

COOPERATIVE SYSTEMS GO OPERATIONAL

Für Verkehrsleitzentralen der Zukunft werden kooperative Dienste zu einem integralen Bestandteil des täglichen Betriebes. Ziel des Projektes CoOperational war es auf Basis einer Analyse des Ist-Standes von Verkehrsleitzentralen im internationalen Vergleich und aktuellen Erkenntnissen im Bereich kooperativer Systeme Anforderungen an die kooperative Verkehrsleitzentrale der Zukunft abzuleiten.

Allgemeine, verständliche Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Die immer größer werdende Leistungsfähigkeit eingebetteter Systeme und die Fortschritte in der Übertragungs- wie auch Datenverarbeitungstechnik ermöglichten in den letzten Jahren einen verstärkten Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkt auf kooperative Systeme und entsprechende Dienste im Straßenverkehr (C-ITS). Ziel des Forschungsprojektes CoOperational war es die Anforderungen an die kooperative Verkehrsleitzentrale der Zukunft zu erheben und einen Leitfaden für die weitere Vorgehensweise im Rahmen einer Deltaspezifikation für bestehende Verkehrsleitzentralen zu erarbeiten. Basis für die Anforderungserhebung war eine umfangreiche Ist-Analyse, welche neben einer vorhergehenden Informationsrecherche die Durchführung strukturierter Interviews mit verschiedenen Betreibern von Verkehrsleitzentralen im deutschsprachigen Raum umfasste. Die Ergebnisse der Interviews wurden konsolidiert und dienten als Basis für die zweite Phase des Projekts – eine Deltaspezifikation in Bezug auf das sich derzeit beim Auftraggeber ASFINAG im Einsatz befindliche Verkehrsmanagement- und -informationssystem (VMIS) sowie den Stand der Technik kooperativer Systeme (C-ITS), maßgeblich vertreten durch ECo-AT, den österreichischen Teil des C-ITS Korridors Wien-Rotterdam. Im Zuge des Abschlusses der Ist-Analyse wurden Anwendungsfälle, die aus Sicht des Verkehrsmanagement einen besonderen Mehrwert darstellen würden, identifiziert. Die näher betrachteten Anwendungsfälle waren die Verbesserung der Verkehrslageinformation anhand von Daten kooperativer Systeme der Einsatz kooperativer Systeme zur Netzbeeinflussung (d.h. die strategische Publikation von Routenempfehlungen) und die Warnung vor Gefahrenstellen.

Facts:

- Kurztitel: CoOperational
- Laufzeit: 09/2014-04/2015
- ARGE-Leiter:
team Communication Technology Management GmbH
- ARGE-Partner:
Heusch/Boesefeldt GmbH



ABB 1. ASFINAG VMZ Wien-Inzersdorf

Kurzzusammenfassung

Problem

Verkehrsmanagement wurde und wird klassischerweise überwiegend durch sich abgeschlossenen Zentralen betrieben. Betreiber bauen in der Regel ein eigenes Kommunikationsnetz auf, an dem sie selbst betriebene Detektoren zur Erfassung von Verkehrs- und Umfelddaten sowie Aktoren zur Kommunikation mit dem Verkehrsteilnehmer (Wechselverkehrszeichen) anschließen. Mithilfe kooperativer Systeme kommt eine weitere Dimension dazu. Die Zentrale liefert nicht mehr nur Informationen über die eigene Infrastruktur oder über kollektive internetbasierte Dienste, sondern stellt individuelle Informationen für jeden einzelnen Verkehrsteilnehmer, zurechtgeschnitten auf seine derzeitige Situation, zur Verfügung. Dies stellt Verkehrsmanagementbetreiber vor vollkommen neue Herausforderungen.

Gewählte Methodik

Ist-Analyse basierend auf bestehenden Verkehrsleitzentralen, Interviews mit internationalen Straßenbetreibern, Deltaspezifikation

Ergebnisse

Als Ergebnisse des Projekts CoOperational konnten anhand der Interviews erhobenen und konsolidierten Meinungen der verschiedenen Betreiber, welche erstmalig eine im deutschsprachigen Raum repräsentative „Außensicht“ auf kooperative Systeme aus dem täglichen Betrieb heraus erlaubt und dessen Erwartungshaltungen dokumentiert werden. Die Deltaspezifikation leistet hingegen in Bezug auf die Berücksichtigung kooperativer Systeme einen wertvollen Beitrag zur geplanten Erneuerung des VMIS.

Schlussfolgerungen

Kooperative Systeme bieten eine Vielzahl an innovativen Möglichkeiten für Betreiber von Verkehrsleitzentralen. Gerade in den Bereichen Verkehrslage, Netzbeeinflussung und Gefahrenwarnungen können kooperative Systeme zur Steigerung der Verkehrseffizienz und –sicherheit beitragen. Für den Einsatz von kooperativen Systemen werden allerdings einheitliche Schnittstellen und Standards benötigt.

Impressum:

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

DI Dr. Johann Horvatits,
Abt. IV/ST 2 Technik und
Verkehrssicherheit
johann.horvatits@bmvit.gv.at,

DI (FH) Andreas Blust,
Abt. III/14 Mobilitäts- und
Verkehrstechnologien
andreas.blust@bmvit.gv.at,
www.bmvit.gv.at

ÖBB-Infrastruktur AG

Ing. Wolfgang Zottl, ISM;
Leitung Forschung & Entwicklung
wolfgang.zottl@oebb.at,
www.oebb.at

ASFINAG

DI Eva Hackl,
Manager International Relations
und Innovation
eva.hackl@asfinag.at,

DI (FH) René Moser, Leiter Strategie, Internationales und Innovation
rene.moser@asfinag.at,
www.asfinag.at

Österreichische Forschungs-förderungsgesellschaft mbH

DI Dr. Christian Pecharda,
Programmleitung Mobilität
Sensengasse 1, 1090 Wien
christian.pecharda@ffg.at,
www.ffg.at

Mai, 2015

English Abstract

Cooperative services will be an integral part of future traffic control centers and their operations. The project **CoOperational** aims at the elicitation of requirements for such cooperative traffic control centers on basis of an analysis of the state of the art in traffic control on an international scale and current findings from the field of cooperative systems. The specified requirements are applied to a reference architecture of an operational traffic control center in order to deduce necessary development measures.

Cooperative Systems go Operational CoOperational

Ein Projekt finanziert im Rahmen der
Verkehrsinfrastrukturforschung 2013
(**VIF2013**)

April 2015

Impressum:

Herausgeber und Programmverantwortung:

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Abteilung Mobilitäts- und Verkehrstechnologien
Radetzkystraße 2
A - 1030 Wien



ÖBB-Infrastruktur AG
Praterstern 3
A - 1020 Wien



Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs
Aktiengesellschaft
Rotenturmstraße 5-9
A - 1010 Wien



Für den Inhalt verantwortlich:

team Communication Technology Management GmbH
Linke Wienzeile 4/1/2, A-1060 Wien

Heusch/Boesefeldt GmbH
Niederlassung München
Zenettistraße 34, D-80337 München



Programmmanagement:

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH
Bereich Thematische Programme
Sensengasse 1
A – 1090 Wien



Cooperative Systems go Operational CoOperational

Ein Projekt finanziert im Rahmen der
Verkehrsinfrastrukturforschung
(VIF2013)

AutorInnen:

Dr. Norbert BAUMGARTNER

Rudolf KUBICZ

Tobias SCHENDZIELORZ

Auftraggeber:

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

ÖBB-Infrastruktur AG

Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft

Auftragnehmer:

team Communication Technology Management GmbH (ARGE-Leiter)

Heusch/Boesefeldt GmbH (ARGE-Partner)

Inhaltsverzeichnis

Management Summary	6
1 Einleitung	13
2 Einführung Kooperative Systeme	16
2.1 Standards im Bereich kooperativer Systeme.....	17
2.2 Nachrichtenmodelle im Bereich kooperativer Systeme.....	18
2.3 Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Bereich V2X.....	21
3 Ist-Analyse und Erwartungen der VLZ-Betreiber	28
3.1 Ausgangslage der VLZ-Betreiber.....	29
3.2 Erwarteter Mehrwert durch C-ITS.....	31
3.3 Priorisierung Anwendungsfälle.....	36
3.4 Daten aus kooperativen Systemen.....	39
3.5 Anforderungen an Verkehrsleitzentralen.....	41
3.6 Systemarchitektur und Abgrenzung.....	44
3.7 Technische Herausforderungen.....	48
3.8 Ausgewählte Themen des Verkehrsmanagements.....	51
3.8.1 Ermittlung Verkehrslage/Verkehrssituation.....	51
3.8.2 Ereignisdetektion.....	53
3.8.3 Verkehrsbeeinflussung.....	55
4 Übersicht zur Deltaspezifikation	58
5 Deltaspezifikation Verkehrslage	61
5.1 Potentiale.....	61
5.1.1 Verdichtung der vorhandenen Sensorik.....	61
5.1.2 Qualitätssteigerung der Verkehrslage.....	62
5.2 Anforderungen.....	63
5.2.1 Anforderungen an die C-ITS-Infrastruktur.....	63
5.2.2 Anforderungen an VMIS.....	65
6 Deltaspezifikation Netzbeeinflussung	68
6.1 Potentiale.....	68
6.1.1 Mitteilung an die Verkehrsteilnehmer.....	69
6.1.2 Ermittlung des Befolgungsgrades.....	69
6.1.3 Verbesserte Ermittlung von Reisezeiten.....	70
6.2 Anforderungen.....	70
6.2.1 Allgemeine Anforderungen an die C-ITS-Infrastruktur.....	71
6.2.2 Allgemeine Anforderungen an VMIS.....	73
6.2.3 Szenario 1: C-ITS-Infrastruktur ohne Koppelung an bestehende Außenanlagen.....	74
6.2.4 Szenario 2: Koppelung der C-ITS-Infrastruktur an bestehende Außenanlagen.....	77
7 Deltaspezifikation Gefahrenwarnungen	80
7.1 Potentiale.....	80

7.1.1	Direkte Übermittlung	80
7.1.2	Kontinuierliche Übertragung.....	81
7.2	Anforderungen	81
7.2.1	Allgemeine Anforderungen an die C-ITS-Infrastruktur	81
7.2.2	Allgemeine Anforderungen an VMIS	82
7.2.3	Szenario 1: C-ITS-Infrastruktur ohne Koppelung an bestehende WVZ.....	82
7.2.4	Szenario 2: Koppelung der C-ITS-Infrastruktur an vorhandene WVZ	87
8	Nicht-Funktionale Anforderungen	89
8.1	Nicht-Funktionale Anforderungen an die C-ITS Infrastruktur	89
8.2	Nicht-Funktionale Anforderungen an VMIS	90
9	Zusammenfassung und Ausblick	91
9.1	Systemarchitektur	91
9.2	Weitere Anwendungsfälle.....	92
9.3	Einzelfahrzeugverfolgung (PVD)	93

MANAGEMENT SUMMARY

Die immer größer werdende Leistungsfähigkeit eingebetteter Systeme und die Fortschritte in der Übertragungs- wie auch Datenverarbeitungstechnik ermöglichten in den letzten Jahren einen verstärkten Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkt auf kooperative Systeme und entsprechende Dienste im Straßenverkehr (C-ITS). Für Verkehrsleitzentralen (VLZ) der Zukunft werden kooperative Dienste zu einem integralen Bestandteil des täglichen Betriebes. Ziel des Projektes **CoOperational** war es auf Basis einer Analyse des Ist-Standes von Verkehrsleitzentralen und aktuellen Erkenntnissen im Bereich kooperativer Systeme Anforderungen an die kooperative Verkehrsleitzentrale der Zukunft abzuleiten. Diese Anforderungen wurden im Zuge einer Deltaspezifikation zum Verkehrsmanagement- und -informationssystem (VMIS) der ASFINAG konkretisiert, um auf Seite des Verkehrsmanagement notwendige Entwicklungsmaßnahmen bei der Einführung kooperativer Dienste zu identifizieren.

Für die Analyse des Ist-Standes wurden folgende Betreiber von Verkehrsleitzentralen per Fragebogen und persönlichen Interviews zu ihrer Einschätzung befragt:

- Hessen Mobil - Straßen- und Verkehrsmanagement
- Autobahndirektion Südbayern (ABDS)
- Landesbetrieb Straßenbau (Straßen.NRW)
- Landesstelle für Straßentechnik Baden-Württemberg
- Schweizer Bundesamt für Strassen (ASTRA)

Die Auswahl erfolgte hinsichtlich der Vergleichbarkeit der bei den befragten Betreibern eingesetzten Verkehrstechnik mit der Ausgangslage der ASFINAG. Die ASFINAG als Auftraggeber wurde bei der Analyse bewusst außen vor gelassen, um ein eindeutig externes Meinungsbild zu erzeugen.

Alle interviewten Betreiber beschäftigen sich aktiv, aber auf unterschiedliche Art und Weise, mit der Weiterentwicklung der Zentralentechnik im Hinblick auf die Integration von kooperativen Systemen (C-ITS). Straßen.NRW und die Landesstelle für Straßentechnik Baden-Württemberg hegen den Gedanken der Integration kooperativer Systeme in die Einheitliche Rechnersoftware (ERZ). Es wird das Ziel verfolgt Datenmodelle und Schnittstellen aus der bestehenden ERZ-Architektur mit denen aus kooperativen Systemen zu harmonisieren und die ERZ-Zentrale als sogenannte „Central ITS Station“, einem integralen Bestandteil der C-ITS Infrastruktur, zu etablieren. Hessen Mobil setzt

stark auf die Erfahrungen und das Vorhandensein einer der ersten kooperativen Zentralen, welche im Rahmen des Forschungsprojektes sim^{TD} erstellt wurde. Es angedacht, die durch sim^{TD} entwickelte kooperative Versuchszentrale physisch in das bestehende System zu integrieren. Die Autobahndirektion Südbayern (ABDS) sieht in der kooperativen Zentrale das Bindeglied aus verschiedenen Informationen und den entsprechenden Quellen wie Tagesbaustellen, Messstellen herkömmlicher Art im Verkehrsraum, Verkehrsmeldungen, ergänzende Einzelfahrzeugdaten (FCD) und der Verkehrsinformationsagentur Bayern GmbH (VIB), man geht also von einer weitgehenden Separation von C-ITS und Verkehrsmanagement aus. Beim ASTRA wird dieses Thema noch sehr offen diskutiert und auf die starke Abhängigkeit der Ausprägung und Organisation von C-ITS in Bezug auf das Verkehrsmanagement verwiesen. Dieser Abriss lässt schon die enorme Bandbreite der Sichtweisen von der vollständigen Integration der kooperativen Anwendungen bis hin zu einer alleinstehenden Komponente erkennen. Alle VLZ-Betreiber befürworteten eine offene Standardisierung einer Schnittstelle zwischen der klassischen Zentralentechnik und kooperativen Systemen.

Es ist festzuhalten, dass ein unwesentlicher Zusammenhang zwischen der betrachteten Ausgangslage und der Positionierung im Hinblick auf die Einführung kooperativer Systeme bei den Betreibern besteht und nicht zu leugnende Unsicherheiten auf allen Ebenen der Meinungsbildung, wann kooperative Systeme und in welcher Form der breiten Masse zugänglich werden, vorhanden sind. Der Umstand, dass Erfahrungen mit kooperativen Systemen bei allen befragten Betreibern bisher in vom operativen Verkehrsmanagement unabhängigen Organisationseinheiten gesammelt wurden, erhöht darüber hinaus die Problematik. Nichtsdestotrotz, ist den meisten Betreibern die direkte oder indirekte Beteiligung am Korridorprojekt gemein.

Ein erwarteter Mehrwert mittels C-ITS auf Seiten der Informationsgewinnung sehen die Betreiber in erster Linie in der Ergänzung bestehender stationärer Detektion zum Schließen von Erfassungslücken. So vertritt die ABDS die Auffassung, dass die von kooperativen Systemen bereitgestellten Daten nicht in den Algorithmen zur Verkehrsbeeinflussung zur Anwendung kommen, die Ausnahme bildet hier der Zukauf von FCD von entsprechenden Anbietern (für Netzbeeinflussung). In Hessen und der Schweiz geht man von einer selbstständigen Fusionierung der Daten aus der klassischen Detektion und fahrzeuggenerierten Daten zur Verbesserung des Verkehrslagebildes als Basis zur Netzbeeinflussung aus. Ähnlich sieht man das in NRW, wobei hier

insbesondere auf Reisezeitmessungen aus Einzelfahrzeugdaten gehofft wird. Beim ASTRA wird langfristig sogar eine weitgehende Ablöse der klassischen Verkehrsdatensensorik erwartet bzw. als Voraussetzung für den sinnvollen Einsatz von C-ITS betrachtet. Es sind demnach deutlich unterschiedliche Betrachtungsweisen zu erkennen z.B. abhängig davon ob Daten bisher zugekauft oder selbst in bestimmter Qualität und bestimmtem Umfang erhoben werden. Wohl aber herrscht Übereinstimmung, dass eine gewisse eigenständige Basisversorgung mit Verkehrsdaten unabdingbar ist, um unabhängig von Automobilindustrie oder Diensteanbietern agieren zu können.

Auf Seiten der Bereitstellung von Informationen mittels C-ITS erhoffen sich die Betreiber vorrangig eine Verbesserung der Qualität der bereitgestellten Informationen. Alle Betreiber sehen im ersten Schritt die Nutzung kooperativer Systeme für die Netzbeeinflussung. Streckenbeeinflussung wird zum Teil als langfristiges Ziel angesehen. Hier divergieren die Vorstellungen von der Ergänzung bis hin zur Substitution von realer VBA durch virtuelle VBA (z.B. Hessen). In Bayern wird eher auf die Informationsverbreitung via Smartphones und Tablets gesetzt, eine aktive Verkehrsbeeinflussung über C-ITS ist nicht angedacht. Als Ergänzung zur klassischen VBA bietet dieser Kanal die Möglichkeit zusätzliche Informationen wie z.B. Lkw-Stellplatzinfos zu übertragen. Ebenso wird die Bereitstellung von Informationen für Diensteanbieter auf dem deutschen Mobilitätsdatenmarktplatz (MDM) in Erwägung gezogen (der Markt soll sich um die Verteilung kümmern).

Der Ereignisdetektion durch kooperative Systeme ordnen alle befragten VLZ-Betreiber außer der ABDS einen hohen Stellenwert zu, wobei unter Ereignisdetektion in erster Linie die Detektion von Stauereignissen verstanden wird, was mit der Informationsgewinnung zur Verbesserung der Verkehrslage gleichzusetzen ist. Über die reine Stauererkennung hinaus werden die verkehrlichen Ereignisse „Geisterfahrer“ und „Hinderniserkennung für Seitenstreifenfreigabe“ als relevant für die Erkennung durch kooperative Systeme eingestuft. Für weitere Ereignisdetektion fehlen bisher – nicht zuletzt mangels konkreter Erfahrungen mit den detektierbaren Ereignissen – die Anwendungsfälle im Verkehrsmanagement.

Das einheitliche oberste Ziel bei der Anwendung von C-ITS ist die Erhöhung der Verkehrssicherheit. Dies soll im Wesentlichen durch

- Baustellenwarnung mittels des kooperativen Baustellenwarnanhängers,

- Warnung vor Hindernissen und anderen Gefahrenstellen (als Ergänzung zur VBA) und
- verbesserte Information über strategische Routen durch Übertragung ins Fahrzeug (Netzbeeinflussung)

erreicht werden. Einen Exoten stellt die kooperative Lichtsignalanlage dar bzw. Ampelphasenassistenz. Diese Anwendung ist für die ABDS von Bedeutung für die von ihr betriebenen Bundesstraßen mit entsprechender Lichtsignalisierung.

Basierend auf den Ergebnissen der Ist-Analyse wurde eine Deltaspezifikation in Bezug auf die Referenzarchitektur VMIS erarbeitet. Als Grundlage für die Deltaspezifikation dienen drei Anwendungsfälle des klassischen Verkehrsmanagements, welche sich im Zuge der Ist-Analyse als „low hanging fruits“ herauskristallisiert haben. Maßgeblich für die Auswahl waren eine einfache Integration in bereits bestehende technische Systeme und organisatorische Prozesse bei gleichzeitig – aus Sicht der befragten Betreiber – großem Mehrwert für das Verkehrsmanagement. Folgende drei Anwendungsfälle wurden ausgewählt: Verkehrslage, Netzbeeinflussung und Gefahrenwarnungen.

Pro Anwendungsfall werden folgende Analysen durchgeführt:

- Identifizierung der Potentiale durch den Einsatz von kooperativen Systemen
- Spezifikation der Anforderungen an die C-ITS-Infrastruktur
- Spezifikation der Anforderungen an VMIS

In Bezug auf die oben erwähnten Anforderungen an die C-ITS Infrastruktur ist zu erwähnen, dass diese weitgehend als „Blackbox“ mit mehreren Eingangs- und Ausgangsquellen betrachtet wurde. Auf eine weitere Detaillierung wurde bewusst verzichtet, da es nicht die Aufgabe des gegenständlichen Projektes war der C-ITS Architektur Vorgaben über ihren internen Aufbau zu machen. Die Anforderungen wurden überdies bewusst auf funktionaler Ebene gehalten, da zum Zeitpunkt der Projektdurchführung eine weitere Konkretisierung aufgrund des mangelnd stabilen Umfeldes (sowohl im C-ITS Bereich als auch im Hinblick auf die erwartete Erneuerung von VMIS) als nicht zielführend erschien.

Die Deltaspezifikation ergab einige allgemeine, von den konkreten Anwendungsfällen unabhängige Anforderungen an VMIS wie auch die C-ITS Infrastruktur. Für die Nutzung

von C-ITS Diensten unabdingbar ist ein dynamischer Abgleich der geografischen Referenzierungssysteme innerhalb von VMIS – Daten, die von der C-ITS Infrastruktur geliefert werden, müssen zur Laufzeit auf das im Verkehrsmanagement genutzte Straßennetz abgebildet werden (häufig als „Map Matching“ bezeichneter Vorgang). Darüber hinaus müssen die Datenhaltung an das C-ITS Datenmodell unter größtmöglicher Wiederverwendung bestehender Strukturen angepasst und Schnittstellenmodule entwickelt werden. Hinsichtlich der Schnittstellen ist noch eine intensive Abstimmung mit der C-ITS Infrastruktur notwendig um die Nutzung von Standards zu bevorzugen. Seitens der C-ITS Infrastruktur wird erwartet, dass die geografische Positionierung von straßenseitiger Ausrüstung in enger Abstimmung mit dem Verkehrsmanagement erfolgt um die Anwendungsfälle bestmöglich zu bedienen (z.B. Erfassungslücke abdecken, Befolgungsgrad einer NBA ermitteln). Darüber hinaus besteht bei aktiver Nutzung von C-ITS Diensten durch das Verkehrsmanagement die Notwendigkeit der Einhaltung gewisser „Service Levels“ durch die C-ITS Infrastruktur (z.B. Übertragung von Statusmeldungen an VMIS, garantierte Verfügbarkeit der C-ITS Dienste).

Im Anwendungsfall „Verkehrslage“ werden vor allem die Potentiale der Verdichtung der Verkehrslage und die Qualitätssteigerung der Verkehrsdaten gesehen. Wesentliche Anforderungen sind die Notwendigkeit der Ermittlung der zu Grunde liegenden C-ITS Durchdringungsrate in VMIS und die Datenaufbereitung von Einzelfahrzeugdaten (Plausibilisierung, Aggregation) durch die C-ITS Infrastruktur.

Die Potentiale im Anwendungsfall „Netzbeeinflussung“ umfassen die Möglichkeit einer durchgängigen Signalisierung im Vorfeld des Entscheidungspunktes der („virtuellen“) Netzbeeinflussungsanlage, die Ermittlung des individuellen Befolgungsgrades aus Einzelfahrzeugdaten und die Ermittlung des Reisezeiten auf Haupt- und Alternativroute. Während sich die Anforderungen an die C-ITS Infrastruktur einfach aus den genannten Potentialen ableiten lassen, muss auf Seite von VMIS insbesondere das Konzept einer „virtuellen NBA“ eingeführt werden. Operatoren soll, ohne die konkret eingesetzten Betriebsmittel der C-ITS Infrastruktur zu kennen, die Möglichkeit gegeben werden die gesamte Anlage in einen bestimmten Zustand zu versetzen (z.B. Aktivieren einer Alternativroute). Die Koppelung an eine bereits bestehende Außenanlage stellt einen Spezialfall dar, der innerhalb von VMIS einer entsprechenden Harmonisierung von klassischer und virtueller NBA Bedarf.

Im Anwendungsfall „Gefahrenwarnungen“ wird davon ausgegangen, dass Operatoren ähnlich zu Sonderprogrammen in VBA-Gebieten die C-ITS Infrastruktur zur bewussten und unmittelbaren Publikation von Gefahrenwarnungen verwenden. Die Potentiale sind ähnlich zur virtuellen NBA gelagert – es besteht die Möglichkeit einer direkten und kontinuierlichen Übertragung der Gefahrenwarnung an den Verkehrsteilnehmer ohne an die Standorte der klassischen Signalisierung gebunden zu sein. Die Anforderungen an VMIS und die C-ITS Infrastruktur entsprechen in Grundzügen denen des Anwendungsfalles Netzbeeinflussung.

Hinsichtlich der Deltaspezifikation ist abschließend zu betonen, dass die aus Sicht der befragten Betreiber für das Verkehrsmanagement interessantesten und realistischsten Anwendungsfälle herangezogen wurden. Klar ist, dass zum Zeitpunkt der Projektdurchführung weder VMIS noch die C-ITS Infrastruktur der ASFINAG, maßgeblich vertreten durch das Projekt ECo-AT, die genannten Anforderungen vollumfänglich erfüllen können. Beispielsweise geht man in ECo-AT aufgrund von Reserverationen der Automobilindustrie derzeit nicht davon aus, dass eine Einzelfahrzeugverfolgung (PVD), die für viele Teilaspekte der vorgestellten Anwendungsfälle notwendig ist (z.B. Verbesserung Verkehrslage, Ermittlung Befolgungsgrad, Reisezeiten), mit den sogenannten „Day One Use Cases“ möglich sein wird. Die gegenständliche Deltaspezifikation soll viel mehr als Ziel verstanden werden um zukünftige Entwicklungsprojekte sowohl auf Seiten der C-ITS Infrastruktur als auch auf Seite von VMIS noch weiter aufeinander auszurichten. Zusammengefasst werden auf Basis der Erkenntnisse der Ist-Analyse und der Deltaspezifikation einige wesentliche Maßnahmen zur weiteren Vorgehensweise empfohlen.

Eine erste Empfehlung betrifft die zukünftige systemische Abgrenzung zwischen C-ITS Infrastruktur und VMIS. Zur Reduktion der Komplexität des Gesamtsystems sollte selbst bei Betrieb beider Infrastrukturen durch die ASFINAG keine technische Integration analog zur TLS/MARZ Architektur vorgenommen werden. Für das Verkehrsmanagement sollte die C-ITS Infrastruktur verschiedene Dienste mit klaren Schnittstellen anbieten (z.B. Verkehrslage, Netzbeeinflussung, Gefahrenwarnung), ein detailliertes Wissen über die beteiligten Betriebsmittel und Interna der C-ITS Infrastruktur sollte nicht notwendig sein. Um diesem Ziel näher zu kommen, sollte bereits in der geplanten Erneuerung von VMIS versucht werden die bestehenden Dienste der klassischen Verkehrstechnik entsprechend zu abstrahieren, um eine Integration von C-ITS gestützten Diensten im Bedarfsfall zu

vereinfachen. Generell ist zu empfehlen den Diskussion über systemtechnische Details (z.B. das gewählte Protokoll wie DATEX II) die Einigung über die Signatur des fachlichen Dienstes auf Geschäftsprozessebene voranzustellen. Nur in dieser Reihenfolge ist man in der Lage die mit der Wahl eines Protokolls bzw. Datenformats eingegangenen Kompromisse zu bewerten und abzuwägen.

Die Verwendung der C-ITS Infrastruktur als Kanal zur Publikation von Verkehrsinformationen aus dem Ereignismanagement-System der ASFINAG wird derzeit in ECo-AT angestrebt. Dies ist als kurzfristig realisierbarer und auch notwendiger Zwischenschritt zur in der Deltaspezifikation angeführten Warnung vor Gefahrenstellen anzusehen, welche im Gegensatz, dem Sicherheitsaspekt folgend, keiner redaktionellen Bearbeitung bedürfen und direkt von einem (regionalen) Operator einer Verkehrsleitzentrale – analog zu einer VBA – geschaltet werden können sollten. Da das Ereignismanagement in der aktuellen Form innerhalb der ASFINAG allerdings erst vor kurzem eingeführt wurde, ist eine Konvergenz von Verkehrsredaktion und Verkehrssteuerung in einem zukünftigen VMIS nicht auszuschließen und sollte im Zuge der geplanten Erneuerung diskutiert werden.

