



# Leitfaden zur Einführung kommunaler C-ITS Verkehrssysteme

Version 01-00-00  
Stand September 2020



gefördert durch:  
Bundesministerium  
für Verkehr und  
digitale Infrastruktur

# Leitfaden zur Einführung kommunaler C-ITS Verkehrssysteme

## Hauptautoren:

Neuner, Michael	GEVAS software GmbH
Bauer, Anton	Landeshauptstadt München
Grünfeld, Hermann	Hamburg Port Authority
Kanngießler, Volker	Stadt Frankfurt am Main
Koch, Olaf	LSBG Hamburg
Miltner, Dr. Thorsten	Stadt Kassel
Poppenborg, Ralf	Landeshauptstadt Düsseldorf
Thomas, Ralf	Landeshauptstadt Stuttgart
Töpfer, Olga	Stadt Köln
Schappacher, Jan	Bundesanstalt für Straßenwesen

## Weitere Autoren:

Beheshti Kashi, Samaneh	LSBG Hamburg
Berndt-Tolzmann, Sandro	Bundesanstalt für Straßenwesen
Böhme, Heiko	Landeshauptstadt Düsseldorf
Dittmer, Patrick	LSBG Hamburg
Harders, Tommy	LSBG Hamburg
Maier, Dr. Peter	GEVAS software GmbH
Noll, Bernd	Stadt Kassel
Piszczek, Michael	Stadt Köln
Plötz, Dr. Per-Arno	LSBG Hamburg
Rittig, Simon	Landeshauptstadt Stuttgart
Schön, Thilo	GEVAS software GmbH
Vogel, Thomas	Landeshauptstadt Stuttgart
Vomend, Paul	Hamburg Verkehrsanlagen GmbH

## Auftragnehmer:

GEVAS software GmbH  
Nymphenburger Straße 14  
80335 München

## Herausgeber:

OCA – Open Traffic Systems City Association e.V.  
c/o Stadt Frankfurt am Main / Straßenverkehrsamt  
Gutleutstraße 191  
60327 Frankfurt am Main

**Dieser Leitfaden erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.  
Anregungen nimmt der Anwenderkreis Intelligente Verkehrssysteme der OCA e.V. gerne entgegen.**

# Leitfaden zur Einführung kommunaler C-ITS Verkehrssysteme

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Dokument-Attribute</b>	<b>7</b>
<b>2. Deklarationen/Referenzen</b>	<b>8</b>
2.1 Begriffsdefinitionen/Abkürzungen/Akronyme	8
2.2 Referenzen	8
<b>3. Einführung</b>	<b>10</b>
3.1 Zweck und Ziel	10
3.2 Anwendungsbereich	10
3.3 Problembeschreibung/Positionierung	10
3.3.1 Problemstellung	10
3.3.2 Problemlösung/Vorgehensmodell	11
3.4 Stakeholder	13
3.4.1 Plattform Urbane Mobilität (PUM)	13
3.4.2 OCIT Developer Group (ODG)	14
3.4.3 C-Roads Plattform	15
<b>4. Beschreibung der betrachteten kooperativen IVS-Dienste</b>	<b>16</b>
4.1 Vorgehensmodell bei der Beschreibung der IVS-Dienste	16
4.2 IVS-Dienst Ampelphasenassistent	19
4.2.1 Funktionale Beschreibung	19
4.2.2 Variante 1: Prognoseerstellung in der Zentrale und zentrale Verbreitung	22
4.2.3 Variante 2: Prognoseerstellung in der Zentrale und dezentrale Verbreitung	23
4.2.4 Variante 3: Prognoseerstellung in der IRS und dezentrale Verbreitung	24
4.2.5 Variante 4: Prognoseerstellung in der IRS und zentrale Verbreitung	25
4.3 IVS-Dienst Anmeldung über V2I	26
4.3.1 Funktionale Beschreibung	26
4.3.2 Variante 1: Anmeldung über Back-End, Vorrangschaltung in der Zentrale	29
4.3.3 Variante 2: Anmeldung über IRS, Vorrangschaltung in der Zentrale	30
4.3.4 Variante 3: Anmeldung über IRS, Vorrangschaltung in der IRS	31
4.4 IVS-Dienst Strategiemangement-Schaltungen als I2V-Kommunikation	32
4.4.1 Funktionale Beschreibung	32
4.4.2 Variante 1: Strategien aus der Zentrale, zentrale Verbreitung	34
4.4.3 Variante 2: Informationen direkt vom Feldgerät, Verbreitung über IRS	35
4.4.4 Variante 3: Informationen aus der Zentrale, Verbreitung über IRS	36
4.5 Für die IVS-Dienste benötigte IVS-Capabilities	37
4.5.1 IVS-Capability-Matrix	37

4.5.2	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 verfügbar	38
4.5.3	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1 verfügbar	40
4.5.4	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0 verfügbar	41
4.5.5	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.X / OCIT-C V2.X verfügbar	42
4.5.6	IVS-Capability Geringe Latenz bei LSA-Prozessdaten vorhanden	43
4.5.7	IVS-Capability DVK für LSA-Daten vorhanden	46
4.5.8	IVS-Capability IRS-Ausstattung vorhanden	49
4.5.9	IVS-Capability Public Key Infrastruktur (PKI) vorhanden	49
4.5.10	IVS-Capability MDM-Anbindung vorhanden	50
4.5.11	IVS-Capability Netzversorgung (Netzgraph) und Georeferenzierung verfügbar	52
<b>5.</b>	<b>Situation der städtischen Systeme bezüglich des Einsatzes von C-ITS</b>	<b>57</b>
5.1	DiKoVe Modell Systemlandschaft Verkehrstechnik	57
5.2	Landeshauptstadt Düsseldorf	59
5.2.1	Beschreibung der Systemlandschaft Verkehrstechnik	59
5.2.2	Aktuelle IVS Capability-Matrix der Landeshauptstadt Düsseldorf	62
5.2.3	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 verfügbar	63
5.2.4	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1 verfügbar	63
5.2.5	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0 verfügbar	64
5.2.6	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.X / OCIT-C V2.X verfügbar	64
5.2.7	IVS-Capability Geringe Latenz bei LSA-Prozessdaten vorhanden	64
5.2.8	IVS-Capability DVK für LSA-Daten vorhanden	66
5.2.9	IVS-Capability IRS-Ausstattung vorhanden	67
5.2.10	IVS-Capability Public Key Infrastruktur (PKI) vorhanden	67
5.2.11	IVS-Capability MDM-Anbindung vorhanden	67
5.2.12	IVS-Capability Netzversorgung (Netzgraph) und Georeferenzierung verfügbar	68
5.3	Freie und Hansestadt Hamburg	69
5.3.1	Vorwort	69
5.3.2	Beschreibung der Systemlandschaft Verkehrstechnik	71
5.3.3	Aktuelle IVS Capability-Matrix der Freien und Hansestadt Hamburg	75
5.3.4	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 verfügbar	75
5.3.5	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1 verfügbar	76
5.3.6	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0 verfügbar	76
5.3.7	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.X / OCIT-C V2.X verfügbar	76
5.3.8	IVS-Capability Geringe Latenz bei LSA-Prozessdaten vorhanden	76
5.3.9	IVS-Capability DVK für LSA-Daten vorhanden	77
5.3.10	IVS-Capability IRS-Ausstattung vorhanden	78
5.3.11	IVS-Capability Public Key Infrastruktur (PKI) vorhanden	78
5.3.12	IVS-Capability MDM-Anbindung vorhanden	79
5.3.13	IVS-Capability Netzversorgung (Netzgraph) und Georeferenzierung verfügbar	79
5.4	Stadt Kassel	81
5.4.1	Beschreibung der Systemlandschaft Verkehrstechnik	81
5.4.2	Aktuelle IVS Capability-Matrix der Stadt Kassel	85
5.4.3	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 verfügbar	86
5.4.4	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1 verfügbar	87
5.4.5	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0 verfügbar	87
5.4.6	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.X / OCIT-C V2.X verfügbar	87

5.4.7	IVS-Capability Geringe Latenz bei LSA-Prozessdaten vorhanden	87
5.4.8	IVS-Capability DVK für LSA-Daten vorhanden	88
5.4.9	IVS-Capability IRS-Ausstattung vorhanden	89
5.4.10	IVS-Capability Public Key Infrastruktur (PKI) vorhanden	90
5.4.11	IVS-Capability MDM-Anbindung vorhanden	90
5.4.12	IVS-Capability Netzversorgung (Netzgraph) und Georeferenzierung verfügbar	91
5.5	Stadt Köln	92
5.5.1	Beschreibung der Systemlandschaft Verkehrstechnik	92
5.5.2	Aktuelle IVS Capability-Matrix der Stadt Köln	95
5.5.3	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 verfügbar	96
5.5.4	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1 verfügbar	97
5.5.5	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0 verfügbar	97
5.5.6	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.X / OCIT-C V2.X verfügbar	97
5.5.7	IVS-Capability Geringe Latenz bei LSA-Prozessdaten vorhanden	97
5.5.8	IVS-Capability DVK für LSA-Daten vorhanden	97
5.5.9	IVS-Capability IRS-Ausstattung vorhanden	98
5.5.10	IVS-Capability Public Key Infrastruktur (PKI) vorhanden	98
5.5.11	IVS-Capability MDM-Anbindung vorhanden	98
5.5.12	IVS-Capability Netzversorgung (Netzgraph) und Georeferenzierung verfügbar	99
5.6	Landeshauptstadt München	100
5.6.1	Beschreibung der Systemlandschaft Verkehrstechnik	100
5.6.2	Aktuelle IVS Capability-Matrix der Landeshauptstadt München	105
5.6.3	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 verfügbar	106
5.6.4	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1 verfügbar	107
5.6.5	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0 verfügbar	107
5.6.6	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.X / OCIT-C V2.X verfügbar	107
5.6.7	IVS-Capability Geringe Latenz bei LSA-Prozessdaten vorhanden	107
5.6.8	IVS-Capability DVK für LSA-Daten vorhanden	107
5.6.9	IVS-Capability IRS-Ausstattung vorhanden	108
5.6.10	IVS-Capability Public Key Infrastruktur (PKI) vorhanden	108
5.6.11	IVS-Capability MDM-Anbindung vorhanden	108
5.6.12	IVS-Capability Netzversorgung (Netzgraph) und Georeferenzierung verfügbar	109
5.7	Landeshauptstadt Stuttgart	110
5.7.1	Beschreibung der Systemlandschaft Verkehrstechnik	110
5.7.2	Aktuelle IVS Capability-Matrix der Landeshauptstadt Stuttgart	114
5.7.3	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 verfügbar	115
5.7.4	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1 verfügbar	116
5.7.5	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0 verfügbar	116
5.7.6	IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.X / OCIT-C V2.X verfügbar	116
5.7.7	IVS-Capability Geringe Latenz bei LSA-Prozessdaten vorhanden	116
5.7.8	IVS-Capability DVK für LSA-Daten vorhanden	116
5.7.9	IVS-Capability IRS-Ausstattung vorhanden	117
5.7.10	IVS-Capability Public Key Infrastruktur (PKI) vorhanden	117
5.7.11	IVS-Capability MDM-Anbindung vorhanden	117
5.7.12	IVS-Capability Netzversorgung (Netzgraph) und Georeferenzierung verfügbar	118

## 6. Handlungsvorschläge an beteiligte Stakeholder

119

6.1	Handlungsvorschläge an die ODG	119
6.2	Handlungsvorschläge an die PUM	122
6.3	Handlungsvorschläge an das BMVI	122
6.4	Handlungsvorschläge an den VDV	123
<b>7.</b>	<b>Anhang</b>	<b>124</b>
7.1	Glossar	124
7.2	Ziele des IVS-Akteurs „Straßenbetreiber“	128
7.3	Der OCIT-Standard für Lichtsignalsteuergeräte	130
7.3.1	Übersicht	130
7.3.2	OCIT-Center-to-Center (OCIT-C)	131
7.3.3	OCIT-Outstations (OCIT-O)	132
7.3.4	Funktionsvergleich VnetS vs. OCIT-O V1.1 vs. V2.0 vs. V3.0 vs. OCIT-O Car	133
7.4	OCA-LSA-Prozessmodell für die herstellerübergreifende Versorgungskette	137
7.5	Public Key Infrastruktur (PKI)	139
7.5.1	Grundlagen	139
7.5.2	Aktueller Sachstand (Stand Februar 2020)	140
7.6	Anforderungen an die Städte für kooperative IVS-Dienste in der Praxis	143
7.6.1	IVS-Dienst Ampelphasenassistent: Ampelinformation von Audi	143
7.6.2	IVS-Dienst Ampelphasenassistent: trafficpilot von GEVAS software	144
7.6.3	IVS-Dienst Anmeldung über V2I: VERONIKA Kassel und BiDiMoVe Hamburg	145

## 1. Dokument-Attribute

### Dokumentenattribute

<b>Dokumentenbezeichner</b>	Leitfaden zur Einführung kommunaler C-ITS Verkehrssysteme
<b>Kurzbezeichner</b>	DiKoVe
<b>Dokumentenzweck</b>	Ziel des Leitfadens ist es, im Dialog zwischen Städten und Industrie ein gemeinsames Verständnis bezüglich der Ausgestaltung der urbanen Mobilität der Zukunft zu entwickeln und hierfür die notwendige Ertüchtigung der LSA, Steuersysteme und Kommunikationsinfrastrukturen sowie die notwendige Verbesserung der stadtinternen Prozesse zu benennen.
<b>Ansprechpartner inhaltlich</b>	OCA-Anwenderkreis „Intelligente Verkehrssysteme (IVS)“
<b>Eigentümer</b>	OCA - Open Traffic Systems City Association e.V.
<b>Vertraulichkeit</b>	öffentlich

## 2. Deklarationen/Referenzen

### 2.1 Begriffsdefinitionen/Abkürzungen/Akronyme

Die Begriffe/Abkürzungen/Akronyme, die im Kontext dieses Dokumentes von Bedeutung sind, können dem Glossar in Kapitel 7.1 entnommen werden.

### 2.2 Referenzen

Abkürzung	Bezeichnung / Quelle
BiDiMoVe	Bidirektionale multimodale Vernetzung in Hamburg; Mit dem Projekt BiDiMoVe sollen Linienbusse an Lichtsignalanlagen situationsabhängig (u.a. bei Verspätungen) gegenüber den anderen Verkehrsteilnehmern per V2I-Anmeldung bevorrechtigt werden. Das Projekt wird vom BMVI im Rahmen der Förderrichtlinie „Automatisiertes und vernetztes Fahren auf digitalen Testfeldern in Deutschland“ gefördert, siehe <a href="https://lsbg.hamburg.de/its-projekte/">https://lsbg.hamburg.de/its-projekte/</a> .
DIN CEN ISO/TS 17427 DIN SPEC 71998	Intelligente Transportsysteme – Kooperative Systeme – Rollen und Verantwortlichkeiten im Zusammenhang von ITS basierten Architekturen von kooperativen Systemen (ISO/TS 17427:2014); Englische Fassung CEN ISO/TS 17427:2014
DIN SPEC 91340	Terminologie der intelligenten individuellen urbanen Mobilität An der Erstellung der DIN SPEC waren Vertreter von Städten und stadtteiligen Organisationen, Mitglieder des Deutschen Städtetages, Unternehmen aus der Automobilbranche, der Verband der Automobilindustrie (VDA) und Vertreter aus der universitären Forschung beteiligt.
HERCULES	Harmonisierte Entscheidungen zur Routensicherung mittels Cloudanwendungen für Unternehmen der Logistik zur Effizienzsteigerung von Schwer- und Großraumtransporten Durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur im Rahmen der mFUND-Initiative gefördertes Projekt.
Hinweise zu Lichtsignalsteuerungszentralen als Bestandteil des kommunalen Verkehrsmanagements	BIELEFELD, FISCHER, FRIEDRICH, HERRMANN, NOLL, REICH, ROUVEL, SCHAEFER, SCHLOTHAUER, WAUER: Hinweise zu Lichtsignalsteuerungszentralen als Bestandteil des kommunalen Verkehrsmanagements, FGSV Verlag, Ausgabe 2018
KoMoD	Kooperative Mobilität im digitalen Testfeld Düsseldorf Durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur im Rahmen der Förderrichtlinie „Automatisiertes und vernetztes Fahren auf digitalen Testfeldern in Deutschland“ gefördertes Projekt, siehe <a href="https://www.komod-testfeld.org/">https://www.komod-testfeld.org/</a>
IVS-Referenzarchitektur für Verkehrsinformation im Individualverkehr	NEUNER, CZOGALLA, BAUER, GRÜNFELD, KANNGIEßER, KOCH, MILTNER, THOMAS: IVS-Referenzarchitektur für Verkehrsinformation im Individualverkehr, Forschungs- und Entwicklungsvorhaben der Bundesanstalt für Straßenwesen, 2018 Quelle: <a href="http://www.its-architektur.de">www.its-architektur.de</a>

Abkürzung	Bezeichnung / Quelle
IVS Wegweiser	BAUER, GRÜNFELD, HÜHNE, KANNGIEßER, KOCH, MILTNER, THOMAS: Kooperative intelligente Verkehrssysteme – Chancen und Herausforderungen für Kommunen – Wegweiser des OCA AwK IVS, Januar 2017
RIAD	Rahmenwerk für IVS-Architektur in Deutschland (RIAD), Forschungs- und Entwicklungsvorhaben der Bundesanstalt für Straßenwesen, 2018 Quelle: <a href="http://www.its-architektur.de">www.its-architektur.de</a>
OCA-Prozessmodell für DVK	NOLL, ALBRECHT: Die durchgängige Planungs- und Versorgungskette für Lichtsignalanlagen. In: Straßenverkehrstechnik 12/2010, S. 753-760, Kirschbaum Verlag, Bonn
OCIT-Funktionsspiegel	Funktionsspiegel OCIT-O Version 3.0 für Lichtsignalsteuergeräte, ODG – OCIT Developer Group, der jeweils aktuelle Stand ist auf <a href="https://www.ocit.org/">https://www.ocit.org/</a> veröffentlicht.
OTS-Leitfaden	GEBHARDT, BAUER, KANNGIEßER, ALBRECHT, LÜPGES: Orientierungs- und Entscheidungshilfen für den Aufbau bzw. die Erweiterung herstellergemischter Systeme im Verkehrsbereich, Forschungsprojekt Dmotion, 2010 Quelle: <a href="https://www.oca-ev.info">https://www.oca-ev.info</a>
school Bestandserfassung Kassel	MILTNER, WEIßBECK, KANNGIEßER, KRAUS, VIEHMANN: Bestandserfassung Stadt Kassel, Systeme, Daten und Prozesse – Bestand und Erweiterungen, Forschungsprojekt school, 2018
UR:BAN Leitfaden	KATHS, NEUNER, SCHENDZIELORZ, SCHÖN, ET AL.: Leitfaden für die Einrichtung kooperativer Systeme auf öffentlicher Seite, UR:BAN Projekt Vernetztes Verkehrssystem, Teilprojekt Kooperative Infrastruktur, Technische Universität München, Lehrstuhl für Verkehrstechnik, 2016 Quelle: <a href="https://www.bgu.tum.de/vt/forschung/projekte/projekte/abgeschlossene-projekte/urban-abgeschlossen-2016/urban-leitfaden/">https://www.bgu.tum.de/vt/forschung/projekte/projekte/abgeschlossene-projekte/urban-abgeschlossen-2016/urban-leitfaden/</a>
VDE/VDA München	Systemüberblick und Schnittstellenspezifikation für Verkehrsdatenerfassung und -austauschplattform der Landeshauptstadt München Landeshauptstadt München, Baureferat, 2012
VERONIKA	Vernetztes Fahren des öffentlichen Nahverkehrs in Kassel; Das Projekt wurde vom BMVI im Rahmen der Förderrichtlinie „Automatisiertes und vernetztes Fahren auf digitalen Testfeldern in Deutschland“ gefördert, siehe <a href="https://www.kassel.de/buerger/verkehr_und_mobilitaet/verkehrsprojekte/veronika.php">https://www.kassel.de/buerger/verkehr_und_mobilitaet/verkehrsprojekte/veronika.php</a> .

