). Das richtige Bild zur vorliegenden aktuellen Verkehrsmeldung automatisch zuzuordnen stellt überhaupt die größte Herausforderung dar.

An einen Vollausbau kann erst dann gedacht werden, wenn eine echte Synergie zwischen multimedialem Content und dem Verkehrslagebild vorliegt. Da es hierzu kaum internationale Benchmarks gibt, ist eine detailliertere Analyse und ein Detailkonzept zur automatisierten Umsetzung Voraussetzung dafür.

2.8.3 ORS

Eine Übertragung von Verkehrs und Telematikdaten über DVB-T2 ist möglich. Derzeit stehen jedoch keine geeigneten Empfänger für den Mobilempfang zur Verfügung. Ein zusätzliches Problem stellen die verwendeten Übertragungsparameter dar, welche nicht für den Mobilempfang optimiert sind. DVB-T2 wird sowohl in Österreich, als auch europaweit für die Übertragung von HD (high definition) Content oder vielen SD (standard definition)

Programmen verwendet. Die dazu notwendige Datenrate kann ein für den Mobilempfang optimiertes System nicht übertragen.

Eine Datenübertragung über das bereits fast flächendeckende österreichische DVB-T Netz wäre eine Alternative, da die Parameter für den Mobilempfang geeignet sind und am Markt genügend geeignete Empfänger verfügbar sind.