Aus organisatorischer Sicht wird dementsprechend empfohlen, dass auch weiterhin ein intensiver Austausch zwischen dem operativen Verkehrsmanagement und C-ITS Vorhaben wie ECo-AT erfolgen muss, um die wechselseitigen Erwartungen abzugleichen und die „low hanging fruits“ in Bezug auf die für das Verkehrsmanagement wertvollen Anwendungsfälle zu identifizieren. Als Beispiel sei hier die Nutzung der C-ITS Infrastruktur zur Detektion verkehrlich relevanter Ereignisse über die reine Ermittlung der Verkehrslage hinaus genannt, womit man im Rahmen von ECo-AT erste Erfahrungen sammeln möchte. Derartige Anwendungsfälle sind entsprechend des wie bereits erwähnt noch wenig stabilen Umfelds als „moving targets“ zu betrachten und regelmäßig zu aktualisieren.

Im Hinblick auf das oben angeführte Problem der fehlenden Einzelfahrzeugverfolgung (PVD) könnten die vorgestellten Anwendungsfälle ggf. auch Anreize für die Automobilindustrie liefern um die bisherige Position aufzuweichen. Das Verkehrsmanagement verfügt über hochwertige, von Operatoren qualitätsgesicherte und aktuelle Daten, welche auch in der kooperativen Verkehrsleitzentrale der Zukunft noch einen Mehrwert für den Verkehrsteilnehmer bedeuten werden.

1 EINLEITUNG

Der anhaltende Anstieg der Verkehrsbelastung führte in den letzten Jahrzehnten zu einer erheblichen Zunahme von Gefahrensituationen und Staus auf europäischen Autobahnen. Um dieser Entwicklung entgegenwirken zu können, ist eine effiziente Ausnutzung der bestehenden Verkehrsinfrastruktur und eine zeitnahe Verteilung von verkehrsrelevanten Informationen notwendig. Verkehrsleitzentralen (VLZ) sammeln zu diesem Zweck verschiedene Daten, welche zur Überwachung und Steuerung von verkehrsrelevanten Anlagen und Systemen genutzt werden. Die dadurch gewonnen Erkenntnisse werden beispielsweise zur frühzeitigen Geschwindigkeitsbeschränkung auf Autobahnen eingesetzt, um voraussichtlichen Gefahrensituationen entgegenwirken zu können. Zusätzlich können Verkehrsteilnehmer über diverse Gefahrensituationen, wie zum Beispiel Unfälle oder Verkehrsbehinderungen, über den Verkehrsfunk via Radio oder mit modernen Navigationssystemen, gewarnt werden. Aufgrund von Einschränkungen in der bestehenden Infrastruktur (z. B. Anlagendichte, Bandbreite, Übertragungskanäle), können Verkehrsteilnehmer in den vielen Fällen über unmittelbare Gefahrensituationen nicht zeitgerecht informiert werden. Kooperative Dienste sollen bestehende Verkehrsleitzentralen in die Lage versetzen eine schnellere, flächendeckend verfügbare und spezifischere Informationsabgabe an Verkehrsteilnehmer zu schaffen.

Kooperative Dienste im Rahmen kooperativer Intelligenter Verkehrssysteme (kurz „C-ITS“) sind Informationsdienste, bei denen der Austausch von Verkehrsdaten zwischen Verkehrsteilnehmern, der Verkehrsinfrastruktur und den Straßenbetreibern im Mittelpunkt steht. Durch diese Vernetzung können Informationen zeitnah übertragen und bei Bedarf kann frühzeitig beziehungsweise sogar kontinuierlich über Gefahren informiert werden. Diese zeitnahe Mitteilung ermöglicht es den Verkehrsteilnehmern frühzeitig auf Ausnahmesituationen wie Unfälle zu reagieren. Da bei kooperativen Diensten im Gegensatz zu klassischen Systemen (beispielsweise Verkehrsfunk) die Möglichkeit der Nutzung eines Zwei-Wege-Kanals besteht, sind alle beteiligten Verkehrsteilnehmer zugleich Datenquellen und Datensinken. Durch diese zusätzlichen Verkehrs- und Umweltdaten ist es möglich ein fein-granulareres Verkehrslagebild zu erstellen, welches wiederum zur Verbesserung von Verkehrsbeeinflussungsmaßnahmen beitragen könnte.

Mit dem Forschungsprojekt **CoOperational** werden die aus der Einführung kooperativer Systeme resultierenden Anforderungen an Verkehrsleitzentralen am Beispiel von des Verkehrsmanagement- und -informationssystem (VMIS) der ASFINAG analysiert – mit dem Ziel die oben genannten Vorteile auch in der Verkehrsleitzentrale in die Realität umsetzen zu können. Methodisch wird zuerst ein kurzer Abriss des derzeitigen Entwicklungsstandes der kooperativen Systeme anhand einer Rückschau an in diesem Kontext bedeutender Forschungsprojekten und einer Zusammenfassung relevanter Standardisierungsanstrengungen gegeben (**Abschnitt 2** des Ergebnisberichtes). Basierend auf diesem Wissen werden im **Abschnitt 3** die Ergebnisse der kontextbezogenen Ist-Analyse und Erwartungen an C-ITS von VLZ-Betreibern begonnen. Die Zielsetzung der Befragung der VLZ-Betreiber war es einen repräsentativen Überblick zu den Einschätzungen, Herangehensweisen und Plänen der im Verkehrsmanagement handelnden Personen im Hinblick auf die Einführung kooperativer Systeme zu erlangen. Ausgewählt wurden einerseits VLZ-Betreiber, zu denen bereits ein persönlicher Kontakt bestand, andererseits VLZ-Betreiber, deren Ansätze zum Verkehrsmanagement mit denen der ASFINAG vergleichbar sind. Dementsprechend wurde ein Fokus der Befragung auf Deutschland gelegt. Mit Bayern, Nordrhein-Westfalen, Hessen und Baden-Württemberg nahmen vier große und im Verkehrsmanagement-Bereich sehr aktive deutsche Bundesländer an der Befragung teil. Darüber hinaus wurde auch erfolgreich Kontakt in die Schweiz, da auch hier die Wahrscheinlichkeit als hoch angesehen wurde, dass Erkenntnisse auf die Bedürfnisse der ASFINAG umgelegt werden könnten. Die Befragung erfolgt zumeist in persönlichen Terminen auf Basis eines zuvor übermittelten Fragebogens.

Basierend auf den Ergebnissen der Ist-Analyse wurden Anforderungen an die Verkehrsleitzentrale (und an die C-ITS in Form einer Deltaspezifikation in Bezug auf die Referenzarchitektur VMIS erarbeitet (**Abschnitt 4**). Als Grundlage für die Deltaspezifikation dienen drei Anwendungsfälle des klassischen Verkehrsmanagements, welche sich im Zuge der Ist-Analyse als „low hanging fruits“ herauskristallisiert haben. Folgende drei Anwendungsfälle wurden ausgewählt: Verkehrslage, Netzbeeinflussung und Gefahrenwarnungen.

Pro Anwendungsfall werden folgende Analysen durchgeführt:

- Identifizierung der Potentiale durch den Einsatz von kooperativen Systemen
- Spezifikation der Anforderungen an die C-ITS-Infrastruktur
- Spezifikation der Anforderungen an VMIS

In Bezug auf die Anforderungen an die C-ITS Infrastruktur ist zu erwähnen, dass diese weitgehend als „Blackbox“ mit mehreren Eingangs- und Ausgangsquellen betrachtet wurde. Auf eine weitere Detaillierung wurde bewusst verzichtet, da es nicht die Aufgabe des gegenständlichen Projektes war der C-ITS Architektur Vorgaben über ihren internen Aufbau zu machen. Die Anforderungen wurden überdies bewusst auf funktionaler Ebene gehalten, da zum Zeitpunkt der Projektdurchführung eine weitere Konkretisierung aufgrund des mangelnd stabilen Umfeldes (sowohl im C-ITS Bereich als auch im Hinblick auf die erwartete Erneuerung von VMIS) als nicht zielführend erschien.

Der Ergebnisbericht und somit auch die Aktivitäten des Projektes CoOperational schließt im **Abschnitt 5** mit einem Ausblick auf weiterführende Handlungsmöglichkeiten und nächste zu erwägende Schritte im Rahmen von kooperativen System und der Verkehrsleitzentrale, weiterhin am Beispiel von VMIS.

2 EINFÜHRUNG KOOPERATIVE SYSTEME

Kooperative Systeme (abgekürzt C-ITS entsprechend des englischen Ausdrucks „Cooperative Intelligent Transport Systems“) bieten die Möglichkeit des Datenaustauschs und der Kooperation von verschiedenen Einheiten/Objekten im Straßenverkehr. Der Begriff Kooperation beschreibt im Straßenverkehr den Zusammenschluss und die Kommunikation von verschiedenen Verkehrsteilnehmern und Verkehrssystemen. Dabei werden die unterschiedlichen Technologien in die Systembereiche Vehicle-2-Vehicle (V2V) und Vehicle-2-Infrastructure (V2I) unterteilt (gemeinsam bezeichnet als V2X).

Die V2V-Kommunikation beschreibt die Kommunikation zwischen verschiedenen Fahrzeugen. Ziel ist es ein Netzwerk zu schaffen, welches einen reibungslosen Datenaustausch zwischen verschiedenen Fahrzeugen ermöglicht. Moderne Fahrzeuge verfügen seit Jahren über diverse aktive und passive Systeme, die zur Überwachung des Fahrzeugs und deren unmittelbaren Umwelt genutzt werden. Die dadurch gesammelten Informationen können durch den Aufbau eines V2V-Netzwerks an weitere Verkehrsteilnehmer verteilt werden und diese frühzeitig über vorhandene Gefahrensituationen informieren. Beispielsweise könnten nachfolgende Fahrzeuge über eine soeben vollzogene Vollbremsung aufgrund eines naheliegenden Stauendes gewarnt werden. Zu beachten ist, dass es sich bei diesen Informationen meist um kurzfristig relevante und zeitkritische Daten handelt, die nur innerhalb eines gewissen Zeitfensters und einer gewissen räumlichen Nähe für andere Verkehrsteilnehmer von Relevanz sind.

Da die internen Sensoren eines Fahrzeugs nur einen räumlich begrenzten Bruchteil der vorhandenen Verkehrswelt erfassen können, sollen ebenfalls bereits vorhandene Informationen der Straßeninfrastruktur miteinbezogen werden. Diese Art des Datenaustauschs zwischen Fahrzeugen und der Infrastruktur wird V2I-Kommunikation genannt. Hierbei soll die vorhandene bzw. um V2I-Daten veredelte Informationslage der Straßenbetreiber genutzt werden, um weitere verkehrsrelevante Informationen an die Fahrzeuge zu liefern. Durch die Verknüpfung von V2V- und V2I-Daten wird ein besseres Abbild der Verkehrssituation für die Verkehrsteilnehmer ermöglicht. Darüber hinaus eröffnen sich dem Straßenbetreiber zusätzliche Möglichkeiten der Verkehrsbeeinflussung und Informationsverteilung.

2.1 Standards im Bereich kooperativer Systeme

Um allen Verkehrsteilnehmern die Möglichkeit zu bieten von V2X-Technologien zu profitieren, ist es notwendig eine Vielzahl an Standardisierungen in diesem Bereich vorzunehmen. Vorreiter für die Standardisierung im Bereich C-ITS ist das Europäische Institut für Telekommunikationsnormen (ETSI) und die Internationale Organisation für Normung (ISO) in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Komitee für Normung (CEN). Ein wichtiger Aspekt bei der Entwicklung von V2X-Technologien ist der barrierefreie Datenaustausch zwischen Fahrzeugen verschiedener Hersteller und der Infrastruktur. Im Folgenden werden die derzeit aktuellen und für das Projekt ausschlaggebenden Standards im C-ITS-Bereich vorgestellt:

Allgemeine Kommunikationsarchitektur

In dem von der ETSI publizierten Dokument [1] werden die grundlegenden Architekturen für die Kommunikation im ITS-Bereich spezifiziert. Die Kommunikation kann entweder über ein lokal eingerichtetes WLAN Netzwerk oder ein Weitverkehrsfunknetz (Mobilfunknetz) betrieben werden. Als Basiskomponente wurde die sogenannte ITS-Station (ITS-S) definiert, welche durch die ITS-S Referenzarchitektur spezifiziert wird. Je nach Einsatzgebiet werden ITS-Stationen in Central ITS-S, Personal ITS-S, Roadside-ITS-S und Vehicle ITS-S unterteilt, welche über verschiedene Applikationen und Funktionalitäten verfügen. Des Weiteren werden diese durch ITS-S spezifische Komponenten ergänzt, wie zum Beispiel dem ITS-S Gateway, zur Verbindung mit einem proprietären Netzwerk, dem ITS-S Router, zur Kommunikation mit anderen ITS-Stationen und dem ITS-S Border Router, zur Verbindung mit externen Netzwerken. Nachfolgend wird ein kurzer Überblick über die verschiedenen ITS-Stationen und deren Einsatzgebiet gegeben:

Personal ITS-Station

Die Personal ITS-Station bietet die Möglichkeit ITS-S Applikationen für tragbare Geräte, wie Smartphones und PDAs, bereitzustellen.

Central ITS-Station

Die Central ITS-Station beschreibt jene Instanz einer ITS-Station, die in der Umgebung einer Verkehrsleitzentrale eingesetzt wird. Diese besteht aus einem ITS-S Gateway und einem ITS-S Border Router. Der Gateway bietet die Schnittstelle zur Kommunikation

zwischen Systemen der Zentrale und dem internen Netzwerk der ITS-Station. Die Central ITS-Station kann als Schnittstelle zwischen Verkehrsleitzentrale und den R-ITS-Stationen gesehen werden.

Roadside ITS-Station

Die Roadside ITS-Station befindet sich in Straßennähe und verfügt über einen ITS-S Gateway, einen ITS-S Router sowie einen ITS-S Border Router. Der Gateway bietet die Schnittstelle zur Kommunikation zwischen Verkehrsanlagen (beispielsweise VMS) und dem internen Netzwerk der ITS-Station.

Vehicle ITS-Station

Innerhalb von Fahrzeugen soll die sogenannte Vehicle ITS-Station eingesetzt werden. Als Basiskomponenten enthält diese einen ITS-S Router und einen ITS-S Gateway. Dieser Gateway bietet die Schnittstelle zwischen den internen proprietären Fahrzeugsystemen (beispielsweise ECU) und dem internen Netzwerk der ITS-Station.

2.2 Nachrichtenmodelle im Bereich kooperativer Systeme

Im folgenden Abschnitt werden die verschiedenen bereits standardisierten Nachrichtenmodelle im Bereich kooperativer Systeme analysiert. Als Schwerpunkt werden der Aufbau, die Distribution und die Einsatzgebiete der unterschiedlichen Nachrichtenarten diskutiert.

Cooperative Awareness Message (CAM)

Cooperative Awareness Messages (CAM) sind Nachrichten, die zwischen verschiedenen ITS-Stationen ausgetauscht werden. Eine CAM enthält Status- und Attributinformationen der erzeugenden ITS-Station, wobei der Inhalt je nach Art der Station variieren kann. Die adressierten Stationen erhalten Informationen über die Präsenz, den Status und den Typ der erstellenden Station. Diese Informationen können für verschiedene ITS-Applikationen genutzt werden, wie zum Beispiel einer Analyse des Kollisionsrisikos zwischen zwei Fahrzeugen. Neben der Übertragung durch Vehicle ITS-Stationen wurde die CAM so konzipiert, dass eine bestmögliche Flexibilität und Erweiterung für andere Arten von ITS-Stationen möglich ist. Der CA Basisservice (CA basic service) stellt die Services zum Versenden und Empfangen von CAMs zur Verfügung. Der Service zum Senden beinhaltet die Erstellung und die Verteilung von CAMs. Die Verteilung kann je nach angewandtem

Kommunikationssystem variieren. Nachrichten werden periodisch erstellt und durch den CA Basisservice gesteuert, wobei Statusveränderungen wie beispielsweise Richtungs- oder Geschwindigkeitsänderungen einen Einfluss auf den Erstellungszyklus nehmen können. Beim Empfangen von CAMs stellt der CA Basisservice den betroffenen ITS-Stationen und Applikationen den Inhalt zur Verfügung. Für die Übertragung von CAMs soll eine Punkt-zu-Mehrpunkt (Point-to-Multipoint) Kommunikation genutzt werden. Beim Senden einer CAM soll diese von der erzeugenden Station zur empfangenden Station in einem Single-Hop übertragen werden. Empfangene Nachrichten werden nicht an weitere Stationen weitergeleitet. Der Inhalt einer CAM ist vom Typ der jeweiligen ITS-Station abhängig, wobei die Position, Geschwindigkeit und Richtung sowie Fahrzeugtype für das Verkehrsmanagement von Relevanz sein könnten. :

Decentralized Environmental Notification Message (DENM)

Die Road Hazard Warning (RHW) Applikation zählt zu jenen Applikation die durch die ETSI innerhalb der "Basic Set of Applications" [2] definiert wurde. Das Ziel der RHW ist es die Sicherheit im Straßenverkehr und die Verkehrseffizienz zu erhöhen. Zur Unterstützung dieser Applikation wurde der Decentralized Environmental Notification (DEN) Basic Service entwickelt. Der DEN-Basisservice hat die Aufgabe die sogenannten Decentralized Environmental Notification Messages (DENM) zu erstellen, zu steuern und weiterzuverarbeiten. Die DENM enthält Informationen bezüglich Gefahren im Straßenverkehr und speziellen Verkehrssituationen (z. B.: Stau, Glatteis), sowie deren Typ und Position. Diese, von ITS-Stationen detektierten Ereignisse, werden Events genannt. Das primäre Ziel bei der Verteilung von Decentralized Environmental Notification Messages ist es so viele ITS-Stationen wie möglich, in einem definierten räumlichen Umfeld zu erreichen. Eine DENM bleibt solange aktiv bis das zugrunde liegende Event nicht mehr aktuell ist. Das bedeutet, dass die Nachricht, selbst wenn der Erzeuger nicht mehr davon betroffen ist, gültig bleiben kann. Des Weiteren können DENMs wiederholt übertragen werden, womit sichergestellt wird, dass ITS-Stationen, welche neu in den Sendebereich eintreten, ebenfalls informiert werden. Im Gegensatz zur Verteilung von CAMs, ist es einer ITS-S möglich, auch DENMs, welche nicht von ihr erstellt wurden, an andere ITS-S weiterzuleiten.

In-Vehicle-Information (IVI)

In traditionellen Verkehrssystemen ist es üblich Verkehrsteilnehmer mit Hilfe von Verkehrsschildern und Verkehrszeichen über bevorstehende Gefahren im Straßenverkehr zu informieren (beispielsweise Baustellen oder nicht einsehbare Kurven). Durch die Entwicklung neuer Technologien ist es möglich diese, meist statisch an Autobahnen angebrachten, Verkehrszeichen durch aus der der VLZ gesteuerte, sogenannte Wechselverkehrszeichen (WVZ) zu ersetzen. Die WVZ bieten zwar eine dynamische Anpassung ihrer Inhalte (Stauinformation, Geschwindigkeitsbeschränkung etc.), sind jedoch durch die fixe Positionierung an gewissen Punkten einer Autobahn in ihrer Flexibilität eingeschränkt. Durch die Forschung und Entwicklung im Bereich kooperativer Systeme wird nun darüber hinaus die Möglichkeit geschaffen diese Informationen direkt in die betroffenen Fahrzeuge zu übertragen. Die Weitergabe von Verkehrshinweisen, Geschwindigkeitsbeschränkungen und weiteren sicherheitsrelevanten Verkehrsinformationen sollen künftig mit Hilfe der sogenannten In-Vehicle-Information (IVI) möglich sein. Ein essentieller Teil der IVI ist die sogenannte In-Vehicle- Signage (IVS), welche für die Darstellung von Verkehrszeichen und Gefahrenwarnungen innerhalb der Fahrzeuge zuständig ist. Neben statischen Verkehrszeichen soll auch der Inhalt von elektronischen Verkehrszeichen (Variable Message Signs/Text Panels/Direction Signs) dargestellt werden. Ziel des IVS Services ist es den Straßenteilnehmern relevante Informationen basierend auf verschiedenen Indikatoren (beispielsweise Fahrzeugtyp, Position, etc.) zu liefern. Diese können entweder automatisch durch verschiedene Events „getriggert“ oder durch die Fahrzeuglenker selbst angefragt werden. Durch diese frühzeitige und zielgerichtete Informationsweitergabe werden folgende Vorteile für das Verkehrsmanagement erwartet:

- Steigerung der Verkehrssicherheit
- Verminderung der Chance das Fahrzeuglenker ein Verkehrszeichen übersehen
- Fahrzeuglenker erhalten mehr Zeit auf Situationen reagieren zu können
- Steigerung der Verkehrseffizienz

Probe Vehicle Data (PVD)

Probe Vehicle Data beschreibt das Verfahren zur Nutzung von sich bewegenden Fahrzeugen als permanente mobile Sensoren. Die Fahrzeuge übermitteln in regelmäßigen Abständen ihre Position an eine Zentrale, wodurch sich ein detailliertes Bild der aktuell vorherrschenden Verkehrssituation bilden lässt. Ebenfalls lassen sich präzisere Reisezeiten für die einzelnen Fahrzeuge ermitteln. Ein wichtiger Grundsatz bei diesem Verfahren ist es das jegliche persönlichen Informationen anonymisiert werden. Ein Rückschluss auf einzelne Verkehrsteilnehmer, zum Schutz der Privatsphäre, ist nicht möglich. PVD befindet sich im Gegensatz zu den bereits publizierten CAM/DENM zum Zeitpunkt des Zwischenberichts in einer sehr frühen Phase der Standardisierung und wird noch intensiv diskutiert. .

2.3 Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Bereich V2X

In diesem Abschnitt werden verschiedene Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Bereich kooperativer Systeme vorgestellt.

Coopers - Co-operative Systems for Intelligent Road Safety

Coopers (Kooperative Systeme für intelligente Straßenverkehrssicherheit) ist ein von der EU finanziertes Forschungs- und Entwicklungsprojekt, welches im Februar 2006, mit einer geplanten Laufzeit von 54 Monaten, gestartet wurde. Ziel des von der ASFINAG und AustriaTech unterstützten Projekts lag in der Erhöhung der Verkehrssicherheit durch den drahtlosen Informationsaustausch zwischen der Infrastruktur und verschiedenen Verkehrsteilnehmern sowie die Entwicklung telematischer Applikation. Innerhalb der Projektzeit wurden folgende Kernthemen angestrebt:

- Datenübernahme
- Roadside und on-board Unit Configuration
- Validierung verschiedener Kommunikationsstandards
- TCC Applikationen
- Informationsservices und Test-Methoden
- Entwicklung von Simulationen und Demonstratoren

Die in Coopers entwickelten Konzepte wurden auf vier verschiedenen Teststrecken analysiert.

Brenner Korridor: Nürnberg (DE) – Verona (ITA): Dieser Korridor wurde aufgrund der strategischen Wichtigkeit innerhalb des europäischen Autobahnnetzes und der wechselnden geographischen Topologie ausgewählt. Zusätzlich spielte die Kollaboration dreier Ländern innerhalb des Korridors eine wichtige Rolle. Der Schwerpunkt dieser Teststrecke wurde auf die Kurz- bzw. Mittelstreckenkommunikation gelegt. Dieses wurde durch einzelne Hotspots realisiert, welche durch den Einsatz der gleichen Technologie an der Roadside und innerhalb der Fahrzeuge verbunden wurde.

Rotterdam (NL) – Antwerpen Korridor (BEL): Als Teststrecke 2 wurde der 80 Kilometer lange Korridor zwischen Rotterdam und Antwerpen gewählt. Dieser zählt zu den meistbefahrenen Strecken innerhalb der Europäischen Union. Innerhalb dieses Korridors wurde vor allem die Effektivität von in-vehicle TMS, aus verschiedenen Sichten (Verkehrsmanagement, Fahrer, System), validiert.

Berlin City Highway (DE): Da sich die entwickelten Konzepte innerhalb von Coopers hauptsächlich auf Autobahnen fokussierten, wurde bei dieser Teststrecke die Anwendbarkeit auf regionale Straßen und Infrastrukturen erweitert. Als Ziel sollten die in Coopers entwickelten Services auf ihre Funktionalität im urbanen Gebiet getestet werden.

Französischer Korridor von Chamonix nach Valence, plus Umkreis Paris (FRA): Diese Teststrecke beinhalteten verschiedene Abschnitte europäischer Autobahnen, die insgesamt von vier verschiedenen Straßenbetreibern (ASFINAG (AT), Autoroutes et Tunnel du Mont Blanc (FRA), SANEF (FRA), SAPN (FRA)) betrieben werden. Als Hauptziel wurde die Weiterentwicklung des Verkehrsmanagements aus Sicht der Operatoren festgelegt.

Da eine Vielzahl an weiteren Projekten im Bereich kooperativer Systeme auf den Konzepten und Erkenntnissen aus Coopers aufbauen, verliert dieses, trotz des Projektendes im Jahr 2010, nicht an Relevanz.

SAFESPOT

Bei SAFESPOT handelt es sich um ein europäisches Forschungsprojekt, welches in folgende acht Teilprojekte unterteilt wurde:

- SP1: SAFEPROBE - Fahrzeugsensorik und –plattform
- SP2: INFRASENS - Infrastruktursensorik und –plattform
- SP3: SINTECH - Innovative Technologien
- SP4: SCOVA - Fahrzeugbasierte Technologien
- SP5: COSSIB - Infrastrukturbasierte Technologien
- SP6: BLADE - Deployment, rechtliche Aspekte, Geschäftsmodelle
- SP7: SCORE – Kernarchitektur
- SP8: HOLA - IP Management

Teilprojekt	Beschreibung
SP1	Entwicklung einer Einheit zur Erfassung und Bereitstellung von fahrzeugbasierten Informationen (Position, Geschwindigkeit, etc.). Zusätzlich sollen Informationen des lokalen Umfelds des Fahrzeugs ermittelt werden können (Straßenverhältnisse, Fahrbahnauslastung)
SP2	Entwicklung einer Infrastrukturplattform, welche kompatibel zur der in SP1 entwickelten fahrzeugbasierten Plattform ist.
SP3	Ziel dieses Subprojekts ist die Analyse, Adaption und Erweiterung von bestehenden Kommunikations-, Positionierungs- und lokalen Kartentechnologien
SP4	Entwicklung verschiedener Sicherheitsapplikation im Kontext von V2V-Technologien. Ziel dieser Entwicklung ist es den Datenaustausch zwischen Fahrzeug zu optimieren um den Verkehrsteilnehmern sicherheitsrelevante Informationen zeitnahe bereitstellen zu können
SP5	Ziel dieses Teilprojekts ist die Entwicklung von Sicherheitssystemen basierend auf einer Analyse von verschiedenen kritischen Situationen im Straßenverkehr. Im Gegensatz zu SP4 wird dabei der Fokus auf infrastrukturbasierende Systeme gelegt.

Tabelle 1 – SAFESPOT Teilprojekte

Nach den ersten Erkenntnissen, die bei der Recherche von SAFESPOT gewonnen wurde, wird diesem weniger Relevanz für CoOperational zugeordnet. Dies lässt sich dadurch begründen, dass eine Verbindung der diversen Fahrzeug- und Infrastrukturdienste ohne Anbindung an eine VLZ betrachtet wurden. Trotzdem können die Entwicklung im Bereich von V2V- und V2I-Applikationen für ein Einführungsszenario von kooperativen Diensten genutzt werden.