## 3. Einführung

### 3.1 Zweck und Ziel

Der „Leitfaden zur Einführung kommunaler C-ITS Verkehrssysteme“ ist das Ergebnis des Vorhabens „Systemuntersuchungen und Erstellung von Lastenheften zur Anpassung der verkehrstechnischen Infrastruktur – DiKoVe“. DiKoVe steht dabei für Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme.

Das Vorhaben wird im Rahmen des Sofortprogramms „Saubere Luft 2017 – 2020“ über die Förderrichtlinie „Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme“ vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) unterstützt.

Zweck und Ziel des Leitfadens ist es, im Dialog zwischen Städten und Industrie ein gemeinsames Verständnis bezüglich der Ausgestaltung der urbanen Mobilität der Zukunft zu entwickeln und hierfür die notwendige Ertüchtigung der LSA, Steuersysteme und Kommunikationsinfrastrukturen sowie die notwendige Verbesserung der stadtinternen Prozesse zu benennen.

### 3.2 Anwendungsbereich

Der Leitfaden soll genutzt werden, um eine priorisierte und strukturierte Ertüchtigung relevanter technischer Systeme in den Städten durchführen zu können. Besonders im Fokus steht dabei die Unterstützung der OCA Mitglieder bei diesem Unterfangen. Allerdings können die angewandten Prinzipien und Vorgehensweisen auch auf andere Städte übertragen werden.

Es soll in diesem Vorhaben kein Lastenheft für eine Ausschreibung erstellt werden, sondern Bausteine, die in Ausschreibungen in den OCA-Städten wiederverwendet werden können, siehe Abschnitt 3.3.2.

Datenschutz und Datensicherheit werden in diesem Projekt nicht behandelt, u.a. weil hier aktuell viele gesetzliche Veränderungen anstehen. Nichtsdestotrotz müssen die Punkte Datenschutz und Datensicherheit bei Projekten im Umfeld von C-ITS Diensten stets beachtet werden.

### 3.3 Problembeschreibung/Positionierung

#### 3.3.1 Problemstellung

Wie in anderen Großstädten, besteht auch in den Stadtgebieten Düsseldorf, Hamburg, Kassel, Köln, München und Stuttgart sowie im Zuständigkeitsbereich weiterer Mitglieder der OCA e.V. eine grenzwertüberschreitende Belastung mit dem Luftschadstoff Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>).

Benannte Städte weisen in ihren spezifischen Prognosen zudem wachsende Einwohner- und Beschäftigtenzahlen auf, so dass mit weiter steigenden Mobilitätsbedürfnissen zu rechnen ist. Die örtlichen Studien zeigen allerdings auch, dass allein durch eine Flottenerneuerung die Grenzwerte in den nächsten 5 Jahren nicht einzuhalten sind. Entsprechend sind ergänzende Maßnahmen, wie sie u.a. im Sofortprogramm „Saubere Luft 2017-2020“ beschrieben sind, erforderlich. Über diese Maßnahmen sowie in der Erwartung einer Verbesserung der Fahrzeugemissionen kann eine Absenkung der Immissionsbelastung erreicht werden.

In den zugehörigen Luftreinhalteplänen wird zur Minderung der verkehrsbedingten Emissionen eine Verstetigung des Verkehrsablaufs im Kraftfahrzeugverkehr gefordert, um die durch Stopp-and-Go Verkehr bedingten Verkehrsemissionen zu verringern. Die Einführung solcher Assistenzsysteme in Fahrzeugen erfordert eine Technologieeinführung mit einheitlichen Spezifikationen und Schnittstellen zwischen Infrastruktur und Fahrzeug, wie sie, jedoch in proprietärer Ausprägung, in F+E Projekten

(sim<sup>TD</sup>, Travolution, UR:BAN, KoMoD) getestet wurden.

Die OCA e.V. als Verein, der die Interessen der öffentlichen Baulastträger bei der Entwicklung offener Schnittstellen und Spezifikationen für verkehrstechnische Anlagen nachhaltig vertritt, ist in den Prozess des Technologie-Roll-Outs von Assistenz-Systemen eingebunden. Mitgliedsstädte der OCA wirken in der Plattform Urbane Mobilität mit und synchronisieren dort die Technologieentwicklung mit den Fahrzeugherstellern und Zulieferern. Denn nur so kann eine durchgängige Versorgung der Assistenz-Systeme mit zuverlässigen und zeitaktuellen Informationen gewährleistet werden.

Es werden hierbei absehbar Anpassungen in der technischen Infrastruktur als auch in den städtischen Prozessen erforderlich, um die Funktionalitäten mit emissionsmindernder Wirkung herzustellen.

### 3.3.2 Problemlösung/Vorgehensmodell

Als Vorgehensmodell wird in diesem Vorhaben das OCA-Modell (O-Modell) des OTS-Leitfadens ausgewählt. Nach dem O-Modell ergeben sich folgende Vorgehensschritte:

#### Projektphase 1: Problemerkennung

In dieser Projektphase wird gemäß OTS-Leitfaden der Handlungsdruck beschrieben und eine Problemlösungsvision erarbeitet.

Dazu werden zunächst in Kapitel 3 „Einführung“ die Aufgabenstellung, der Zweck und das Ziel sowie der Anwendungsbereich dieses Vorhabens definiert. Für die Schaffung eines eindeutigen Verständnisses wird im Anhang in Kapitel 7.1 ein Glossar erstellt.

Danach wird die Problemlösungsvision entwickelt und die konträren IVS-Ziele wichtiger Stakeholder genannt.

Dazu werden zunächst in Kapitel 4 „Beschreibung der betrachteten kooperativen IVS-Dienste“ die drei in diesem Vorhaben zu berücksichtigenden IVS-Dienste

- Ampelphasenassistent
- Anmeldung über V2I
- Strategiemangement-Schaltungen als I2V-Kommunikation

unter Verwendung des Technischen Rollenmodells aus dem Rahmenwerk für IVS-Architektur in Deutschland (RIAD) ausführlich in mehreren Ausführungsvarianten beschrieben.

Diese Dienste werden nicht nur für den MIV betrachtet, sondern es werden auch Fußgänger, Radfahrer und ÖV Fahrzeuge (im Rahmen der ÖV-Priorisierung) berücksichtigt.

Es werden dabei stets lokale Varianten über eine IRS und IEEE 802.11p als auch zentrale Varianten über eine Verkehrsmanagementzentrale und Mobilfunk betrachtet.

Für jeden Dienst und jede Dienstvariante wird anschließend herausgearbeitet, welche IVS-Fähigkeiten (IVS-Capabilities) ein Straßenbetreiber besitzen muss, um den Dienst in dieser Variante bereitstellen zu können.

#### Projektphase 2: Systemidentifikation

In dieser Projektphase ist gemäß OTS-Leitfaden die Modellierung des vorhandenen Systems anhand bestehender Metamodelle vorgesehen. Es sollen die Systemgrenzen und Kommunikationsbeziehungen erkannt werden. Danach wird eine konkrete Systemvision erarbeitet.

Dazu wird in Kapitel 5 „Situation der städtischen Systeme bezüglich des Einsatzes von C-ITS“ für die Städte Düsseldorf, Hamburg, Kassel, Köln, München und Stuttgart der aktuelle Zustand (Ist-Zustand)

der relevanten technischen Systeme, mit dem Fokus auf die in Kapitel 4 geforderten IVS-Capabilities, untersucht und in einem Modell dargestellt.

Danach wird für jede Stadt pro nicht ausreichend vorhandener IVS-Capability herausgearbeitet, wie Infrastruktur und Prozesse in dieser Stadt ertüchtigt werden müssen, damit die IVS-Capability erreicht wird und somit C-ITS Dienste betrieben werden können.

Parallel werden in Kapitel 0 Handlungsvorschläge an beteiligte Stakeholder, wie z.B. an die ODG, an die PUM und an den Bund erarbeitet, die für den Betrieb dieser drei IVS-Dienste erforderlich sind.

### Projektphase 3: Anforderungsspezifikation (Lastenheftphase)

Die Projektphase 3 Anforderungsspezifikation (Lastenheftphase) ist in diesem Dokument nicht enthalten. Diese Phase muss jede Stadt für sich individuell als nächsten Schritt durchführen, um die notwendigen Vergabeunterlagen für die Ertüchtigung der Infrastruktur zu erstellen.

### 3.4 Stakeholder

Im Rahmen dieses Projektes müssen die geschäftlichen Ziele, die strategischen Einflussfaktoren und die Rahmenbedingungen der unterschiedlichen IVS-Akteure im Bereich dieser Domäne berücksichtigt werden.

Nur so kann das Projektziel erreicht werden, im Dialog zwischen Städten und Industrie ein gemeinsames Verständnis bezüglich der Ausgestaltung der urbanen Mobilität der Zukunft zu entwickeln und hierfür die notwendigen Prozesse sowie die Ertüchtigung der LSA, Steuersysteme und Kommunikationsinfrastrukturen zu benennen.

Die unterschiedlichen, teilweise konträren Geschäftsziele der verschiedenen IVS-Akteure, wie z.B. der Straßenbetreiber, der Navigationsdienstleister/OEM oder der Systemlieferant können der IVS-Referenzarchitektur für Verkehrsinformation im Individualverkehr entnommen werden und müssen hier berücksichtigt werden.

Im Anhang sind in Abschnitt 7.2 die geschäftlichen Ziele des IVS-Akteurs „Straßenbetreiber“ aufgeführt.

Folgende Stakeholder außerhalb der OCA sind in diesem Projekt zu berücksichtigen:

#### 3.4.1 Plattform Urbane Mobilität (PUM)

Die Plattform Urbane Mobilität hat das Ziel, im Dialog zwischen Städten und Industrie ein gemeinsames Verständnis bezüglich der Ausgestaltung der urbanen Mobilität der Zukunft zu entwickeln und auf dieser Basis auch gemeinsame Umsetzungsprojekte durchzuführen.



Abbildung 1: Logo der PUM

Durch die im Jahre 2016 gegründete Plattform soll die Einführung neuer Technologien und Dienste erleichtert und beschleunigt werden. Auf diesem Weg können Städte in Deutschland in Partnerschaft mit der Industrie zu Erprobungsräumen für weltweit umsetzbare Mobilitätslösungen der Zukunft werden.

Die beteiligten Städte sind derzeit Bremen, Düsseldorf, Hamburg, Hannover, Köln, Leipzig, Ludwigsburg, München und Stuttgart. Auf Seiten der Automobilindustrie sind die Unternehmen Audi, BMW, Bosch, Continental, Daimler, Ford, Porsche, Schaeffler und VW Nutzfahrzeuge sowie die Geschäftsstelle des Verbands der Automobilindustrie (VDA) an der Plattform beteiligt.

Weitere Informationen sind ersichtlich unter: <https://www.plattform-urbane-mobilitaet.de/>

### 3.4.2 OCIT Developer Group (ODG)

Die ODG (OCIT Developer Group) ist eine Arbeitsgemeinschaft von Signalbaufirmen. Ihr Ziel ist es, die wichtigsten Schnittstellen von Verkehrssteuerungssystemen unter der Marke OCIT® zu standardisieren. OCIT-Outstations (OCIT-O) ist der von führenden Signalbaufirmen unterstützte Kommunikations-Standard zwischen LSA-Steuergeräten und Lichtsignalsteuerungszentralen (LStZ). Mit der OCIT-Schnittstelle wird die Internettechnologie durchgängig in der Verkehrssteuerung von der Straße bis zur Verkehrsleitzentrale eingeführt. Lichtsignalsteuergeräte, zentrale Komponenten und der Managementbereich werden in einem systemweiten Netzwerk vereint.

Mit der Integration der kooperativen funkbasierten Infrastruktur aus dem Automobilbereich (V2I) in das OCIT-System sind neue Verkehrsinformationen verfügbar. Für die Qualitätssicherung der OCIT-Schnittstelle sind Werkzeuge und Testtools verfügbar. Die konsequente Weiterführung der OCIT-Standards durch die Industrie, garantiert den Betreibern eine Investitions- und Zukunftssicherung ihrer herstellergemischten Systeme.

In der ODG sind folgende Signalbaufirmen vertreten:

- AVT STOYE GmbH
- Siemens AG
- Stührenberg GmbH
- Swarco Traffic Systems GmbH

Weitere Informationen zu OCIT sind ersichtlich im Anhang unter 7.3 „Der OCIT-Standard für Lichtsignalsteuergeräte“ sowie im Internet unter <https://www.ocit.org>. Hier werden auch die Spezifikationen zu den Standards zum Download angeboten.

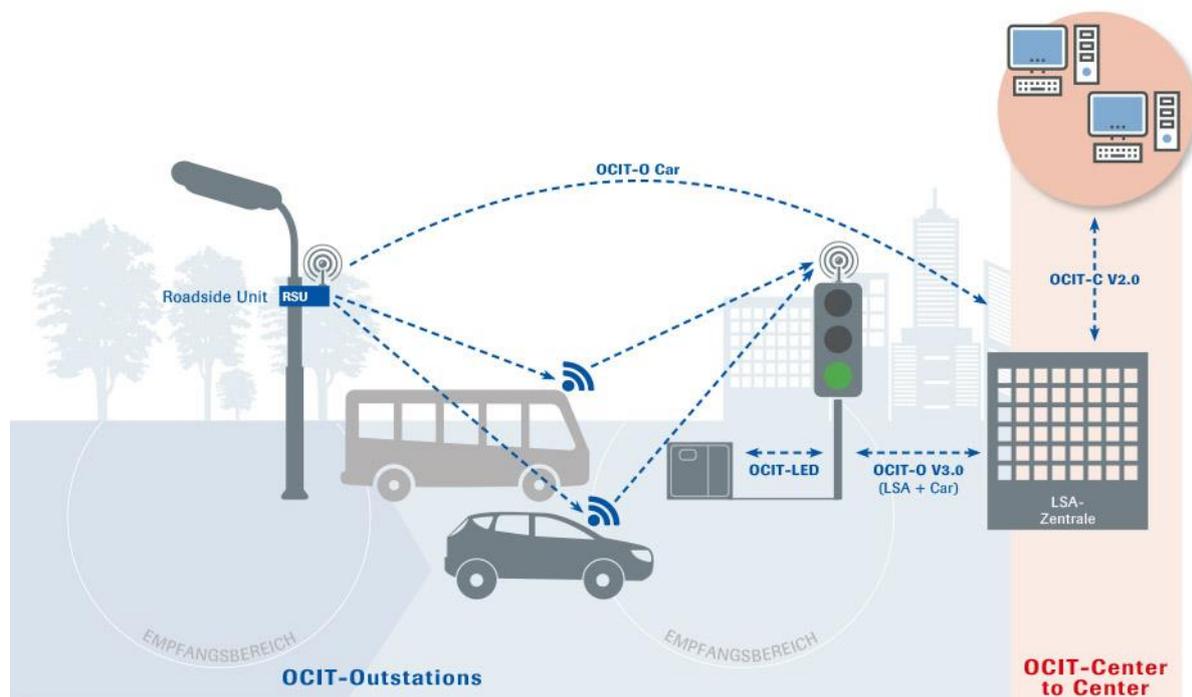


Abbildung 2: Schnittstellen der ODG nach <https://www.ocit.org/de/ocit/schnittstellen/>

Es ist sowohl für die OCA als auch für die ODG wichtig, dass die OCIT-Standards weiter fortgeschrieben werden. Die OCA wird daher Handlungsvorschläge, die sich aus diesem Projekt ergeben, an die ODG herantragen (siehe Abschnitt 6.1).

### 3.4.3 C-Roads Plattform

Das Projekt „C-Roads Germany“, siehe <https://www.c-roads-germany.de/>, ist einer von 18 nationalen Piloten, die kooperative Dienste im realen Verkehrsumfeld umsetzen und ihre Rahmenkonzepte und Erfahrungen in die übergeordnete C-Roads Plattform einbringen. Über die C-Roads-Plattform schließen sich Behörden und Straßenbetreiber zusammen, um die Einführung, Erprobung und Harmonisierung von kooperativen intelligenten Verkehrssystemen und Diensten (C-ITS) auf europäischen Straßen zu harmonisieren. Ziel ist es, den Einsatz interoperabler grenzüberschreitender C-ITS-Dienste für Verkehrsteilnehmer in Europa zu erreichen. Verschiedene Dienste, die zum Zeitpunkt der C-ITS Markteinführung von den Systemen bedient werden sollen, werden in den deutschen Pilotstandorten Hessen und Niedersachsen erprobt.

Fortgesetzt wird das Projekt „C-Roads Germany“ mit dem Projekt „C-Roads Germany - Urban Nodes“. Hier werden u.a. die hier in diesem Leitfaden betrachteten kooperativen IVS-Dienste Ampelphasenassistent, Anmeldung über V2I und Strategiemangement-Schaltungen als I2V-Kommunikation in den Testfeldern Dresden, Hamburg und Kassel im realen städtischen Verkehrsumfeld umgesetzt und die Arbeit an der C-Roads Plattform fortgesetzt.

Die übergeordnete und EU-weite C-Roads Plattform arbeitet in beiden Projekten an einheitlichen Spezifikationen, vernetzt die nationalen Piloten und fördert das länderübergreifende Testen, um die Interoperabilität der Systeme und Dienste über Ländergrenzen hinweg sicherzustellen. Hierfür betreibt die C-Roads Plattform themenspezifische Arbeitsgruppen, etwa zu organisatorischen Aspekten, technischen Aspekten (Sicherheit, Harmonisierung der Dienste und Infrastruktur-Kommunikation) und Evaluierung, siehe <https://www.c-roads-germany.de/deutsch/c-roads-plattform/>.