CVIS

Parallel zu den Projekten Coopers und SAFESPOT wurde im Jahr 2006 das europäische Forschungs- und Entwicklungsprojekt CVIS gestartet. Ziel des Projekts war es die Kommunikation von Fahrzeugen untereinander sowie mit der Infrastruktur durch die Entwicklung von neuartigen Technologien und Systemen zu ermöglichen. Das Projekt wurde in folgende Subprojekte unterteilt:

- Subprojekte zur Koordinierung
- Technologiebasierende Subprojekte
 - COMM (Communication and networking)
 - FOAM (Framework for Open Application Management)
 - POMA (Positioning, Mapping and Local Referencing)
- Applikationsbasierende Subprojekte
 - CURB (Urban cooperative system applications)
 - CINT (Interurban cooperative applications)
 - CF&F (Cooperative Fleet and Freight applications)
 - COMO (Cooperative Monitoring)

Zusätzlich wurden sechs Teststrecken in verschiedenen europäischen Ländern (FRA, GER, ITA, NL-BEL, SWE, UK) aufgebaut und mit unterschiedlichen Applikationen versehen. Ebenfalls wurde versucht eine Interoperabilität zwischen den, in **Coopers**, **SAFESPOT** und **CVIS** entwickelten Systemen herzustellen. Da zahlreiche weitere Forschungsprojekte im Bereich kooperativer Systeme auf den in CVIS entwickelten Konzepten und Technologien aufbauen, kann diesem eine hohe Relevanz für CoOperational zugeordnet werden.

sim^{TD}

sim^{TD} ist ein deutsches Forschungsprojekt mit dem Ziel, die in vorausgegangenen Forschungsprojekten erzielten Ergebnisse, in eine praktische Anwendung zu bringen um die Einführung verschiedener V2X-Technologien vorzubereiten. Zur Umsetzung dieses Zieles wurden verschiedene Verkehrsszenarien in einer großflächig angelegten Testumgebung durchgeführt. Diese Testumgebungen wurden je nach Einsatzgebiet in verschiedene Szenarien unterteilt:

Autobahn: Das Szenario Autobahn beschreibt die Bestückung eines Autobahnabschnitts mit einer Vielzahl an ITS-Roadside Units zur Erfassung der Verkehrslage und der Detektion unterschiedlicher Verkehrereignisse. Als Teststrecke wurden Teile der deutsche Autobahn A5 plus angrenzende Autobahnen an die Stadt Frankfurt ausgewählt.

Landstraße und Stadtstraße: Ähnlich wie bei dem Szenario Autobahn, wurden hier verschiedene R-ITS-S an diversen Lichtsignalanlagen angebracht. Im Szenario Landstraße wurden dabei die Schwerpunkte Verkehrs- und Wetterlage sowie Systeme zur Hinderniswarnung und Baustelleninformationen erprobt. Bei dem Szenario Stadtstraße lag der Schwerpunkt neben der Erfassung der allgemeinen Verkehrslage vor allem in der Steuerung von Lichtsignalanlagen und diversen Assistenzsystemen.

Versuchsflotte: Die Versuchsflotte beschreibt eine Menge an Verkehrsteilnehmern unterschiedlicher Kategorien (OEM, interne, externe) deren Fahrzeuge mit Vehicle-ITS-S ausgerüstet sind. Diese dienten als Unterstützung und zur Evaluation diverser eingesetzter Funktionen.

Parallel zu den diversen Szenarien wurde eine kooperative Versuchszentrale aufgebaut, welche mit den Verkehrsleitzentralen des Landes Hessen (VZH) und der Stadt Frankfurt (Integrierte Gesamtverkehrsleitzentrale IGLZ) verbunden war. Diese übermittelten diverse aufbereitete verkehrstechnisch relevante Daten und Informationen (zum Beispiel Verkehrslage) an die Versuchszentrale. Mithilfe der in der Versuchszentrale implementierten Funktionen konnten aus diesen Daten drei verschiedene Verkehrslagen erzeugt werden. Die erste Verkehrslage ergab sich aus den klassischen stationären erfassten Verkehrsdaten der Verkehrsleitzentrale Hessen. Die zweite Verkehrslage resultierte aus Floating Car Daten. Die dritte Verkehrslage wurde aus den beiden zuvor genannten Verkehrslagen gebildet. Durch den erstmaligen Aufbau einer kooperativen Versuchszentrale und der Verarbeitung einer Vielzahl an Einzelfahrzeugdaten, spielen die Erkenntnisse aus sim^{TD} eine wichtige Rolle in CoOperational. Darüber hinaus kann auf das Fachwissen der Heusch/Boesefeldt, die maßgeblich am Aufbau der Versuchszentrale beteiligt war, aufgebaut werden.

Testfeld Telematik

Das durch die ASFINAG initiierte Forschungsprojekt Testfeld Telematik hatte den Aufbau und die Erprobung kooperativer Dienste zur Erhöhung der Sicherheit und Effizienz im Straßenverkehr als Ziel. Mithilfe eines Konsortiums aus Forschung, Industrie und öffentlichen Unternehmen wurde im Zeitraum von 32 Monaten bis November 2013 ein Testfeld im Bereich der österreichischen Autobahnen A2/A23-A4-S1 geschaffen. Ebenfalls erfolgte eine Anbindung an den öffentlichen Verkehr im Raum Wien. Das Testfeld stellte die Grundlage zur Untersuchung verschiedener Technologien im Bereich kooperativer Systeme dar. Als Referenzplattform dienten die Ergebnisse und Entwicklungen aus dem internationalen Forschungsprojekt Coopers. Die Erkenntnisse aus dem Testfeld Telematik waren maßgeblich für das aktuelle Vorhaben ECo-AT.

ECo-AT

Das österreichische Vorhaben ECo-AT (European Corridor - Austria Testbed for Cooperative Systems) fokussiert sich auf die Entwicklung harmonisierter ITS Applikationen und deren Roll-out. Gefördert durch den österreichischen Klimaenergiefonds profitieren die Projektpartner rund um den Projektkoordinator ASFINAG aus den Ergebnissen des Testfeldes Telematik. ECo-AT ist Teil eines europäischen C-ITS Korridors, unter Mitarbeit der Straßenbetreiber Deutschlands, der Niederlande und Österreichs. Ziel ist es einen Korridor von Wien nach Rotterdam zu errichten, der mit den Technologien verschiedener kooperativer Dienste ausgerüstet wird. Des Weiteren soll eine schrittweise Einführung von kooperativen Systemen auf europäischen Straßen erzielt werden. ECo-AT ist im Wesentlichen in zwei Phasen unterteilt. In Phase 1 wird eine komplette System Spezifikation für C-ITS, die von den ECo-AT Industriepartnern sowie Drittpartnern getestet und freigegeben wurde, erarbeitet. Phase 1 soll mit Ende 2015 abgeschlossen sein. In Phase 2 setzt die ASFINAG eigenständig die Ausschreibung des C-ITS Systems um. Beide Phasen werden in Österreich vom Klima & Energiefonds gefördert. Folgende Use-Cases wurden bisher in Phase 1 spezifiziert:

Baustellenwarnung (Road Works Warning RWW): Dieser Use-Case beschreibt die zeitgerechte Benachrichtigung der Verkehrsteilnehmer über angehende Baustellen. Ziel ist die Fahrzeuglenker frühzeitig über Baustellen zu informieren und so die

Aufmerksamkeit der Straßenteilnehmer zu steigern. Folgende drei Szenarien werden innerhalb dieses Use-Cases betrachtet:

- Informationen werden über eine statische Roadside-ITS-Station verteilt, welche direkt mit einer C-ITS-S verbunden ist
- Informationen werden über einen Sicherheitsanhänger, an dem eine R-ITS-S angebracht wurde, verteilt. Dieser ist mit einer C-ITS-S verbunden, die die Hauptfunktionalitäten übernimmt (Master-Slave Prinzip)
- Gleiches Prinzip wie Punkt 2, nur ohne Verbindung zur C-ITS-S

In-Vehicle-Information: Fokus auf In-Vehicle-Signage von Verkehrszeichen/Gefahrenwarnungen

Probe Vehicle Data: Die Einzelfahrzeugverfolgung in Form von PVD (z.B. zur Ermittlung einer individuellen Reisezeit) wird in ECo-AT als Day 2 Use Case angesehen und ist daher nicht im geplanten Roll-out inbegriffen. Die ASFINAG strebt allerdings eine Einführung von PVD an und ist in intensiven Diskussionen mit den relevanten Stakeholdern. Zum Zeitpunkt des vorliegenden Ergebnisberichts ist unklar, in wie weit das von ECo-AT angestrebte PVD dem aktuellen Entwurf der Standardisierung entspricht. In ECo-AT wird als Übergangslösung die Aggregation von CAM-Nachrichten innerhalb der Detektionszone(n) einer R-ITS-Station als Day 1 Use Case umgesetzt.

Intersection Safety: Informationen und Standorte von Lichtsignalanlagen

DENM Applikationen: Innerhalb dieses Use-Cases werden die Erstellung und Aggregation von DENMs spezifiziert. Des Weiteren wird geprüft wie von der Verkehrsleitzentrale erstellte DENMs verteilt werden können.

ECo-AT stellt für CoOperational aufgrund seiner Aktualität und dem ehrgeizigen Ziel, in relativ kurzem Zeitraum einen flächendeckenden Einsatz kooperativer Systeme zu erreichen, eine maßgebliche Schnittstelle dar. Die Ergebnisse von CoOperational werden laufend mit ECo-AT Verantwortlichen abgestimmt bzw. die ECo-AT Release-Dokumente werden bei der Anforderungs- und Deltaspezifikation reflektiert.

3 IST-ANALYSE UND ERWARTUNGEN DER VLZ-BETREIBER

Die Zielsetzung der Befragung der Betreiber verschiedener Verkehrsleitzentralen war es einen repräsentativen Überblick zu den Einschätzungen, Herangehensweisen und Plänen der im Verkehrsmanagement handelnden Personen im Hinblick auf die Einführung kooperativer Systeme zu erlangen.

Ausgewählt wurden einerseits VLZ-Betreiber, zu denen bereits ein persönlicher Kontakt bestand, andererseits VLZ-Betreiber, deren Ansätze zum Verkehrsmanagement mit denen der ASFINAG vergleichbar sind. Dementsprechend wurde ein Fokus der Befragung auf Deutschland gelegt. Mit Bayern, Nordrhein-Westfalen, Hessen und Baden-Württemberg nahmen vier große und im Verkehrsmanagement-Bereich sehr aktive deutsche Bundesländer an der Befragung teil. Darüber hinaus wurde der Kontakt in die Schweiz gesucht, da auch hier die Wahrscheinlichkeit als hoch angesehen wurde, dass Erkenntnisse auf die Bedürfnisse der ASFINAG umgelegt werden könnten.

Die Befragung erfolgt zumeist in persönlichen Terminen auf Basis eines zuvor übermittelten Fragebogens. Der Fragebogen wurde mit Mitarbeitern der ASFINAG, die sowohl auf operativer Verkehrsmanagementebene agieren als auch in die Aktivitäten von ECo-AT eingebunden sind erarbeitet. Die ASFINAG als Auftraggeber wurde bei der Analyse außen vor gelassen, um zum einen ein eindeutig externes Meinungsbild zu erzeugen und da zum anderen das Meinungsbild der ASFINAG indirekt durch die Deltaspezifikationen basierend auf der Referenzarchitektur VMIS wiederspiegelt wird.

Aufgrund der kleinen Grundgesamtheit und der offenen Art der Fragestellungen erfolgt die Auswertung des Fragebogens nicht in Form von Statistiken, sondern anhand einer Zusammenfassung der Fragestellungen auf folgende Themengebiete:

1. Ausgangslage der VLZ-Betreiber
2. Erwarteter Mehrwert durch C-ITS
3. Priorisierung von C-ITS Anwendungsfällen
4. Erwartete Daten aus kooperativen Systemen
5. (Neue) Anforderungen an Verkehrsleitzentralen
6. Systemarchitektur und Abgrenzung zum Verkehrsmanagement

7. Technische Herausforderungen bei der Einführung
8. Ausgewählte Themen des Verkehrsmanagements
 - a) Ermittlung Verkehrslage/Verkehrssituation
 - b) Ereignisdetektion
 - c) Verkehrsbeeinflussung

In den folgenden Abschnitten wird auf jedes dieser Themengebiete im Detail eingegangen. Die jeweiligen Erkenntnisse aus den Befragungen werden themenbezogen diskutiert und resümiert.

3.1 Ausgangslage der VLZ-Betreiber

Die Einschätzung der Relevanz der Einführung kooperativer Systeme für das Verkehrsmanagement wird natürlich auch durch die individuelle Ausgangslage eines Betreibers einer Verkehrsleitzentrale bestimmt. Betrachtet wurden in diesem Kontext zwei Aspekte:

- Vorhaben zur Erneuerung der Zentralentechnik der Verkehrsleitzentrale
- Beteiligung an Forschungs- und Förderprojekten im Umfeld kooperativer Systeme

Vorhaben zur Erneuerung der Zentralentechnik. Wenn auch nicht statistisch ausreichend belegt, ist aus den Interviews ein Trend zu erkennen, dass Betreiber, die sich aktiv mit der Erneuerung ihrer Zentralentechnik beschäftigen auch kooperative Systeme als für das Verkehrsmanagement relevanter betrachten. Die ASFINAG erarbeitet zurzeit ein Grobkonzept für die Erneuerung ihres Verkehrsmanagement- und –informationssystems (VMIS 2.0) und beschäftigt sich im Rahmen des gegenständlichen Projekts intensiv mit der Frage welche Auswirkungen die Einführung kooperativer Systeme auf ihr Vorhaben hat. Straßen.NRW migriert ähnlich die Baden-Württemberg zurzeit ihre bestehende Zentralentechnik auf die Einheitliche Rechnerzentralensoftware (ERZ) und strebt in diesem Zusammenhang als Vertreter des Vereins der Nutzer der ERZ (NERZ Verein) eine Integration kooperativer Aspekte in die ERZ an. Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement Abteilung Verkehr hat eine der ersten kooperativen Zentralen im Rahmen des Projektes sim^{TD} in Betrieb genommen. Die Zentrale ist als

separate Zentrale realisiert worden, aber durchaus in das Bestandsystem der Verkehrsrechnerzentrale (VRZ)¹ in Hessen integrierbar. Für die Erweiterung des Systems wurde ein Finanzierungsantrag gestellt. Die Autobahndirektion Südbayern (ABDS) bzw. die Zentralstelle für Verkehrsmanagement (ZVM) der Obersten Baubehörde in Bayern sieht keine Berührungspunkte zwischen kooperativen Systemen und dem Verkehrsmanagement - eine Integration in die bestehende Systemlandschaft ist daher nicht angedacht. Die Erneuerung der Zentralentechnik ist in Planung, vom deutschen Bund wurden dafür aber noch keine Mittel freigegeben. Das Schweizer ASTRA ist zurzeit mitten in der Zusammenführung des bisher kantonalen Verkehrsmanagement im Rahmen der Programme VM-CH bzw. SA-CH.

Beteiligung an Forschungs- und Förderprojekten. Die Beteiligung an Forschungs- und Förderprojekten im Umfeld kooperativer Systeme lässt keinen pauschalen Rückschluss auf die Einschätzung der Relevanz kooperativer Systeme für das Verkehrsmanagement zu. Alle befragten Betreiber außer dem ASTRA sind direkt oder indirekt am Korridor Wien-Rotterdam beteiligt. Alle Betreiber außer dem Landesbetrieb Straßenbau Nordrhein-Westfalen (Straßen.NRW) haben bereits Erfahrungen mit kooperativen Systemen in verschiedenen Forschungs- und Förderprojekten gesammelt. In [3] werden die Projekte in Bayern in übersichtlicher Form zusammengefasst. Betreiber, die bis vor kurzem noch aktiv an internationalen Großprojekten beteiligt waren (ASFINAG – Testfeld Telematik, Hessen Mobil – sim^{TD}, DRIVE C2X), gehen jedenfalls von einer größeren Relevanz kooperativer Systeme für das Verkehrsmanagement aus.

Résumé

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die in den folgenden Abschnitten analysierten Themen nur einen unwesentlichen Zusammenhang zwischen der betrachteten Ausgangslage der befragten VLZ-Betreiber (Erneuerung Zentralentechnik, Beteiligung an Forschungs- und Förderprojekten) und ihrer Positionierung im Hinblick auf die Einführung kooperativer Systeme im Verkehrsmanagement erkennen lassen. Die durchgeführten Gespräche lassen eher darauf schließen, dass auf allen Ebenen der Meinungsbildung nach wie vor zu viel Unsicherheit besteht, wann kooperative Systeme und in welcher

¹ Hessen Mobil verwendet synonym zur Verkehrsleitzentrale (VLZ) den Begriff Verkehrsrechnerzentrale (VRZ)

Form der breiten Masse zugänglich werden. Der Umstand, dass Erfahrungen mit kooperativen Systemen bei allen befragten Betreibern bisher vom operativen Verkehrsmanagement unabhängigen Organisationseinheiten gesammelt wurden, erhöht darüber hinaus die Problematik. Dieser Unsicherheit wird, wie in den folgenden Abschnitten erkennbar, aktiv wie auch passiv begegnet.

3.2 Erwarteter Mehrwert durch C-ITS

Durch die Einführung von kooperativen Systemen in die Systemlandschaft des etablierten Verkehrsmanagements eröffnet sich eine Vielzahl hypothetischer Möglichkeiten. Dies beinhaltet zum einen die Erhöhung der Datengrundlage für das Verkehrsmanagement bzw. die zu betreibende Verkehrsleitzentrale und zum anderen die Erweiterung der Adressierungsmöglichkeiten der Verkehrsteilnehmer. Basierend auf den Erfahrungen im derzeitigen Alltagsbetrieb der und eventuellen Erfahrungen mit kooperativen Systemen innerhalb von Forschungsprojekten werden entsprechend Vorstellungen bei den Betreibern generiert. Diese Vorstellungen beziehen sich auf die Quantität als auch Qualität der Datengrundlage, die mögliche Substitution konventioneller Detektionseinrichtungen, die Verbesserung der Verbreitung der Information, da mehr Kommunikationskanäle zur Verfügung stehen, bis hin zur potentiellen Einführung neuartiger, erst durch C-ITS ermöglichter Verkehrsmanagementmaßnahmen. Dieses Kapitel gibt die Einschätzungen der befragten Betreiber zu diesen Aspekten wieder.

Für die **Autobahndirektion Südbayern (ABDS)** liegt ein großes Potential von kooperativen Systemen in der Vermeidung von Unfällen im Bereich von Autobahnbaustellen. Dieses Interesse lässt schon das 2008 abgeschlossene Forschungsprojekt DIWA „Information und Warnung für den Autofahrer“ erkennen. In DIWA wurden Warnleitanhänger, die zur Warnung vor Baustellen vor Ort auf Autobahnen eingesetzt werden, mit einer Sendeeinrichtung ausgestattet, um die Einrichtung von Tagesbaustellen an die eigens errichtete DIWA-Zentrale zu senden. Die Daten werden dort georeferenziert und zu Meldungen verarbeitet. Die Zentrale reicht die erstellte Meldung an die Verkehrsinformationsagentur Bayern (VIB) weiter. Derzeit sind 54 Warnleitanhänger ausgestattet. Es liegen große Erwartungen bei der ABDS im Zuge des Korridorprojektes flächendeckend die Warnanhänger auszustatten und diese mit den notwendigen WLAN-Sendeeinrichtungen zu versehen. Als kooperative Zentrale soll weiterhin die DIWA-Zentrale dienen. Die kooperativen Warnanhänger in Verbindung mit

der kooperativen Zentrale werden als größtes Informationsplus gesehen, da schnell aktuelle Meldungen für kurzfristige Baumaßnahmen erstellt werden könnten.

Neben der Verkehrssicherheit steht für die ABDS, die Erhöhung der Akzeptanz und damit auch die Erhöhung der Befolgsrate von Netzbeeinflussung im Vordergrund. Hier erhofft man sich weitere Verbesserungen und Fortschritte im bereits begonnen Projekt „Strategisches Routing“ bei dem das Ziel ist, kollektive Routing-Strategien und Schaltungen der Verkehrsbeeinflussungsanlagen dem Fahrer im Fahrzeug bereitzustellen.

Da die ABDS neben den Autobahnen auch für Bundesstraßen verantwortlich ist und diese mit einer Vielzahl an Lichtsignalanlagen (LSA) ausgestattet sind, liegt ein weiteres Interesse auch an der kooperativen Lichtsignalanlage. Die Übertragung von LSA-Informationen direkt in das Fahrzeug wurde im Pilotprojekt „Kolibri“ getestet und soll flächendeckend ausgerollt werden. Das Ziel ist die Verringerung der negativen Auswirkungen der LSA-Steuerung auf den Verkehrsfluss, durch die Reduzierung von Halten, die durch ein Informationsplus vermieden werden können.

Diese drei Punkte stehen im Fokus der ABDS bzw. der Obersten Baubehörde des Freistaats Bayern. In den Gesprächen wurde deutlich, dass versucht wird Projekte bzw. Anwendungen, die schon erprobt wurden flächendeckend auszurollen. Der Fokus liegt weniger auf der Generierung bzw. Einführen neuartiger Systeme. Die Ausstattung der Autobahnen mit R-ITS-S wird kritisch gesehen. Als Grund wurden eindeutig die damit verbundenen Kosten genannt. Die ABDS sieht demnach auch den größten Nutzen der kooperativen Systeme in der Verbesserung der Informationsausbreitung der bestehenden Verkehrsmanagementmaßnahmen durch entsprechender Diensteanbieter und deren Akzeptanz als weniger die Verbesserung der Datengrundlage zur Verkehrsbeeinflussung bzw. die Einführung neuartiger Maßnahmen. Auch setzt die ABDS wenig Hoffnung in den Ersatz von konventionellen Detektionsmethoden wie z. B. Induktionsschleifen oder Radar und Umfeldsensoren durch kooperative Systeme. Zum einen ist die Ausstattung mit R-ITS-S Voraussetzung bestimmte Daten zu empfangen und zum anderen liefern Detektoren wie, Induktionsschleifen Verkehrsmengen, Lkw-Anteile mit einem eindeutigen Fahrstreifenbezug. Es wird nicht erwartet, dass kooperative Systeme diese Art der Information liefern können.

Hessen Mobil bezeichnet sich – aufgrund der Projekthistorie durchaus gerechtfertigt - selbst als den führenden Straßenbetreiber auf dem Gebiet der kooperativen Systeme in Deutschland. Im Rahmen einer langfristigen Entwicklungsstrategie für Zukunftstechnologien im Verkehr ist Hessen Mobil seit vielen Jahren maßgeblich an zahlreichen Forschungs- und Entwicklungsprojekten beteiligt (CVIS, AKTIV-VM, DIAMANT, sim^{TD}, DRIVE C2X, Converge, Cooperative ITS Corridor). Im Zuge dessen hat Hessen Mobil die erste kooperative Verkehrszentrale aufgebaut sowie in Europa das größte Testfeld für kooperative Systeme auf Autobahnen und Bundesstraßen in der Region Frankfurt Rhein Main eingerichtet. Dabei wurden umfassende Kenntnisse und Erfahrungen im Bereich sämtlicher C2X-Anwendungen (fahrzeugbezogene Gefahrenwarnung und -information, kooperatives Verkehrsmanagement) sowie der hierzu erforderlichen Daten sowie zentralenseitigen Verarbeitungsprozesse erlangt. Je nach Ziel der Funktion ist aus Sicht von Hessen Mobil entweder die Verkehrssicherheit oder die Verkehrseffizienz zu steigern. Im Falle der Anwendung "Baustellenwarnung" sollen Unfälle im Bereich von Tagesbaustellen vermieden werden. Im Gegenzug erfassen straßenseitige Einrichtungen Fahrzeuginformationen, um Maßnahmen des Verkehrsmanagements durch die verbesserte Kenntnis der Verkehrslage zu gewährleisten.

Nach der Meinung von Hessen Mobil gehen die Verbesserung bestehender Kenngrößen und die Einführung neuer Verkehrsmanagementmaßnahmen durch die Anwendung kooperativer Systeme Hand in Hand und lassen sich nicht voneinander trennen. Laut Hessen Mobil müssen kooperative Systeme und der erweiterte Einsatz von Fahrzeugdaten an etablierte und erfolgreich eingesetzte Funktionen des kollektiven Verkehrsmanagements anknüpfen, deren Einsatzbereiche und -möglichkeiten in räumlicher und zeitlicher Hinsicht erweitern und im Hinblick auf die Unterstützung der Fahraufgabe individualisieren.

Hessen Mobil sieht einen wesentlichen Nutzen des Einsatzes fahrzeugbezogener C-ITS-Daten in der gezielten Ergänzung der konventionellen Detektion. Dies gilt in räumlicher Hinsicht, d.h. im Sinn einer Verdichtung der Erfassung im mit konventioneller Detektion abgedeckten Netz als auch einer Ergänzung in bislang nicht abgedeckten Netzbereichen, als auch in inhaltlicher Hinsicht, d.h. Erfassung zusätzlicher Informationen, die durch konventionelle Detektion nicht erkannt werden können. Ein Ersatz der konventionellen Detektion strebt Hessen Mobil, wie auch die ABDS nicht an. Grund hierfür liegt in der von

Dritten unabhängigen Grundversorgung an Verkehrsdaten durch den Straßenbetreiber für das strategische Straßennetz, die gewährleistet sein muss.

Für Hessen Mobil ist eine wesentliche Anforderung an die durch C-ITS bereitgestellten Fahrzeugdaten und -information, die für das Verkehrsmanagement verarbeitet werden sollen, die Transparenz der Qualität dieser Daten. Dies gilt insbesondere bei einer Vorverarbeitung in den Fahrzeugen oder vorgeschalteten Aggregationsebenen, sofern keine Rohdaten verarbeitet werden können/sollen. So muss z.B. sichergestellt werden, dass eine Ereignisinformation auf einer angemessenen statistischen Basis (= Anzahl meldender Fahrzeuge) beruht. Bei der Verarbeitung von fahrzeuggenerierten Daten ist zu beachten, dass diese für spezifische Anforderungen der Fahrzeugsteuerung erfasst und verarbeitet werden, so dass die Algorithmik sich von der vergleichbarer infrastrukturseitiger Erfassungssysteme deutlich unterscheidet. So ist beispielsweise eine fahrzeugseitig generierte Stauendwarnung nicht mit einem Stauende vergleichbar, das auf Basis stationärer Detektoren ermittelt wird.

Der **Landesbetrieb Straßenbau NRW (Straßen.NRW)** hat bisher keine Erfahrungen mit kooperativen Systemen gesammelt. Aktuell ist man, wie einige andere deutschen Bundesländer, am Korridorprojekt Wien-Rotterdam beteiligt, dessen Vorprojekt in Deutschland vorrangig vom Land Hessen abgewickelt wird. Seitens Straßen.NRW ist man allerdings daran interessiert als Vertreter des NERZ-Vereins eine aktivere Rolle in dem Projekt einzunehmen.

Der Mehrwert aus der Einführung kooperativer Systeme für das Verkehrsmanagement wird vorsichtig eingeschätzt. Grundsätzlich geht man zwar davon aus, dass die für das Verkehrsmanagement nutzbare Datenbasis erweitert werden kann, allerdings aus jetziger Sicht nicht als Alternative zur klassischen Verkehrsdatensensorik. Diesbezüglich wird keine Verbesserung gegenüber am Markt erhältlichen „Konkurrenzprodukten“ kommerzieller Anbieter erwartet. Dementsprechend ist man bei Straßen.NRW auch sehr skeptisch, dass aus kooperativen Systemen gewonnene Daten eine Verbesserung der klassischen Linienbeeinflussung ermöglichen. Anhand von kooperativen Systemen ermittelten, qualitativ hochwertigen Reisezeiten Algorithmen zur Netzbeeinflussung zu verbessern, wird allerdings als durchaus möglich betrachtet.

Demgegenüber steht die Einschätzung, dass der größte Mehrwert aus der Einführung kooperativer Systeme für das Verkehrsmanagement in der Verbesserung der Informationsverbreitung liegt. Es wird erwartet, dass mit „virtuellen“ Verkehrsbeeinflussungsanlagen und der Ausnutzung des zusätzlichen Meldeweges an den Verkehrsteilnehmer insbesondere in Gebieten, in denen eine klassische telematische Infrastruktur nicht wirtschaftlich erscheint, ein wesentlicher Beitrag zum Lückenschluss im Verkehrsmanagement geleistet werden kann.

Das Schweizer **Bundesamt für Strassen ASTRA** konnte durch das Forschungsprojekt „Initialprojekt für ein Forschungspaket Kooperative Systeme für Fahrzeug und Straße“ erste Erfahrungen im Bereich kooperative Systeme sammeln. Das Projekt wurde im Juli 2014 gestartet und hat als Ziel die Grundlagen für eine mögliche Einführung von kooperativen Systemen in der Schweiz zu schaffen. Aktuell kam man mit Daten, die innerhalb anderer Forschungsprojekte aus C-ITS gewonnen wurden, nicht in Berührung. Der Mehrwert aus der Einführung kooperativer Systeme liegt, aus Sicht des **ASTRA**, vor allem in der Verbesserung der Qualität von Verkehrsinformationen und einer selektiveren Distribution an die Verkehrsteilnehmer. Grundsätzlich geht man davon aus, dass sich neue und bestehende Methoden zur Verkehrsdetektion ergänzen werden. Langfristig gesehen wird der Wegfall von statischer Infrastruktur als notwendig angesehen.

Die **Straßenverkehrszentrale Baden-Württemberg** hat bisher keine Erfahrungen im Bereich kooperativer Systeme sammeln können. Der Mehrwert aus der Einführung kooperativer Systeme für das Verkehrsmanagement wird vor allem in den Bereichen Sensorik und Verkehrsbeeinflussung gesehen. Im Bereich Sensorik erhofft man sich eine Verdichtung der Verkehrsdatenerfassung, da derzeit das A+S-Netz in Baden-Württemberg über keine flächendeckende Sensorik verfügt. Neben der Übermittlung von fahrzeugspezifischen Informationen erhofft man sich durch den Informationsaustausch mit C-ITS-fähigen Fahrzeugen eine Erweiterung der Datenbasis für weitere verkehrsrelevante Kenngrößen (z.B.: Umfelddaten). Für die Verkehrsbeeinflussung erwartet sich die Straßenverkehrszentrale Baden-Württemberg eine Erweiterung des bestehenden VBA-Netzes an Stellen ohne vorhandene Streckenbeeinflussungsanlagen.

Résumé

Die Betreiber der VLZ im DACH-Raum haben eher eine zurückhaltende bis vorsichtig optimistische Erwartungshaltung an den Mehrwert, welchen kooperative Systeme mit sich

bringen können. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass auf Seiten der Informationsgewinnung die Ergänzung bestehender stationärer Detektion zum Schließen von Erfassungslücken als gewinnbringend angesehen wird. Es ist aber hier zu unterscheiden, ob Daten zugekauft werden oder selbst via R-ITS-S erhoben und aufbereitet werden sollen. Beide Modelle sind vorstellbar. In diesem Zusammenhang wurde angemerkt, dass eine gewisse eigenständige Basisversorgung mit Verkehrsdaten unabdingbar ist, um unabhängig von Automobilindustrie oder Dienstbietern agieren zu können. Der größte Mehrwert wird eindeutig von allen befragten Betreibern in den erweiterten Möglichkeiten der Informationsverbreitung inkl. Steuerungsmaßnahmen und Verbesserung der Informationsqualität gesehen. Hier reichen die Vorstellungen von Ergänzung bis hin zur Substitution von realer VBA durch virtuelle VBA. Diese Erwartungen gründen sich auf einen unterschiedlich großen Erfahrungsschatz im Umgang mit kooperativen Systemen im Rahmen von Forschungsprojekten. Die meisten Betreiber haben noch keine eigene Erfahrung gesammelt. Die ABDS und Hessen Mobil, bilden hier eine Ausnahme. Wobei Hessen Mobil mit der kooperativen Versuchszentrale, welche im Zuge von sim^{TD} aufgebaut wurde, den Vorreiter darstellt. Diese Zentrale soll langfristig mit dem Bestandssystem verschmolzen werden. Andere Betreiber (z.B. ABDS) setzen hier eher auf eine parallele Koexistenz von kooperativer Zentrale und herkömmlicher Zentrale. Bei allen Betreibern, die am Korridorprojekt beteiligt sind, werden entsprechenden Erwartungen an die Realisierung erster dauerhafter kooperativer Anwendungen gesetzt. Aber auch hier ist die Innovationstiefe unterschiedlich stark ausgeprägt. Die deutschen Betreiber setzen ausschließlich auf die Anwendung „Baustellenwarnanhänger“, wohin gegen in Österreich ein weiterer Wurf gewagt wird.

3.3 Priorisierung Anwendungsfälle

Neue Datengrundlagen und Kommunikationswege erlauben es neue Anwendungsfälle zu gestalten bzw. bestehende Anwendungsfälle anzupassen. Basierend auf Informationen der Standardisierungsgremien CEN und ETSI, des CAR-2-CAR Communication Consortiums, eine von der Industrie getriebenen non-profit Organisation der europäischen Automobilhersteller, Zulieferer und Forschungseinrichtungen und der Amsterdam Group, in welcher sich die europäischen Betreiber von Straßen mit Mautinfrastruktur, die nationalen Straßenverwaltungen und europäischen Städte und Regionen als auch das C2C-CC zusammenfinden, um das Thema C-ITS voranzutreiben, wurde eine Liste zur Diskussion stehender Anwendungsfälle erstellt. Die Anwendungsfälle wurden den

Betreibern der VLZ mit der Bitte vorgestellt, diese nach Attraktivität für den eigenen Betrieb der VLZ zu priorisieren aber auch eventuell eigene Anwendungsfälle zu nennen.

Für die **ABDS** stehen die folgenden Anwendungen im Vordergrund:

1. Verbesserte Baustellenwarnung/-information mittels der kooperativen Warnanhänger
2. Lkw-Stellplatzinformation: Die durch ein Bilanzierungsfahren (Anzahl der Zu- und Abfahren von Lkw an den Stellplätzen) ermittelten verfügbaren freien Stellplätze werden den Lkw-Fahrern auf eine von der ABDS zur Verfügung gestellten App mitgeteilt.
3. Kooperative Lichtsignalanlage
4. Strategisches Routing: Übertragung des Inhalts von Anzeigequerschnitten ins Fahrzeug

Weiteren Anwendungen wie Hinderniswarnung, Wetterwarnung, Stauendwarnung, P+R Information, selbstständige Datengewinnung aus Probe Vehicle Data/Extended Floating Car Data wird eine untergeordnete Rolle zugewiesen bzw. werden derzeit nicht verfolgt.

Für **Hessen Mobil** stehen die Baustellenwarnung, Hinderniswarnung, Umleitungsempfehlung als auch die Datengewinnung aus Probe Vehicle Data/Extended Floating Car Data an oberster Stelle. In dieser Reihe ist auch noch die zusätzlich von Hessen Mobil aufgeführte Warnung vor einem Einsatzfahrzeug zu nennen. Weniger bedeutend als die zuerst genannten sieht Hessen Mobil kooperative Anwendungen wie Wetterwarnung, Stauendwarnung, Verbreitung von Lkw-Stellplatzinformation und P+R Informationen. Als eher unbedeutend wird die Übertragung des Inhalts von Anzeigequerschnitten ins Fahrzeug gesehen.

Bei **Straßen.NRW** werden folgende Anwendungsfälle als besonders relevant betrachtet:

1. Erhöhung der Verkehrssicherheit und Verbesserung des Baustellenmanagements mittels der kooperativen Warnanhänger
2. Verbesserung der Netzbeeinflussung/Strategisches Routing sowohl hinsichtlich der Datenbasis als auch der Möglichkeit Umleitungsempfehlungen in das Fahrzeug zu übertragen

3. Stauendwarnungen direkt in das Fahrzeug, Warnung vor Hindernissen direkt im Fahrzeug – die Übertragung der Inhalte von Anzeigequerschnitten wird in diesem Kontext nur als „nice to have“ betrachtet, wichtiger ist die Einführung einer „virtuellen“ VBA unabhängig von bestehender Infrastruktur

Wetterwarnungen werden als wenig relevant erachtet, da hier zum einen die bestehende Sensorik bereits gute Dienste leistet und zum anderen davon ausgegangen wird, dass eine Einbindung der Infrastruktur (über die V2V-Dienste hinaus) für keine Verbesserung sorgt. In Bezug auf weitere Dienste (z.B. Lkw-Stellplatzinformation) sieht man sich nicht als Dienstanbieter sondern stellt nur Daten über den MDM zur Verfügung.

Zusätzliche Datengewinnung via PVD wird aufgrund der bestehenden guten Datenlage im Betrieb als kaum relevant betrachtet. Aus analytischer Sicht, ermöglicht eine Einzelfahrzeugverfolgung anhand von PVD jedoch einen interessanten neuen Anwendungsfall – mit historischen Daten könnte ein Verkehrsmodell mit zuverlässigen Quell-Ziel-Matrizen aufgebaut werden.

Beim **ASTRA** werden die diversen Warnszenarien (Baustelle, Hindernis, Stau, Wetter) und deren Benachrichtigung an die Verkehrsteilnehmer als besonders wichtig eingestuft. Ebenfalls erhält die Datengewinnung via PVD hohe Priorität. Aktuell werden bereits Dienste eingesetzt, die eine Erhöhung der Datengrundlage bieten – beispielsweise Auswertung von Mobilfunkverbindung zur Bildung von Reisezeiten. Als weitere Anwendungsfälle werden die Rampendosierung (Zuflussregelungsanlagen) und die Information zu Wartezeiten bei länger anhaltenden Dosierungen angesehen.

Für die **Straßenverkehrszentrale Baden-Württemberg** stehen die sicherheitsrelevanten Anwendungsfälle (Baustellen-, Hindernis-, Wetter- und Stauendwarnungen) im Vordergrund. Zusätzlich wird die Übermittlung von Geisterfahrerwarnungen als weiterer wichtiger Anwendungsfall genannt. Die Weiterleitung von Probe Vehicle Data an die Verkehrsleitzentrale sowie die Benachrichtigung von Lkw-Fahrer über die Auslastung von Lkw-Stellplätzen wird ebenfalls als relevant eingestuft.

Résumé

Bei den neuen möglichen Anwendungen, welche kooperative Systeme bieten, steht die Baustellenwarnung mittels des kooperativen Baustellenwarnanhängers bei allen

Betreibern an oberster Stelle, gefolgt von Warnung vor Hindernissen und anderen Gefahrenstellen. Dies spiegelt auch das uneingeschränkte Ziel der VLZ-Betreiber, die Erhöhung der Verkehrssicherheit, wider. Verbesserte Information über strategische Routen durch Übertragung ins Fahrzeug belegt auch einen hohen Rang in der Hierarchie der kooperativen Anwendungen. Einen Exoten stellt sicherlich die kooperative Lichtsignalanlage/Ampelphasenassistenz, welche die ABDS als einziger Betreiber intensiv verfolgt, dar. Dies liegt aber in der Tatsache, dass die ABDS auch das südbayerische Bundesstraßennetz mit den entsprechenden lichtsignalisierten Knotenpunkten betreut. Die selbständige Anwendung „Datenerfassung mittels PVD“ spielt eine eher untergeordnete Rolle. Hier bilden das ASTRA, Hessen Mobil und die Straßenverkehrszentrale Baden Württemberg die Ausnahme, wobei Hessen bereits auf eine kooperative Versuchszentrale zurückgreifen kann, welche derzeit im Projekt Converge weiterausgebaut wird.

3.4 Daten aus kooperativen Systemen

Sollen die kooperativen Systeme als erweiterte Datenquelle gesehen werden und sollen gewonnene Informationen für das Verkehrsmanagement genutzt werden, stellt sich die Frage nach dem Inhalt der Information. Die Dateninhalte der entsprechenden kooperativen Nachrichten wurden in erster Linie aus Sicht der Automobilindustrie spezifiziert. Im Vordergrund stehen hauptsächlich Anwendungen, welche sich des Datenaustauschs zwischen den Fahrzeugen bedienen. Daher reichen die Möglichkeiten zur Informationsübertragung von der mit einem Zeitstempel versehenen Position des Fahrzeuges bis hin zum Status der verwendeten Außenbeleuchtung. Die nachfolgenden Zeilen geben einen Eindruck über die Daten, welche Betreiber von Verkehrsleitzentralen als sinnvoll und bereichernd erachten.

Da es für die **ABDS** nicht von Bedeutung ist den Datenumfang in ihrer VLZ durch kooperative gewonnen Daten zu erhöhen, besteht auch keine Meinung zu notwendigen bzw. benötigten Daten.

Im Gegensatz zur ABDS geht **Hessen Mobil** davon aus selbstständig und in eigener Regie Daten, die von Fahrzeugen übertragen werden können, weiterzuverarbeiten. Daten, die die Fahrzeugkinematik im Detail beschreiben oder Informationen zur Außenbeleuchtung spielen im Verständnis von Hessen Mobil eine untergeordnete Rolle. Als wichtig werden aber Information über die Fahrhistorie, Fahrzeugtyp, Geschwindigkeit

und vor allem Positionsmeldungen der Fahrzeuge mit Angabe eines Vertrauensbereichs angesehen. Auf gleiche Stufe werden fahrzeuggenerierte Informationen und Meldungen zu Baustellen, Gefahrgut, Unfällen und sonstigen Gefahrenstellen gestellt.

Auch **Straßen.NRW** misst den aus kooperativen Systemen gewonnenen Daten eher wenig Bedeutung zu. Für das Verkehrsmanagement am relevantesten werden jedoch Baustellenmeldungen, die Fahrhistorie (für den Aufbau eines Verkehrsmodells und ggf. Verbesserung der Netzbeeinflussung), die aktuelle Geschwindigkeit, etwaige Gefahrenmeldungen, aktuelle Positionsdaten und Unfallmeldungen betrachtet. Interessant wäre es jedenfalls gemessene Reisezeiten aus kooperativen Systemen zu erhalten.

Aus Sicht des **ASTRA** sind für das Verkehrsmanagement folgende vom Fahrzeug bereitgestellte Daten von Relevanz:

- Fahrtziel
- Geschwindigkeit
- Positionsdaten (+ Vertrauensbereich)
- Meldungen einer Gefahrenstelle (Stauende, Personen auf der Fahrbahn, etc.)
- Unfallmeldungen

Ebenfalls wird angemerkt, dass durch die Forschung und Entwicklung im Bereich der kooperativen Systeme, weitere Daten, die zurzeit als wenig relevant angesehen werden, an Bedeutung gewinnen könnten.

Die **Straßenverkehrszentrale Baden Württemberg** bewertet, ausgenommen von den Kenngrößen Fahrzeugbreite und –länge, alle von den Fahrzeugen bereitgestellten Daten für die Verwendung im Verkehrsmanagement als relevant.

Résumé

Sollen die kooperativen Systeme als erweiterte Datenquelle gesehen werden und sollen die gewonnenen Informationen für das Verkehrsmanagement genutzt werden, stellt sich die Frage nach dem Inhalt der Information. Dies trifft vor allem für Hessen Mobil zu. Aufgrund der vorhanden kooperativen Versuchszentrale geht Hessen Mobil davon aus, selbstständig fahrzeuggenerierte Daten weiterzuverarbeiten. Dies sind unter anderem Informationen über die Fahrhistorie, Fahrzeugtyp, Geschwindigkeit und vor allem

Positionsmeldungen der Fahrzeuge werden als wichtig erachtet. Auf gleiche Stufe werden fahrzeuggenerierte Informationen und Meldungen zu Baustellen, Gefahrgut, Unfällen und sonstigen Gefahrenstellen gestellt. Straßen.NRW und ASTRA messen dem selbständigen Datengewinn aus kooperativen Systemen etwas weniger Bedeutung bei. Man interessiert sich aber für Fahrhistorie, Geschwindigkeiten und Gefahrenmeldungen. Die ABDS zeigt keinerlei Interesse derartige Daten selbstständig für Verkehrsmanagement zu erheben. Daher besteht auch keine Meinung zu notwendigen bzw. benötigten Daten.

3.5 Anforderungen an Verkehrsleitzentralen

Neben den technischen Möglichkeiten neue Datenquellen zu erschließen und den Verkehrsteilnehmer schneller und direkt zu adressieren, sind auch noch die Fragen nach den Auswirkungen auf den eigentlichen Betrieb der Zentrale zu beantworten, ob eventuell Änderungen in Arbeitsabläufen bzw. beim Einsatz von Mitarbeitern und weiteren Ressourcen. Da die Möglichkeit der direkten Adressierung des Fahrers besteht, ist die Frage zu beleuchten in wie fern diese Anforderungen an bereits vorhanden, konventionell erhobene Daten stellt. Im Zuge der Verwendungen von Daten direkt aus dem Fahrzeug ist zu prüfen, ob eventuell Datenschutzbestimmungen verletzt werden oder andere rechtliche Randbedingungen einzuhalten sind bzw. andere Bedenken gesehen werden.

Die **ABDS** sieht keine neuen Anforderungen auf die VLZ zukommen. Begründet wird diese mit der Aufteilung der Aufgaben in drei Systeme: (1) VLZ für die Verkehrssteuerung, (2) die kooperative Zentrale für die kooperativen Systeme und (3) die VIZ/VIB für die Verkehrsinformation. Des Weiteren werden keine Auswirkungen auf den Betrieb der Verkehrsleitzentrale (in Bezug auf Prozesse, Ressourcen- und Werkzeugeinsatz) gesehen. Die auf der DIWA-Zentrale basierende kooperative Zentrale wird als automatisch laufendes System verstanden. Redakteure, welche jetzt schon für Verkehrsmeldungen zuständig sind, werden den Betrieb übernehmen. Weitere Auswirkungen werden nicht erwartet. Als größtes Risiko werden die Kosten für die potentielle Ausstattung der Straßen mit R-ITS-S gesehen. Das Problem des Datenschutzes spielt daher auch eine eher untergeordnete Rolle.

Durch die Beteiligung an zahlreichen Forschungsprojekten im Bereich der kooperativen Systeme im Rahmen einer langfristigen Entwicklungsstrategie ist **Hessen Mobil** bereits mit Systemen (sim^{TD}-Versuchszentrale) zur Verarbeitung fahrzeugseitig generierten Daten

ausgerüstet. Sie sind heute noch vom operativen Kernsystem der Verkehrsrechnerzentrale separiert, können jedoch für einen Regelbetrieb im Kernsystem integriert und aktiviert werden. Durch die starke Vergrößerung der Datenmenge sieht man in Hessen erhöhte Anforderungen an Hard- und Software auf sich zukommen. Anforderungen in Bezug auf erhöhten Personaleinsatz spielen eine untergeordnete Rolle. Weiterhin erkennt Hessen Mobil die Gewährleistung des Datenschutzes und der Datensicherheit als ein wesentliches Thema bei der Einführung. Die IT-Systeme müssen sicher gegenüber potenziellen Angriffen von außen sein, um die Manipulation der steuerungsrelevanten Daten im Fahrzeug und der Verkehrszentrale zu verhindern. Zudem muss die Privatsphäre der Verkehrsteilnehmer unbedingt gewahrt werden. Probleme könnte auch die zunehmende Abhängigkeit der Erfassungssysteme von Dritten (bspw. der Automobilindustrie) verursachen. Sollten Dienste durch die Privatwirtschaft eingestellt werden, darf die Grundlage des Verkehrsmanagements dadurch nicht gefährdet sein.

Straßen.NRW sieht nur in Bezug auf die Pflege von Baustellendaten neue Anforderungen an das Verkehrsmanagement – diese müssen mit höherer Qualität als bisher versorgt werden. Hinsichtlich der erwarteten Auswirkungen auf die VLZ und ihren Betrieb, erwartet man höhere Anforderungen an die Verfügbarkeit des Systems (da mehr Außenwirkung) und dadurch auch potentiell aufwändigere Wartung. Mit der Einführung kooperativer Systeme werden im Kontext des Verkehrsmanagements keine besonderen Risiken erwartet – die absehbaren Chancen stehen im Vordergrund, wie etwa die Innovation zu nutzen, um neue Qualitätsstandards im Verkehrsmanagement zu etablieren.

Das **ASTRA** sieht insbesondere die genaue Verortung der detektierten Informationen als neue Anforderung an das Verkehrsmanagement. Als weitere Anforderung wird der durch kooperative Systeme verursachte Anstieg der genutzten Daten angesehen. Die Auswirkungen in Bezug auf Prozesse, Ressourcen- und Werkzeugeinsatz können, laut ASTRA; erst nach Klärung der genauen Umsetzung analysiert werden. Das größte Risiko bei der Einführung von kooperativen Systemen wird im Bereich des Datenschutzes gesehen. Die Kernfrage, die an die Politik zu stellen ist, ob im Sinne einer effizienteren Mobilität der Datenschutz aufgeweicht werden darf. Des Weiteren muss geklärt werden, wie mit diesen Daten umgegangen wird – das bedeutet es müssen die Fragen, wem gehören sie, wie werden sie weitergegeben und wer darf sie benutzen, geklärt werden. Ebenfalls muss die Haftpflicht ausgewogen auf alle Beteiligten (Fahrer, Dienstleister, Hersteller) verteilt werden und die Verbindlichkeit von Meldungen geklärt werden. Ohne

die Lösung dieser Probleme wird eine Weiterentwicklung von kooperativen Systemen vom Pilotstatus zum operativen Einsatz als nicht möglich angesehen.

Die **Straßenverkehrszentrale Baden Württemberg** betrachtet die genaue Ortsreferenzierung im Straßennetz als große Herausforderung für das Verkehrsmanagement. Des Weiteren wird die Verarbeitung von sich bewegenden Objekten als weitere Anforderung angesehen, da dieses zurzeit in dem eingesetzten NERZ-Basissystem nicht möglich ist. Der durch die Einführung von kooperativen Systemen verursachte Anstieg von Informationen könnte laut Straßenverkehrszentrale Baden Württemberg aus jetziger Sicht von bestehenden Systemen nicht verarbeitet werden. Die zur Verarbeitung notwendigen Ressourcen und Prozesse können zu diesem Zeitpunkt nicht bewertet werden. Die Risiken bei der Einführung von kooperativen Systemen werden in den Bereichen des Datenschutzes und der IT-Sicherheit gesehen. Der Schutz vor unbefugtem Zugriff auf die Systeme wird im Gegensatz zum Datenschutz als kritischer betrachtet, da laut Baden Württemberg, die Möglichkeiten zur Anonymisierung der Einzelfahrzeuginformationen bereits gegeben sind.

Résumé

Die Auswirkungen auf den eigentlichen Betrieb der Zentrale durch die Einführung von kooperativen Systemen werden durchaus unterschiedlich wahrgenommen. So sieht man in Bayern keine neuen Anforderungen auf die VLZ zukommen, da diese als unabhängig von der kooperativen Zentrale angesehen wird. Man sieht eher ein Kostenproblem bei einer eventuellen Ausstattung des Straßenraumes mit den notwendigen R-ITS-S. Als zukünftige Herausforderungen werden von den anderen Betreibern folgende Themen angesehen:

- der Datenschutz und der Schutz der Privatsphäre der Verkehrsteilnehmer,
- Rechtsfragen in Bezug auf Eigentum und weitere Nutzung der erhobenen Daten,
- Erhöhung des Pflegeaufwandes und dadurch erhöhter Personalbedarf, da ein kooperatives System durch das direkte Adressieren vieler Verkehrsteilnehmer eine höher Außenwirkung hat,
- die Notwendigkeit einer präziseren Verortung und Geokodierung der zu verteilenden Informationen mit den damit einher gehenden technischen Anforderungen,

- hohe Anforderungen an Soft- und Hardware durch das steigende Datenaufkommen bei einer selbstständigen Verarbeitung der Daten (wie dies in Hessen angedacht ist).

3.6 Systemarchitektur und Abgrenzung

Einen weiteren Hinweis auf die erwarteten Auswirkungen der Einführung kooperativer Systeme auf das Verkehrsmanagement liefert die Diskussion über die Einordnung kooperativer Systeme in die Systemarchitektur der bestehenden Zentralentechnik. Die Bandbreite möglicher Architekturansätze reicht von der tiefen Integration kooperativer Systeme in die Zentralentechnik des Verkehrsmanagement als natürliche Erweiterung der bestehenden Sensorik/Aktorik, über die enge Kopplung eines in sich abgeschlossenen kooperativen Systems bis hin zur vollkommenen Separierung der Systemlandschaften. Ein wichtiger Aspekt dieser Betrachtungsweise ist die funktionale Abgrenzung zwischen Komponenten kooperativer Systeme (im Folgenden an die C-ITS-Stations der ETSI Rahmenarchitektur angelehnt) und Komponenten der Zentralentechnik des Verkehrsmanagement.

Das Zusammenspiel der in der Systemlandschaft der **ABDS** folgt einer dreigeteilten Architektur:

- Die VLZ ist zuständig für die Verkehrssteuerung
- Die kooperative Zentrale bedient die kooperativen Systeme
- Die Verkehrsinformationsagentur Bayern (VIB) ist für die Verbreitung der Verkehrsinformationen verantwortlich

Die kooperative Zentrale stellt das Bindeglied zwischen Verkehrssteuerung und Verkehrsinformation dar. Eine Änderung an den bestehenden Systemen ist somit nicht gegeben. Nachfolgende Abbildung stellt dieses Systemverständnis als einfache Übersicht dar. Die VLZ ist in dieser Abbildung als Datenlieferant zu verstehen.

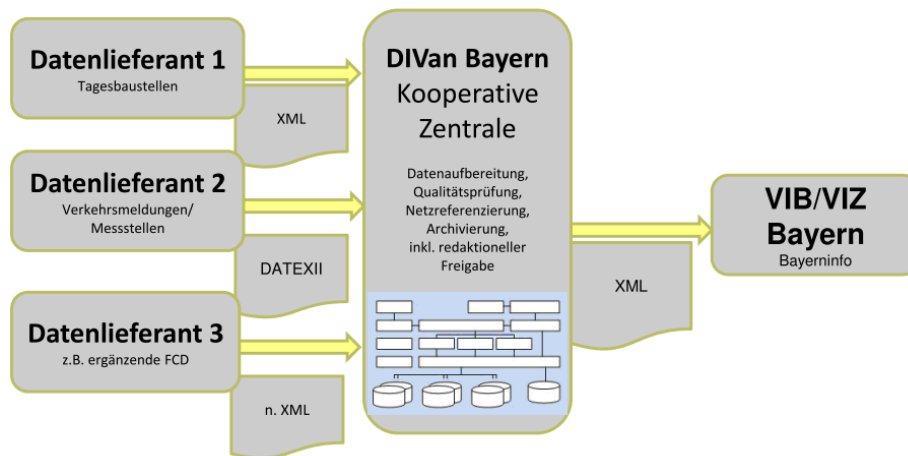


Abbildung 1 – Systemlandschaft ADBS (Quelle: ABDS)

Ein wichtiger Punkt in diesem Kontext stellt die Gewinnung der Verkehrslage dar. INRIX liefert hierfür FCD. Diese Daten dienen zur Auffüllung von nicht detektierten Bereichen oder Bereichen in denen Detektion ausgefallen ist. Somit kann ein flächendeckendes Verkehrslagebild gewonnen werden, welches an die VIB weitergegeben wird bzw. zur Steuerung der NBA genutzt wird. Für die Steuerung der SBA im Sinne MARZ werden diese Daten aber nicht eingesetzt. Da mit dem Zukauf von FCD gute Erfahrung gemacht wird und die Ausstattung der Straße mit R-ITS-S als große finanzielle Belastung gesehen wird, ist eine Ausstattung mit R-ITS-S seitens des bayerischen Innenministeriums nicht vorgesehen.

Die ABDS steht einer Unterstützung der Standardisierung der Schnittstelle zwischen C-ITS Infrastrukturkomponenten und Komponenten der VLZ bzw. im Falle der ABDS kooperativen Zentrale offen gegenüber. Man setzt in dieser Sache stark auf Ergebnisse aus dem Korridorprojekt. Derzeit werden noch überwiegend proprietärere Schnittstellen eingesetzt. Favorisiert wird die Verwendung von DATEX2 zur Datenübertragung zwischen VLZ und kooperativer Zentrale. Bei der Übertragung von Daten von der kooperativen Zentrale nach außen wird vom proprietären oder auch DATEX2- Schnittstelle z.B. zum MDM hin ausgegangen.

In die VRZ von **Hessen Mobil** ist der kooperative Systempart (sim^{TD}-Versuchszentrale) noch nicht physisch eingegliedert. Dies ist aber angestrebt. Laut Hessen Mobil müssen die Daten der C-ITS Infrastruktur auf jeden Fall gemeinsam mit den ‚klassischen‘ Daten in den Verkehrsmodellen betrachtet werden, die Daten der Zentrale können darüber hinaus

auch wieder zurückfließen (Beispiel: virtuelle VBA). Zu beachten ist ebenfalls, dass eine Verkehrsrechnerzentrale Analysen und Steuerungen in Echtzeit durchführt. Es ist sicherzustellen, dass keine Latenzen auftreten, z.B. durch Sammeln und zusätzlicher Übertragung der Daten, die die Qualität der Datenverarbeitung gemäß den Anforderungen aus dem Verkehrsmanagement beeinträchtigen. Die Frage nach dem Format (z. B. TLS) ist für Hessen Mobil sekundär, wenn man von einer Service-Orientierten-Systemarchitektur ausgeht. Dienste liefern Daten und erhalten Daten, unabhängig vom Format. Bei einer Service-Orientierten-Systemarchitektur werden neue Funktionalitäten über eine standardisierte IT-Schnittstelle in die Verkehrsrechnerzentrale integriert. Dies ist auch bei C-ITS Infrastrukturkomponenten der Fall, die wie andere Funktionalitäten auch ein Service der gesamten Systemarchitektur darstellt. Die Frage nach dem Format, welches für den Datenaustausch zwischen C-ITS Komponenten und Verkehrsleitzentrale verwendet werden soll, kann laut Hessen Mobil aus heutiger Sicht noch nicht abschließend beantwortet werden.