„C-Roads Germany“ und „C-Roads Germany - Urban Nodes“ werden durch die EU-Kommission im Rahmen des CEF-Programms (Connecting Europe Facility) gefördert.

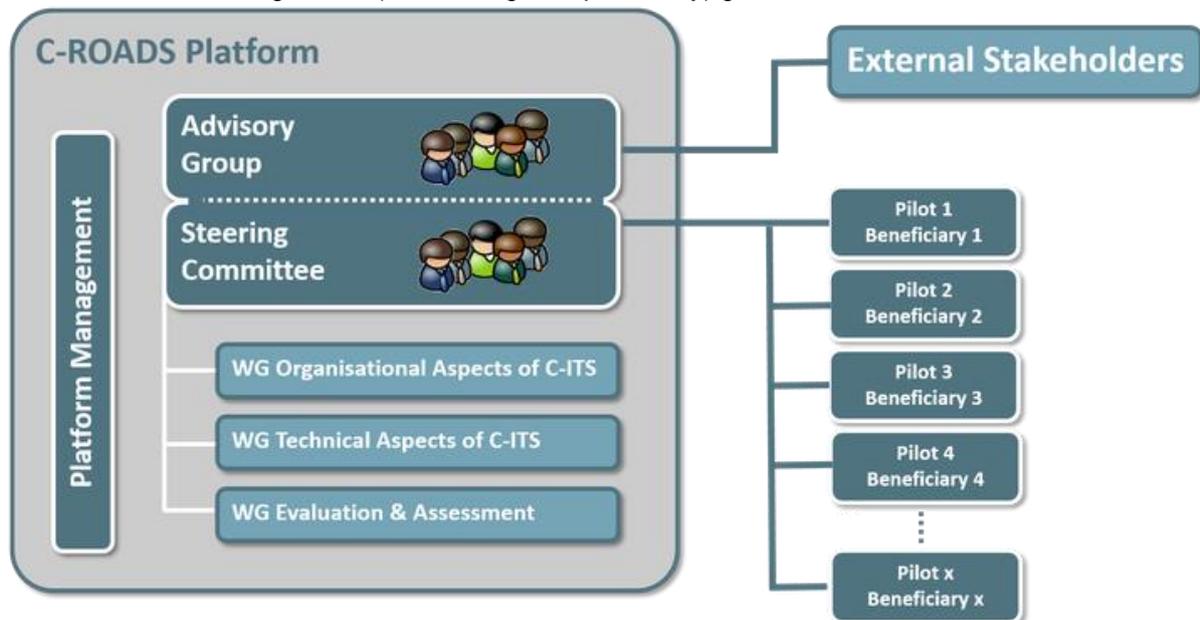


Abbildung 3: C-Roads Plattform

#### C-Roads Germany (CRG)

- Aktivität 1: C-Roads Plattform
- Aktivität 2: Projektübergreifende Aktivitäten
- Aktivität 3: C-ITS Pilotprojekt Hessen
- Aktivität 4: C-ITS Pilotprojekt Niedersachsen

Projektlaufzeit: Februar 2016 - Dezember 2020

Projektvolumen: €9,930,884

#### C-Roads Germany - Urban Nodes (CRG-UN)

- Aktivität 1: C-Roads Plattform
- Aktivität 2: Projektübergreifende Aktivitäten
- Aktivität 3: C-ITS Pilotprojekt Hamburg
- Aktivität 4: C-ITS Pilotprojekt Hessen/Kassel
- Aktivität 5: C-ITS Pilotprojekt Dresden

Projektlaufzeit: Januar 2019 - Dezember 2023

Projektvolumen: €39.355,618

## 4. Beschreibung der betrachteten kooperativen IVS-Dienste

In diesem Kapitel werden die drei, in diesem Vorhaben zu berücksichtigenden kooperativen IVS-Dienste

- Ampelphasenassistent
- Anmeldung über V2I
- Strategiemangement-Schaltungen als I2V-Kommunikation

in mehreren Ausführungsvarianten ausführlich beschrieben.

Diese Dienste werden nicht nur für den MIV betrachtet, sondern es werden auch Fußgänger, Radfahrer, Einsatzfahrzeuge und ÖV-Fahrzeuge (im Rahmen der ÖV-Priorisierung/Beschleunigung) berücksichtigt. Es werden dabei stets lokale Varianten über eine IRS und IEEE 802.11p als auch zentrale Varianten über eine Verkehrsmanagementzentrale und Mobilfunk betrachtet.

Die Eigenschaften der verschiedenen Architektur-Varianten werden in Form von „Bullet Points“ aufgezählt.

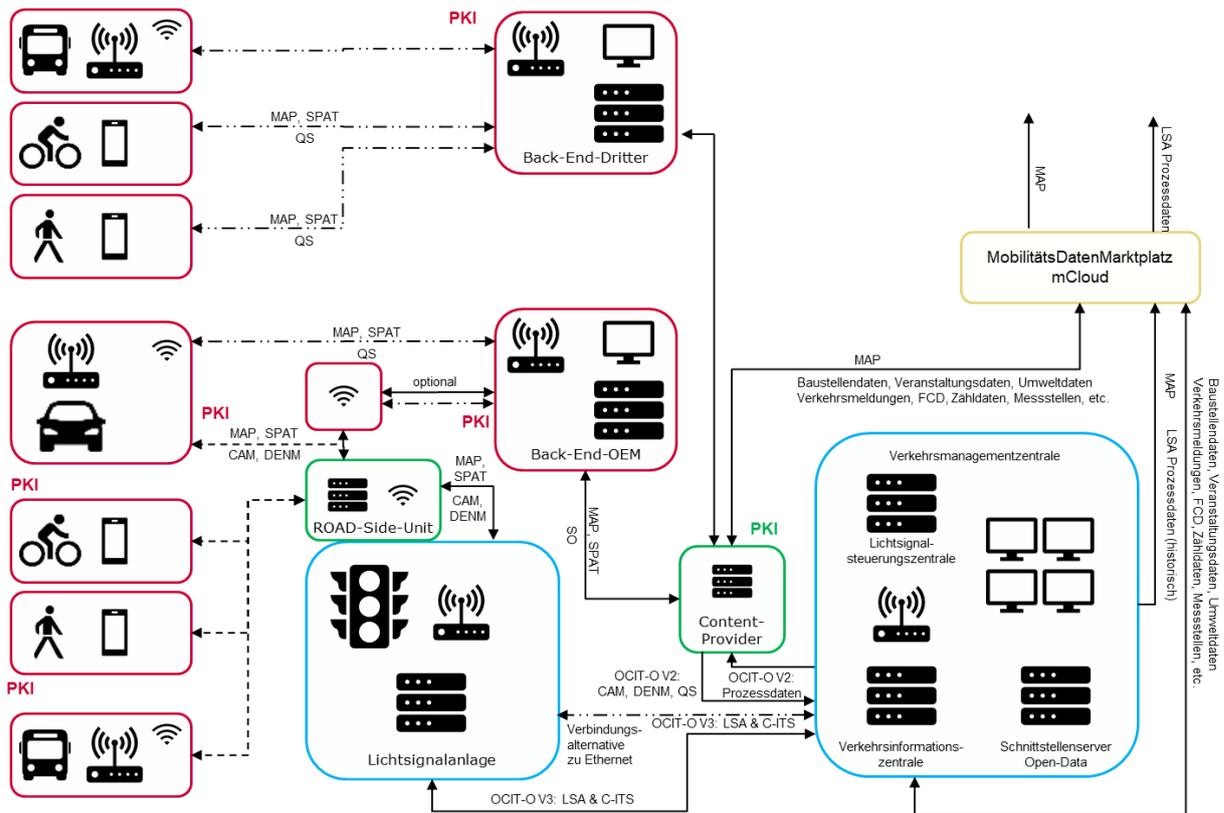
Für jeden Dienst und jede Dienstvariante wird anschließend herausgearbeitet, welche IVS-Capabilities ein Straßenbetreiber besitzen muss, um den Dienst in dieser Variante bereitstellen zu können.

### 4.1 Vorgehensmodell bei der Beschreibung der IVS-Dienste

Als Grundlage für die Beschreibung der kooperativen IVS-Dienste wurde das Architekturbild der Plattform Urbane Mobilität (PUM) verwendet, damit die Ergebnisse aus diesem Projekt leicht in diese Plattform zurückgespiegelt werden können.

In Abbildung 4 ist das aktuelle Architekturbild aus dem Positionspapier der Expertenrunde „Strategische Verkehrslenkung“ dargestellt. Das Architekturbild wird als Grundlage für dieses Projekt verwendet und für die einzelnen Dienste weiterentwickelt.

Da das offizielle Architekturbild der PUM nicht im Original vorliegt und die Kopien schwer lesbar waren, wurde das Bild im Rahmen dieses Projekts nachgezeichnet:



Plattform Urbane Mobilität | Plenums-Sitzung, 8. Juni 2018 (Graphik nachgezeichnet durch GEVAS software am 05.04.2019)

**Abbildung 4: Architekturbild der PUM-Expertengruppe "Strategische Verkehrslenkung" (nachgezeichnet)**



**Abbildung 5: Legende des Architekturbilds der PUM-Expertengruppe "Strategische Verkehrslenkung" (nachgezeichnet)**

Ergänzt wird das PUM-Architekturbild um ein Technisches Rollenmodell aus dem RIAD, das speziell für die Darstellung und Beschreibung von Wertschöpfungsketten und -netzwerken entwickelt worden ist und das auch in der IVS-Referenzarchitektur für Verkehrsinformation im Individualverkehr verwendet wird.



**Abbildung 6: Wertschöpfungsmodell aus RIAD**

Das Modell enthält, wie im RIAD beschrieben, vier Wertschöpfungsstufen, die typischerweise zum Aufbau einer Informationslogistikkette erforderlich sind:

#### Content Provider (IVS-Inhaltenanbieter)

- erstes Glied in der Wertschöpfungskette und Quelle
- in der Regel auch Eigentümer (IVS-Content Owner) der in den IVS-Diensten verwendeten Daten und Informationen
- erfasst und verwaltet die Daten und Informationen, hält die Rechte zur Nutzung und Verteilung der Daten

#### Service Operator (IVS-Dienstbetreiber)

- sammelt und verfeinert Rohdaten und -informationen der IVS-Inhaltenanbieter (Content Provider) zu verwertbaren Mehrwert-Informationen (Schaffung von Added Value)
- wendet dazu unterschiedliche Methoden an, wie bspw. Fusion von Daten, spezielle Algorithmen, Verkehrsmodelle
- erzeugt Informationen mit identischem Inhalt für unterschiedliche IVS-Diensteanbieter und unterschiedliche IVS-Endgeräte von IVS-Endnutzern (PC-Websites, PDAs, Smartphones usw.)
- kann Clearing-Funktion bereitstellen, um die vollständige Kompatibilität unterschiedlicher IVS-Dienste zu unterstützen.

#### Service Provider (IVS-Diensteanbieter)

- realisiert den Dienst und ist direkte Schnittstelle zum IVS-Endnutzer (End User)
- muss neben der IVS-Endnutzer-Information alle Funktionen für die Beziehung zum IVS-Endnutzer bereitstellen (Rechnungsstellung, Kundenverwaltung oder Marketing, ...)
- greift oft auf IVS-Dienste anderer IVS-Diensteanbieter zurück
- ist oft auch in der Rolle IVS-Dienstbetreibers (Service Operator)

#### End User (IVS-Endnutzer)

- ist Kunde des IVS-Diensteanbieters (Service Provider)
- nutzt Informationen für private oder geschäftliche Zwecke

Neben diesem Modell aus dem RIAD gibt es diverse weitere Modelle für die Darstellung von technischen Rollen, wie z.B. „Basic organisational Model“ der DIN CEN ISO/TS 17427 – Rollen und Verantwortlichkeiten im Zusammenhang von ITS basierten Architekturen von kooperativen Systemen.

In der DIN CEN ISO/TS 17427 werden die drei technischen Rollen „Content provision“, „Service provision“ und „Service presentation“ für die Beschreibung eines IVS-Dienstes verwendet.

In diesem Projekt hat man sich aber bewusst für das Modell, welches in der IVS-Referenzarchitektur für Verkehrsinformation im Individualverkehr verwendet wird, entschieden, um eine Konsistenz zwischen beiden Projekten mit OCA-Beteiligung zu gewährleisten.

## 4.2 IVS-Dienst Ampelphasenassistent

### 4.2.1 Funktionale Beschreibung

Das Ziel des Dienstes Ampelphasenassistent ist es, die vorhergesagten (prognostizierten) Grünphasen von Lichtsignalanlagen (LSA) anzuzeigen und diese Informationen für ein effizientes und komfortables Fahren sowie als Information für den Fahrer zu nutzen.

Für den Ampelphasenassistenten ist eine möglichst genaue und sichere Vorhersage des zu erwartenden Signalbildes an einer LSA, auf die ein Verkehrsteilnehmer zu fährt, erforderlich. Bei einem LSA-Festzeitprogramm ist eine solche Schaltzeitprognose relativ einfach umzusetzen, da in jedem Umlauf die Signalbilder der einzelnen Signalgruppen eines Knotenpunktes zu einer fest definierten Sekunde „rot“, „rot-gelb“, „grün“ und „gelb“ zeigen.

Moderne, verkehrsabhängig gesteuerte Lichtsignalanlagen schalten unabhängig von festen Sekunden eines Umlaufs. Vielmehr können Freigabezeiten verlängert oder verkürzt sowie Phasen getauscht oder weggelassen werden. Da dies von Verkehrsstärken abhängt, die von Detektoren gemessen wurden, oder von ÖV-Fahrzeugen, die sich über spezielle Anmeldetechniken (z.B. Bake-Funk) am LSA-Steuergerät anmelden, ist die Vorhersage eines Signalbilds ungleich schwerer.

Daher gibt es aktuell auch erste Gedanken, die LSA-Steuerungen derart anzupassen, dass die Entscheidungen zum Signalbildwechsel möglichst frühzeitig getroffen werden und damit besser vorhergesagt werden können.

Der Ampelphasenassistent setzt sich aus zwei Anwendungen zur Bereitstellung von Informationen für den Endnutzer zusammen, wobei die LSA-Informationen über IEEE 802.11p oder Mobilfunk versendet werden können:

- **Grüne-Welle-Assistent** (englisch GLOSA – Green Light Optimal Speed Advisory)  
Der Grüne-Welle-Assistent zeigt eine Empfehlung der richtigen Geschwindigkeit an, damit die in Fahrtrichtung kommende LSA ohne Halt bei Grün passiert werden kann. Kann die Grünphase nicht erreicht werden, wird der Fahrer ebenfalls informiert.
- **Restrotanzeige** (englisch TTG – Time To Green)  
Die Restrotanzeige zeigt dem Fahrer eines vor der LSA stehenden Fahrzeugs die Restzeit bis zur Umschaltung auf Grün an.

Mit Hilfe der Anwendungen kann der Fahrer sein Fahrverhalten entsprechend der Informationen anpassen und so die Effizienz sowie den Fahrkomfort steigern.

Der Ampelphasenassistent zählt zu den sogenannten DAY 1 - Services im Bereich der kooperativen Systeme (siehe <https://www.c-roads.eu/pilots/implemented-services.html>; (GLOSA)).

In der C-Roads Plattform wird der Dienst als Traffic Light Maneuver (TLM) folgendermaßen beschrieben:

„The TLM service is one instantiation of the infrastructure services to manage the generation, transmission and reception of SPATEM messages. The TLM service includes safety-related information for supporting traffic participants (vehicles, pedestrians, etc.) to execute safe maneuvers in an intersection area.

The goal is to enter and exit an intersection "conflict area" in a controlled way. The TLM service informs in real-time about the operational states of the traffic light controller, the current signal state, the residual time of the state before changing to the next state, the allowed maneuvers and aids with crossing.

Additionally, the TLM service foresees the inclusion of detailed green way advisory information and the status for public transport prioritization.”

Übersetzt ins Deutsche:

"Der TLM-Dienst ist ein Infrastrukturdienst, der die Erzeugung, Übertragung und den Empfang von SPATEM-Nachrichten behandelt. Der TLM-Dienst enthält sicherheitsrelevante Informationen zur Unterstützung von Verkehrsteilnehmern (Fahrzeuge, Fußgänger usw.) im Kreuzungsbereich.

Ziel ist es, die „Konfliktzone“ einer Kreuzung kontrolliert zu betreten und zu verlassen. Der TLM-Dienst informiert daher in Echtzeit über die LSA-Betriebszustände, den aktuellen Signalzustand, die Dauer zum nächsten Signalbildwechsel und die zulässigen Manöver (Abbiegeverbote).

Darüber hinaus sieht der TLM-Dienst die Aufnahme detaillierter Grüner-Welle-Informationen und den Status der Priorisierung des öffentlichen Verkehrs vor."

Grundvoraussetzungen für den Ampelphasenassistenten sind zeitnah verfügbare detaillierte LSA-Daten, auf deren Basis die (prognostizierten) Grünphasen der LSA berechnet werden können, sowie eine Möglichkeit der Übermittlung an die Verkehrsteilnehmer.

Dies kann über verschiedene Architekturvarianten erreicht werden, die im Folgenden beschrieben werden. Im Wesentlichen werden dabei zentrale und dezentrale Ansätze unterschiedlich kombiniert.

Einen Überblick über die einzelnen, mit ihren Vor- und Nachteilen beschriebenen und untereinander kombinierbaren Varianten (farbige Pfeile nummeriert von 1 bis 4) gibt Abbildung 7.