Bei **Straßen.NRW** wird das Thema Systemarchitektur aus unterschiedlichen Perspektiven betrachtet. Einerseits verfolgt man die Strategie im Rahmen des Korridorprojekts Wien-Rotterdam die ERZ-Software um kooperative Funktionen im Sinne einer Central-ITS-Station zu erweitern. Diese Erweiterung erfolgt nach dem Architekturansatz kooperative Systeme so weit wie möglich mit Datenmodellen und Schnittstellen der bestehenden Infrastruktur zu harmonisieren, um einen möglichst großen Wiederverwendungswert in der ERZ-Software zu erzielen. In diesem Kontext ist man sich allerdings auch bewusst, dass eine TLS-basierende Integration derzeit unwahrscheinlich ist und man wohl zuerst prototypisch und ohne standardisierte Schnittstellen vorgehen muss.

Der zweite zu berücksichtigende Aspekt ist die Integration kooperativer Systeme in die bestehende Systemlandschaft. Die ERZ-Architektur erlaubt es mehrere Zentralen über die (lose) Kopplung ihrer Datenverteiler miteinander zu verknüpfen. Dies ermöglicht wiederum die Nutzung der neuen Funktionalitäten kooperativer Systeme im Verkehrsmanagement (als externes System) bei gleichzeitiger Sicherstellung des Betriebs der klassischen Verkehrsleitzentrale. Anhand dieses Ansatzes können kooperative Funktionalitäten Zug um Zug bzw. nach Bedarf in das Kernsystem der VLZ integriert werden.

Straßen.NRW ist an einer Standardisierung der Schnittstellen zwischen kooperativem System und der klassischen Zentralentechnik interessiert und erwartet, dass das

Korridorprojekt Wien-Rotterdam diesbezüglich einen wesentlichen Beitrag leisten wird. Straßen.NRW vertritt in diesem Zusammenhang die Mitglieder des NERZ-Vereins und erachtet die Erstanwender als treibende Kraft bei der Standardisierung.

Das **Bundesamt für Straßen ASTRA** nutzt die Softwarearchitektur SA-CH zur Bedienung, Kontrolle und Steuerung der Verkehrsbeeinflussungsanlagen in der Schweiz. Diese Plattform verfolgt einen zentralisierten Ansatz, welche den Aufwand für die Bereitstellung einer Schnittstelle zu einem externen System gering hält. Ob die C-ITS Infrastruktur als Teil des bestehenden oder als externes System angesehen wird, ist laut ASTRA, stark von der Ausprägung und Organisation von C-ITS abhängig. Bei der Vernetzung von C-ITS Infrastrukturkomponenten und Komponenten bestehender Verkehrsleitzentralen wird von der Notwendigkeit eines offenen Standards ausgegangen.

Die **Straßenverkehrszentrale Baden Württemberg** sieht die C-ITS-Infrastruktur als neuartiger Teil von Sensoren und Aktoren, welche in die vorhandene Verkehrsmanagementinfrastruktur integriert werden. Eine Standardisierung wird auf allen Ebenen der Kommunikation als zwingend notwendig betrachtet. Dieser Standpunkt wird auch durch die Beteiligung im Rahmen des Korridorprojekts verfolgt.

Résumé

Die Integration von kooperativen Systemen in bestehende Systemarchitekturen der Zentraltechnik wird durchaus unterschiedlich wahrgenommen. Bei ABDS sieht man kooperative Systeme als eigenständiges Bindeglied zwischen Verkehrssteuerung und Verkehrsinformation an. Eine Änderung an bestehenden Systemen wäre somit nicht notwendig. In Hessen ist es angedacht, die durch sim^{TD} entwickelte kooperative Versuchszentrale physisch in das bestehende System zu integrieren. Bei Straßen.NRW und in Baden-Württemberg wird das Ziel verfolgt im Rahmen des C-ITS Korridors Datenmodelle und Schnittstellen aus der bestehenden ERZ-Architektur mit denen aus kooperativen Systemen zu harmonisieren und die ERZ-Zentrale als Central-ITS-Station zu etablieren. Eine schrittweise Integration in das VLZ-Kernsystem wird hier in Betracht gezogen werden. Beim ASTRA wird bei diesem Thema auf die starke Abhängigkeit der Ausprägung und Organisation von C-ITS verwiesen. Alle VLZ-Betreiber befürworteten eine offene Standardisierung einer Schnittstelle zwischen der klassischen Zentraltechnik und kooperativen Systemen.

3.7 Technische Herausforderungen

Die technischen Herausforderungen an die Zentralentechnik des Verkehrsmanagements sind abhängig von der Integrationstiefe mit den jeweiligen C-ITS Komponenten sowie der funktionalen Abgrenzung zwischen Verkehrsmanagement und kooperativem System. Je tiefer die Integration und je mehr Funktionen, die bisher der C-ITS Architektur zuzuordnen sind, im Kontext des Verkehrsmanagement realisiert werden, desto größer die Herausforderungen. Hervorzuheben sind hier die Ortsreferenzierung mobiler C-ITS Stations (i.W. Einzelfahrzeuge) und die Datenhaltung/Datenverteilung bzw. Aggregation von Daten. Fachliche Herausforderungen werden in den nächsten Abschnitten behandelt.

Die **ABDS** geht auf Grund des dreiteiligen Architekturansatzes davon aus, dass die Einführung kooperativer Systeme keine wesentliche Auswirkung auf den grundlegenden Architekturansatz des Verkehrsmanagementsystems hat, da der dreiteilige Architekturansatz die Teilsysteme einzeln vorhält und nicht integriert. Auch wird einer potentiellen hohen Datenmenge, die kooperative Systeme erzeugen, gelassen gegenübergestellt, da die Verarbeitung von FCD/PVD oder die Aggregation von CAM nicht vorgesehen ist. Die derzeitige kooperative Zentrale bietet noch keine Schnittstellen, um mit fahrzeugbezogenen Daten umzugehen, diese wird aber im Rahmen des Korridorprojektes umgesetzt werden. Die VLZ muss eine derartige Funktionalität wegen der dreiteiligen Architektur nicht aufweisen. Die wichtige Funktion der Georeferenzierung ist derzeit schon in der DIWA-Zentrale vorhanden und wird in der kooperativen Zentrale weiterhin zum Einsatz kommen. Die Grenzen der Leistungsfähigkeit in Bezug auf die Menge der zu verarbeiteten Daten sind derzeit nicht bekannt.

Hessen Mobil sieht sehr starke Auswirkungen durch Einführung kooperativer Systeme auf den grundlegenden Architekturansatz des Verkehrsmanagementsystems. Der Grund liegt in der Vergrößerung der Datenmengen und dadurch erhöhte Anforderungen an Hard- und Software (Loadbalancing und Skalierbarkeit). Darüber hinaus muss eine flexible Georeferenzierung durch z.B. Map-matching ermöglicht werden. Des Weiteren sollten Verkehrsanalyse- bzw. -berechnungen einen neuen Ansatz verfolgen, der lokal erfasste Daten und fahrzeuggeneriert Daten in des Berechnungen miteinbezieht.

Derzeit verwendet Hessen Mobil zur Datenhaltung eine Relational Database Management System (RDBMS) basierend auf PostgreSQL. Für den reinen Austausch von großen, zyklischen Datenmengen, wie sie bei der Erfassung von stationären Daten anfallen,

erfolgt die Datenverteilung über H/B GeoDyn2. Ansonsten sind die Schnittstellen als Webservice-Schnittstellen über einen Enterprise Service Bus (ESB) in einer Service Orientierten Architektur implementiert. Dem Bundesministerium liegt ein Schreiben vor, in dem dokumentiert und begründet wird, warum eine Service-Orientierte-Architektur notwendig ist und deshalb von Hessen anstelle von ERZ angestrebt wird. Über einen ESB werden dann die Dienste orchestriert.

Die kooperative Zentrale (sim^{TD}-Versuchszentrale) ist ein modulares System, das über mehrere Rechner verteilt werden kann. Die hybride Architektur von Services und hochperformanter Datenverteilung schafft einerseits einen sehr hohen Datendurchsatz über die Datenverteilung, erlaubt es aber auch, kritische Services wie den Map-Matching Service zur Lastverteilung mehrfach auf unterschiedlichen Rechnern zu starten. Auch ist die kooperative Zentrale innerhalb der Verkehrsrechnerzentrale Hessen in der Lage Meldungen, wie Cooperative Awareness Message (CAM), Decentralized Environmental Notification Message (DENM), Probe Vehicle Data (PVD) zu übernehmen.

Auch die Thematik der Georeferenzierung von Objekten in verschiedenen Bezugssystemen ist in Hessen entsprechend adressiert. Sowohl die Regelbetriebskomponenten der Verkehrsrechnerzentrale Hessen als auch die kooperative Verkehrsrechnerzentrale bieten Services zum Umrechnen verschiedener Referenzsysteme in einander (Alert-C, Stationierung, Link-Ids und Offsets) und zur Abbildung dieser auf die Kartengrundlage. Die kooperative Verkehrsrechnerzentrale bietet zusätzlich noch die Möglichkeit des On-the-fly Map Matchings. Dieser Service ist dafür ausgelegt, einfach und automatisch häufige Kartenupdates zu ermöglichen.

Es kann somit gesagt werden, dass eine Vielzahl an Herausforderung und neuen Aufgaben, die die Einführung von kooperativen System mit sich bringen in der kooperativen Zentrale von Hessen Mobil bereits erfolgreich adressiert wurden.

Bei **Straßen.NRW** geht man davon aus, dass an der ERZ-Architektur durch die Einführung kooperativer Systeme keine wesentlichen Änderungen notwendig sein werden. Die ERZ-Architektur deckt als Baukastensystem die meisten Grundfunktionen (z.B. Datenhaltung, Datenverteilung, ...) bereits ab. Man geht klarerweise davon aus, dass neue Bausteine für den Baukasten entwickelt werden müssen, das Baukastensystem an sich aber erhalten bleibt. Die Architektur ist auch auf die erwartete

Datenmenge ausgelegt, wobei die Annahme getroffen wird, dass von der Central ITS-Station keine Einzelfahrzeugdaten verarbeitet werden müssen bzw. diese bereits auf Ebene der Roadside-ITS-Station aggregiert werden. Entsprechende Erweiterungen an der ERZ-Software (z.B. neue Schnittstellen, Teilmodelle) wurden noch nicht durchgeführt, auf Basis des Zeitplanes des Korridorprojekts muss der Prototyp allerdings bis 2016 realisiert werden. Zentrale Services, die in diesem Zusammenhang mit Sicherheit realisiert werden müssen, sind „Map Matching“-Dienste und die Möglichkeit mit mobilen statt nur stationären Verkehrsdatenerfassungssystemen zu arbeiten.

Beim **ASTRA** wird der potentielle Datenanstieg durch den Einsatz von kooperativen Systemen als nicht kritisch angesehen, da aktuell bereits bei der Verarbeitung, Speicherung und Kommunikation hochskalierbare Speicher- und Kommunikationstechnologien zum Einsatz kommen. Ebenfalls sind Schnittstellen für weitere Systeme vorgesehen.

Derzeit wird in **Baden Württemberg** davon ausgegangen, dass ein großer Umbau an der derzeit eingesetzten ERZ-Architektur notwendig ist, um kooperative Systeme integrieren zu können. In diesem Zusammenhang wird davon ausgegangen, dass die Übertragung von Einzelfahrzeugdaten aufgrund der zurzeit eingesetzten Hardware (Server, Festplatten, etc.) nur in aggregierter Form möglich ist.

Résumé

Die technischen Herausforderungen in Bezug auf die Einführung von kooperativen Systemen werden von den VLZ-Betreibern sehr ähnlich wahrgenommen. Unterschiede ergeben sich meist nur aus der Einschätzung, welche Aufgaben die C-ITS Infrastruktur übernimmt und welche Rolle die Verkehrsleitzentrale dabei zu spielen hat. Das betrifft insbesondere die Themen Datenhaltung und –aggregation sowie Georeferenzierung („map matching“). In Bayern wird aufgrund des dreiteiligen Architekturansatzes und der Betrachtungsweise als externes System von keinen wesentlichen Auswirkungen auf den grundlegenden Architekturansatz des Verkehrsmanagementsystems ausgegangen. Der potentielle Datenanstieg wird ebenfalls als nicht kritisch angesehen, da die Verarbeitung von Daten aus PVD und CAMs nicht vorgesehen ist. Bei Straßen.NRW werden die Herausforderungen ähnlich eingeschränkt eingeschätzt, was durch das Baukastensystem der ERZ-Architektur begründet wird. Diese bietet bereits eine Vielzahl an wiederverwendbaren Grundfunktionen, wobei eine Erweiterung als notwendig angesehen

wird. Derzeit wird davon ausgegangen dass die eingesetzte Architektur mit dem Anstieg der Datenmenge umgehen kann, wobei die Annahme getroffen wird, dass keine Einzelfahrzeugdaten direkt verarbeitet werden müssen, sondern dies in der zu Grunde liegenden C-ITS Infrastruktur abgedeckt ist. Beim ASTRA wird aufgrund der hochskalierbaren Architektur der potentielle Datenanstieg generell als nicht kritisch angesehen. Im Gegensatz dazu werden in Hessen die steigende Datenmenge und die dadurch resultierenden Anforderungen an Hard- und Software als kritisch betrachtet. Darüber hinaus wird eine flexiblere Georeferenzierung als notwendig angesehen. Im Gegensatz zu Straßen.NRW wird in Baden Württemberg eine größere Umstrukturierung der eingesetzten ERZ-Architektur als notwendig angesehen.

3.8 Ausgewählte Themen des Verkehrsmanagements

3.8.1 Ermittlung Verkehrslage/Verkehrssituation

Mit der Einführung kooperativer Systeme eröffnet sich aus dem Blickwinkel des Verkehrsmanagement das Potenzial auf fein aufgelöste, qualitativ hochwertige Einzelfahrzeugdaten zuzugreifen. Diese zusätzliche Sensorik könnte bestehende Verkehrsdatenerfassungssysteme ergänzen, wenn in bestimmten Bereichen nicht sogar vollständig ablösen. Dabei stehen diese Daten auch in direkter Konkurrenz mit am Markt erhältlichen Anbietern von Floating Car Daten (FCD). Im Zuge der Befragung wurde analysiert, ob sich der angedeutete Mehrwert aus Sicht der VLZ-Betreiber unter welchen Voraussetzungen einstellen wird und ob dafür Änderungen an der Ermittlung der Verkehrslage in der gegenwärtigen Zentralentechnik absehbar sind.

In der VLZ der **ABDS** sind derzeit etwa 40% des zu betreuenden Straßennetzes mit Induktionsschleifen und Radarüberkopf versehen. Diese Daten werden in der VIB mit ASDA/FOTO weiterverarbeitet und ein LOS ermittelt. INRIX liefert FCD, welche zur Auffüllung von nicht detektierten Bereichen oder Bereichen in denen Detektion ausgefallen ist, dienen. Die zugekauften FCD dienen zur Ergänzung des Verkehrslagebildes, welches durch Detektion und ASDA/FOTO erzeugt wird. Eine Überlagerung bzw. Integration von FCD mit Detektion und ASDA/FOTO ist nicht implementiert. Daraus ist abzuleiten, dass das Verkehrslagebild auf unterschiedlichen Verfahren bzw. Datengrundlagen basiert. Mit diesem Vorgehen ist man in der ABDS zufrieden und erwartet auch keine weiteren Zugewinne an dieser Stelle durch die

Einführung von kooperativen Systemen. Dementsprechend sind auch keine weiteren Softwaremodule geplant, welche Daten aus kooperativen Systemen in die Generierung eines Verkehrslagebildes mit einbeziehen. Diese von INRIX erworbenen Daten sind bereits aufbereitet und aggregiert, es handelt sich nicht um Einzelfahrzeugdaten. Daher liegen in der VLZ auch keine Algorithmen vor, die Einzelfahrzeugdaten weiterverarbeiten können. Die zugekauften FCD werden von der Salzburger Firma TraffiCon - Traffic Consultants GmbH stichpunktartig mit den Detektordaten verglichen.

Hessen Mobil nutzt zur Ermittlung der Verkehrslage und Stauererkennung Verfahren nach MARZ, Staula und ASDA/FOTO. Im Zuge von sim^{TD} wurden in der kooperativen Zentrale fahrzeuggenerierte Daten in ASDA/FOTO integriert. Des Weiteren werden Bluetooth und aggregierte Einzelfahrzeugdaten von Navigationsdiensteanbietern genutzt, diese sind aber nicht mehr Einzelfahrzeugdaten, wenn sie in der Verkehrsrechnerzentrale ankommen. In der kooperativen Verkehrszentrale wird eine Verkehrslage auf Basis fusionierter Daten ermittelt. Hierdurch erzielt Hessen Mobil insbesondere in Bereichen, die nicht stationär erfasst werden, oder temporär z.B. wegen baulicher Maßnahmen nicht erfasst werden können, eine Abdeckung mit Daten, die Lücken schließen können, welche von stationären Detektoren zwangsweise offengelassen werden. Hessen Mobil erhofft sich durch die Verbesserung der Verkehrslage im Zuge kooperativer Anwendungen eine Verbesserung der Grundlagen für das allgemeine Verkehrsmanagement. Des Weiteren stellt Hessen Mobil aber klar, dass eine hierauf basierende exklusive Bereitstellung von Mehrwertdiensten nicht dem gesetzlichen Auftrag des Straßenbetreibers entspricht und dies bleibt daher privaten Diensteanbietern vorbehalten.

Straßen.NRW arbeitet zurzeit hauptsächlich mit klassischer Ermittlung der Verkehrslage nach MARZ (mit Erweiterungen in der ERZ-Software). Auf Basis dieser Daten wird eine Stauererkennung anhand zellulärer Automaten durchgeführt. Einzelfahrzeugdaten kommen noch nicht zur Anwendung. Im Hinblick auf die Vervollständigung der Verkehrslage durch die Einführung kooperativer Systeme erwartet man sich keine Ablöse der stationären Sensorik, sondern eine Möglichkeit zur Vervollständigung und Plausibilisierung der bestehenden Datenquellen. Hinsichtlich des nachgeordneten Netzes (auf dem bisher wenig bis keine Erfassung erfolgt), wird allerdings sehr wohl von einer Verbesserung ausgegangen. Aus dem Anwendungsfall „Sperranhänger“ erwartet man sich darüber hinaus einer Vervollständigung und Qualitätssteigerung der Baustelleninformationen.

Zur Ermittlung der Verkehrslage nutzt das **ASTRA** verschiedene Algorithmen, die auf dem Fundamentaldiagramm basieren. Einzelfahrzeugdaten werden in einem externen System bearbeitet, als Nutzdaten in das Kernsystem importiert und mit stationären Sensordaten fusioniert. Bei der Einführung von kooperativen Systemen wird davon ausgegangen, dass diese, auf lange Sicht gesehen, klassische Infrastrukturkomponenten ablösen.

In **Baden Württemberg** werden zurzeit die Standard-NEZ-Module (MARZ + RDS) zur Erfassung der Verkehrslage eingesetzt. Einzelfahrzeugdaten werden bisher nicht verarbeitet. In Hinblick auf die Vervollständigung der Verkehrslage erwartet man sich durch den Einsatz von kooperativen Systemen eine Verdichtung des Sensornetzes, insbesondere in Gebieten mit kritischer Verkehrslage.

Résumé

Der Einfluss von kooperativen Systemen auf die Ermittlung der Verkehrslage beziehungsweise der Verkehrssituation wird von den VLZ-Betreibern sehr unterschiedlich gesehen. Straßen.NRW und die ABDS nehmen an, dass kooperative Systeme wenig bis keinen Mehrwert für die Generierung der Verkehrslage bewirken, da hier entweder bereits ausreichend Sensorik vorhanden ist oder entsprechende Daten am Markt zugekauft werden können – eine Ablöse der klassischen stationären Sensorik wird daher als unrealistisch eingeschätzt. Ein anderer Ansatz wird beispielsweise in Hessen verfolgt. Hier werden Daten aus kooperativen Systemen mit Daten aus klassischen Verfahren fusioniert. Dabei erhofft man sich eine von kommerziellen Anbietern unabhängige Verbesserung der Verkehrslage, besonders in Gebieten wo keine flächendeckende Sensorik vorhanden ist. Beim ASTRA wird sogar davon ausgegangen, dass kooperative Systeme in der Zukunft die statische Sensorik komplett ablösen können.

3.8.2 Ereignisdetektion

Über die reine Ermittlung der Verkehrslage hinaus nimmt auch die Detektion verkehrlich relevanter Ereignisse am Straßennetz (z.B. verlorenes Ladegut, Unfall) einen immer wichtigeren Stellenwert ein. Bisherige Ansätze zur Ereignisdetektion sind weitgehend videobasiert und spezialisiert auf bestimmte Anwendungsfälle (z.B. Tunnel). Im Rahmen der Befragung wurde analysiert, ob aus Sicht der VLZ-Betreiber Bedarf an großflächigerer Ereignisdetektion mit kooperativen Systemen besteht, bei welchen bestehenden

Anwendungsfällen der Einsatz von Einzelfahrzeugen als „Ereignisdetektoren“ eine Verbesserung darstellen könnte und ob auch erweiterte Anwendungsfälle denkbar sind.

Die verbesserte Ereignisdetektion auf Basis von durch kooperativen Systemen gewonnen Daten stehen bei der **ABDS** derzeit nicht im Fokus. Es wird aber nicht ausgeschlossen, dass dieses Thema in Zukunft in den Betrachtungshorizont rücken könnte. Derzeit nimmt man in dieser Frage eine eher abwartende Position ein. Bei der temporären Seitenstreifenfreigabe nimmt die Ereignisdetektion, sprich das Prüfen und die Kontrolle, ob der Seitenstreifen frei von Hindernissen ist, einen sehr wichtigen Stellenwert ein. Derzeit übernimmt diese Aufgabe ein Operator, der permanent die Videoaufnahmen von den entsprechenden Seitenstreifen prüft. Es wird im jetzigen Betrieb völlig auf Automation verzichtet.

Innerhalb der kooperativen Zentrale von **Hessen Mobil** gewährleistet die Erfassung der ereignisbasiert versendeten Fahrzeugmeldungen DENM eine online-Ereigniserfassung im Straßennetz. Voraussetzung dafür ist eine Empfangseinrichtung (Roadside-ITS-Station) in der Empfangsreichweite. Dabei ist zu beachten, dass Ereignismeldungen durch andere C-ITS-fähige Fahrzeuge bis zu 5 km weit weitergeleitet werden.

Bei **Straßen.NRW** erfolgt zurzeit keine automatische Ereignisdetektion. Die Möglichkeiten, die kooperative Systeme diesbezüglich bieten, werden insbesondere für die Detektion von Stauereignissen (Stauanfang, Stauende), Falschfahren/Geisterfahren und die Seitenstreifenfreigabe als interessant eingestuft. Konkrete Überlegungen dazu gibt es bis dato noch nicht. Sicherheitsrelevante Ereignisse (z.B. Unfall) wären aus Sicht von Straßen.NRW vor allem für die Polizei relevant.

Beim **ASTRA** werden zurzeit verkehrliche Ereignisse vorwiegend mittels Verkehrsdatensensoren sowie durch Mobilfunkdaten detektiert, wobei in gewissen Situationen eine Verbesserung der Detektionsqualität angestrebt wird. Durch die Einführung von kooperativen Systemen wird eine Verbesserung der Ereignisdetektion erwartet, die zu einer zeitlich und örtlich genaueren Umsetzung von Verkehrsmanagementmaßnahmen führen kann.

In **Baden Württemberg** findet derzeit eine automatische Staudetektion statt. Die dadurch erhaltenen Ergebnisse werden als sehr gut eingestuft. Darüber hinaus wird keine weitere automatische Detektion eingesetzt. Durch den Einsatz von kooperativen Systemen wird eine Detektion von Gefahrenstellen, Unfällen und Geisterfahrern erwartet.

Résumé

Alle befragten VLZ-Betreiber außer der ABDS ordnen der Ereignisdetektion durch kooperative Systeme einen hohen Stellenwert zu. Es ist festzustellen, dass unter Ereignis zu nächst meist das Stauereignis verstanden wurde und nicht Ereignisse, die eventuell zu einem Stau führen können oder sonstige Gefahren beinhalten. Weitere bedeutende Ereignisse wurden vor allem im Hinblick auf die Stau- und Hindernisdetektion der Falschfahrer und die Seitenstreifenfreigabe erwähnt. Darüberhinausgehende sicherheitsrelevante Ereignisse werden bis auf Hessen Mobil, die alle verfügbaren DENM Fahrzeugmeldungen erfassen und auswerten möchten, noch nicht betrachtet, aber als durchaus interessant eingeschätzt. Konkrete Anwendungsfälle des Verkehrsmanagements sind darüber hinaus derzeit noch nicht im Fokus der Betreiber – man wartet auf Art und Umfang der zukünftig detektierbaren Ereignisse.

3.8.3 Verkehrsbeeinflussung

Die Verkehrsbeeinflussung ist eine der entscheidenden Stellschrauben im Verkehrsmanagement. Es wurde beleuchtet, ob die Etablierung neuer Verkehrsbeeinflussungsmaßnahmen im Zuge der Einführung kooperativer Systeme absehbar ist. Dabei kommt auch die Frage auf, ob bestehende Algorithmen angepasst werden müssen. Die Bereitstellung von Informationen für den Verkehrsteilnehmer auf Smartphones oder Tablets stellt im Zuge der Einführung von C-ITS eine Alternative dar. Die Informationsübertragung ins Fahrzeug kann theoretisch sogar bis zur kompletten Substitution bestehender Anzeigequerschnitte auf den Autobahnen führen. Dabei ist auch die Bereitstellung der Information an die Fahrer durch ITS-G5 Kommunikation versendet von R-ITS-S oder über die Verbreitung durch 3G/4G zu betrachten.

Die **ABDS** vertritt die Auffassung, dass die von C-ITS bereitgestellten Daten nicht in den Algorithmen zur Verkehrsbeeinflussung zur Anwendung kommen. Vielmehr wird auf die Adressierung des Verkehrsteilnehmers mittels kooperativer Systeme bzw. neuer Kommunikationswege gesetzt. Zu nennen ist hier die Informationsübertragung von Daten

der LSA-Steuerung ins Fahrzeug und die Bereitstellung von Informationen über freie Lkw-Parkplätze entlang der Autobahnen mittels einer speziellen App. Des Weiteren kann sich die ABDS vorstellen ausgewählte Informationen der VBA-Anzeigen per App dem Verkehrsteilnehmer zur Verfügung zu stellen. Es würde aber keinen eigene App-Entwicklung stattfinden, sondern die notwendigen Daten via dem deutschen Mobilitätsdatenmarktplatz (MDM) bereitgestellt werden. Ziel hierbei ist die Harmonisierung der eventuellen Unterschiede in individueller Umleitungsempfehlung und kollektiver Umleitungsempfehlung. Dies ist aber derzeit noch nicht umgesetzt. Eine kontinuierliche und ausschließliche Signalisierung auf dem gesamten Straßenraum per Übermittlung von Informationen ins Fahrzeug ist derzeit nicht angedacht.

Gemäß der Auffassung von **Hessen Mobil** sollte die Nutzung der durch C-ITS erreichten höherwertigen Darstellung der Verkehrslage in Netzbeeinflussungsanlagen möglich sein. Die Steuerung von Streckenbeeinflussungsanlagen wird aber neuartige Steuerungsalgorithmen oder aufwändige Transformationsalgorithmen, um die fahrzeugseitig generierten Daten zur Steuerung nutzen zu können, erfordern. Die Überarbeitung der Steuerungsalgorithmen sollte hierbei Priorität sein, da wesentliche Teile der Informationen bei der Transformation in bspw. ein TLS-Format verloren gehen. Die Zentrale nimmt fahrzeugseitig generierte Daten entgegen, um diese mit den Daten aus der klassischen Detektion zu fusionieren. Die kooperative Verkehrsleitzentrale ist aber auch in der Lage dynamische Geschwindigkeitsbeschränkungen und weitere Verkehrsinformationen an die Fahrzeuge zu kommunizieren. Die Überlegungen gehen in Hessen in Richtung einer kontinuierlichen Signalisierung auf dem gesamten Straßennetz mittels kooperativen Systemen. Mit dem realisierten Pilotprojekt (virtuelle VBA) wurden entsprechende Entwicklungen bereits anzustoßen.