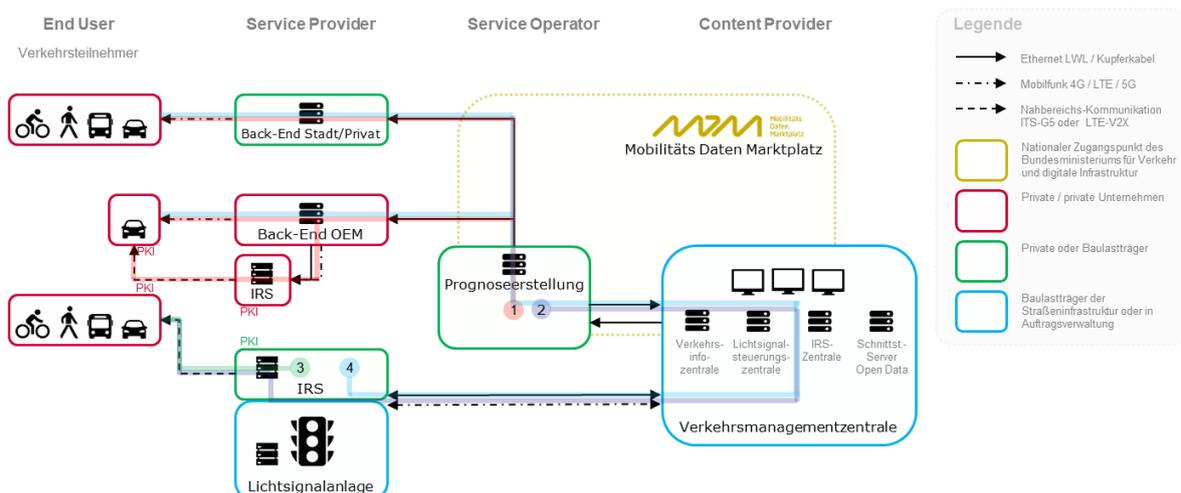


Abbildung 7: Architektur Ampelphasenassistent

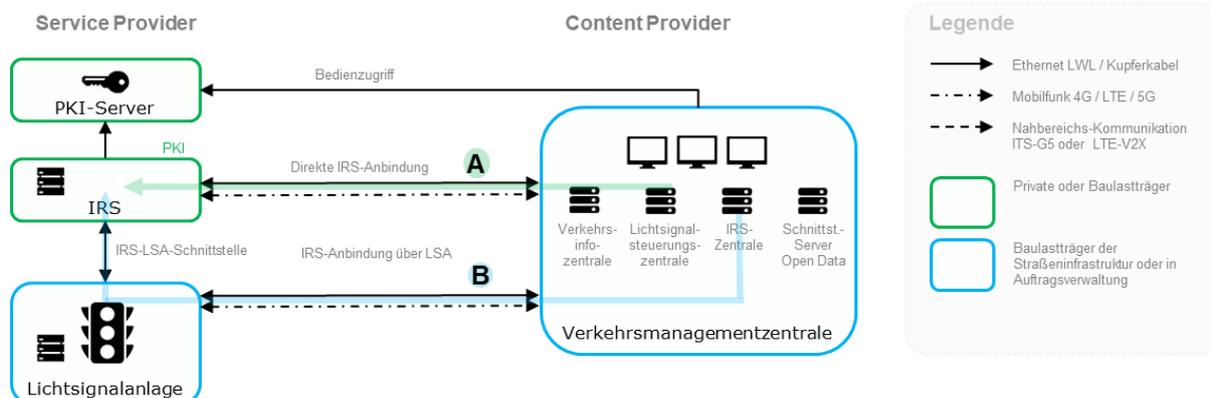
Anmerkungen:

- Die IRS an der LSA ist mit einem grünen Rahmen versehen, weil es in der PUM eine „theoretische“ Diskussion gab, dass evtl. ein OEM eine IRS kauft und in die LSA integriert. Dies wird aber von einigen Kommunen kritisch gesehen. Aus Kompatibilitätsgründen wurde diese Funktion beibehalten.
- Es können auch verschiedene Varianten kombiniert werden.

#### 4.2.1.1 Einschub: Varianten der IRS-Anbindung und PKI

Für die Anbindung der IRS an die Zentrale gibt es zwei Möglichkeiten, die in der nachfolgenden Abbildung 8: Architektur-Detail IRS-Anbindung mit den farbigen Pfeilen „A“ und „B“ dargestellt sind.

In den allgemeinen Architekturbildern werden diese Optionen nicht unterschieden und sind jeweils beide möglich. Dies gilt analog für alle beschriebenen C-ITS-Dienste-Architekturen.



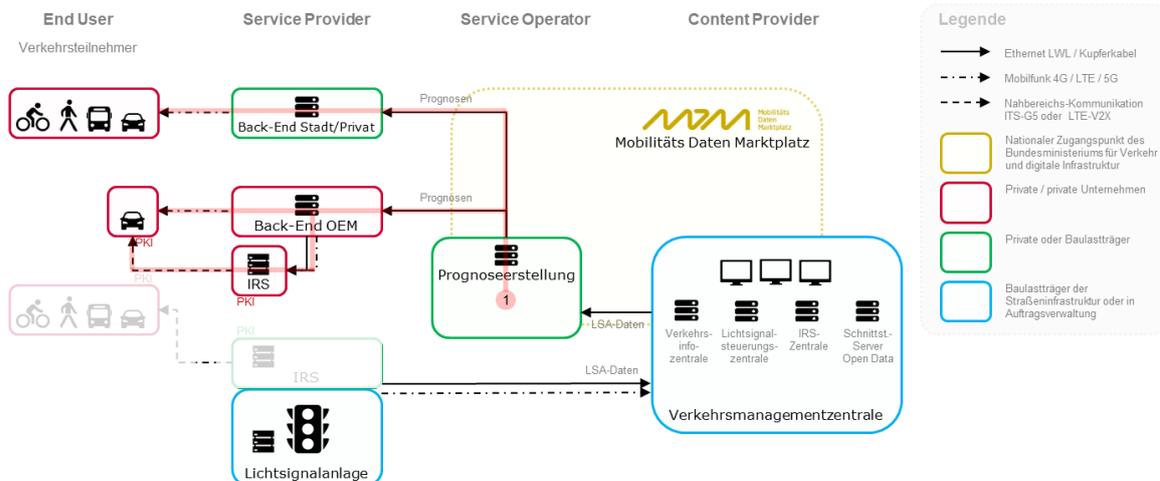
**Abbildung 8: Architektur-Detail IRS-Anbindung**

- In Variante A ist die IRS direkt an die Zentrale angebunden (Ansteuerung nicht über LSA). Die Schnittstelle ist hierbei OCIT-O V3.0. Falls nur die Nachrichtentypen CAM, DENM und ÖV-Meldungen benötigt werden, ist auch OCIT-O Car möglich (nicht aber z.B. für die Schaltzeitprognose, wo SPAT-Nachrichten gebraucht werden). In der VMZ gibt es ein Modul IRS-Zentrale, das die Kommunikation mit den IRS übernimmt.
- In Variante B hängt die IRS am Steuergerät einer LSA und wird über die LSA an die Zentrale angebunden. Dazu wird als Schnittstelle OCIT-O V3.0 verwendet, die Kommunikation läuft über die LStZ.

Im Bild wird auch sichtbar, dass die IRS Zugriff auf einen Public Key Infrastruktur (PKI)-Server benötigt, um die erforderlichen Zertifikate zur Absicherung der Kommunikation mit den Fahrzeugen zu prüfen und eigene vom PKI-Server zu erhalten.

Weitere Details zum Thema PKI sind dem Anhang 7.3 zu entnehmen.

#### 4.2.2 Variante 1: Prognoseerstellung in der Zentrale und zentrale Verbreitung



**Abbildung 9: Architektur Ampelphasenassistent Variante 1**

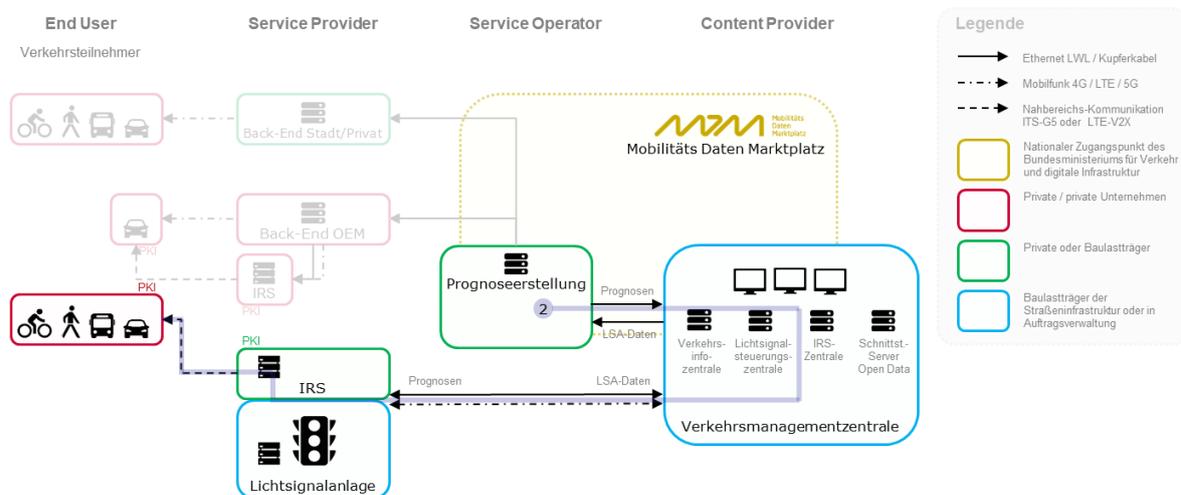
Schaltzeitprognosen werden für alle angeschlossenen LSA zentral erstellt, basierend auf den über die Lichtsignalsteuerungszentrale bereitgestellten LSA-Daten. Die Prognosen werden ebenfalls zentral verbreitet. Dazu werden sie an ein öffentliches oder privates Back-End übermittelt und von dort über das Mobilfunknetz (ggf. auch über private, nicht an einzelne LSA gebundene IRS) an die Verkehrsteilnehmer weitergeleitet. Anhand der Position des Verkehrsteilnehmers werden die relevanten Prognosen ausgewählt.

- Es ist keine Ausstattung der LSA mit IRS erforderlich.
- Prognoseerstellung und -verteilung laufen über zentrale Server, die unabhängig von den Feldgeräten mit der erforderlichen Rechenleistung ausgerüstet werden können.
- Da die Prognose zentral berechnet wird und keine Erweiterung der Feldgeräte notwendig ist, kann mit relativ wenig Aufwand eine flächenhafte Bereitstellung von Prognosen erfolgen
- Der Radius der Prognoseübermittlung wird nur von der Mobilfunkabdeckung begrenzt.
- Die Bereitstellung von LSA-Rohdaten zur zentralen Prognoseberechnung erlaubt einen Wettbewerb zwischen verschiedenen Content Providern. Analog zur Verkehrslageberechnung können verschiedene Content Provider um eine möglichst gute Prognose konkurrieren. Ein solcher Wettbewerb erlaubt den OEMs unterschiedliche Service Level.
- MDM-Anbindung möglich.
- Die Qualität der Prognoseerstellung ist (unter anderem) abhängig von kurzen Latenzzeiten bei der Übermittlung der LSA-Daten in die Zentrale.
- Die Stadt muss die IVS-Capabilities „OCIT-O V1.1 und OCIT-C V1.1“ sowie eine durchgängige Versorgungskette (DVK) besitzen, siehe Kapitel 4.5.
- Mittels besonderer AP-Werte, die Informationen über spezielle Zustände des Signalprogramms enthalten und vom Feldgerät in die LStZ übertragen werden, kann die Prognose der LSA-Schaltzeiten verbessert werden. AP-Werte werden erst mit OCIT-O V2.0 unterstützt.
- Das Vorhandensein eines Netzgraphen kann für bestimmte Diensteanbieter vor Vorteil sein, siehe Abschnitt 7.6.2
- Das zentrale Back-End muss eingerichtet und betrieben werden.

#### Realisierungsbeispiele

- Audi Ampelinformation mit TTS als Service Provider, siehe Abschnitt 7.6.1
- GEVAS trafficpilot in Düsseldorf, Frankfurt am Main und Kassel, siehe Abschnitt 7.6.2
- Realisierungen im Rahmen von Forschungsprojekten:  
Projekt alpha in München, Projekt UR:BAN in Kassel und Düsseldorf,  
Projekt KoMoD in Düsseldorf, Projekt VERONIKA in Kassel, Projekt Traffic Light Forecast (TLF) in Hamburg; Projekt C-Roads Germany, Projekt C-Roads Germany - Urban Nodes

### 4.2.3 Variante 2: Prognoseerstellung in der Zentrale und dezentrale Verbreitung



**Abbildung 10: Architektur Ampelphasenassistent Variante 2**

Schaltzeitprognosen werden für alle angeschlossenen LSA zentral erstellt, basierend auf den über die Lichtsignalsteuerzentrale bereitgestellten LSA-Daten.

Die Prognosen werden dezentral verbreitet, dazu werden sie zunächst über die Zentrale an die IRS übermittelt. Jede IRS erhält nur die für den jeweiligen LSA-Bereich relevanten Prognosen. Die Kommunikation von der Zentrale zur IRS kann je nach Gegebenheiten direkt oder über eine LSA stattfinden. Von der IRS werden die Prognosen per Nahbereichs-Kommunikation an die Verkehrsteilnehmer weitergeleitet.

- Es ist kein zentrales Back-End erforderlich.
- Die Prognoseerstellung läuft über zentrale Server, die unabhängig von den Feldgeräten mit der erforderlichen Rechenleistung ausgerüstet und aufgerüstet werden können.
- MDM-Anbindung möglich.
- Die zentrale Prognoseberechnung erlaubt grundsätzlich einen Wettbewerb zwischen verschiedenen Content Providern.
- Die Qualität der Prognoseerstellung ist (unter anderem) abhängig von kurzen Latenzzeiten bei der Übermittlung der LSA-Daten in die Zentrale.
- Die Stadt muss die IVS-Capabilities „OCIT-V 3.0 und OCIT-C V2.0“ sowie eine DVK besitzen, siehe Kapitel 4.5.
- Alle LSA, für die Prognosen ausgeliefert werden sollen, müssen mit IRS ausgestattet sein.
- Eine PKI ist notwendig.
- Der Radius der Prognoseübermittlung ist begrenzt und für lange Zufahrtsarme evtl. zu gering.
- Zwar ist in dieser Variante die Auswahl eines Content Provider für die Prognoseerstellung möglich, über die IRS kann jedoch nur eine Prognose versendet werden, d.h. die Variante erlaubt keinen Wettbewerb zwischen verschiedenen OEMs.
- Das Vorhandensein eines Netzgraphen kann für bestimmte Diensteanbieter von Vorteil sein, siehe Abschnitt 7.6.2

#### Realisierungsbeispiele

- Stadt Köln: C-ITS Aufrüstung der LSA Spessartstraße mit einer IRS über OCIT-O V3.0 für Ford
- Realisierungen im Rahmen von Forschungsprojekten: Projekt KoMoD in Düsseldorf, Projekt VERONIKA in Kassel, Projekt BiDiMoVe in Hamburg, Projekt C-Roads Germany, Projekt C-Roads Germany - Urban Nodes

#### 4.2.4 Variante 3: Prognoseerstellung in der IRS und dezentrale Verbreitung

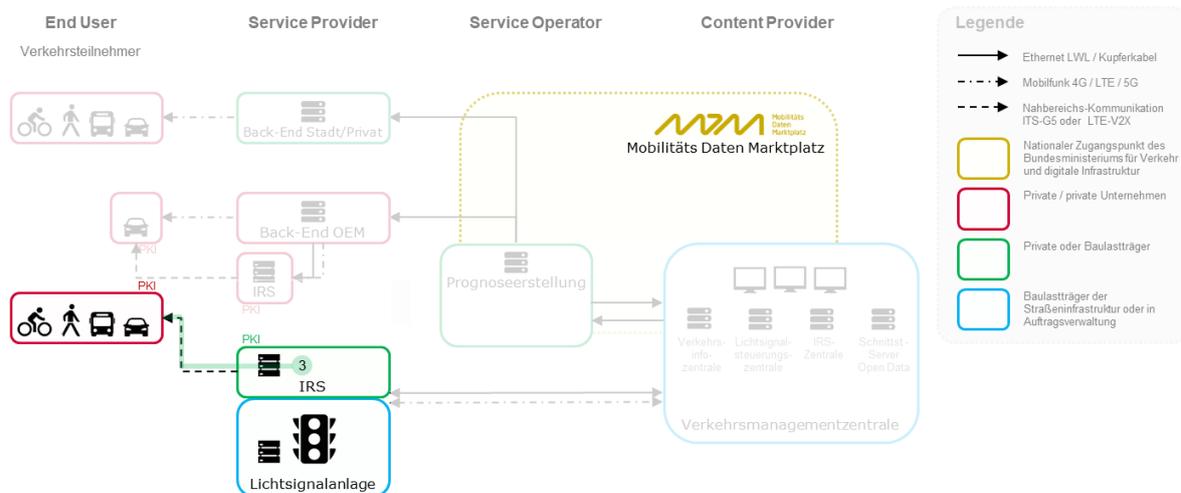


Abbildung 11: Architektur Ampelphasenassistent Variante 3

Schaltzeitprognosen werden dezentral in den IRS der LSA erstellt, basierend auf den direkt von der LSA bereitgestellten Daten. Jede IRS berechnet nur die Prognosen für die jeweilige LSA.

Die Prognosen werden dezentral von der IRS verbreitet, indem sie per Nahbereichs-Kommunikation an die Verkehrsteilnehmer weitergeleitet werden.

- Es ist kein zentrales Back-End erforderlich.
- Die Qualität der Prognoseerstellung profitiert von minimalen Latenzzeiten bei der Übermittlung der LSA-Daten.
- Alle LSA, für die Prognosen ausgeliefert werden sollen, müssen mit einer IRS ausgestattet sein.
- Eine PKI ist notwendig.
- Die Stadt muss die IVS-Capability einer DVK besitzen, siehe Kapitel 4.5.
- Die Prognoseerstellung läuft lokal im Feldgerät, dessen Rechenleistung nicht ohne weiteres erhöht werden kann.
- Es gibt aktuell sowohl Ansätze für LSA-Prognosen im LSA-Steuerungsverfahren als auch für LSA-Prognosen innerhalb der IRS
- Der Radius der Prognoseübermittlung ist begrenzt und für längere Zufahrtsarme evtl. zu gering.
- Eine MDM-Anbindung ist nur über zusätzliche Kommunikationswege möglich.
- Wegen aktuell fehlender Standardisierung der Schnittstelle zwischen IRS und LSA ist diese Variante nur möglich, wenn IRS und LSA vom Hersteller als Gesamtpaket geliefert werden.
- Es ist kein Wettbewerb zwischen verschiedenen Content Providern für die Prognose möglich, da das Prognosemodul Teil des Gesamtpakets von IRS und LSA ist.
- Es steht nur eine Prognose zur Verfügung, so dass kein Wettbewerb zwischen verschiedenen OEM um den Service Level möglich ist.
- Für die Übertragung der MAP von der Zentrale ins Steuergerät ist die Fähigkeit OCIT-O V3.0 und OCIT-C V2.0 notwendig. Da dies aber auch durch herstellerspezifische Lösungen möglich ist, ist diese IVS-Capability keine unbedingte Voraussetzung für diesen Dienst und wird in der IVS-Capability-Matrix in Kapitel 4.5.1 als „benötigt für bestimmte Optionen“ eingetragen.

#### Realisierungsbeispiele

Forschungsprojekte KoMoD in Düsseldorf und UR:BAN in Braunschweig, Projekt TAVH in Hamburg

#### 4.2.5 Variante 4: Prognoseerstellung in der IRS und zentrale Verbreitung

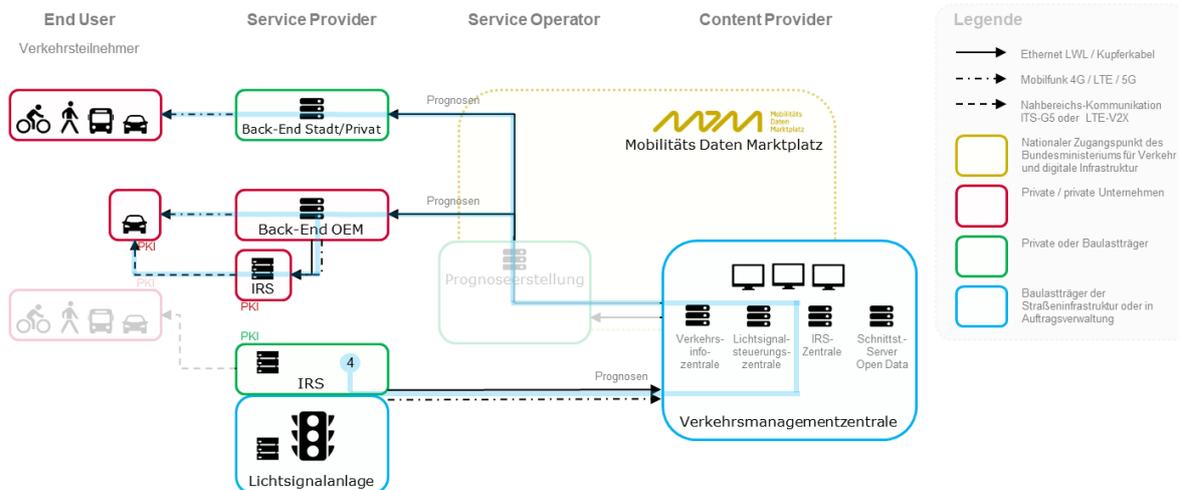


Abbildung 12: Architektur Ampelphasenassistent Variante 4

Schaltzeitprognosen werden dezentral in den IRS der LSA erstellt, basierend auf den direkt von der LSA bereitgestellten Daten. Jede IRS berechnet nur die Prognosen für die jeweilige LSA.

Die Prognosen werden zentral verbreitet, dazu werden sie zunächst über die Zentrale an ein öffentliches oder privates Back-End übermittelt. Von dort werden sie über das Mobilfunknetz (ggf. auch über private, nicht an einzelne LSA gebundene IRS) an die Verkehrsteilnehmer weitergeleitet, wobei anhand deren Position die relevanten Prognosen ausgewählt werden.

- Die Qualität der Prognoseerstellung profitiert von minimalen Latenzzeiten bei der Übermittlung der LSA-Daten.
- Der Radius der Prognoseübermittlung wird nur von der Mobilfunkabdeckung begrenzt.
- MDM-Anbindung möglich.
- Alle LSA, für die Prognosen ausgeliefert werden sollen, müssen mit IRS ausgestattet sein.
- Die Stadt muss die IVS-Capabilities „OCIT-O V3.0 und OCIT-C V2.0“ sowie eine DVK besitzen, siehe Kapitel 4.5.
- Da die Prognosen schnell von der IRS zur Zentrale gesendet werden müssen, ist eine IVS-Capability einer geringen Latenz notwendig.
- Die Prognoseerstellung läuft lokal im Feldgerät, dessen Rechenleistung nicht ohne weiteres erhöht werden kann.
- Es gibt aktuell sowohl Ansätze für LSA-Prognosen im LSA-Steuerungsverfahren als auch für LSA-Prognosen innerhalb der IRS
- Das zentrale Back-End muss eingerichtet und betrieben werden.
- Wegen aktuell fehlender Standardisierung der Schnittstelle zwischen IRS und LSA ist diese Variante nur möglich, wenn IRS und LSA vom Hersteller als Gesamtpaket geliefert werden.
- Es ist kein Wettbewerb zwischen verschiedenen Content Providern für die Prognose möglich, da das Prognosemodul Teil des Gesamtpakets von IRS und LSA ist.
- Es steht nur eine Prognose zur Verfügung, so dass kein Wettbewerb zwischen verschiedenen OEM um den Service Level möglich ist.
- Eine PKI ist **nicht** notwendig, da die Prognosen in dieser Variante nicht lokal verbreitet werden. Dies ist nur in der Kombination mit der Variante 3 möglich.

#### Realisierungsbeispiele

Keine bekannt.

## 4.3 IVS-Dienst Anmeldung über V2I

### 4.3.1 Funktionale Beschreibung

Ziel einer Anmeldung über V2I ist es, den sich im Bereich einer LSA bewegendem Verkehrsteilnehmer dieser LSA bekannt zu machen, damit diese LSA-Steuerung entsprechend angepasst (und der Verkehrsteilnehmer ggf. bevorrechtigt behandelt) werden kann. Dies ist insbesondere für ÖV- und Einsatzfahrzeuge interessant, findet aber auch Anwendungen beim IV (inkl. Fußgänger und Radfahrer) und im LKW-Verkehr.

Der Verkehrsteilnehmer sendet seine Position (Koordinaten oder Referenz auf vorher festgelegte Meldepunkte) und vorhandene Informationen über seine geplante Route (implizit im Meldepunkt oder explizit über Verweis auf eine vorher definierte Route oder durch Übermittlung einer aktuellen dynamisch geplanten Route). Die Routeninformationen können dabei zur Bestimmung der relevanten Signalgruppe(n) genutzt werden. Diese Daten werden in eine Anmeldung umgewandelt, die in der LSA-Steuerung verarbeitet werden und zu einer Beeinflussung des Steuerungsablaufs führen kann.

Möglich sind damit u.a. folgende Einsatzszenarien:

- **ÖV-Priorisierung**  
Die Anmeldung des ÖV-Fahrzeugs über V2I ersetzt traditionelle Wege wie Bake-Funk-Anmeldung und Fahrwegdetektoren. Das ÖV-Fahrzeug kann gemäß Priorisierungskonzept bevorrechtigt werden.
- **Priorisierung von Einsatzfahrzeugen**  
Das Einsatzfahrzeug meldet sich über V2I an und kann in der Steuerung gezielt priorisiert werden.
- **Bedarfsanmeldungen**  
Autos, Radfahrer und Fußgänger können sich über V2I an der LSA anmelden. Die Steuerung kann so erkennen, dass in der entsprechenden Zufahrt Verkehrsteilnehmer warten und ggf. z.B. Freischaltungen der Nebenrichtung veranlassen.
- **LKW-Verkehr**  
Schwertransporte oder LKW-Pulks können sich über V2I an der LSA anmelden und passend im Steuerungsablauf berücksichtigt werden.

Wesentlich für die Anmeldung über V2I sind die Übermittlung der Fahrzeugmeldung (Positionsdaten und ggf. ergänzende Informationen), die Aufbereitung in eine Anmeldung und deren Weitergabe an die LSA.

Dies kann über verschiedene Architekturvarianten erreicht werden, die im Folgenden beschrieben werden. Dabei unterscheiden sich der Meldeweg und der Ort, an dem die Meldung aufbereitet wird, d.h. wie aus der Positionsmeldung eine Anmeldung für eine LSA bzw. Signalgruppe wird.

Einen Überblick über die nachfolgend einzeln mit ihren Vor- und Nachteilen beschriebenen Varianten (farbige Pfeile nummeriert von 1 bis 3) gibt Abbildung 13.

Kombinationen aus verschiedenen Varianten, z.B. realisiert im Projekt VERONIKA Kassel, werden aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht gesondert aufgenommen, sind aber natürlich jederzeit möglich.

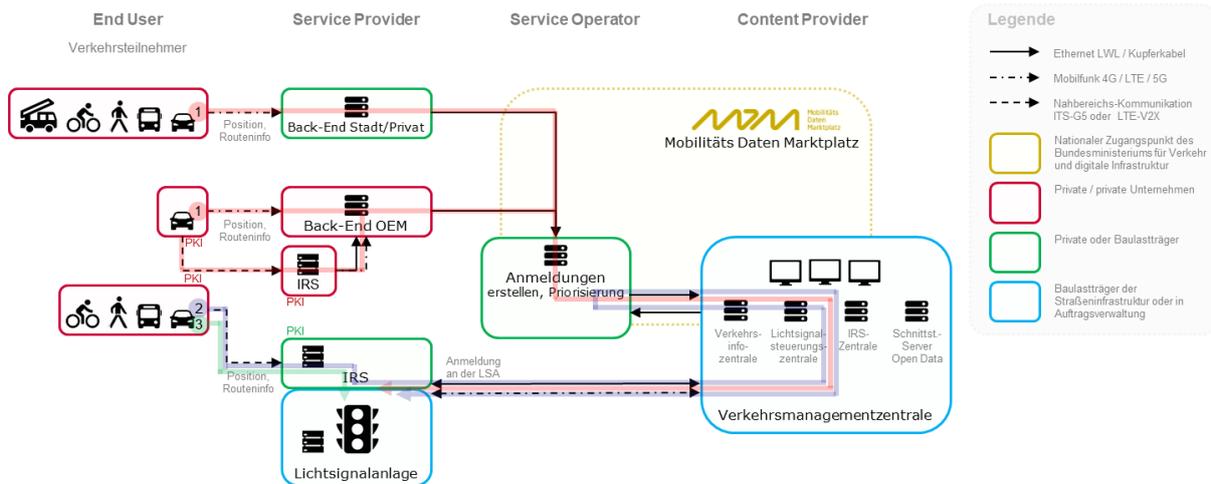


Abbildung 13: Architektur Anmeldung über V2I

Nachfolgend wird die ÖV-Priorisierung mittels V2I genauer beschrieben. Diese Beschreibung ist für die anderen oben genannten Einsatzszenarien „Priorisierung von Einsatzfahrzeugen“, „Bedarfsanmeldungen“ oder „LKW-Verkehr“ ähnlich.

Bei der Beschleunigung des öffentlichen Verkehrs hat sich seit Jahren ein unidirektionaler Datentransfer auf der Grundlage eines analogen Funksystems (R09.16) etabliert. Das ÖV-Fahrzeug meldet sich lokal über analogen Funk<sup>1</sup> bei der LSA an. Die Anmeldung geschieht an vordefinierten Meldepunkten, für welche feste theoretische Fahrzeiten versorgt sind. In der lokalen Steuerlogik der LSA ist hinterlegt, welche Fahrbeziehung für diese Linie freigegeben werden muss. Sobald das ÖV-Fahrzeug die Kreuzung befahren hat, sendet es einen weiteren Meldepunkt an die LSA und meldet sich ab, so dass die Freigabe beendet werden kann.

Der hier beschriebene IVS-Dienst realisiert einen anderen Weg ohne Bake-Funk-System. Die Position des Fahrzeugs wird dabei über GPS ermittelt. Das Fahrzeug meldet sich per Mobilfunk direkt bei der Zentrale oder über eine IRS an. Die Position wird dann auf die versorgte Karte referenziert, so dass die Entfernung zur Haltlinie bestimmt werden kann. Die geplante Fahrtrichtung wird über vorversorgte Routen referenziert, kann aber auch durch die Übermittlung von Positionen des geplanten Wegs angegeben werden (für Einsatzfahrzeuge oder IV).

Zur Anmeldung an der LSA können diese Informationen entweder in ein klassisches R09.16 Telegramm zur Anmeldung über Meldepunkte zurückverwandelt werden (**nachfolgend R09.16 Kompatibilitätslösung genannt**) oder sie werden in Form einer **ETA-Information**<sup>2</sup> übermittelt. Bei der Variante über die ETA-Information wird kontinuierlich die erwartete Ankunftszeit des Fahrzeugs an der Haltelinie zur LSA gesendet. Meldepunkte werden hier nicht benötigt.

Geschieht die Anmeldung über die Zentrale, kann dort die Priorisierung leicht beeinflusst werden, z.B. können Regeln, für die an die LSA zu übermittelnde Priorität der Anmeldung versorgt werden. Dabei sind Abhängigkeiten von Linie und Route, Tageszeit, Besetzungsgrad, Ladezustand (Elektrofahrzeuge) und weiteren Faktoren möglich. Die Reaktion der Steuerung auf die Anmeldung verbleibt aber immer in der Logik der LSA. Dort ist damit keine Anpassung mehr nötig, wenn sich z.B. ÖV-Linien ändern.

<sup>1</sup> In Städten wie Berlin und Hamburg gibt es auch Umsetzungen mit digitalem Funk, der sich aber nicht etabliert haben.

<sup>2</sup> ETA steht für Estimated Time of Arrival

Die Anmeldungs-Dienste können analog neben dem ÖV auch für den IV (Ersatz für Anforderungsdetektor), Fußgänger bzw. Radfahrer (Ersatz für Fußgängertaster), Einsatzfahrzeuge (Notfall-Priorisierung) und den Lastverkehr (Durchleitung von Konvois) eingesetzt werden.

Für die Anmeldung der Daten können die ETSI-Nachrichtentypen CAM oder SREM/SSEM eingesetzt werden.

Die CAM erlaubt generell eine Anmeldung beliebiger Verkehrsteilnehmer durch Auswertung der enthaltenen Positionsdaten. Sie enthält auch einen optionalen ÖV-Container, der die Daten eines R09.16 Telegramms aufnimmt und für eine Anmeldung mit Hilfe von Meldepunkten gedacht ist. Dieser Übertragungsweg des R09.16 Telegramms in Form einer erweiterten CAM wird auch von OCIT (-O V3.0 und -C V2.0) unterstützt. Auf diesem Weg wird eine Kompatibilitätslösung geschaffen, welche eine Meldepunkt-basierte ÖV-Beschleunigung über den Kommunikationsweg IEEE 802.11p ermöglicht.

Für eine priorisierte Anmeldung von Fahrzeugen an Lichtsignalanlagen ist im ETSI Kommunikationsmodell jedoch eigentlich der Weg über die Nachrichtentypen SREM und SSEM vorgesehen. Die SREM wird kontinuierlich vom anzumeldenden Fahrzeug gesendet und enthält insbesondere Informationen über das Fahrzeug und dessen Rolle (ÖV, Sondereinsatzfahrzeug, ...). Die SREM stellt laut ETSI-Protokoll Informationen über die zuführende Straße, über die der Knoten erreicht wird (ETSI Approach) und die Straße, auf welcher das Fahrzeug den Knoten verlässt (ETSI Egress), zur Verfügung. Daraus kann mit Hilfe der ETSI MAP erkannt werden, welche Signalgruppen für das Fahrzeug benötigt werden.

Es kann unter Umständen schwierig oder aufwändig sein, im Fahrzeug Informationen über Egress und Approach für jede Kreuzung zu halten. Aus Gründen einer effizienten Gesamtarchitektur kann es deshalb sinnvoll sein, lediglich die Positionsdaten der SREM zu verwenden statt des Approach/Egress. Beispielsweise wird im Hamburger BiDiMoVe Projekt die Zuordnung von Approach und Egress zu einem ÖV-Fahrzeug von einer zentralen Instanz vorgenommen. Hierbei wird die mitgesendete Information über Linie/Route des Fahrzeugs verwendet.

Die SSEM dient als Rückmeldung auf eine SREM und enthält den Priorisierungsstatus für das anfragende Fahrzeug. Diese Statusinformationen können ergänzend zur SPATEM verwendet werden, um dem Fahrer eine Rückmeldung zu generieren.

Sowohl SREM wie SSEM werden von OCIT aktuell nicht unterstützt, sondern lediglich die R09.16 Kompatibilitätslösung über CAM mit ÖV-Container (siehe auch Kapitel 4.5.5).

In Hamburg und in Kassel werden in den Forschungsprojekten BiDiMoVe bzw. VERONIKA aktuell Realisierungen über SREM und SSEM umgesetzt.

### 4.3.2 Variante 1: Anmeldung über Back-End, Vorrangschaltung in der Zentrale

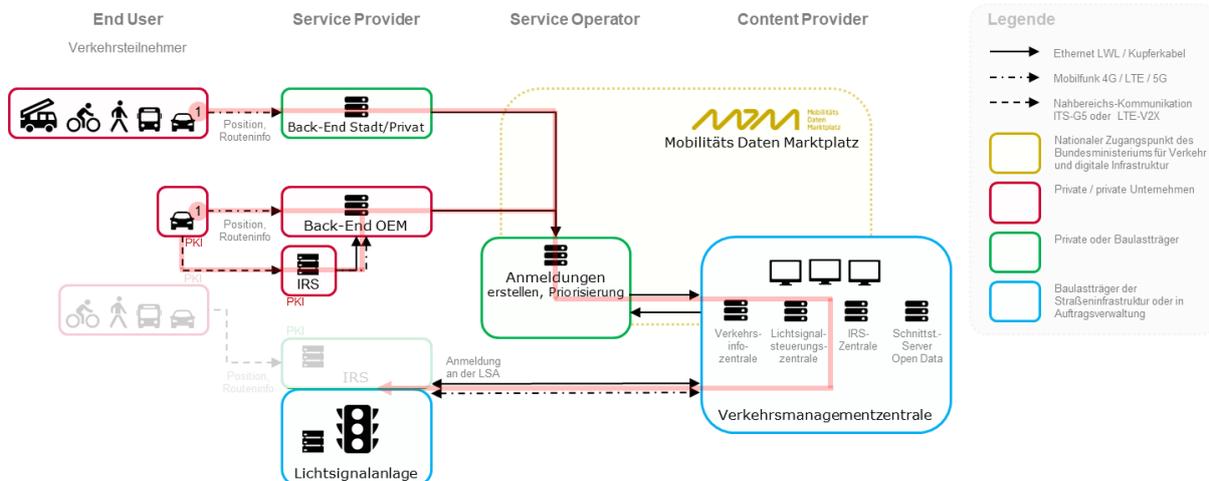


Abbildung 14: Architektur Anmeldung über V2I Variante 1

Die Positionsmeldungen der Verkehrsteilnehmer erfolgen über Mobilfunk (ggf. auch private IRS) zentral an ein öffentliches oder privates Back-End eines Service Providers. Dieses Back-End kann zum Beispiel das ITCS des ÖV-Betreibers, aber auch das Backend eines Automobilherstellers oder das Backend einer Smartphone Applikation sein.

Von dort gelangen die Informationen dann zu einem zentralen „Anmeldedienst“ bei der Stadt. In diesem werden aus den Positionsdaten die Anmeldungen zentral erstellt. Die Anmeldungen werden dann über die Lichtsignalsteuerungszentrale an die jeweilige LSA gesendet.