Straßen.NRW ist der Meinung, dass Daten aus kooperativen Systemen hauptsächlich in der Netzbeeinflussung einen Mehrwert darstellen könnten, da eine gemessene Reisezeit (PVD) in den bestehenden Algorithmen sehr gut verwendet werden könnte. Abhängig von der Datenqualität wäre vielleicht auch eine Nutzung in der Linienbeeinflussung denkbar, z.B. bei der Detektion von Stauenden. Derzeit sind keine Schnittstellen vorhanden oder geplant um mobile Endgeräte o.ä. zur Signalisierung einzusetzen. Eine Ausnahme stellt eine Weiterentwicklung des Verkehrsinformationsportals, in welchem bei Arbeitsstellen längerer Dauer ein Fahrstreifenentzug auf mobilen Endgeräten dargestellt werden soll,

dar. Darüber hinaus gibt es noch keine konkreten Pläne die „virtuelle“ VBA in die Realität umzusetzen.

Beim **ASTRA** wird davon ausgegangen, dass die von kooperativen Systemen bereitgestellten Daten in die Algorithmen zur Verkehrsbeeinflussung aufgenommen werden. Aktuell werden bereits Schnittstellen für mobile Endgeräte unterstützt, wobei zurzeit noch keine Anwendungen im Einsatz sind.

Die **Straßenverkehrszentrale Baden Württemberg** geht davon aus, dass die derzeit eingesetzten Algorithmen zur Verkehrsbeeinflussung mit Daten aus kooperativen Systemen nicht kompatibel sind, da die Algorithmen sehr stark auf die lokale Verkehrsdatenerfassung abgestimmt sind. Bisher sind in der eingesetzten Architektur keine Schnittstellen für mobile Endgeräte vorhanden.

Résumé

Die ABDS vertritt in Bezug auf die Nutzung kooperativer Systeme für die Verkehrsbeeinflussung die Auffassung, dass die von kooperativen Systemen bereitgestellten Daten nicht in den Algorithmen zur Verkehrsbeeinflussung zur Anwendung kommen, die Ausnahme bildet hier der Zukauf von FDC von entsprechenden Anbietern. In Hessen geht man von einer selbstständigen Fusionierung der Daten aus der klassischen Detektion und fahrzeuggenerierten Daten zur Verbesserung des Verkehrslagebildes als Basis zur Netzbeeinflussung aus. Ähnlich sieht man das in NRW, wobei hier auf Reisezeitmessungen aus PVD gehofft wird. Für die Streckenbeeinflussung wird die Auffassung vertreten, dass die fahrzeuggenerierten Daten nicht ohne zusätzliche Aufbereitungen genutzt werden können. Auf Seiten der Informationsbereitstellung an den Verkehrsteilnehmer zur Verkehrsbeeinflussung spielt in Hessen die virtuelle VBA eine wichtige Rolle, wobei in Bayern eher auf die Informationsverbreitung via Smartphones und Tablets gesetzt wird. Hier werden dann aber zusätzliche Informationen übertragen z.B. Lkw-Stellplatzinfos, als Ergänzung zur klassischen VBA. Ebenso wird die Bereitstellung von Informationen für Diensteanbieter auf dem deutschen Mobilitätsdatenmarktplatz in Erwägung gezogen.

4 ÜBERSICHT ZUR DELTASPEZIFIKATION

Der folgende Abschnitt 4 enthält die Ergebnisse der Deltaspezifikation in Bezug auf die Referenzarchitektur VMIS. Als Ausgangsbasis dienen drei Anwendungsfälle des klassischen Verkehrsmanagements: Verkehrslage, Netzbeeinflussung und Gefahrenwarnungen.

Basierend auf der Einschätzung, dass diese Anwendungsfälle „low hanging fruits“, sprich schnell und ohne relativ großen Aufwand umsetzbare Anwendungen mit entsprechendem Mehrwert für das Verkehrsmanagement, darstellen, konzentrieren sich die nachfolgenden Deltaspezifikation auf diese Anwendungsfälle. Diese Einschätzung kann auch durch die Aussagen der VLZ-Betreiber bestätigt werden und entspricht den zu Projektbeginn definierten Zielen sich auf die Themen „Verkehrslage“ und „Verkehrssteuerung“ zu konzentrieren. Nicht im Detail berücksichtigte Themen, wie die Ereignisdetektion (derzeit mangels Anwendungsfälle im Verkehrsmanagement nicht als „low hanging fruit“ zu betrachten) oder die Nutzung der C-ITS Infrastruktur von redaktionellen Verkehrsmeldungen werden in den Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise im Abschnitt 9 behandelt.

Pro Anwendungsfall werden folgende Analysen durchgeführt:

- Identifizierung der Potentiale durch den Einsatz von kooperativen Systemen
- Spezifikation der Anforderungen an die C-ITS-Infrastruktur
- Spezifikation der Anforderungen an ausgewählte Referenzarchitekturen

Die Deltaspezifikation wird abgeschlossen mit einer Zusammenfassung der allgemeinen, nicht-funktionalen Anforderungen an VMIS bzw. die C-ITS Infrastruktur.

In Bezug auf die oben erwähnten Anforderungen an die C-ITS Infrastruktur ist zu erwähnen, dass die Komponenten Roadside-ITS-Station und Central-ITS-Station nicht separat betrachtet werden, sondern als eine gemeinsame Blackbox mit mehreren Eingangs- und Ausgangsquellen dargestellt sind. Auf eine weitere Detaillierung wird bewusst verzichtet, da es nicht die Aufgabe des gegenständlichen Projektes ist der C-ITS Architektur Vorgaben über ihren internen Aufbau zu machen. Die Anforderungen an die straßenseitige C-ITS Infrastruktur werden an diese Blackbox gestellt. Abbildung 2 zeigt schematisch diese der Deltaspezifikation zugrunde liegenden Vorstellung.

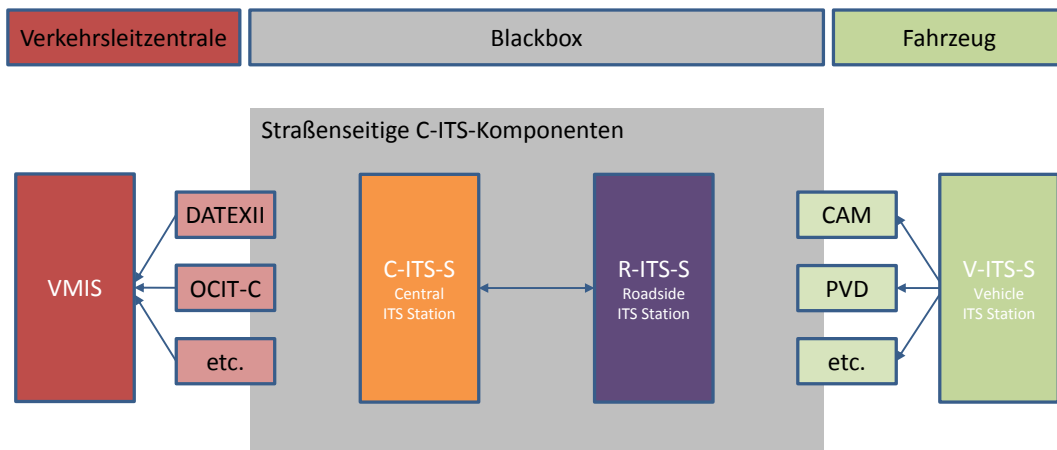


Abbildung 2 – Blackbox straßenseitige C-ITS-Infrastruktur

Abbildung 3 gibt einen Überblick über das C-ITS und dessen Anbindung an VMIS. Des Weiteren werden die drei Anwendungen dargestellt und deren Verbindung zu einander. Es wird bewusst auf die konkrete Bezeichnung der Schnittstellen verzichtet, da diese zum Teil noch nicht abschließend definiert sind und unterschiedliche Vorstellungen über die Art der Schnittstelle existieren, welche zum Einsatz kommen soll. Die neuen zu ergänzenden Schnittstellen sind in der Abbildung mit roter Farbe gekennzeichnet. Einen wichtigen Punkt stellt auch Einbeziehung des Bestandsystems an der Straße, wie Streckenstation (SST) oder Wechselverkehrszeichen (WVZ) und dessen Verbindung zum C-ITS dar. Diese Abbildung kann auch als graphische Zusammenfassung der folgenden Anforderungen gesehen werden und dient dem besseren Verständnis der Anforderungen. Auf eine ständige Wiederholung der Abbildung in jedem der nachfolgenden Kapitel wird aus Gründen der Schlantheit des Dokuments verzichtet.

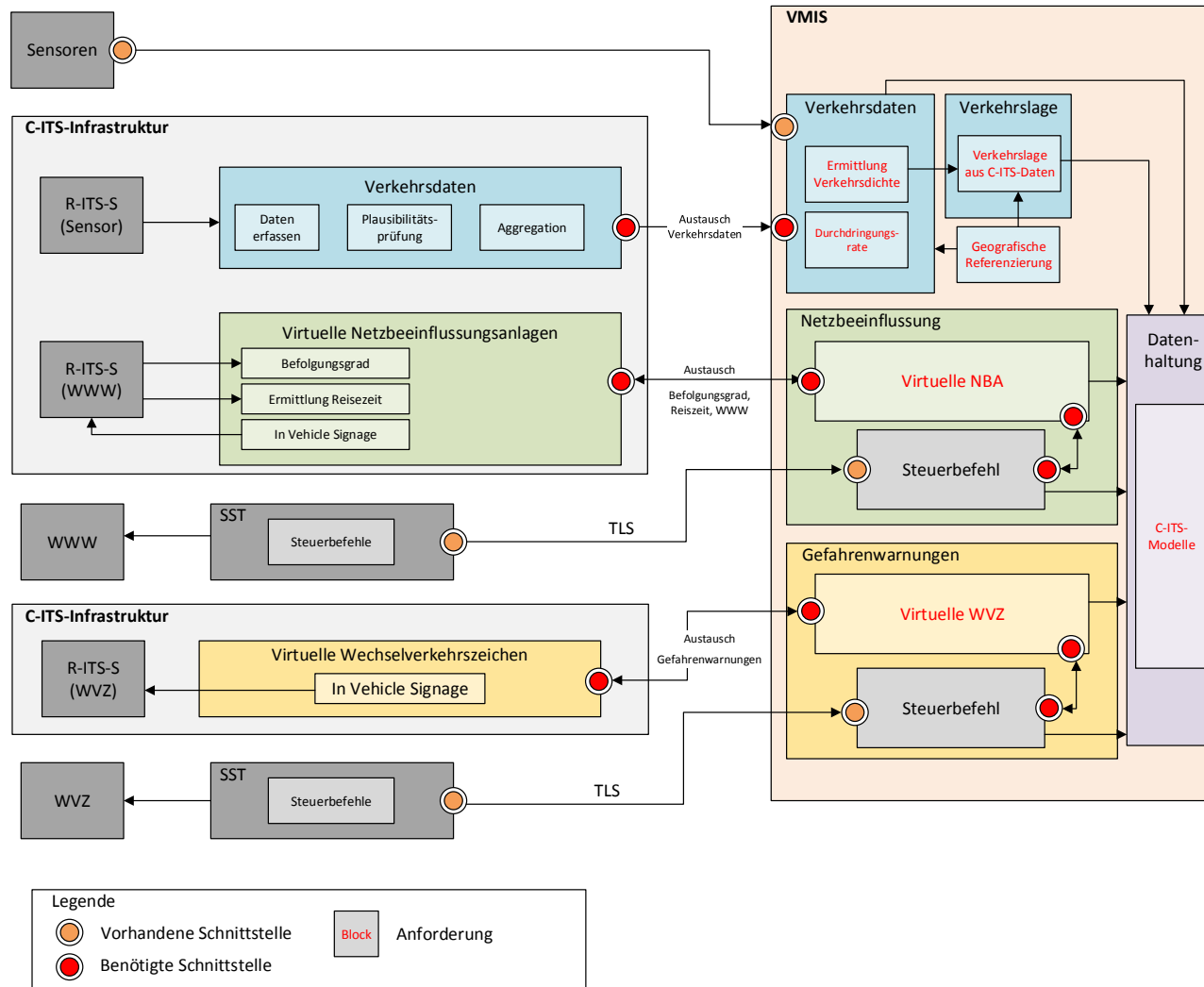


Abbildung 3 – C-ITS-Infrastruktur im Zusammenspiel mit VMIS

5 DELTASPEZIFIKATION VERKEHRSLAGE

Die Verkehrslage spiegelt die aktuelle Verkehrssituation in Bezug auf die Verkehrsdichte wider und ist wesentlich für die Verkehrssteuerung. In vielen Fällen werden darüber hinaus den Verkehrsteilnehmern diese Informationen via Verkehrsfunk beziehungsweise diversen Online-Services zur Verfügung gestellt. Zur Bildung der Verkehrslage werden vorrangig die durch lokale Detektion gewonnen Messdaten eingesetzt.

Der vorliegende Abschnitt enthält die identifizierten Potentiale, die durch die Einführung von kooperativen Systemen in Bezug auf die Bildung der Verkehrslage vom Verkehrsmanagement genutzt werden könnten. Darauf aufbauend werden die Anforderungen an die C-ITS-Infrastruktur sowie an VMIS, die für die Realisierung der Potentiale notwendig sind, abgeleitet.

5.1 Potentiale

In diesem Abschnitt werden die möglichen Potentiale erhoben, die bei einer Einführung von kooperativen Systemen zu einer Verbesserungen der aktuellen, im Verkehrsmanagement genutzten Verkehrslage führen könnten. Die folgenden Potentiale beruhen auf der Analyse von bereits spezifizierten kooperativen Diensten, sowie den aus Befragungen mit den verschiedenen VLZ-Betreibern gewonnenen Erkenntnissen.

5.1.1 Verdichtung der vorhandenen Sensorik

Im Verkehrsmanagement werden zurzeit zur lokalen Verkehrsdatenerfassung stationäre Verkehrssensoren eingesetzt. Diese Sensoren sind weitgehend über das gesamte hochrangige Straßennetz verteilt, wobei die Sensordichte je nach Streckenabschnitt variieren kann. Umso mehr Sensoren an einem Streckenabschnitt angebracht sind, desto genauer lässt sich ein Lagebild über die aktuelle Verkehrssituation ermitteln. Durch die Einführung von kooperativen Systemen ist es möglich, die Informationen aus dem vorhandenen Sensornetz mit zusätzlichen Daten anzureichern und somit die Qualität bei der Generierung der Verkehrslage zu steigern. Dies könnte besonders für Gebiete mit niedriger Sensordichte zu einer Steigerung der erfassten Verkehrsdaten führen, welche zur Bildung einer feingranularen Verkehrslage eingesetzt werden könnten.

Besonders der Betreiber Hessen Mobil befürwortet diesen Ansatz und erhofft sich besonders für Gebiete mit niedriger Sensordichte einen Mehrwert. Einen Schritt weiter geht das ASTRA, welches langfristig von einer kompletten Ablöse von klassischen Sensoren durch kooperative Systeme ausgeht. Die Betreiber Straßen.NRW und ADBS sehen durch den Einsatz von kooperativen Systemen keine Verbesserung für die eigenständige Generierung der Verkehrslage. Dies wurde durch die bereits größtenteils ausreichend vorhandene Sensorik beziehungsweise die Möglichkeit des Ankaufs entsprechender fahrzeuggenerierter Daten, begründet. Die Ablöse der klassischen stationären Sensorik wird daher als unrealistisch eingeschätzt.

Für das ASFINAG Verkehrsmanagement ermöglicht die Verdichtung der vorhandenen Sensorik insbesondere die Ermittlung der Verkehrslage auf Rampen, womit der Zu- und Abfluss des hochrangigen Straßennetzes besser eingeschätzt werden kann.

5.1.2 Qualitätssteigerung der Verkehrslage

Mit der Einführung von kooperativen Systemen könnte die derzeit vorhandene Sensorik zur Bildung der Verkehrslage um eine weitere Datenquelle ergänzt werden. Aus Sicht des Verkehrsmanagements bestünde die Möglichkeit zusätzlich zu den klassischen Sensordaten auf fein aufgelöste, qualitativ hochwertige Einzelfahrzeugdaten zuzugreifen. Dies könnte zu einer Steigerung der Genauigkeit und Qualität bei der Bildung der Verkehrslage führen. Zusätzlich könnten im Fall von fehlerhaft erfassten Daten oder bei Ausfällen von vorhandenen Messstellen eine Ungenauigkeit bei der Bildung der Verkehrslage vermindert werden. Auf lange Sicht gesehen wäre eine vollständige Ablösung von klassischen Sensorverfahren durch kooperative Systeme denkbar. Des Weiteren könnte durch die Nutzung von Einzelfahrzeugdaten aus kooperativen Systemen, die von VLZ-Betreibern teilweise eingesetzten Floating Car Daten von kommerziellen Drittanbietern langfristig ersetzt werden. Besonders Hessen.Mobil unterstützt diesen Ansatz und erhofft sich durch den Einsatz von kooperativen Systemen eine kommerziell unabhängige Verbesserung bei der Bildung der Verkehrslage.

5.2 Anforderungen

Durch die identifizierten Potentiale im Bereich Verkehrslage lassen sich verschiedene Anforderungen bezüglich der C-ITS-Infrastruktur und VMIS spezifizieren. Einen Überblick aller Anforderungen wird in nachfolgender Tabelle gegeben:

Anforderung	Kontext	Beschreibung
VL-1	C-ITS-Infrastruktur	Physikalische Positionierung
VL-2	C-ITS-Infrastruktur	Plausibilität
VL-3	C-ITS-Infrastruktur	Datenerfassung und Aggregation
VL-4	VMIS	Geografische Referenzierung
VL-5	VMIS	Datenübernahme
VL-6	VMIS	Datenhaltung
VL-7	VMIS	Bestimmung der Verkehrsdichte
VL-8	VMIS	Berechnung der Verkehrslage
VL-9	VMIS	Datenfusion

Tabelle 2 – Anforderungen Verkehrslage

5.2.1 Anforderungen an die C-ITS-Infrastruktur

In diesem Abschnitt werden die verschiedenen Anforderungen an die C-ITS Infrastruktur analysiert, welche bei der Einführung von kooperativen Systemen im Straßenverkehrsbereich notwendig sind, um für das Verkehrsmanagement eine Verbesserung bei der Generierung der Verkehrslage erzielen zu können.

Physikalische Positionierung

Beim Rollout von kooperativen Systemen wird der Einsatz einer flächendeckenden C-ITS-Infrastruktur über das gesamte Straßennetz als unwahrscheinlich angesehen. Diese Annahme wurde durch Gespräche mit diversen VLZ-Betreibern ebenfalls bestätigt. Durch diese Einschränkung wird davon ausgegangen, dass die C-ITS-Infrastruktur zur Bildung der Verkehrslage in der ersten Phase als Ergänzung zur bereits vorhanden Sensorik eingesetzt wird. Werden die Standorte so gewählt, dass diese vornehmlich in Gebieten mit niedriger Sensordichte (z.B. zur Abdeckung von Rampen) positioniert werden, könnte eine Verdichtung des gesamten Sensornetzes erreicht werden. Eine Qualitätssteigerung bei der Generierung der Verkehrslage könnte für diese Gebiete erzielt werden. Darüber

hinaus könnte eine gleichmäßige Genauigkeit für das gesamte Verkehrslagebild geschaffen werden.

Anforderung VL-1: *Die C-ITS-Infrastruktur soll in Abstimmung mit dem Verkehrsmanagement so gestaltet werden, dass diese als Ergänzung zu der bestehenden Verkehrsdatenerfassung eingesetzt werden kann. Die C-ITS-Infrastruktur soll insbesondere die Erfassung der Verkehrslage auf Rampen ermöglichen.*

Plausibilität

Zur Sicherstellung der Qualität der durch klassische Sensorik erfassten Daten werden diese von der TLS-Infrastruktur auf ihre Plausibilität geprüft. Dabei werden die Daten aufgrund von logischen und formalen Kriterien bewertet und jene Werte markiert, die den Kriterien nicht entsprechen. Diese Werte werden in einem späteren Verfahren durch plausible Werte ersetzt. Auch für die C-ITS Infrastruktur gilt, dass eine möglichst baldige Bearbeitung von lokalen Fehlern in der gesamten Verarbeitungskette eine Homogenisierung in der Fehlerbehandlung und Vereinfachung der Ermittlung der Verkehrslage bedeuten würde.

Anforderung VL-2: *Die C-ITS-Infrastruktur soll die erfassten Daten auf ihre Plausibilität prüfen und fehlerhafte beziehungsweise ersetzte Werte sollten ihrer Güte entsprechend gekennzeichnet werden, bevor diese an das Verkehrsmanagement übertragen werden.*

Datenerfassung und Aggregation

Im klassischen Verkehrsmanagement kommen zur Erfassung von Fahrzeugdaten sogenannte Verkehrsdetektoren zum Einsatz, welche die Fahrzeuge beim Durchfahren ihres Wahrnehmungsbereiches registrieren. Diese lokal erfassten Messdaten werden, nach Ablauf eines definierten Intervalls (meistens eine Minute), in aggregierter Form an die Unterzentralen beziehungsweise Verkehrsleitzentralen übermittelt und zur Berechnung der Verkehrslage eingesetzt. Bei der Erfassung von Daten aus kooperativen Systemen ist im Gegensatz zu TLS-Verfahren keine lokale sondern eine streckenbeziehungsweise zonenbezogene Detektion geplant. Diese Zonen können in ihrer Größe und Anzahl variieren. Die dadurch entstehende Menge an erfassten Einzelfahrzeugdaten wäre daher ohne eine Minimierung der Datenmenge in den meisten Verkehrsleitzentralen derzeit nicht verarbeiten.

Anforderung VL-3: Die C-ITS Infrastruktur sollte Einzelfahrzeugdaten vor der Weitergabe an VMIS aggregieren. Der Erfassungszyklus sollte, ähnlich wie bei den bestehenden Sensoren in VMIS, auf ein minütliches Intervall festgelegt werden.

5.2.2 Anforderungen an VMIS

In diesem Abschnitt werden die Anforderungen an die VMIS-Systemarchitektur und -module analysiert, welche notwendig sind um eine Integration von C-ITS-Daten zur Verbesserung der Verkehrslage zu ermöglichen. Hierbei wird vor allem auf die Themen geografischer Abgleich von VL-Segmenten, Berechnung der LOS-Daten, Datenaufbereitung und Datenverteilung näher eingegangen.

Geografische Referenzierung

In VMIS wird das hochrangige Straßennetz in verschiedene Verkehrslagesegmente unterteilt. Die durch Verkehrssensoren gesammelten Daten werden dabei auf diese Segmente abgebildet. Neben einer eigenständigen Identifikation werden dabei ebenfalls geografische Koordinaten zur Bestimmung der Lage eingesetzt. Wie erwähnt, sollte die C-ITS-Infrastruktur in der ersten Phase zur Ergänzung von klassischen Sensortechnologien eingesetzt werden. Da die von der C-ITS-Infrastruktur genutzten Detektionszonen in Größe und Anzahl frei parametrierbar sind, ist davon auszugehen, dass diese mit den vorhandenen Verkehrslagesegmenten geografisch nicht übereinstimmen. Ein dynamischer Abgleich der von der C-ITS-Infrastruktur vorgegeben Detektionszonen auf die vorhandenen Verkehrslagesegmente ist notwendig, da nicht sichergestellt werden kann, dass die Detektionszonen im Vorfeld zum Zeitpunkt der Versorgung bekannt sind (z.B. ist dies bei der Ausstattung von Warnleitanhängern nicht der Fall).

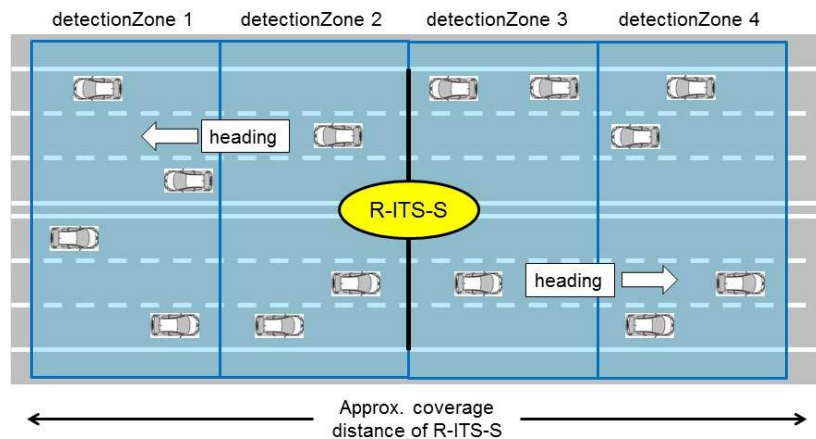


Abbildung 4 – C-ITS-Detektionszonen (ECo-AT Cam Aggregation Release 2)

Anforderung VL-4: VMIS muss die den der C-ITS-Infrastruktur Verkehrslage zu Grunde liegenden Detektionszonen in Bezug auf ihre Ausdehnung und Positionierung auf die im Verkehrsmanagement zur Anwendung kommende Verkehrslagesegmentierung der bestehenden, lokalen Verkehrsdatenerfassung ggf. dynamisch (im Sinne von zur Laufzeit) abbilden.

Datenübernahme

Bei der Einführung von kooperativen Systemen werden für den Datenaustausch zwischen C-ITS-Infrastruktur und der Verkehrsleitzentrale voraussichtlich in der Verkehrstechnik gängigen Datenformate und Protokolle (z.B. DATEX 2, OCIT-C) verwendet. Im weiteren Verlauf der Einführung kooperativer Systeme ist eine Erweiterung der Datenformate geplant.

Anforderung VL-5: VMIS muss für den Datenaustausch mit der C-ITS-Infrastruktur Schnittstellen für standardisierte Datenformate/Protokolle bereitstellen. Die Schnittstellen sollten so konzeptioniert werden, dass eine spätere Adaption für weitere Datenformate/Protokolle möglich ist.

Datenhaltung

Nach einer erfolgreichen Datenübernahme müssen die übertragenen C-ITS-Daten, die für die Berechnung der Verkehrslage notwendig sind, gesichert werden. Durch die unterschiedliche Struktur von TLS- und C-ITS-Daten können die derzeit genutzten Datenmodelle nicht übernommen werden. Diese Datenmodelle sollten Möglichkeiten zur Beschreibung der Datengüte der gesicherten C-ITS-Daten beinhalten.

Anforderung VL-6: *VMIS muss für die Speicherung von C-ITS-Daten kompatible Datenmodelle bereitstellen, um eine Integration von C-ITS-Daten in vorhandenen Datenbanksystemen verlustfrei zu ermöglichen.*

Bestimmung der Durchdringungsrate

Bei der Erfassung von Einzelfahrzeugdaten durch die C-ITS-Infrastruktur können nur jene Fahrzeuge erfasst werden, die über eine kompatible C-ITS-Ausrüstung verfügen. Alle Fahrzeuge, die über diese Ausrüstung nicht verfügen, werden von der C-ITS-Infrastruktur nicht erkannt und liefern keine Messdaten. Des Weiteren würden diese Fahrzeuge bei der Bestimmung der Verkehrsdichte nicht berücksichtigt werden.

Anforderung VL-7: *VMIS muss zur Bestimmung der Qualität der C-ITS-Daten die zugrundeliegende Durchdringungsrate ermitteln bzw. abschätzen.*

Berechnung der Verkehrslage anhand von C-ITS-Daten

Da bei der Erfassung von Fahrzeuginformationen durch die C-ITS-Infrastruktur die Messdaten nur für definierte Detektionszonen, ohne Fahrstreifenbezug, vorliegen, können die in VMIS derzeit vorhandenen Algorithmen zur Berechnung der Verkehrslage nicht eingesetzt werden.

Anforderung VL-8: *VMIS muss adaptierte Algorithmen zur Berechnung der Verkehrslage anhand von C-ITS-Daten bereitstellen, wobei insbesondere die zonenbasierte Verkehrsdatenerfassung berücksichtigt werden muss.*

6 DELTASPEZIFIKATION NETZBEEINFLUSSUNG

Durch den Einsatz von Netzbeeinflussungsanlagen (NBA) auf dem hochrangigen Straßennetz kann der Verkehr von stauanfälligen Straßen auf Alternativrouten umgeleitet werden. Die Verkehrsteilnehmer werden durch Wechselwegweiser oder durch entsprechend Wechseltextanzeigen (WTA, Infotafel, in Deutschland dWiSta) auf die Umleitungen aufmerksam gemacht. Bei der Wechselwegweisung (WWW) wird zwischen additiver und substitutiver Wechselwegweisung unterschieden. Bei der additiven WWW wird die Umleitungsempfehlung durch zusätzliche Schilder repräsentiert und ist für alle Verkehrsteilnehmer gleichermaßen als solche erkennbar. Bei der substitutiven WWW findet eine dynamische Änderung der bestehenden Schilder statt. Eine Umleitungsempfehlung ist nur für ortskundige Verkehrsteilnehmer erkennbar.