- Es ist keine Ausstattung der LSA mit IRS erforderlich.
- Die Priorisierung der verschiedenen Fahrzeuge (ÖV, IV, Sondereinsatzfahrzeuge, ...) und die Konfiguration der Anmeldungen kann jederzeit mit minimalen Aufwand - unabhängig von den Feldgeräten - in der Zentrale beeinflusst und geändert werden.
- Der Radius der Positionsübermittlung wird nur von der Mobilfunkabdeckung begrenzt.
- Eine MDM-Anbindung ist möglich.
- Die erfolgreiche Anmeldung erfordert kurze Latenzzeiten auf dem Weg der Daten.
- Eine DVK muss vorhanden sein, siehe Kapitel 4.5.
- Für die Anmeldung der Fahrzeuge an der LSA gibt es verschiedene Varianten
  - Anmeldung über ein zentralseitig generiertes R09.16 Telegramm:  
Für diese Kompatibilitätslösung über R09.16 Telegramme in Form einer erweiterten CAM ist die IVS-Capability „OCIT-O V3.0 und OCIT-C V2.0“ notwendig, da die zentrale ÖV-Anmeldung erst in OCIT-O V3.0 realisiert ist.
  - Anmeldung über ETA-Anforderungsbefehl:  
Die ETA-Information kann über einen AP-Wert Block von der Zentrale zur LSA versendet werden. Hier ist die Fähigkeit „OCIT-O V2.0 und OCIT-C V1.1“ ausreichend. Das Problem der langen Latenzzeit wird hier deutlich entschärft.
- Bei einem Ausfall der Kommunikationswege zwischen Zentrale und LSA ist die Anmeldung nur noch möglich, wenn eine Rückfallebene in die LSA-Steuerung integriert wird.
- Das zentrale Back-End muss eingerichtet und betrieben werden. Das Vorhandensein eines Netzgraphen ist für bestimmte Varianten/Diensteanbieter von Vorteil bzw. erforderlich (ETA Anforderung).

#### Realisierungsbeispiele

Projekt Mendel Braunschweig, Stadt Trondheim, Projekt C-Roads Germany bei Hessen Mobil in Heu-

senstamm, Projekt HERCULES in Kassel, Projekt SIRENE in Braunschweig, Projekt C-Roads Germany - Urban Nodes in Kassel

#### 4.3.3 Variante 2: Anmeldung über IRS, Vorrangschaltung in der Zentrale

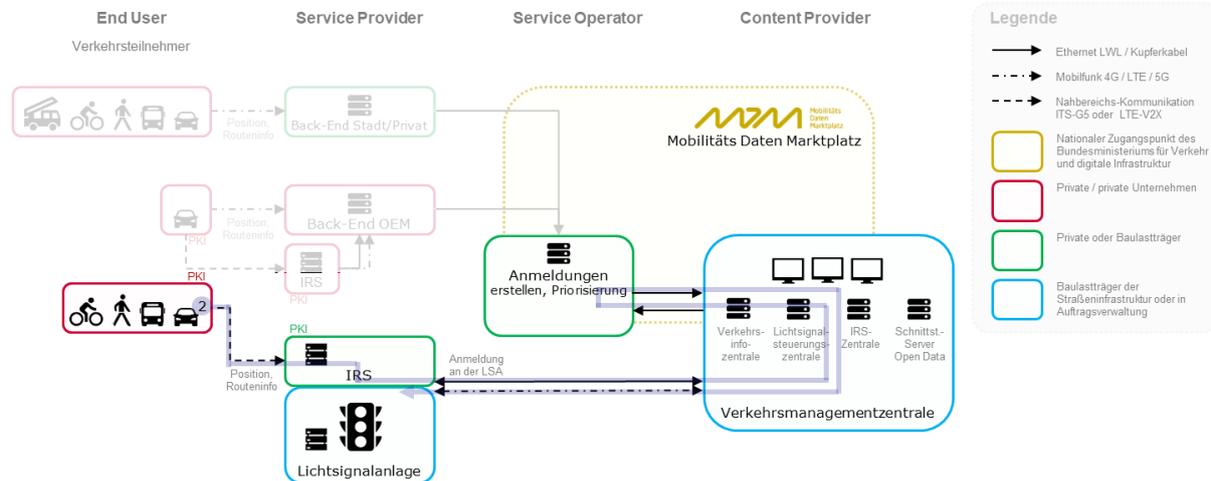


Abbildung 15: Architektur Anmeldung über V2I Variante 2

Die Positionsmeldungen der Verkehrsteilnehmer werden dezentral über IRS an den LSA empfangen und an die Zentrale weitergeleitet. Dort werden daraus Anmeldungen zentral erstellt.

Die Anmeldungen werden über die Lichtsignalsteuerungszentrale an die jeweilige LSA gesendet.

- Die Priorisierung der verschiedenen Fahrzeuge (ÖV, IV, Sondereinsatzfahrzeuge, ...) und die Konfiguration der Anmeldungen kann jederzeit mit minimalen Aufwand - unabhängig von den Feldgeräten - in der Zentrale beeinflusst und geändert werden.
- Es ist kein zentrales Back-End erforderlich.
- MDM-Anbindung möglich.
- Die erfolgreiche Anmeldung erfordert kurze Latenzzeiten auf dem Weg der Daten.
- Eine DVK muss vorhanden sein, siehe Kapitel 4.5.
- Für die Kompatibilitätslösung über R09.16 Telegramme in Form einer erweiterten CAM ist die IVS-Capability „OCIT-O V3.0 und OCIT-C V2.0“ ausreichend.
- Für die Variante über SREM und SSEM, siehe funktionale Beschreibung dieses Dienstes in Abschnitt 4.3.1, ist zusätzlich eine Erweiterung von OCIT notwendig, um die SREM und SSEM Daten zwischen IRS und zentralem Anmeldedienst in der Verkehrsmanagementzentrale auszutauschen. Dies ist in der IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.X / OCIT-C V2.X verfügbar in Abschnitt 4.5.5 beschrieben.
- Alle eingebundenen LSA müssen mit IRS ausgestattet sein.
- Eine PKI ist notwendig.
- Bei einem Ausfall der Kommunikationswege zwischen Zentrale und LSA ist die Anmeldung nur noch möglich, wenn eine Rückfallebene in die LSA-Steuerung integriert wird.
- Der Radius der Positionsübermittlung ist begrenzt und für längere Zufahrtsarme evtl. zu gering. Evtl. kann dies über zusätzliche in das System integrierte IRS abgefangen werden.
- Netzgraphen ist für bestimmte Varianten/Diensteanbieter von Vorteil bzw. erforderlich (ETA Anforderung).

#### Realisierungsbeispiele

Projekt BiDiMoVe Hamburg (siehe Abschnitt 7.6.3), Projekt Mendel Braunschweig, Projekt VERONIKA Kassel (hier in Kombination mit Variante 3 als Rückfallebene)

#### 4.3.4 Variante 3: Anmeldung über IRS, Vorrangschaltung in der IRS

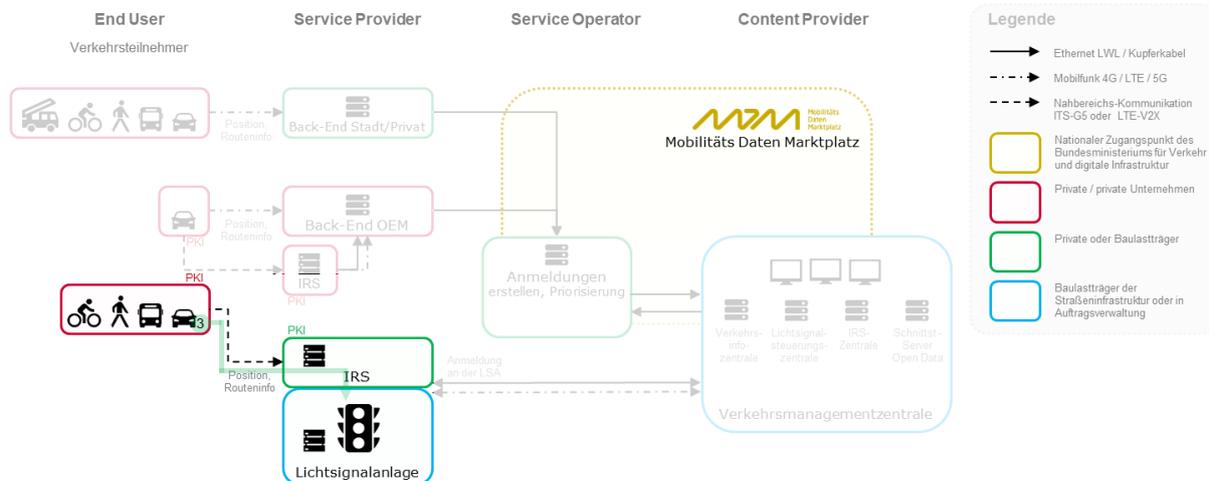


Abbildung 16: Architektur Anmeldung über V2I Variante 3

Die Positionsmeldungen der Verkehrsteilnehmer werden dezentral über eine IRS an den LSA empfangen. Dort werden auch die Anmeldungen erstellt. Die Anmeldungen werden direkt lokal an die jeweilige LSA übergeben.

Die gesamte Logik liegt hier dezentral in der IRS, daher ist diese Variante vermutlich hauptsächlich für die R09.16 Kompatibilitätslösung über CAM mit ÖV-Container geeignet, weniger für die Lösung für SREM/SSEM, siehe dazu Kapitel 4.3.1.

- Es ist kein zentrales Back-End erforderlich.
- Die Anmeldung profitiert von minimalen Latenzzeiten bei der Datenverarbeitung.
- Da die Kommunikationswege nicht über die Zentrale gehen ist die Gefahr eines Ausfalls der Funktion aufgrund von Kommunikationsstörungen geringer.
- Eine DVK muss vorhanden sein, siehe Kapitel 4.5.
- Alle eingebundenen LSA müssen mit IRS ausgestattet sein.
- Eine PKI ist notwendig.
- Änderungen in der Priorisierung der verschiedenen Fahrzeuge (ÖV, IV, Sondereinsatzfahrzeuge, ...) erfordern einen Zugriff bzw. Eingriff auf die einzelnen Feldgeräte und sind deshalb aufwendig.
- Der Radius der Positionsübermittlung ist begrenzt und für längere Zufahrtsarme evtl. zu gering.
- Eine MDM-Anbindung ist nur über zusätzliche Kommunikationswege möglich.
- Die Fähigkeit OCIT-O V3.0 und OCIT-C V2.0 notwendig, da ohne diese Fähigkeit die Anmeldung über V2I nicht in der Zentrale überwacht werden kann. Zusätzlich wird diese Fähigkeit noch für die Übertragung der MAP von der Zentrale zur IRS benötigt.

#### Realisierungsbeispiele

Projekt KoMoD Düsseldorf; Projekt VERONIKA Kassel (hier in Kombination mit Variante 2)

## 4.4 IVS-Dienst Strategiemangement-Schaltungen als I2V-Kommunikation

### 4.4.1 Funktionale Beschreibung

Ziel einer Strategiemangement-Schaltung per I2V ist es, den Verkehrsteilnehmer über strategische Maßnahmen zur Verkehrssteuerung zu informieren und ihm Maßnahmen und Informationen unabhängig von ortsfesten Schildern (Variotafeln, Wechselwegweiser u.a.) zu übermitteln.

Dem Verkehrsteilnehmer werden dabei abhängig von seiner Position relevante Informationen verschiedener Art übermittelt.

Möglich sind zum Beispiel:

- **Ereignismeldungen**  
Der Verkehrsteilnehmer bekommt verkehrsrelevante Ereignisse angezeigt, z.B.
  - Behinderung durch Unfälle, Feuerwehreinsätze, Staus,
  - Straßensperrung oder auch Tunnelsperrungen
  - Baustellen
  - Veranstaltungen
- **Strategien**  
Der Verkehrsteilnehmer wird über strategische Maßnahmen, wie z.B. Alternativrouten, Informationen zu Leitsystemen oder die Auslastung von Parkplätzen informiert.
- **Schilder**  
Die auf ortsfesten Schildern (Variotafeln, Wechselwegweiser u.a.) sichtbare Anzeige wird dem Verkehrsteilnehmer zusätzlich über I2V-Kommunikation übermittelt, so dass sie z.B. direkt im Fahrzeug visualisiert werden kann.
- **Virtuelle Schilder**  
Virtuelle Schilder, die in der Realität nicht existieren, werden dem Verkehrsteilnehmer über I2V-Kommunikation übermittelt, so dass sie z.B. direkt im Fahrzeug visualisiert werden können.

Wichtig: In diesem IVS-Dienst werden im Rahmen dieses Projekts nur Informationen behandelt, keine verkehrsrechtlichen Anordnungen und auch keine rechtlich bindenden Verbots- und Gebotsschilder.

Auch die Auslösung der Strategien, z.B. aus dem Strategiemangement in der Verkehrsmanagementzentrale, wird hier nicht näher betrachtet, da sie für diesen Leitfaden nicht relevant ist.

Wesentlich für dieses Projekt ist der Übermittlungsweg der I2V-Strategieschaltung an die Verkehrsteilnehmer. Dies kann über verschiedene Architekturvarianten erreicht werden, die im Folgenden beschrieben werden. Dabei unterscheiden sich der Übermittlungsweg und der Ort, von dem die Strategieinformation kommt.

Einen Überblick über die nachfolgend einzeln mit ihren Vor- und Nachteilen beschriebenen Varianten (farbige Pfeile nummeriert von 1 bis 3) gibt Abbildung 17: Architektur Strategiemangement-Schaltungen als I2V-Kommunikation.

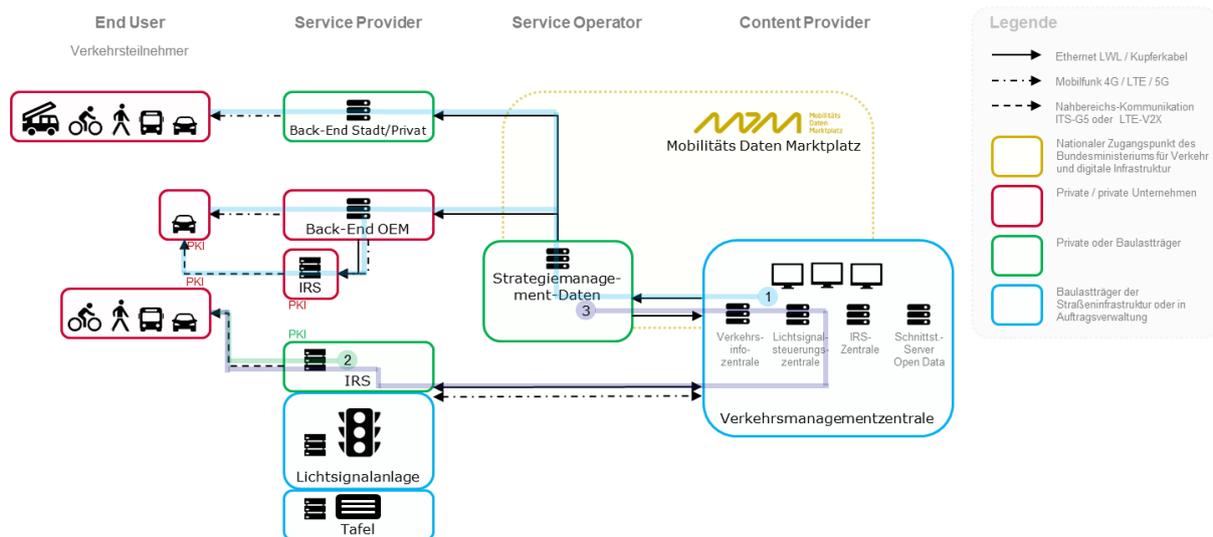


Abbildung 17: Architektur Strategiemangement-Schaltungen als I2V-Kommunikation

#### 4.4.2 Variante 1: Strategien aus der Zentrale, zentrale Verbreitung

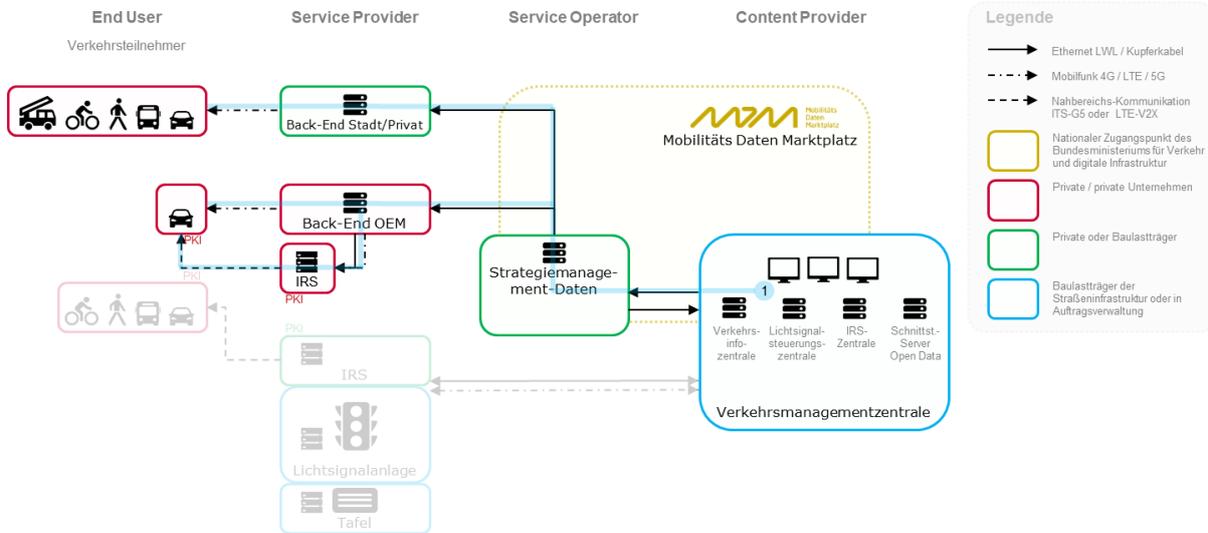


Abbildung 18: Strategiemangement-Schaltungen als I2V-Kommunikation Variante 1

In dieser Variante werden strategische Maßnahmen zur Verkehrssteuerung in der Verkehrsmanagementzentrale generiert. Von dort werden sie direkt oder über den MDM zum Back-End eines Service Providers weitergeleitet. Dabei kann es sich um das Back-End eines privaten Service Providers handeln, z.B. ein Navigationsdienstleister oder auch um ein kommunales Back-End, wie z.B. ein städtisches Internetportal.

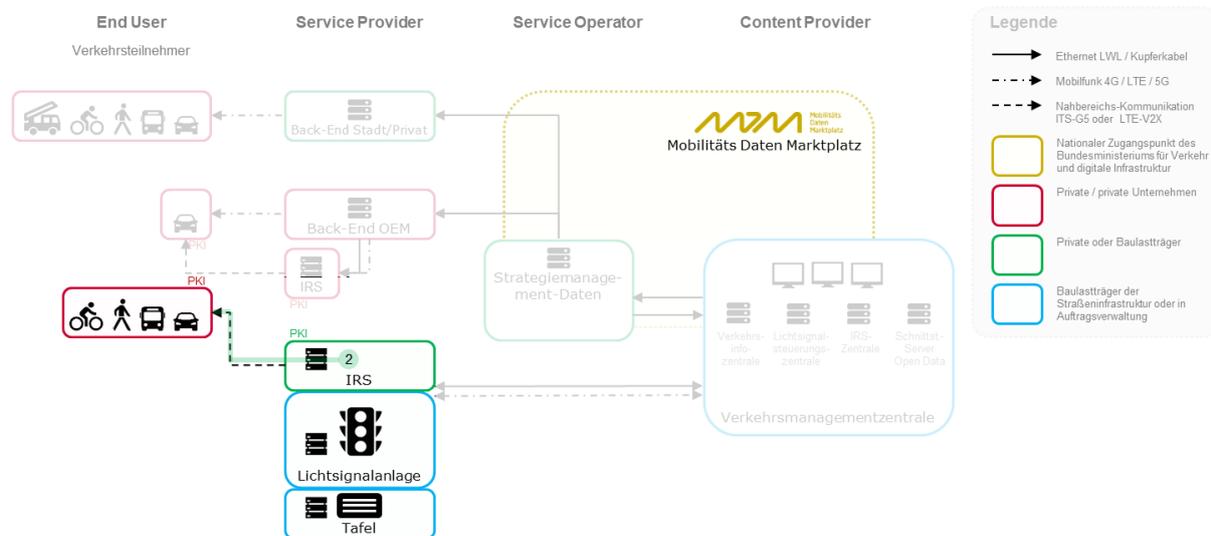
Das Backend des Service Providers bereitet die Informationen dann gegebenenfalls auf und gibt sie an die Verkehrsteilnehmer weiter.