Abbildung 5 – Additive – Substitutive Wechselwegweisung

Der Einsatz von Netzbeeinflussungsanlagen dient der Entlastung von überlasteten beziehungsweise gestörten Streckenabschnitten zur Verminderung von Fahrzeit- und Kraftstoffverlusten für die Verkehrsteilnehmer. Eine effizientere Nutzung der verfügbaren Netzkapazitäten steht hier im Vordergrund.

6.1 Potentiale

In diesem Abschnitt werden die möglichen Potentiale identifiziert, die bei einer Einführung von kooperativen Systemen zu einer Verbesserungen der Netzbeeinflussung führen könnten.

6.1.1 Mitteilung an die Verkehrsteilnehmer

Wie bereits zu Beginn des Kapitels beschrieben, werden Verkehrsteilnehmer via Wechselwegweiser (oder andere Betriebsmittel) auf Umleitungsempfehlungen aufmerksam gemacht. Da Wechselwegweiser an fix positionierten Punkten im höherrangigen Straßennetz positioniert sind, können Verkehrsteilnehmer nur in einem eingeschränkten Bereich über Umleitungsempfehlungen informiert werden. Durch den Einsatz von kooperativen Systemen könnten Informationen zu bevorstehenden Routenempfehlungen oder Umleitungen kontinuierlich und redundant zu bestehenden Außenanlagen an die Verkehrsteilnehmer kommuniziert werden. Eine direkte Übertragung in die Cockpits der betroffenen Fahrzeuge wäre möglich. Durch die kontinuierliche Benachrichtigung wird eine Erhöhung der Akzeptanz und Befolungsrate von den Verkehrsteilnehmern erwartet, welches zu einer Steigerung der Verkehrssicherheit und wirtschaftlicheren Nutzung der vorhandenen Netzkapazitäten führen könnte. Diese Annahme wurde in Gesprächen mit diversen VLZ-Betreibern bestätigt.

6.1.2 Ermittlung des Befolungsgrades

Der Befolungsgrad repräsentiert den prozentualen Anteil an Fahrzeugen, die einer Umleitungsempfehlung durch das Verkehrsmanagement Folge leisten. Die Größe des zu erwartenden Befolungsgrades kann nicht exakt bestimmt werden, welches auf folgenden Ursachen beruht:

- Wechselwegweisung ist eine Empfehlung und für den Verkehrsteilnehmer nicht bindend
- Verhältnis der Streckenlänge zwischen Haupt- und Alternativroute
- Unterschied regionaler Verkehr und Fernverkehr
- Je stärker die Ausprägung einer Störung desto höher der Befolungsgrad
- Persönliche Erfahrungen der Verkehrsteilnehmer

Aufgrund dessen wird der Befolungsgrad im Allgemeinen geschätzt beziehungsweise durch den Einsatz von mathematischen Modellen bestimmt und spiegelt oft nicht die Realität wider. Je genauer die Schätzung des realen Befolungsgrades, desto effektiver kann das Verkehrsmanagement die Maßnahmen beziehungsweise Steuerungsstrategien zur Optimierung des Gesamtsystems auswählen. Durch die Einführung von kooperativen Systemen wäre eine exaktere Bestimmung des Befolungsgrades für C-ITS-kompatible

Fahrzeuge möglich. Die Ermittlung könnte bereits während einer aktiven Umleitungsempfehlung durchgeführt und die Ergebnisse zu einer Anpassung der Umleitungsmaßnahmen herangezogen werden.

6.1.3 Verbesserte Ermittlung von Reisezeiten

Als Reisezeit wird im Verkehrsmanagement jene Zeitdauer bezeichnet, die ein Fahrzeug benötigt um von einem definierten Startpunkt zu einem definierten Zielpunkt zu gelangen. Werden mehrere Fahrzeuge betrachtet so wird von einer mittleren Reisezeit gesprochen. Die Reisezeit wird im Wesentlichen aus den Kenngrößen Verkehrsstärke und mittlere Geschwindigkeit pro Querschnitt errechnet und bildet die Grundlage zur Ermittlung von Steuerungsentscheidungen in Netzbeeinflussungsanlagen. Je präziser die Reisezeiten durch das Verkehrsmanagement bestimmt werden kann, desto präzisere Steuerungsentscheidungen zur Beeinflussung des Verkehrs können getroffen werden. Durch den Einsatz von kooperativen Systemen könnte das Verkehrsmanagement auf qualitativ hochwertige individuelle Reisezeiten in „Echtzeit“ zugreifen. Durch die hochwertigen und zeitnahen Daten kann das Verkehrsmanagement noch aktiver in das vorherrschende Verkehrsgeschehen eingreifen und dieses positiv beeinflussen.

6.2 Anforderungen

Zur Realisierung der identifizierten Potentiale im Bereich Netzbeeinflussung werden im Folgenden verschiedene Anforderungen bezüglich der C-ITS-Infrastruktur und VMIS spezifiziert. Die Anforderungen sind zwei Szenarien zugeordnet, je nachdem ob (1) eine von Bestandsanlagen unabhängige „virtuelle“ NBA geschaffen wird oder von (2) einer Koppelung der C-ITS-Infrastruktur an bereits vorhandene Netzbeeinflussungsanlagen auszugehen ist. Diese differenzierte Betrachtungsweise führt dementsprechend auch zu unterschiedlichen Anforderungen, sowohl auf Seiten der C-ITS-Infrastruktur als auch auf Seiten von VMIS.

Treffen Anforderungen auf alle genannten Szenarien gleichermaßen zu, werden diese als allgemeine Anforderungen definiert. Danach werden die unterschiedlichen Szenarien analysiert und deren individuelle Anforderungen spezifiziert.

Anforderung	Kontext	Beschreibung
NB-1	C-ITS-Infrastruktur	Physikalische Positionierung
NB-2	C-ITS-Infrastruktur	Bestimmung des Befolungsgrades
NB-3	C-ITS-Infrastruktur	Bestimmung der Reisezeiten
NB-4	C-ITS-Infrastruktur	Statusmeldungen an VMIS übertragen
NB-5	VMIS	Datenübernahme
NB-6	VMIS	Datenhaltung
NB-7	VMIS	Statusmeldungen der C-ITS-Infrastruktur verarbeiten

Tabelle 3 – Anforderungen Netzbeeinflussung Allgemein

6.2.1 Allgemeine Anforderungen an die C-ITS-Infrastruktur

Physikalische Positionierung

Die im Verkehrsmanagement derzeit eingesetzten Netzbeeinflussungsanlagen sind an verkehrsreichen Punkten im hochrangigen Straßennetz positioniert. Schematisch lassen sich die Bereiche einer Netzbeeinflussungsanlage in folgende Zonen einteilen:

- Benachrichtigungszone - Zone in welcher die Verkehrsteilnehmer die Umleitungsempfehlung wahrnehmen können
- Entscheidungspunkt
- Hauptroute – von überlasteten beziehungsweise gestörten Streckenabschnitten betroffene Standardroute
- Alternativrouten – vom Verkehrsmanagement empfohlene Routen

Anforderung NB-1a: *Die C-ITS-Infrastruktur soll in Abstimmung mit dem Verkehrsmanagement so positioniert werden, dass Verkehrsteilnehmer innerhalb der Benachrichtigungszone über vorhandene Umleitungsempfehlungen informiert werden können.*

Wird die C-ITS-Infrastruktur zusätzlich unmittelbar nach einem Entscheidungspunkt auf der Haupt- und Nebenroute positioniert, könnte anhand der identifizierten Fahrzeuge der Befolungsgrad ermittelt werden.

Anforderung NB-1b: *Die C-ITS-Infrastruktur muss zur Ermittlung des Befolungsgrades auf den Haupt- beziehungsweise Alternativrouten positioniert werden.*

Die Positionierung weiterer Stationen auf Haupt- und Nebenrouten sowie am Ende eines Entscheidungspunktes ermöglicht die Ermittlung von Reisezeiten für einzelne Verkehrsteilnehmer.

Anforderung NB-1c: *Die C-ITS-Infrastruktur muss zu Ermittlung der Reisezeiten für einzelne Verkehrsteilnehmer auf den Haupt- und Alternativrouten sowie am Endpunkt einer Netzmasche positioniert werden.*

Bestimmung des Befolungsgrades

Im klassischen Verkehrsmanagement werden komplexe mathematische Modelle und Prognoseverfahren genutzt um anhand diverser verkehrstechnisch relevanter Kenngrößen den Befolungsgrad einer Netzbeeinflussungsanlage bestimmen zu können. Durch den Einsatz kooperativer Systeme könnte der Befolungsgrad anhand von Einzelfahrzeugdaten bestimmt werden. Senden Fahrzeuge ihren Standort vor und nach einem Entscheidungspunkt an die C-ITS-Infrastruktur, könnten sich die von den Verkehrsteilnehmern eingeschlagenen Routen abbilden lassen. Die C-ITS-Infrastruktur könnte auf Basis dieser Einzelfahrzeugdaten alle Fahrzeuge, die der vom Verkehrsmanagement empfohlenen Routenempfehlung gefolgt sind, identifizieren. Durch die Aggregation der Einzelfahrzeuginformationen könnte der Befolungsgrad einer Netzbeeinflussungsanlage bestimmt werden.

Anforderung NB-2: *Die C-ITS-Infrastruktur soll anhand von Einzelfahrzeugdaten den individuellen Befolungsgrad für Verkehrsteilnehmer bestimmen. Die aggregierten Befolungsgrade der Netzbeeinflussungsanlagen sollen an VMIS übertragen werden.*

Bestimmung der Reisezeiten

Die Reisezeit stellt eine wichtige Kenngröße im Bereich der Netzbeeinflussung dar. Durch den Einsatz von kooperativen Systemen könnten pro Verkehrsteilnehmer individuelle Reisezeiten bestimmt werden. Eine Übertragung der zurückgelegten Streckenabschnitte und die dafür benötigte Zeit könnte pro Verkehrsteilnehmer erfasst und als Grundlage für die Bildung der mittleren Reisezeit genutzt werden.

Anforderung NB-3.: *Die C-ITS-Infrastruktur soll individuelle Reisezeiten auf Haupt- und Nebenrouten einer Netzbeeinflussungsanlage ermitteln und als mittlere Reisezeiten an VMIS übertragen.*

Statusmeldungen an VMIS übertragen

Werden die vom Verkehrsmanagement abgesetzten Steuerbefehle von der C-ITS-Infrastruktur (nicht) erfolgreich verarbeitet, sollte eine Quittierung des tatsächlichen Stellzustandes an das Verkehrsmanagements erfolgen. Eine zur TLS analoge Quittierung auf Ebene der Betriebsmittel wird im Sinne der Betrachtung der C-ITS Infrastruktur als Blackbox nicht benötigt. Der Operator muss jedoch darüber informiert werden, ob die „virtuelle NBA“ in den von ihm gewünschten Zustand versetzt wurde (oder nicht).

Anforderung NB-4: *Die C-ITS-Infrastruktur muss eine Bestätigung der erhaltenen Steuerbefehle in Bezug auf die „virtuelle NBA“ an VMIS übertragen.*

6.2.2 Allgemeine Anforderungen an VMIS

Datenübernahme

Bei der Einführung von kooperativen Systemen werden für den Datenaustausch zwischen C-ITS-Infrastruktur und der Verkehrsleitzentrale voraussichtlich die in der Verkehrstechnik gängigen Datenformate verwendet. Im weiteren Verlauf ist eine Erweiterung der Datenformate geplant. Bei den von der C-ITS-Infrastruktur übertragenen Daten handelt es sich um die individuell erfassten Belegungsgrade der NBA beziehungsweise um aggregierte Reisezeiten.

Anforderung NB-5: *VMIS muss für den Datenaustausch der individuell erfassten Belegungsgrade und Reisezeiten mit der C-ITS-Infrastruktur Schnittstellen für die eingesetzten standardisierte Datenformate und Protokolle bereitstellen. Die Schnittstellen sollen so konzipiert werden, dass eine spätere Adaption für weitere Datenformate möglich ist.*

Datenhaltung

Nach einer erfolgreichen Datenübernahme müssen die übertragenen C-ITS-Daten der einzelnen Netzbeeinflussungsanlagen gesichert werden. Dafür muss eine Adaption der vorhandenen Datenmodelle und -strukturen in VMIS erfolgen.

Anforderung NB-6: *VMIS muss für die Speicherung der erfassten Belegungsgrade und Reisezeiten kompatible Datenmodelle bereitstellen, um eine Integration von C-ITS-Daten in vorhandenen Datenbanksystemen verlustfrei zu ermöglichen. Nach Möglichkeit sollten bestehende Datenmodelle weiterverwendet werden können.*

Statusmeldungen der C-ITS-Infrastruktur verarbeiten

Eine (nicht) erfolgreiche Übertragung und Weiterverarbeitung der Steuerbefehle sollte durch die Quittierung des Stellzustandes von der C-ITS-Infrastruktur bestätigt werden (siehe Anforderung NB-7). Die Quittierung müsste durch das Verkehrsmanagement verarbeitet werden und im Fehlerfall könnten entsprechende Maßnahmen (Fehlerrountinen) eingeleitet werden. Eine Speicherung des von der C-ITS Infrastruktur quittierten, tatsächlichen Status der virtuellen NBA in Datenbanken des VM müsste analog zu klassischen NBAs durchgeführt werden.

Anforderung NB-7: VMIS muss die von der C-ITS-Infrastruktur übertragene Quittierung des angeforderten Stellzustandes verarbeiten und den tatsächlichen Status der virtuellen Netzbeeinflussungsanlage in dafür vorgesehene Datenbanken sichern.

6.2.3 Szenario 1: C-ITS-Infrastruktur ohne Koppelung an bestehende Außenanlagen

In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass es zu keiner Koppelung der C-ITS-Infrastruktur an bestehende Außenanlagen kommt. Dieses Szenario umfasst dabei folgende Teilbereiche:

- C-ITS-Infrastruktur ergänzend zu bestehenden NBAs
- C-ITS-Infrastruktur an Stellen ohne bestehende Außenanlagen

Zur Kommunikation zwischen C-ITS-Infrastruktur und Verkehrsmanagement sollen parallele Kommunikationswege, unabhängig von der bestehenden TLS-Architektur, gewählt werden. Wird die C-ITS-Infrastruktur an Stellen mit vorhandenen Netzbeeinflussungsanlagen positioniert, müssten die vom Verkehrsmanagement abgesetzten Schaltbefehle harmonisiert werden, um eine inkonsistente Informationslage vermeiden zu können.

Anforderung	Kontext	Beschreibung
NB-8	C-ITS-Infrastruktur	Übernahme von Steuerbefehlen
NB-9	VMIS	C-ITS-Infrastruktur als Virtuelle NBA
NB-10	VMIS	Versorgung der C-ITS-Infrastruktur
NB-11	VMIS	Steuerbefehle an C-ITS-Infrastruktur
NB-12	VMIS	Harmonisierung der Schaltbefehle

Tabelle 4 – Anforderungen Netzbeeinflussung Szenario 1

6.2.3.1 Anforderungen an die C-ITS Infrastruktur

Übernahme von Steuerbefehlen

In klassischen Verkehrsmanagementsystemen werden Netzbeeinflussungsanlagen durch die Übertragung von Steuerbefehlen durch das Verkehrsmanagement in verschiedene Stellzustände versetzt. Eine ähnliche Vorgehensweise könnte bei der Erweiterung des Beeinflussungsnetzes durch die C-ITS-Infrastruktur erfolgen. Die C-ITS-Infrastruktur müsste die Steuerbefehle des Verkehrsmanagements übernehmen und je nach Art des Befehls die Routenempfehlungen an die Verkehrsteilnehmer übertragen. Nach erfolgreicher Übertragung müsste eine Quittierung des Stellzustandes an das Verkehrsmanagement übermittelt werden.

Anforderung NB-8: *Die C-ITS-Infrastruktur muss die von VMIS erstellten Steuerbefehle zur Netzbeeinflussung verarbeiten können. Nach einer erfolgreichen Verarbeitung müssen die erhaltenen Informationen aufbereitet und an die Verkehrsteilnehmer weitergeleitet werden.*

6.2.3.2 Anforderungen an VMIS

C-ITS-Infrastruktur als Virtuelle NBA

Wird die C-ITS-Infrastruktur an Standorten ohne vorhandene Netzbeeinflussungsanlagen positioniert, könnten diese aus Sicht des Verkehrsmanagements als sogenannte Virtuelle Netzbeeinflussungsanlagen betrachtet werden. Der Einsatz von kooperativen Systemen als virtuelle NBA ermöglicht die Erweiterung der etablierten straßenseitigen Netzbeeinflussung. Eine Integration in vorhandene Verkehrsmanagementsysteme wäre durch die gleichwertige Betrachtung von virtuellen und klassischen Netzbeeinflussungsanlagen möglich. Für die Operatoren der VLZ wäre die Integration von virtuellen NBA transparent.

Anforderung NB-9: *VMIS muss die für die Netzbeeinflussung benötigte C-ITS-Infrastruktur als virtuelle Netzbeeinflussungsanlagen betrachten und gleichwertig zu klassischen Netzbeeinflussungsanlagen in vorhandene Systeme transparent integrieren.*

Versorgung der C-ITS-Infrastruktur

Die C-ITS-Infrastruktur könnte, wie in Anforderung NB-8. spezifiziert, im Kontext der Netzbeeinflussung als virtuelle Netzbeeinflussungsanlage betrachtet werden. Eine

Harmonisierung der Schaltbefehle

Kommt es bei einer Informationsweitergabe durch kooperative Systeme zu einer Überschneidung mit bestehenden NBAs ist zur Erhaltung eines konsistenten Schaltbildes beider Systeme eine Harmonisierung der Schaltbefehle notwendig. Eine Änderung des Stellzustandes innerhalb eines Systems, sollte durch die Systeme des Verkehrsmanagement an das jeweilige andere System kommuniziert werden. Die Verkehrsteilnehmer sollten zeitgleich identische Informationen via klassischer Wechselwegweiser und der C-ITS-Infrastruktur erhalten.

Anforderung NB-12: *VMIS muss zu Erhaltung einer konsistenten Informationslage die Schaltbefehle an bestehende Netzbeeinflussungsanlagen und die C-ITS-Infrastruktur harmonisieren. Dies sollte für den Operator weitgehend transparent erfolgen.*

6.2.4 Szenario 2: Koppelung der C-ITS-Infrastruktur an bestehende Außenanlagen

In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass die C-ITS-Infrastruktur an vorhandene Netzbeeinflussungsanlagen gekoppelt wird. Die klassische Netzbeeinflussung erfolgt anhand von Wechselwegweisern (WWWs) oder anderen Betriebsmitteln wie Wechseltextanzeigen. Auf Basis erhobener Verkehrsdaten werden Steuerbefehle vom Verkehrsmanagement erstellt und der MARZ/TLS-Architektur folgend von der Unterzentrale an die entsprechenden Wechselwegweiser über TLS verteilt. Die abgesetzten Steuerbefehle basieren auf zuvor konfigurierten Stellzuständen der Wechselwegweiser und werden bei der Erstversorgung der Netzbeeinflussungsanlagen festgelegt.

Zur Beeinflussung der Verkehrsteilnehmer mittels kooperativer Systeme muss die C-ITS-Infrastruktur die vom Verkehrsmanagement an die bestehenden WWWs abgesetzten Stellbefehle übernehmen und konsistent mit diesen an die Verkehrsteilnehmer abgeben. Wird für die Übertragung der Stellbefehle an die C-ITS-Infrastruktur ein paralleler, zur bestehenden TLS unabhängiger Kommunikationsweg über die Central ITS Station gewählt, besteht auf Basis bereits erfolgter Analysen innerhalb der ASFINAG die Gefahr von hohen und vor allem zur klassischen NBA unterschiedlichen Latenzzeiten. Die Folge wäre eine potentiell inkonsistente Informationslage von WWW und C-ITS Infrastruktur.

In diesem Szenario wird daher davon ausgegangen, dass die auftretenden Latenzzeiten und die Dauer inkonsistenter Schaltzustände für das Verkehrsmanagement nicht akzeptabel sind und daher parallele Kommunikationswege so weit wie möglich vermieden werden sollen. Die C-ITS-Infrastruktur müsste daher an bestehende TLS-Streckenstationen gekoppelt werden und könnte die in weiterer Folge die für eine Benachrichtigung an die Verkehrsteilnehmer notwendigen Informationen, d.h. den tatsächlichen Stellzustand der WWWs, direkt und so nahe wie möglich an der Außenanlage abgreifen.

Da bei der Übertragung von Stellbefehlen an die Streckenstationen keine weiteren Informationen zu den Wechselwegweisern geliefert werden, wäre eine Versorgung aller relevanten WWW mit zugehörigen Stellzuständen plus Informationstexten in C-ITS-Systemen notwendig. Das Mapping zwischen Stellbefehl und Informationstext ist erforderlich um die korrekte Anzeige eines WWWs in die Fahrzeuge zu projizieren. Bei Änderungen oder Neuinstallation eines WWWs müsste das Mapping angepasst beziehungsweise erweitert werden, was eine deutliche Aufweichung des „Blackbox“-Prinzips aus Sicht der C-ITS Infrastruktur nach sich ziehen würde.

Bei der Integration von bestehenden Netzbeeinflussungsanlagen und der C-ITS-Infrastruktur ergeben sich folgende Anforderungen:

Anforderung	Kontext	Beschreibung
NB-13	C-ITS-Infrastruktur	Übernahme und Weitergabe von Stellbefehlen

Tabelle 5 – Anforderungen Netzbeeinflussung Szenario 2

6.2.4.1 Anforderungen an die C-ITS Infrastruktur

Übernahme und Weitergabe von Stellbefehlen

Die vom Verkehrsmanagement an die Netzbeeinflussungsanlagen abgesetzten Steuerbefehle könnten von der C-ITS-Infrastruktur direkt an den Streckenstationen abgegriffen und in aufbereiteter Form an die Verkehrsteilnehmer übermittelt werden. Zusätzliche Anpassungen an vorhandene Systeme des Verkehrsmanagements wären in diesem Bereich nicht notwendig.

Anforderung NB-13: *Die C-ITS-Infrastruktur muss die von VMIS erstellten Steuerbefehle für bestehende Wechselwegweiser so nahe wie möglich an der Außenanlage abgreifen, in ein C-ITS-kompatibles Nachrichtenformat umwandeln und an den Verkehrsteilnehmer übertragen.*

7 DELTASPEZIFIKATION GEFAHRENWARNUNGEN

In klassischen Verkehrssystemen werden Verkehrsteilnehmer mit Hilfe von dynamischen Wechselverkehrszeichen (WVZ) über verkehrstechnisch- beziehungsweise sicherheitsrelevante Ereignisse im Straßenverkehr informiert. In manchen Fällen können diese Informationen zusätzlich über den Verkehrsfunk verteilt werden. Das Verkehrsmanagement setzt besonderes Augenmerk auf die Warnung vor Stauungen, Unfällen, Baustellen, Witterungseinflüssen und Geisterfahrer.

7.1 Potentiale

In diesem Abschnitt werden die möglichen Potentiale erhoben, die bei einer Einführung von kooperativen Systemen, zu einer Verbesserung bei der Übermittlung von sicherheitsrelevanten Informationen an die Verkehrsteilnehmer führen könnte. Die Potentiale beziehen sich dabei nur auf den Bereich der Übermittlung von Warnungen an die Verkehrsteilnehmer im Sinne der Verkehrsbeeinflussung. Die folgenden Potentiale wurden identifiziert:

7.1.1 Direkte Übermittlung

Mit der Einführung von kooperativen Systemen könnte ein zusätzlicher Kommunikationsweg zwischen Verkehrsmanagement und Verkehrsteilnehmer geschaffen werden. Im Gegensatz zur traditionellen Benachrichtigung über WVZ können durch den Einsatz kooperativer Systeme die sicherheitskritischen Informationen direkt in das Cockpit der Verkehrsteilnehmer übertragen werden.

Eine Benachrichtigung über bevorstehende Gefahrensituationen wäre an Stellen ohne klassische Infrastruktur möglich. In Gesprächen mit diversen VLZ-Betreibern werden folgende Vorteile für das Verkehrsmanagement erwartet:

- Steigerung der Sicherheit
- Verminderung der Wahrscheinlichkeit, dass Verkehrsteilnehmer Gefahrenwarnungen übersehen
- Mehr Zeit für Verkehrsteilnehmer auf Gefahrenwarnungen angepasst zu reagieren

7.1.2 Kontinuierliche Übertragung

Die im klassischen Verkehrsmanagement eingesetzten Wechselverkehrszeichen sind durch die fixe Positionierung an bestimmten Punkten im hochrangigen Straßennetz in ihrer Flexibilität limitiert. Werden die WVZ von Verkehrsteilnehmern übersehen, ist eine weitere Benachrichtigung oft erst wieder nach einigen Kilometern möglich. Durch Entwicklung von kooperativen Systemen wäre eine kontinuierliche Benachrichtigung für Verkehrsteilnehmer möglich. Die vom Verkehrsmanagement abgesetzten Gefahrenwarnungen könnten direkt in die Fahrzeuge übertragen und den Wagenlenkern mittels eingebauter elektronischer Anzeige angezeigt werden. Im Gegensatz zu klassischen WVZ könnten diese Nachrichten für einen beliebig langen Zeitraum in den Fahrzeugen dargestellt werden.

7.2 Anforderungen

Zur Realisierung der identifizierten Potentiale im Kontext der Gefahrenwarnungen werden im Folgenden verschiedene Anforderungen bezüglich der C-ITS-Infrastruktur und VMIS spezifiziert. Die Anforderungen sind zwei Szenarien zugeordnet, je nachdem ob (1) eine von Bestandsanalgen unabhängige Benachrichtigung erfolgen soll oder (2) von einer Koppelung der C-ITS-Infrastruktur an bereits vorhandene WVZ-Anlagen auszugehen ist. Diese differenzierte Betrachtungsweise führt dementsprechend auch zu unterschiedlichen Anforderungen, sowohl auf Seiten der C-ITS-Infrastruktur als auch auf Seiten von VMIS.

Treffen Anforderungen auf alle genannten Szenarien gleichermaßen zu, werden diese als allgemeine Anforderungen definiert. Danach werden die unterschiedlichen Szenarien analysiert und deren individuelle Anforderungen spezifiziert.

7.2.1 Allgemeine Anforderungen an die C-ITS-Infrastruktur

Anforderung	Kontext	Beschreibung
W-1	C-ITS-Infrastruktur	Statusmeldungen an VMIS übertragen
W-2	VMIS	Statusmeldungen der C-ITS-Infrastruktur verarbeiten

Tabelle 6 – Anforderungen Warnungen Allgemein

Statusmeldungen an VMIS übertragen

Werden die vom Verkehrsmanagement abgesetzten Steuerbefehle von der C-ITS-Infrastruktur (nicht) erfolgreich verarbeitet, sollte eine Quittierung des tatsächlichen Stellzustandes der „virtuellen WVZ“ an das Verkehrsmanagements abgesetzt werden. Eine Quittierung auf Ebene einzelner Betriebsmittel ist analog zur „virtuellen NBA“ nicht notwendig.

Anforderung W-1: *Die C-ITS-Infrastruktur muss eine Quittierung der erhaltenen Steuerbefehle zum „virtuellen WVZ“ an VMIS übertragen.*

7.2.2 Allgemeine Anforderungen an VMIS

Statusmeldungen der C-ITS-Infrastruktur verarbeiten

Eine (nicht) erfolgreiche Übertragung und Weiterverarbeitung der Steuerbefehle sollte durch die Quittierung des Stellzustandes von der C-ITS-Infrastruktur bestätigt werden (siehe Anforderung NB-7). Die Quittierung müsste durch das Verkehrsmanagement verarbeitet werden und im Fehlerfall könnten entsprechende Maßnahmen (Fehlerrountinen) eingeleitet werden. Eine Speicherung des von der C-ITS Infrastruktur quitierten, tatsächlichen Status der virtuellen WVZ in Datenbanken des VM müsste analog zu klassischen WVZ durchgeführt werden.

Anforderung W-2: *VMIS muss die von der C-ITS-Infrastruktur übertragene Quittierung des angeforderten Stellzustandes verarbeiten und den tatsächlichen Status der virtuellen Wechselverkehrszeichens in dafür vorgesehene Datenbanken sichern.*

7.2.3 Szenario 1: C-ITS-Infrastruktur ohne Koppelung an bestehende WVZ

In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass es zu keiner Koppelung der C-ITS-Infrastruktur an bestehende Außenanlagen kommt. Dieses Szenario umfasst dabei folgende Teilbereiche:

- C-ITS-Infrastruktur ergänzend zu bestehenden WVZ
- C-ITS-Infrastruktur an Stellen ohne bestehende Außenanlagen

Zur Kommunikation zwischen C-ITS-Infrastruktur und Verkehrsmanagement sollen parallele Kommunikationswege, unabhängig von der bestehenden TLS-Architektur, gewählt werden. Wird die C-ITS-Infrastruktur an Stellen mit vorhandenen Wechselverkehrszeichen positioniert, müssten die vom Verkehrsmanagement abgesetzten Schaltbefehle harmonisiert werden, um eine inkonsistente Informationslage vermeiden zu können.