- Es ist keine Ausstattung der Feldgeräte mit IRS erforderlich.
- Beliebige Strategieinformationen können in der Zentrale erzeugt und beeinflusst werden. Änderungen können jederzeit leicht in der Zentrale ohne die Notwendigkeit der Anpassung von einzelnen Feldgeräten durchgeführt werden.
- Der Radius der Positionsübermittlung wird nur von der Mobilfunkabdeckung begrenzt. Dies ist insbesondere für Verkehrsinformationen relevant, welche über ein größeres Streckennetz ausgedehnt und evtl. sogar baulastträgerübergreifend sind.
- MDM-Anbindung möglich.
- Eine offene zentrale Bereitstellung der Daten erlaubt einen Wettbewerb um optimale Verkehrsinformationen zwischen verschiedenen Content Providern.
- Das zentrale Back-End muss eingerichtet und betrieben werden.
- Eine Referenzierung der Informationen auf einem Netzgraphen ist wichtig, damit die Informationen vom Service Provider automatisiert verortet werden können.

#### Realisierungsbeispiele

- Die Stadt Frankfurt am Main (wie auch die Städte Kassel und Düsseldorf) stellt Informationen über Baustellen, Verkehrsbehinderungen und Parkhausbelegungen für öffentliche und private Anbieter von Verkehrsinformationsdienstleistungen über den MDM bereit, siehe <https://www.mdm-portal.de/bestens-orientiert-im-ballungsraum-frankfurt-am-main/>
- Die Stadt Stuttgart stellt im Projekt NAVIGAR Verkehrsleitstrategien dem Navigationsanbieter Garmin bereit, siehe <https://www.mdm-portal.de/stuttgart/>.
- Die Stadt Düsseldorf stellt automatisiert erzeugte Verkehrsmeldungen wie zum Beispiel aktuelle Tunnelsperrungen über den MDM für öffentliche und private Service Provider bereit, siehe <https://www.mdm-portal.de/automatisch-besser-informiert/>. Weiterhin werden Inhalte von real existierenden Schildern im Projekt KoMoD über V2I Kommunikation zur Verfügung gestellt.

#### 4.4.3 Variante 2: Informationen direkt vom Feldgerät, Verbreitung über IRS



**Abbildung 19: Strategiemangement-Schaltungen als I2V-Kommunikation Variante 2**

In dieser Variante werden die strategischen I2V-Schaltungen direkt am Feldgerät abgegriffen, z.B. bei einer Informationstafel. An oder in diesem Feldgerät ist eine IRS integriert. Von der IRS werden die Informationen über Nahbereichs-Kommunikation zu einer On-Board-Unit im Fahrzeug übertragen und schließlich dem Verkehrsteilnehmer zur Verfügung gestellt.

- Die in den Feldgeräten vorhandenen Informationen werden auf kürzestem Wege an die Verkehrsteilnehmer übermittelt.
- Es ist kein zentrales Back-End erforderlich.
- Alle eingebundenen Feldgeräte müssen mit IRS ausgestattet sein.
- Eine Public Key Infrastruktur (PKI) ist notwendig.
- Der Radius der Datenübermittlung ist begrenzt und für längere Zufahrtsarme evtl. zu gering. Insbesondere können keine Strategieinformationen verteilt werden, welche ausgedehnte Streckennetze betreffen.
- Verkehrsinformation, welche in einem zentralen Verkehrsmanagement gesammelt werden (Veranstaltungen, Baustellen, Unfälle, ...) können nicht über diesen Weg verbreitet werden, ebenso zentral generierte Umleitungsempfehlungen.
- Relevante Verkehrsinformationen, welche über eine IRS gesammelt werden, stehen nur lokal und nicht einem zentralen Verkehrsmanagement zur Verfügung.
- Eine MDM-Anbindung ist nur über zusätzliche Kommunikationswege möglich.
- Die Variante erlaubt keinen Wettbewerb zwischen verschiedenen Content Provider, weil nur die Software innerhalb der IRS die Generierung der Verkehrsinformationen bestimmt.

#### Realisierungsbeispiel

- Im Projekt KoMoD wurde eine rein virtuelle Tafel im Stadtgebiet Düsseldorf erstellt, die die zulässige Geschwindigkeit gemäß Blechbeschilderung über IEEE 802.11p an Fahrzeuge versendet.



## 4.5 Für die IVS-Dienste benötigte IVS-Capabilities

### 4.5.1 IVS-Capability-Matrix

Die nachfolgende Matrix zeigt, welche IVS-Capabilities von den Städten (in der Rolle Straßenbetreiber) für den Betrieb von IVS-Diensten in den verschiedenen Varianten benötigt werden.

Betrieb bedeutet in diesem Fall nicht, dass die Stadt den Dienst alleine betreibt, sondern dass sie an einem Dienst gemäß den Beschreibungen in den vorangegangenen Kapiteln in den jeweiligen unterschiedlichen Wertschöpfungsstufen (Content Provider, Service Operator, Service Provider) partizipiert.

Die verschiedenen IVS-Capabilities werden im Anschluss näher beschrieben.

IVS-Capability-Matrix		LSA-Prozessdaten					DVK für LSA-Versorgungsdaten	IRS-Ausstattung	Public Key Infrastruktur (PKI)	MDM-Anbindung	Netzversorgung (Netzgraph)
		OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1	OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1	OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0	OCIT-O V3.X / OCIT-C V2.X	Geringe Latenz					
IVS-Dienst ↓	IVS-Capability →										
<b>Ampelphasenassistent</b>											
Variante 1: Zentrale / Zentrale		●	●			●	●			●	
Variante 2: Zentrale / IRS				●		●	●	●	●	●	
Variante 3: IRS / IRS				●			●	●	●		
Variante 4: IRS / Zentrale				●		●	●	●		●	
<b>Anmeldung V2I</b>											
Variante 1: Back-End / Zentrale			●	●		●	●			●	
Variante 2: IRS / Zentrale				●	●	●	●	●	●	●	
Variante 3: IRS / IRS				●			●	●	●		
<b>Strategiemanagement-Schaltung I2V</b>											
Variante 1: Zentrale / Zentrale										●	
Variante 2: Feldgerät / IRS							●	●			
Variante 3: Zentrale / IRS				●	●		●	●	●	●	

Erklärung: ● = benötigt, ◐ = benötigt für bestimmte Optionen

**Tabelle 1: IVS-Capability-Matrix**

**Anmerkungen:**

- abwärtskompatible IVS-Capabilities sind automatisch in einer IVS-Capability enthalten, d.h. z.B. die IVS-Capability OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0 enthält automatisch die IVS-Capability OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1 und auch OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1.
- Die IVS-Capability Geringe Latenz wird in Abschnitt 4.5.6 in einer separaten „IVS-Capability – Matrix Geringe Latenz“ noch genauer beschrieben und mit Zahlen hinterlegt.

#### 4.5.2 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 verfügbar

Bei der IVS-Capability „Datenarten gemäß OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 verfügbar“ ist die IVS-Fähigkeit einer Stadt gemeint, bestimmte LSA-Prozessdaten zeitnah<sup>3</sup> zentral bereitstellen zu können. Diese Daten werden dabei zunächst von der LSA zur Lichtsignalsteuerungszentrale übertragen und von dieser standardisiert über OCIT-C bereitgestellt.

Es sind dabei alle Prozessdatenarten<sup>4</sup> bereitzustellen, die gemäß OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 Standard verfügbar sind.

**Anmerkungen dazu:**

- Der OCIT-Standard für Lichtsignalsteuerungsgeräte wird im Anhang in Kapitel 7.3 ausführlich beschrieben. Dort werden u.a. die Schnittstellen OCIT-O und OCIT-C, OCIT-Versorgungsdaten und OCIT-Prozessdaten sowie die OCIT-Übertragungsprofile erläutert. Weiterhin ist der Unterschied zwischen den einzelnen OCIT-O Versionen in einer Funktionsübersicht detailliert erklärt.
- Für OCIT-C empfiehlt es sich immer ein Pflichtenheft zu erstellen, da OCIT-C einige Freiheitsgrade erlaubt. Als Beispiel kann das Pflichtenheft aus dem Forschungsprojekt VERONIKA in Kassel herangezogen werden, welches bei der Stadt Kassel erhältlich ist und den Datenaustausch zwischen den Applikationen in der Verkehrsmanagementzentrale in Kassel detailliert beschreibt.  
Für OCIT-O ist dies nicht erforderlich, da hier weniger Freiheitsgrade vorhanden sind. Es ist aber üblich, dass man für jeden Steuergerätetyp, der an eine LStZ angeschlossen wird, einen einmaligen Funktionstest durchführt.
- Grundsätzlich wird empfohlen OCIT-C V1.2 anstelle von OCIT-C V1.1 einzusetzen, da bei OCIT-C V1.2 Verbesserungen und Konkretisierungen eingearbeitet wurden und somit die projektspezifischen Festlegungen im Pflichtenheft geringer ausfallen.
- Für die Beschreibung dieser IVS-Fähigkeit (IVS-Capability) wird nur der offene OCIT-O Standard berücksichtigt, da dieser Standard von der OCA aufgrund der Herstellermischbarkeit klar favorisiert wird. Die IVS-Capability „Datenarten gemäß OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 verfügbar“ kann aber auch erreicht werden, wenn die LSA über proprietäre Standards an die LStZ angebunden sind und die LStZ alle hier geforderten Daten über den offenen Standard OCIT-C bereitstellen kann. Das gilt ebenfalls für die drei nachfolgenden Kapitel.
- Die Fähigkeit kann auch erreicht werden, wenn an Stelle des Standards OCIT-C der Vorgängerstandard OCIT-I vorhanden ist. OCIT-I deckt alle hier benötigten Datenarten ab. Allerdings ist die Weiterentwicklung von OCIT-I von der ODG eingestellt worden, so dass bei neuen Systemen OCIT-C zu empfehlen ist.

<sup>3</sup> die genaue Latenz wird über die separate IVS-Capability „Geringe Latenz bei LSA-Prozessdaten“ abgebildet. Zeitnah bedeutet in jedem Fall innerhalb weniger Sekunden und nicht erst am Ende des LSA-Umlaufs, wie z.B. beim VnetS Protokoll

<sup>4</sup> Hier sind nur LSA-Prozessdaten gemeint, die Versorgungsdaten werden über die separate IVS-Capability DVK abgebildet.

Beispielhaft für die Anforderungen eines kooperativen IVS-Dienstes werden nachfolgend für den IVS-Dienst Ampelphasenassistent die notwendigen Prozessdaten mit den genauen Bezeichnungen in OCIT-O und OCIT-C zusammengestellt.

Wenn eine Stadt die IVS-Capability „Datenarten gemäß OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 verfügbar“ erfüllt, sollte sie diese LSA-Daten von der LSA zeitnah über OCIT-C bereitstellen können:

- OCIT Ist-Vektor  
LSA/OCIT-O: 1:221  
LStZ/OCIT-C: IntersectionStatus
- OCIT Gerätestatus  
LSA/OCIT-O: 1:236 / 1:237  
LStZ/OCIT-C: IntersectionStatus
- Umlaufsekunde TX  
LSA/OCIT-O: 1:511  
LStZ/OCIT-C: NamedValue\_Raw\_Values (kommt als AP-Wert)
- Detektorflanken  
LSA/OCIT-O: 1:431 / 1:295  
LStZ/OCIT-C: TrafficData\_detector\_Detectoredge
- Signalbilder  
LSA/OCIT-O: 1:438 / 1:300  
LStZ/OCIT-C: RawTrafficDataBlocl\_Signalgroupvalue  
  
ÖV-AmlI Telegramme und ÖV-Rohdaten Telegramme  
LSA/OCIT-O: 1:411 und 1:410  
LStZ/OCIT-C: PublicTransportTelegramExtended und PublicTransportTelegram  
Anmerkung: Bei den ÖV-AmlI Telegrammen besteht meist das Problem, dass die ÖV-Abmeldung stark verzögert von der LSA versendet wird, weil noch zusätzlicher Input aus dem LSA-Steuerungsverfahren in das ÖV-AmlI-Telegramm integriert wird.  
Evtl. kann man alternativ zu ÖV-AmlI ÖV-Rohdaten verwenden, falls dies von der LStZ und der LSA unterstützt wird.
- Aggregierte Detektordaten  
LSA/OCIT-O: 1:432 / 1:294  
LStZ/OCIT-C: TrafficData\_detector\_currentValue

Natürlich braucht nicht jedes LSA-Prognoseverfahren alle diese Prozessdaten. Wenn man allerdings für die verschiedensten Verfahren die Rohdaten zur Verfügung stellen will, dann muss man alle diese Daten liefern.

#### 4.5.3 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1 verfügbar

Bei der IVS-Capability „Datenarten gemäß OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1 verfügbar“ ist die IVS-Fähigkeit einer Stadt gemeint, bestimmte LSA-Prozessdaten zentral bereitstellen zu können. Diese Daten werden dabei zunächst von der LSA zur LStZ übertragen und von dieser standardisiert über OCIT-C bereitgestellt.

Es sind dabei alle Prozessdatenarten bereitzustellen, die gemäß OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1 Standard verfügbar sind.

##### Anmerkungen dazu:

- Der OCIT-Standard für Lichtsignalsteuerungsgeräte wird im Anhang 7.3 ausführlich beschrieben. Dort werden u.a. die Schnittstellen OCIT-O und OCIT-C, OCIT-Versorgungsdaten und OCIT-Prozessdaten sowie die OCIT-Übertragungsprofile erläutert. Weiterhin ist der Unterschied zwischen den einzelnen OCIT-O Versionen in einer Funktionsübersicht detailliert erklärt.
- OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1 bietet gegenüber OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 u.a. folgende zusätzliche Funktionalitäten (siehe auch Kapitel 7.3.4):
  - Anwender-Fernversorgung (inkl. der Kontrolle der Versorgungsstände zwischen Zentrale und LSA über sogenannte Checksummen). Dies ist notwendig für die IVS-Capability DVK.
  - Beeinflussung der LSA durch eine zentrale Netzsteuerung mittels dynamischer Parameter aus der Zentrale
  - Namenkonvention für Anwenderprogrammwerte (AP-Werte, manchmal auch Marken genannt):  
Standardisiert ist die Übertragung der AP-Werte erst ab OCIT-O V2.0, so dass in der Praxis mit Abfragen über OCIT-I oder OCIT-C bei OCIT-O V1.1 Steuergeräten nur die AP-Werte für Umlaufsekunde (TX), aktuelle Phase und nächste Phase abgefragt werden können.  
Dies bedeutet, dass man für eine Prognose der LSA-Schaltzeiten (IVS-Dienst Ampelphasenassistent) nicht auf zusätzliche AP-Werte der LSA-Logik zurückgreifen kann. Durch zusätzliche AP-Werte sind bei manchen Prognoseverfahren Verbesserungen möglich.  
Anmerkung: die einzelnen zusätzlichen AP-Werte sind dann nicht standardisiert, sondern müssen über projektspezifische Festlegungen (stadtweit) getroffen werden. Die Standardisierung des Übertragungswegs sorgt aber dafür, dass diese AP-Werte aus der LSA-Logik in der Zentrale über OCIT-C abgefragt werden können und anderen zentralen Applikationen (z.B. der Schaltzeitprognose) zur Verfügung stehen.
  - Arrays für AP-Werte (komplexe AP-Werte). Diese sind erforderlich, wenn man z.B. beim IVS-Dienst „Anmeldung über V2I“ aus der Zentrale AP-Arrays an die lokale LSA-Steuerung senden will. Diese AP-Arrays werden z.B. in den Projekten VERONIKA und BiDiMoVe für die Anmeldung aus der Zentrale verwendet.
- OCIT-O V1.1 ist rückwärtskompatibel zu OCIT-O V2.0. Es wurden nur neue Funktionalitäten ergänzt.
- Auch hier wird grundsätzlich empfohlen OCIT-C V1.2 anstelle von OCIT-C V1.1 einzusetzen, da bei OCIT-C V1.2 Verbesserungen und Konkretisierungen eingearbeitet wurden.

#### 4.5.4 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0 verfügbar

Bei der IVS-Capability „Datenarten gemäß OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0 verfügbar“ ist die IVS-Fähigkeit einer Stadt gemeint, bestimmte LSA-Prozessdaten zentral bereitstellen zu können. Diese Daten werden dabei zunächst von der LSA zur Lichtsignalsteuerungszentrale übertragen und von dieser standardisiert über OCIT-C bereitgestellt.

Es sind dabei alle Prozessdatenarten bereitzustellen, die gemäß OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0 Standard verfügbar sind.