Anforderung	Kontext	Beschreibung
W-3	C-ITS-Infrastruktur	Physikalische Positionierung
W-4	C-ITS-Infrastruktur	Übernahme und Weitergabe von Stellbefehlen
W-5	VMIS	C-ITS-Infrastruktur als virtuelle zonenbasierte WVZ
W-6	VMIS	Versorgung der C-ITS-Infrastruktur
W-7	VMIS	Steuerbefehle an C-ITS-Infrastruktur
W-8	VMIS	Harmonisierung der Schaltbefehle
W-9	VMIS	Abhängigkeiten der virtuellen WVZ

Tabelle 7 – Anforderungen Warnungen Szenario 1

7.2.3.1 Anforderungen an die C-ITS Infrastruktur

Physikalische Positionierung:

Eine Positionierung der C-ITS-Infrastruktur an Standorten ohne bestehende WVZ-Anlagen ermöglicht eine Erweiterung des bestehenden „Benachrichtigungsnetzes“. Das Verkehrsmanagement könnte somit flächendeckend über das gesamte hochrangige Straßennetz die Verkehrsteilnehmer mit Informationen versorgen.

Anforderung W-3: *Die C-ITS-Infrastruktur soll in Abstimmung mit dem Verkehrsmanagement als Ergänzung zu bereits vorhandenen WVZ-Anlagen positioniert werden.*

Übernahme und Weitergabe von Stellbefehlen

Die vom Verkehrsmanagement abgesetzten Steuerbefehle sollten von der C-ITS-Infrastruktur übernommen, verarbeitet und in ein C-ITS-kompatibles Format konvertiert werden. Auf Basis des zeitlichen und räumlichen Gültigkeitsbereiches der vom Verkehrsmanagement abgesetzten Meldung sollten alle betroffenen C-ITS-Stationen von

der C-ITS-Infrastruktur ausgewählt werden. Diese Stationen sollten unter Einhaltung des entsprechenden Gültigkeitsbereiches die Informationen an die Verkehrsteilnehmer verteilen können.

Anforderung W-4: *Die C-ITS-Infrastruktur muss die von VMIS erstellten Steuerbefehle für Wechselverkehrszeichen, unter Beachtung des räumlichen und zeitlichen Gültigkeitsbereiches, in ein C-ITS-kompatibles Nachrichtenformat umwandeln und an die Verkehrsteilnehmer verteilen.*

7.2.3.2 Anforderungen an VMIS

C-ITS-Infrastruktur als virtuelle zonenbasierte WVZ

Wird die C-ITS-Infrastruktur an Standorten ohne bestehende WVZ-Anlagen positioniert, könnten diese als sogenannte virtuelle WVZ betrachtet werden. Im Gegensatz zu klassischen WVZ, welche punktuell über Gefahren informieren, könnten bei virtuellen WVZ eine kontinuierliche Benachrichtigung über konfigurierbare Streckenabschnitte (Zonen) erfolgen. Die virtuelle WVZ könnte somit aus mehreren C-ITS-Stationen bestehen, durch deren Zusammenschluss Benachrichtigungszonen gebildet werden (siehe Abbildung). Die Operatoren könnten die Zonen zur Übertragung von Warnungen in die Fahrzeuge dynamisch konfigurieren, wobei die zugrundeliegende C-ITS-Infrastruktur und transparent gehalten werden soll. Für die Auswahl einer Benachrichtigungszone ist das Wissen über die genauen Standorte der einzelnen C-ITS-Stationen nicht erforderlich.

Wird vom Operator eine Zone bestimmt (beispielsweise Autobahn A1 Kilometer 15 – 25) könnten alle C-ITS-Stationen in diesem Bereich die gewünschte Warnung an die C-ITS-kompatiblen Fahrzeuge weiterleiten. Aufgrund des zonenbasierten Ansatzes der virtuellen WVZ wäre eine Erweiterung der bestehenden Systeme und Oberflächen des Verkehrsmanagements notwendig.

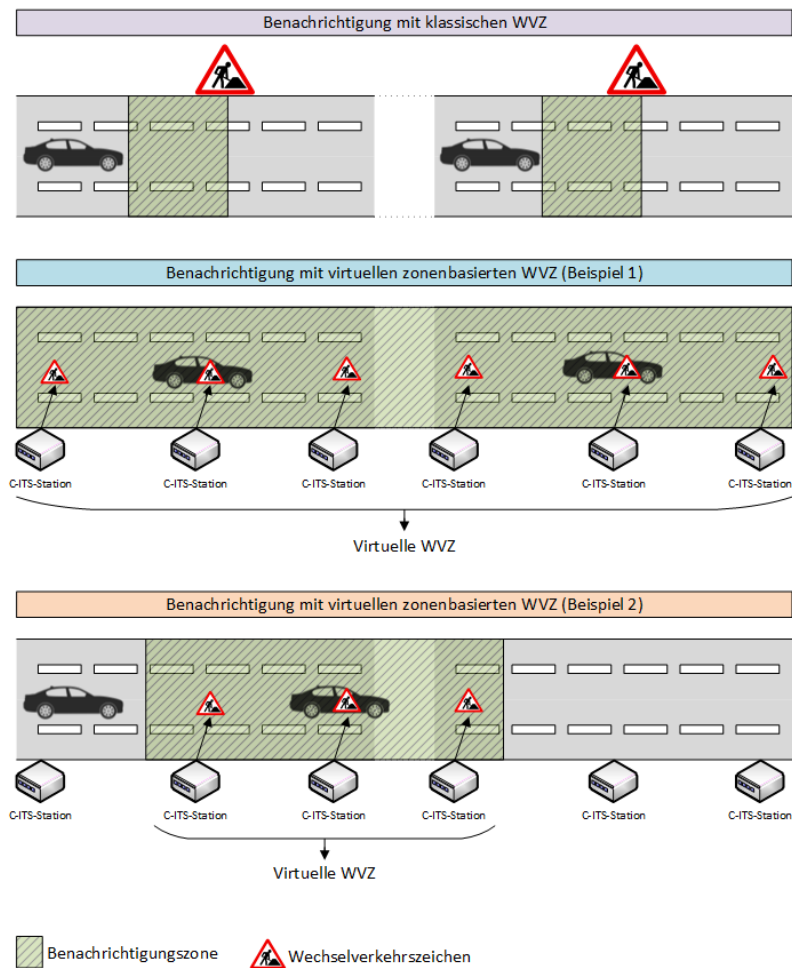


Abbildung 7 – WVZ – Virtuelle zonenbasierte WVZ

Anforderung W-5: VMIS muss die für die Übertragung und Verarbeitung von Gefahrenwarnungen benötigte C-ITS-Infrastruktur als virtuelle zonenbasierte Wechselverkehrszeichen betrachten, wobei die zugrunde liegende C-ITS Infrastruktur für VMIS transparent sein soll. Die virtuellen WVZ sollen dynamisch von Operatoren konfiguriert werden können.²

Versorgung der C-ITS-Infrastruktur

Die C-ITS-Infrastruktur sollte die Grenzen der Benachrichtigungsbereiche auf hochrangigen Straßen für die Systeme des Verkehrsmanagements bereitstellen. Dieser Indikator soll es den Operatoren ermöglichen, die Bereiche in denen eine Benachrichtigung via kooperativer Systemen möglich ist, zu erkennen. Dies ist notwendig,

² Die Anforderung nimmt keinen Bezug darauf ob seitens der C-IST Infrastruktur für die Weitergabe der Informationen IVI oder DENM Nachrichten verwendet werden.

falls keine flächendeckende Ausstattung von C-ITS-Stationen über das gesamte hochrangige Straßennetz vorhanden ist. Eine genaue Verortung der einzelnen C-ITS-Stationen in den Systemen des Verkehrsmanagements ist nicht erforderlich.

Anforderung W-6: *Das Verkehrsmanagement muss die für die Übertragung von Warnungen erforderliche C-ITS-Infrastruktur als virtuelle Wechselverkehrszeichen in VMIS versorgen. Die Versorgung sollte die unterschiedlichen Gebiete, in welchen eine Benachrichtigung via kooperative Systeme möglich ist, enthalten.*

Steuerbefehle an C-ITS-Infrastruktur

In klassischen Verkehrsmanagementsystemen werden TLS-Steuerbefehle zum Schalten der WVZ von Unterzentralen abgesetzt. Werden kooperative Systeme an Stelle von straßenseitigen Wechselverkehrszeichen eingesetzt, könnte eine Erweiterung der vorhandenen Kommunikationsmodelle erforderlich sein.

Anforderung W-7: *VMIS muss zur Übertragung von Steuerbefehlen an die C-ITS-Infrastruktur standardisierte Datenformate und Protokolle einsetzen.*

Harmonisierung der Schaltbefehle

Die dynamische Konfiguration von einzelnen C-ITS-Stationen zu einem virtuellen WVZ ermöglicht, wie in Anforderung W-4 beschrieben, die kontinuierliche Benachrichtigung über größere räumliche Zonen. Liegen innerhalb dieser Zonen klassische WVZ-Anlagen, sollten diese ebenfalls mit konsistenten Schaltbildern versorgt werden. Die Verkehrsteilnehmer sollten zeitgleich identische Informationen via klassischen Wechselverkehrszeichen und der C-ITS-Infrastruktur erhalten können.

Anforderung W-8: *VMIS muss alle klassischen WVZ-Anlagen, welche sich innerhalb der Benachrichtigungszone einer virtuellen WVZ befinden, mit den virtuellen WVZ harmonisieren. Dieser Schritt ist für die Erhaltung eines konsistenten Schaltbildes von C-ITS-Infrastruktur und klassischen WVZ notwendig.*

Abhängigkeiten der virtuellen WVZ

Wie bereits in Anforderung W-5 spezifiziert, sollen Operatoren virtuelle Wechselverkehrszeichen dynamisch konfigurieren können. Zur Vermeidung der Weitergabe widersprüchlicher Informationen an die Verkehrsteilnehmer, sollte in VMIS ein Regelwerk definiert werden können, welches – analog zur einer „Verriegelungsmatrix“ bei

bestehenden Außenanlagen – die Abhängigkeiten der virtuellen WVZ untereinander beschreibt. Vor der Erstellung eines virtuellen WVZ sollten alle in der Nähe befindlichen WVZ's automatisch anhand dieser Regeln geprüft und gegebenenfalls die Erstellung des neuen WVZ's untersagt bzw. harmonisiert werden.

Anforderung W-9: *Das Verkehrsmanagement muss in VMIS ein Regelwerk bereitstellen, welches die Abhängigkeiten aller Verkehrszeichen untereinander abbildet. Auf Basis dieser Regeln muss VMIS automatisch prüfen, ob eine Erstellung eines neuen virtuellen WVZ im Konflikt zu bereits vorhandenen virtuellen Wechselverkehrszeichen steht.*

7.2.4 Szenario 2: Koppelung der C-ITS-Infrastruktur an vorhandene WVZ

In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass die C-ITS-Infrastruktur zur Übertragung von Gefahrenwarnungen an die Verkehrsteilnehmer aus Gründen der Latenzzeiten und potentiell unterschiedlichen Schaltzuständen an die bereits vorhandenen Anlagen der Wechselverkehrszeichen gekoppelt wird. Ähnlich wie bei Netzbeeinflussungsanlagen werden Steuerbefehle vom Verkehrsmanagement erstellt und auf Basis der MARZ/TLS-Architektur an die entsprechenden Wechselverkehrszeichen verteilt. Zur Übertragung von Gefahrenwarnungen mittels kooperativer Systeme muss die C-ITS-Infrastruktur die vom Verkehrsmanagement an die bestehende WVZ abgesetzten Steuerbefehle übernehmen und konsistent mit diesen an die Verkehrsteilnehmer abgeben. Dieser Vorgang muss ähnlich, wie bereits in Abschnitt 6.2.4 beschrieben, vollzogen werden. Hieraus ergeben sich folgende Anforderungen an die C-ITS-Infrastruktur.

Anforderung	Kontext	Beschreibung
W-9	C-ITS-Infrastruktur	Physikalische Positionierung
W-10	C-ITS-Infrastruktur	Übernahme und Weitergabe von Stellbefehlen

Tabelle 8 – Anforderungen Warnungen Szenario 2

7.2.4.1 Anforderungen an die C-ITS Infrastruktur

Physikalische Positionierung

Im klassischen Verkehrsmanagement ist eine Vielzahl an Wechselverkehrszeichen an bestimmten Punkten im hochrangigen Straßennetz positioniert. Wird die C-ITS-Infrastruktur in unmittelbarer Nähe positioniert, wäre eine Koppelung an bestehende WVZ-Anlagen möglich. Die Positionierung zusätzlicher C-ITS-Stationen vor den Standorten einer WVZ könnte zu einer Erweiterung des Benachrichtigungsbereiches führen. Eine frühzeitige Benachrichtigung der Verkehrsteilnehmer wäre möglich.

Anforderung W-9: *Die C-ITS-Infrastruktur soll in Abstimmung mit dem Verkehrsmanagement in unmittelbarer Nähe vorhandener WVZ-Anlagen positioniert werden. Des Weiteren soll zur frühzeitigen Übermittlung von Warnungen weitere C-ITS-Stationen vor den WVZ-Anlagen positioniert werden.*

Übernahme und Weitergabe von Stellbefehlen

Die vom Verkehrsmanagement abgesetzten Stellbefehle zur Steuerung von Wechselverkehrszeichen könnten von der C-ITS-Infrastruktur direkt an den Streckenstationen abgegriffen und in aufbereiteter Form an davor liegende Stationen weitergegeben werden. Durch die Weiterleitung könnte eine Vergrößerung des Sendebereichs erzielt werden, welches eine frühere Übermittlung von Warnungen an die Verkehrsteilnehmer ermöglichen würde.

Anforderung W-10: *Die C-ITS-Infrastruktur muss die von VMIS erstellten Steuerbefehle für Wechselverkehrszeichen so nahe wie möglich an der Außenanlage abgreifen, in ein C-ITS-kompatibles Nachrichtenformat umwandeln und an davor positionierte C-ITS-Stationen zur frühzeitigen Benachrichtigung der Verkehrsteilnehmer, verteilen.*

8 NICHT-FUNKTIONALE ANFORDERUNGEN

Bei Nicht-Funktionalen Anforderungen (NFA) handelt es sich um Attribute des Systems, die das System attraktiv, benutzbar, schnell oder verlässlich wirken lassen. Bei folgender Auflistung wird nur eine Auswahl der wichtigsten NFA getroffen und auf eine Operationalisierung, sprich Umsetzung der NFA und Angabe einer Metrik zum Überprüfen der NFA bewusst verzichtet. Diese Operationalisierung und Metriken sind Bestandteil einer zukünftigen Detailspezifikation des Systems und können durchaus unterschiedliche Ausprägungen je Anwendungsfall haben.

8.1 Nicht-Funktionale Anforderungen an die C-ITS Infrastruktur

NFA-1 Performanz Die C-ITS-Infrastruktur muss in der Lage sein Informationen, welche den Verkehrsteilnehmern übermittelt werden sollen, innerhalb zeitlicher Obergrenzen bereitzustellen.

NFA-2 Performanz Die C-ITS-Infrastruktur muss in der Lage sein Informationen, welche von den ausgestatteten Fahrzeugen an die R-ITS-S gesendet wurden, innerhalb zeitlicher Obergrenzen dem VMIS zu übermitteln.

NFA-3 Skalierbarkeit Die C-ITS-Infrastruktur ist so auszulegen, dass es eine ausreichend große Anzahl an R-ITS-S integrieren kann und voll funktionsfähig und performant bleibt.

NFA-4 Erweiterbarkeit Die C-ITS-Infrastruktur ist so auszulegen, dass zusätzliche R-ITS-S mit Standardschnittstellen ohne Änderungen an der Software oder Hardware voll funktionsfähig angeschlossen werden können (z.B. bei der Ausweitung der Benachrichtigungszonen).

NFA-5 Verfügbarkeit Die C-ist Infrastruktur muss seine bestimmte Mindestfunktionsfähigkeit für einen bestimmten Mindestzeitraum zur Verfügung stellen. Die Verfügbarkeit muss mindestens der der bestehenden Verkehrsmanagementsysteme entsprechen.

NFA-6 Wartbarkeit Die C-ITS Infrastruktur muss Informationen über seinen verbautes System, genutzte Software und den Systemstatus (auf „Anlagenebene“ wie „virtueller NBA“ oder „virtuellem WVZ“) bereitstellen.

NFA-7 Wartbarkeit Die C-ITS-Infrastruktur muss zur Feststellung des Systemstatus Möglichkeiten der Ferndiagnose und Wartung bereitstellen.

8.2 Nicht-Funktionale Anforderungen an VMIS

NFA-8 Performanz VMIS muss in der Lage sein Informationen, welche von der C-ITS Infrastruktur bereitgestellt werden, entsprechend zeitlicher Obergrenzen entgegenzunehmen bzw. abzuholen und an die zuständigen VMIS-Komponenten zur Weiterverarbeitung zu übermitteln.

NFA-9 Skalierbarkeit VMIS ist so auszulegen, dass zusätzliche R-ITS-S und das damit einhergehende potentiell größere Datenvolumen ohne Einbußen in der Funktionsfähigkeit und Performanz integriert werden können.

NFA-10 Verfügbarkeit VMIS muss seine Schnittstellen und Komponenten, die mit Informationen aus der C-ITS Infrastruktur arbeiten und Informationen an die C-ITS Infrastruktur bereitstellen, für bestimmte Mindestzeitdauern bereithalten. Die Verfügbarkeit muss mindestens der der bestehenden Verkehrsmanagementsysteme entsprechen.

NFA-11 Wartbarkeit VMIS muss die Systeminformationen der C-ITS Infrastruktur entgegennehmen bzw. abfragen können und entsprechend interpretieren und darstellen können.

NFA-12 Wartbarkeit VMIS muss Möglichkeiten der Ferndiagnose und Wartung der C-ITS Komponenten bereitstellen.

9 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

In Rahmen des Projekts CoOperational wurden die in den vorangegangenen Kapiteln vorgestellte Ist-Analyse und Deltaspezifikation erarbeitet. Beide erarbeiteten Themen geben einen Einblick in den Stand kooperativer Systeme, zukünftige Anforderungen an sowohl C-ITS Infrastruktur als auch Verkehrsleitzentralen (am Beispiel VMIS) und entsprechenden Änderungsbedarf. Im letzten Abschnitt dieses Ergebnisberichts wird nun auf Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise in Bezug auf die Umsetzung des Änderungsbedarfs eingegangen. Die nachfolgenden Empfehlungen sind keinesfalls als vollständige Handlungsempfehlung für die ASFINAG zur Einführung kooperativer Systeme in der Verkehrsleitzentrale zu verstehen, sondern reflektieren „lessons learned“ des Projektteams anhand im Rahmen des Projekts identifizierter Problemstellungen.

9.1 Systemarchitektur

In Bezug auf die Systemarchitektur lag der Fokus des Projekts auf der **Schnittstelle zwischen C-ITS Infrastruktur und Verkehrsleitzentrale** bzw. deren Abgrenzung. Die Ist-Analyse hat gezeigt, dass die Meinungen bei den Betreibern von Verkehrsleitzentralen hier durchaus auseinander gehen. Obwohl jeder Betreiber davon ausgeht, dass die im Kontext der C-ITS Infrastruktur angesiedelte Central-ITS-Station als Gegenstück zur klassischen Verkehrsleitzentrale organisatorisch bei den Betreibern angesiedelt sein sollte, bestehen unterschiedliche Ansichten zur systemtechnischen Ausprägung. Die Varianten gehen von einer vollständigen Separation bis hin zu einer vollständigen Integration in das System der Verkehrsleitzentrale.

Beide Extreme sind aus Sicht des Projektteams nicht zielführend. Während eine vollständige Separation klarerweise den Mehrwert kooperativer Systeme für das Verkehrsmanagement negiert, würde eine vollständige systemtechnische Integration die Welt der klassischen Verkehrsleitzentralentechnik einen deutlichen Komplexitätssprung für diese bedeuten. Zur Reduktion der Komplexität des Gesamtsystems sollte selbst bei Betrieb beider Infrastrukturen durch einen Betreiber wie die ASFINAG keine tiefe technische Integration analog zur TLS/MARZ Architektur vorgenommen werden.

Im Gegensatz dazu sollte eine dem Stand der Technik entsprechende **Abgrenzung auf Dienst-Ebene** vorgenommen werden. Für das Verkehrsmanagement sollte die C-ITS Infrastruktur verschiedene Dienste mit klaren Schnittstellen anbieten (z.B. Verkehrslage,

Netzbeeinflussung, Gefahrenwarnung), ein detailliertes Wissen über die beteiligten Betriebsmittel und Interna der C-ITS Infrastruktur sollte aus Sicht der Verkehrsleitzentrale nicht notwendig sein. Um diesem Ziel in der ASFINAG näher zu kommen, sollte bereits in der geplanten Erneuerung von VMIS versucht werden die bestehenden Dienste der klassischen Verkehrstechnik entsprechend zu abstrahieren, um eine Integration von C-ITS gestützten Diensten im Bedarfsfall zu vereinfachen. Generell ist zu empfehlen den Diskussion über systemtechnische Details (z.B. das gewählte Protokoll wie DATEX II) die Einigung über die Signatur des fachlichen Dienstes auf Geschäftsprozessebene voranzustellen. Die Diskussion sollte zuerst, wie im vorliegenden Ergebnisbericht anhand erster Anwendungsfälle, auf fachlicher/funktionaler Ebene geführt werden. Nur in dieser Reihenfolge ist man in der Lage die mit der Wahl eines Protokolls bzw. Datenformats an der Schnittstelle zwischen C-ITS Infrastruktur und Verkehrsleitzentrale eingegangenen Kompromisse zu bewerten und abzuwägen.

9.2 Weitere Anwendungsfälle

Im Zuge des Projekts wurden auch weitere Anwendungsfälle diskutiert, die aus verschiedenen Gründen nicht im Detail ausgearbeitet wurden. Diese Anwendungsfälle sind vor allem im Kontext der **Ereignisdetektion** und **Publikation von redaktionell aufbereiteten verkehrlichen Ereignissen** zu finden.

Die Verwendung der C-ITS Infrastruktur als Kanal zur Publikation von Verkehrsinformationen aus dem Ereignismanagement-System der ASFINAG wird derzeit in ECo-AT angestrebt. Dies ist als kurzfristig realisierbarer und auch notwendiger Zwischenschritt zur in der Deltaspezifikation angeführten Warnung vor Gefahrenstellen anzusehen, welche im Gegensatz, dem Sicherheitsaspekt folgend, keiner redaktionellen Bearbeitung bedürfen und direkt von einem (regionalen) Operator einer Verkehrsleitzentrale geschaltet werden können sollten.

Aus *jetziger* Sicht kann die Investition in die C-ITS Infrastruktur mit der alleinigen Publikation redaktionell aufbereiteter Verkehrsinformationen aus dem Ereignismanagement (analog zum „Broadcast“ von Verkehrsmeldungen via RDS/TMC) nicht ausreichend argumentiert werden. Die Ist-Analyse hat gezeigt, dass die Anwendungsfälle des Verkehrsmanagements einen sofortigen, direkten und bewusst durchgeführten Zugriff auf die C-ITS Infrastruktur zur Absicherung von Gefahrenstellen – analog zu einer VBA – bedingen.

Da das Ereignismanagement innerhalb der ASFINAG in der aktuellen Form allerdings erst vor kurzem eingeführt wurde, ist eine Konvergenz von Verkehrsredaktion und Verkehrssteuerung in einem zukünftigen VMIS nicht auszuschließen und sollte im Zuge der geplanten Erneuerung von VMIS diskutiert werden. Diese Konvergenz, welche im deutschsprachigen Raum aufgrund der meist organisatorischen Trennung zwischen Verkehrsmanagement (außerorts) und Verkehrsinformation nicht quasi unbekannt ist, sollte gegebenenfalls aus Sicht des Projektteams sogar als Ziel zukünftiger Entwicklungen formuliert werden.

Aus organisatorischer Sicht wird dementsprechend empfohlen, dass auch weiterhin ein intensiver Austausch zwischen dem operativen Verkehrsmanagement und C-ITS Vorhaben wie ECo-AT erfolgen muss, um die wechselseitigen Erwartungen abzugleichen und die „low hanging fruits“ in Bezug auf die für das Verkehrsmanagement wertvollen Anwendungsfälle zu identifizieren. Als Beispiel sei hier die Nutzung der C-ITS Infrastruktur zur Detektion verkehrlich relevanter Ereignisse über die reine Ermittlung der Verkehrslage hinaus genannt, womit man im Rahmen von ECo-AT erste Erfahrungen sammeln möchte. Derartige Anwendungsfälle sind für das Verkehrsmanagement noch weitgehend unbekannt, entsprechend des wie bereits erwähnt noch wenig stabilen Umfelds als „moving targets“ zu betrachten und regelmäßig zu aktualisieren.

9.3 Einzelfahrzeugverfolgung (PVD)

Die Ist-Analyse hat gezeigt, dass allgemein die Meinung vertreten wird, dass sich der Mehrwert kooperativer Systeme für das Verkehrsmanagement erst einstellen wird, wenn eine Verfolgung von Einzelfahrzeugen über längere Strecken möglich ist. PVD ist dementsprechend auch ein Schlüsselbegriff für die meisten im Rahmen des Projekts im Detail erarbeiteten Anwendungsfälle. Die Qualität der Verkehrslageinformation könnte anhand mittlerer, individuell erhobener Reisezeiten deutlich verbessert werden. Im Bereich der „virtuellen NBA“ wäre einer Ermittlung des Befolgungsgrades und der Routenspezifischen Reisezeiten möglich. Aufgrund von Datenschutzbedenken wird dies zurzeit allerdings im Umfeld kooperativer Systeme sehr kritisch diskutiert und ein Einlenken der beteiligten Stakeholder ist noch nicht absehbar.

Wie so oft in Datenschutzdiskussionen könnte es sein, dass auch hier noch die Anreize für die Stakeholder, insbesondere die Automobilindustrie, fehlen um die bisherige Position aufzuweichen. Im Projekt ECo-AT erfolgt in diese Richtung bereits ein reger Austausch,

der weiterhin intensiv geführt werden sollte. Das Projektteam ist überzeugt, dass das Verkehrsmanagement über hochwertige, von Operatoren qualitätsgesicherte und aktuelle Daten verfügt, welche auch in der kooperativen Verkehrsleitzentrale der Zukunft noch einen Mehrwert für den Verkehrsteilnehmer bedeuten werden.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Systemlandschaft ADBS (Quelle: ABDS)	45
Abbildung 2 – Blackbox straßenseitige C-ITS-Infrastruktur	59
Abbildung 3 – C-ITS-Infrastruktur im Zusammenspiel mit VMIS	60
Abbildung 4 – C-ITS-Detektionszonen (ECo-AT Cam Aggregation Release 2)	66
Abbildung 5 – Additive – Substitutive Wechselwegweisung	68
Abbildung 6 – Elemente einer „virtuellen NBA“	76
Abbildung 7 – WVZ – Virtuelle zonenbasierte WVZ	85

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – SAFESPOT Teilprojekte	23
Tabelle 2 – Anforderungen Verkehrslage	63
Tabelle 3 – Anforderungen Netzbeeinflussung Allgemein	71
Tabelle 4 – Anforderungen Netzbeeinflussung Szenario 1	74
Tabelle 5 – Anforderungen Netzbeeinflussung Szenario 2	78
Tabelle 6 – Anforderungen Warnungen Allgemein	81
Tabelle 7 – Anforderungen Warnungen Szenario 1	83
Tabelle 8 – Anforderungen Warnungen Szenario 2	87

Literaturverzeichnis

1. “ETSI TS 102 894 - 1 Intelligent Transport Systems (ITS); Users and applications requirements;Part 1 : Facility layer structure, functional requirements and specifications,” 08 2013 .
2. “Intelligent Transport Systems (ITS); Vehicular Communications;Basic Set of Applications;Part 3 : Specifications of Decentralized Environmental Notification Basic Service,” 08 2013 .
3. Ulrich Haspel, „Umsetzung kooperativer Systeme in Bayern“, Straßenverkehrstechnik, 10/2014.