##### Anmerkungen dazu:

- Am 02. April 2016 wurde die Version OCIT-O V3.0 und OCIT-O Car auf der Intertraffic Amsterdam vorgestellt. Mit OCIT-O V3.0 und den entsprechenden Spezifikationen in OCIT-C V2.0 bietet das OCIT-System die Integration mit der kooperativen funkbasierten Infrastruktur im Automobilbereich. Damit ist es im OCIT-System möglich, Gefahrenmeldung, Priorisierung von ÖV- und Sonderfahrzeugen, LSA-Prognosedaten, Versorgung der Topologieinformationen der Kreuzung (MAP) und Qualitätssicherung in das Verkehrsmanagement zu integrieren.
- Dieser Standard wird dem derzeitigen Stand der Technik bzgl. kooperativer Infrastruktur und automatisiertem Fahren gerecht. Aktuell (2020) befindet sich dieser Standard in der Umsetzungsphase bei den einzelnen Anbietern sowohl LSA als auch zentralseitig.
- OCIT-O V2.0 ist rückwärtskompatibel zu OCIT-O V3.0 Die Unterschiede zwischen OCIT-O V2.0 und OCIT-O V3.0 liegen darin, dass in OCIT-O V3.0 zusätzliche Datenarten übertragen werden können, es ist jedoch kein technisch anderer Standard bzw. wurden keine Datenmodelle verändert. Es wurden nur Datenarten im Datenmodell ergänzt.
- Daher ist es auch kein Problem, eine OCIT-O V2.0 Lichtsignalsteuerungszentrale so aufzurüsten, dass sie diese Datenarten zusätzlich übertragen kann und damit zusätzlich dem OCIT-O V3.0 Stand genügt.
- Neue Funktionen/Datenarten in OCIT-O V3.0 und OCIT-C V2.0:
  - Statusinformationen (CAM)
    - Aufzeichnung von Fahrzeugdaten wie Datum, Uhrzeit, Position, Geschwindigkeit, Richtung und Fahrzeugtyp
    - Aggregation von Verkehrsdaten wie Durchschnittsgeschwindigkeit, Wartezeit, Anzahl der Halte
  - Priorisierung des öffentlichen Verkehrs (CAM R09.16)
    - Abgesetzte IRS zur Erfassung von knotenfernen Fahrzeugen
    - Übertragung von Priorisierungsanforderungen von der LSA-Zentrale zum Lichtsignalsteuergerät
  - Gefahrenmeldungen (DENM)
    - Archivierung von versendeten und empfangenen Gefahrenmeldungen
    - Verteilung der Gefahrenmeldungen wie Baustellen, Unfälle, kritische Abschnitte von der LSA-Zentrale über die IRS an die Fahrzeuge
    - Abfrage der aktuellen Gefahrenmeldungen (Status, geographischer Bereich)
  - Übertragen der Kreuzungstopologie (MAP)
    - Übertragen der MAP-Datei aus der LStZ ins LSA-Steuergerät
  - LSA-Signalisierungsprognose (SPaT)
- Details zum Unterschied der einzelnen OCIT-Versionen können dem Anhang 7.3.4 Funktionsvergleich VnetS vs. OCIT-O V1.1 vs. V2.0 vs. V3.0 vs. OCIT-O Car entnommen werden.

#### 4.5.5 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.X / OCIT-C V2.X verfügbar

Für bestimmte kooperative IVS-Dienste reicht der aktuelle OCIT-Standard mit OCIT-O V3.0 und OCIT-C V2.0 nicht aus. Es können bestimmte Dateninhalte nicht übertragen werden, da sie im OCIT-Datenformat nicht vorhanden sind.

Dazu gehört beispielsweise die Übertragung von Tafel-Inhalten (ETSI-Nachrichtentyp IVI) oder von speziellen Anforderungen (ETSI-Nachrichtentypen SREM und SSEM).

Eine neue OCIT-O-Version 3.X bedingt auch eine neue OCIT-C-Version 2.X in der LStZ, um die neuen Funktionalitäten zentralenseitig ansprechen zu können.

Im Projekt VERONIKA in Kassel wurden dazu in Abstimmung mit den ODG Partnern Siemens und AVT STOYE projektspezifische Erweiterungen am OCIT-Datenmodell vorgenommen, die auch im Projekt BiDiMoVe in Hamburg (siehe Abschnitt 7.6.3) verwendet werden.

Ziel ist es, diese Erweiterungen in den OCIT-Standard zu überführen, siehe dazu Abschnitt 6.1, Handlungsvorschläge an die ODG.

#### 4.5.6 IVS-Capability Geringe Latenz bei LSA-Prozessdaten vorhanden

Bei der IVS-Capability „Geringe Latenz bei LSA-Prozessdaten vorhanden“ ist die IVS-Fähigkeit einer Stadt gemeint, LSA-Prozessdaten mit einer minimalen Latenz von der LSA zur Zentrale und umgekehrt transportieren zu können.

Genaugenommen müssen je nach IVS-Anwendung die Gesamt-Latenz von der LSA zur Zentrale, die Gesamt-Latenz von der Zentrale zur LSA und auch die Gesamt-Latenzen zwischen IRS und Zentrale betrachtet werden.

Diese Gesamt-Latenzen setzen sich wiederum aus verschiedenen Einzel-Latenzen zusammen, z.B. die Latenz im Steuergerät, die Latenz in der LStZ und Latenzen im Netzwerk. Dies veranschaulicht eine Architekturgrafik der ODG (Abbildung 21) mit dem Namen „OCIT-Referenzarchitektur zur Definition der Latenzzeiten in kooperativen Systemen“, die u.a. als Grundlage für Gespräche mit der OCA erstellt wurde. In dieser Grafik sind die Gesamt-Latenz und die Aufteilung in Einzel-Latenzen bildlich dargestellt.

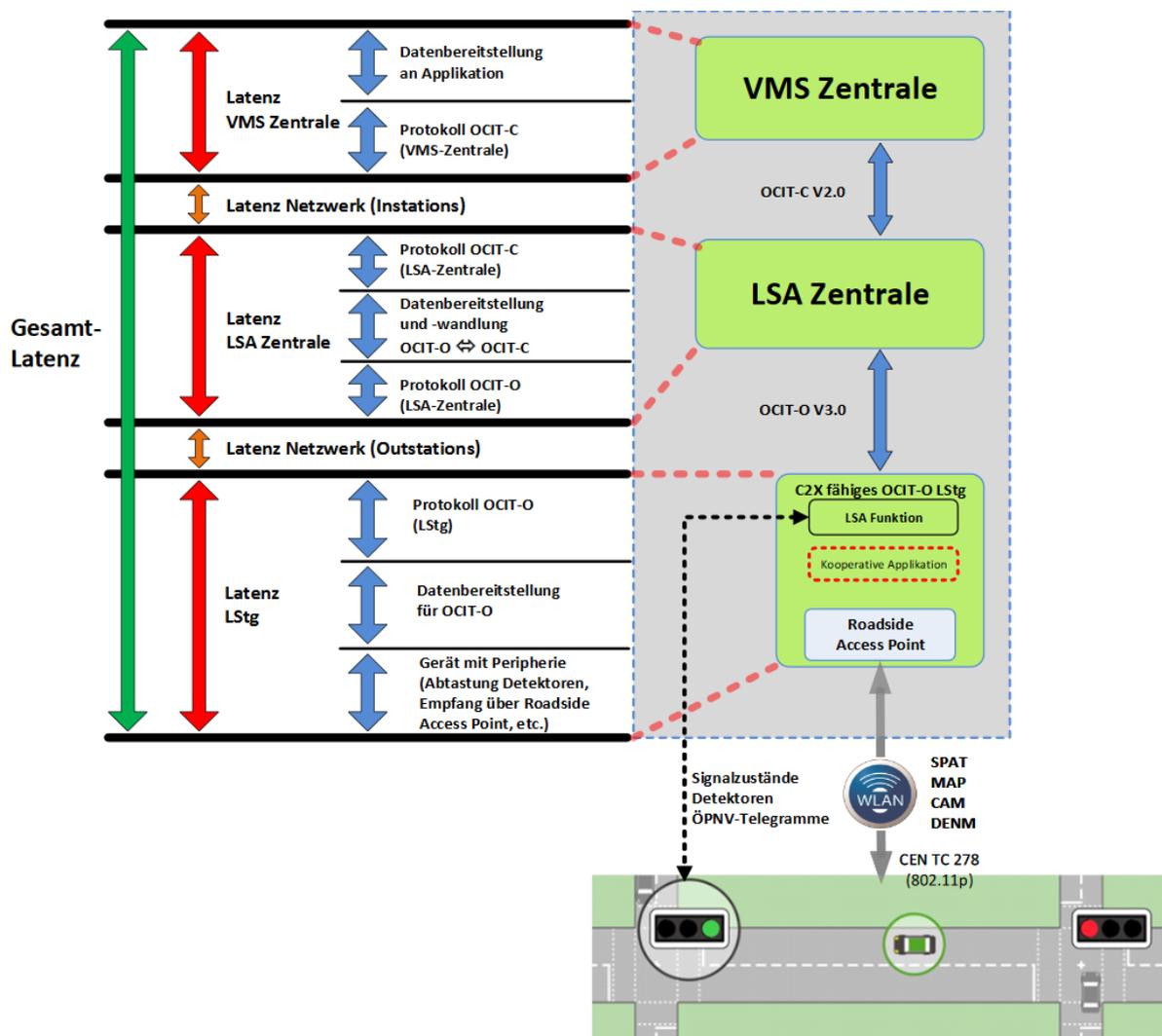


Abbildung 21: OCIT-Referenzarchitektur zur Definition der Latenzzeiten in kooperativen Systemen (Quelle: [https://www.ocit.org/media/ocit-referenzarchitektur\\_latenz\\_version\\_6\\_frei.pdf](https://www.ocit.org/media/ocit-referenzarchitektur_latenz_version_6_frei.pdf))

Anmerkungen:

- die Breite der Abschnitte in der Grafik hat nichts mit der Größe der Latenzen zu tun
- Roadside Access Point ist ein anderes Wort für eine IRS

In verschiedenen IVS-Projekten bei den am DiKoVe Projekt beteiligten Städten hat sich gezeigt, dass für unterschiedliche IVS-Dienste unterschiedliche Gesamt-Latenzen erforderlich sind, um die IVS-Dienste sinnvoll betreiben zu können. Da es für alle diese Dienste nicht die eine „harte“ Schwelle gibt, wurden für alle IVS-Dienste die Gesamt-Latenzen nach „gut“ und „ausreichend“ für das Betreiben des jeweiligen IVS-Dienstes ermittelt.

Nachfolgende Tabelle 2 enthält Anforderungen an die Gesamt-Latenzen für die einzelnen IVS-Dienste mit unterschiedlichen Werten für „gut“ und für „ausreichend“, zusätzlich noch unterschieden nach der Richtung des Datenflusses, also die „Latenz von der LSA zur Zentrale“, die „Latenz von der Zentrale zur LSA“ und die „Latenz von der IRS zur Zentrale und in Gegenrichtung“.

Bei der „Latenz von der IRS zur Zentrale und in Gegenrichtung“ wurden bewusst niedrigere Gesamt-Latenzwerte gefordert, da diese neue Technik gerade erst entwickelt wird und dabei nicht auf bestehende Komponenten, die oftmals nicht für geringe Latenzen ausgelegt wurden, Rücksicht genommen werden muss.

Hier ist entscheidend, dass die OCA-Mitglieder bei der Beschaffung neuer IRS darauf achten, dass die kurzen Gesamt-Latenzen realisiert werden. Dies ist in der Praxis auch bei den Lieferanten wesentlich einfacher umzusetzen als bei Bestandskomponenten (LSA, LStZ), die oftmals nicht für solche Anforderungen konzipiert wurden und die somit von den Lieferanten erst nachträglich optimiert werden müssen.

In Tabelle 2 werden bewusst nur Gesamt-Latenzen und keine Einzel-Latenzen angegeben, da dies in diesem Projekt nicht realisierbar war. Die Aufteilung in Einzel-Latenzen muss in Gesprächen der OCA mit der Lieferantenseite (ODG) ermittelt werden.

IVS-Capability - Matrix Geringe Latenz		Latenz von der LSA zur Zentrale		Latenz von der Zentrale zur LSA		Latenz von der IRS zur Zentrale und in Gegenrichtung	
		gut	ausreichend	gut	ausreichend	gut	ausreichend
IVS-Dienst ↓	Geringe Latenz →						
<b>Ampelphasenassistent</b>							
Variante 1: Zentrale / Zentrale		1,5s	5,0s	/	/	/	/
Variante 2: Zentrale / IRS		1,5s	5,0s	/	/	0,5s	2,0s
Variante 3: IRS / IRS							
Variante 4: IRS / Zentrale		/	/	/	/	0,5s	5,0s
<b>Anmeldung V2I</b>							
Variante 1: Back-End / Zentrale		1,5s	5,0s	1,0s	2,0s	/	/
Variante 2: IRS / Zentrale		1,5s	5,0s	1,0s	2,0s	0,5s	2,0s
Variante 3: IRS / IRS							
<b>Strategiemanagement-Schaltung I2V</b>							
Variante 1: Zentrale / Zentrale							
Variante 2: Feldgerät / IRS							
Variante 3: Zentrale / IRS							

**Tabelle 2: IVS-Capability – Matrix Geringe Latenz**

**Anmerkungen zur Tabelle IVS-Capability – Matrix Geringe Latenz:**

- Einheit: Sekunden
- Die Zeiten beziehen sich auf 95% Quantile, d.h. 5% der Daten dürfen eine höhere Latenz aufweisen.
- Die Latenzzeiten müssen für alle relevanten Daten kurz sein.
- Latenz von der LSA zur Zentrale:  
Als Latenzzeit wird hier die Gesamt-Latenz zwischen dem Entstehen eines Datenwerts im LSA-Feldgerät (Daten-Zeitstempel) bis zur Abnahme an der Zentralen-Schnittstelle (OCIT-C) durch einen IVS-Dienst verstanden.  
Die Latenz gilt für alle in der Zentrale benötigten Daten u.a. Signalbilder, Detektordaten, ÖV-Meldungen, AP-Werte, Umlaufsekunde, Signalprogramm und Betriebszustand.
- Latenz von der Zentrale zur LSA  
Als Latenzzeit wird hier die Gesamt-Latenz zwischen der Übergabe eines Datenwerts durch einen IVS-Dienst an der Zentralen-Schnittstelle (OCIT-C) bis zum Eintreffen in der Logik des LSA-Feldgeräts verstanden.
- Latenz von der IRS zur Zentrale und in Gegenrichtung  
An alle Datenarten, die direkt oder indirekt über ETSI Standards mit dem Fahrzeug ausgetauscht werden (z.B. CAM, SPAT, DENM, SRM, SSM), werden auch für die Übertragung innerhalb einer Stadt erhöhte Anforderungen gestellt. Dies ist technisch umsetzbar, da diese Module aktuell neu entwickelt werden (integriert in die LSA oder als Standalone-IRS).

In jeder der hier diskutierten (OCIT-)Schnittstellen und Schnittstellenversionen sind sekundliche Übertragungen möglich, in vielen Fällen auch ereignisgesteuerte (ohne Wartezeit, nur die reine Übertragungs- und Verarbeitungszeiten spielen dann noch eine Rolle). Eventuell geltend gemachte Probleme bei der Einhaltung der geforderten Latenzen können sich daher nur auf die jeweiligen Implementierungen beziehen und liegen nicht am OCIT-Standard.

In den OCIT-Schnittstellen-Spezifikationen sind allerdings keine expliziten Vorgaben für Latenzen enthalten. **Latenz-Vorgaben müssen daher projektspezifisch eingefordert werden.**

Grundsätzlich sind die hier geforderten Gesamt-Latenzanforderungen auch umsetzbar, wie das Beispiel Frankfurt am Main zeigt. Hier können bei einem herstellergemischtem OCIT-System Gesamt-Latenzen für den Übertragungsweg von der LSA zur Verkehrsmanagementsystem (VMS)-Zentrale von ca. 2 Sekunden realisiert werden. Gemessen wurden dabei die Mittelwerte der Latenzen von LSA-Signalbilder aller LSA an mehreren Tagen, wobei die 5% schlechtesten Werte vorab verworfen wurden. Neuere Anlagen verschiedener Hersteller liegen deutlich unter 2 Sekunden.

Die Konsequenzen von längeren Latenzzeiten sind z.B. beim IVS-Dienst Ampelphasenassistent ungenauere bzw. falsche Prognosen sowie verzögerte bzw. zu späte Anforderungen beim IVS-Dienst Anmeldung über V2I (jeweils in den Varianten mit Diensten in der Zentrale).

In der nachfolgenden Tabelle 3 sind die Auswirkungen der Latenzen am IVS-Dienst „Anmeldung über V2I, Variante 2: Anmeldung über IRS, Vorrangschaltung in der Zentrale“ ersichtlich. Bei der Realisierung des Dienstes müssen mehrere Gesamt-Latenzen aufsummiert werden.

Zum besseren Verständnis von Tabelle 3 wird der Anhang 7.6.3 empfohlen. Dort ist dieser IVS-Dienst inkl. Architektur am Beispiel BiDiMoVe Hamburg ausführlich beschrieben.

Beschreibung der einzelnen Schritte	Typ der Gesamt-Latenz	gute Latenz	ausreichende Latenz
Anmeldung des Fahrzeugs über die IRS am zentralen Anmelde-dienst	Latenz von der IRS zur Zentrale und in Gegenrichtung	0,5s	2,0s
Weiterleitung der Anmeldung zur LSA	Latenz von der Zentrale zur LSA	1,0s	2,0s
<b>Summe der Latenzen für die erfolgte Anmeldung in Sekunden:</b>		<b>1,5s</b>	<b>4,0s</b>
Rückmeldung der Anmeldung von der LSA zum zentralen An-melddienst	Latenz von der LSA zur Zentrale	1,5s	5,0s
Rückmeldung der Anmeldung vom Zentralen Anmelddienst über die IRS ins Fahrzeug	Latenz von der IRS zur Zentrale und in Gegenrichtung	0,5s	2,0s
<b>Summe der Latenzen für die Rückmeldung in Sekunden:</b>		<b>2,0s</b>	<b>7,0s</b>
<b>Summe der Gesamt-Latenzen für Anmeldung und Rückmeldung in Sekunden:</b>		<b>3,5s</b>	<b>11,0s</b>

**Tabelle 3: Summe der Gesamt-Latenzen beim IVS-Dienst Anmeldung über V2I**

Bei einer guten Latenz ist die Rückmeldung auf die Anmeldung innerhalb von 3,5 Sekunden wieder im Fahrzeug (Gesamt-Latenz für Anmeldung und Rückmeldung).

Bei ausreichender Latenz ist immer noch sichergestellt, dass die Anmeldung innerhalb von 4 Sekunden in der LSA angekommen ist. Die Rückmeldung beim Fahrer trifft allerdings verspätet ein. Der IVS-Dienst kann betrieben werden, allerdings mit Einschränkungen in der Funktionalität.

Wichtig ist hier anzumerken, dass beim aktuellen Weg der ÖV-Beschleunigung über analoge R09.16 Telegramme gar keine Rückmeldung möglich ist, so dass der neue Weg über diesen IVS-Dienst auch bei ausreichender Latenz immer noch eine deutliche Verbesserung darstellt.

#### 4.5.7 IVS-Capability DVK für LSA-Daten vorhanden

Bei der IVS-Capability „Durchgehende Versorgungskette (DVK) für LSA-Daten vorhanden“ ist die IVS-Fähigkeit einer Stadt gemeint, bestimmte Informationen, die zum Versorgungsprozess gehören, zeitnah zentral bereitstellen zu können.

Um diese IVS-Capability vollumfänglich zu erfüllen, muss eine Stadt folgende 6 Teilfähigkeiten erfüllen:

- Aktuelle OIVD-Dateien oder OCVD-Dateien von allen LSA zentral vorhanden
- Aktuelle Lagepläne von allen LSA zentral vorhanden (als Bild oder digitalisiert)
- Gewährleistung mit Hilfe einer Software, z.B. mittels eines OCIT VD-Servers, dass der aktuelle Versorgungsstand in der Zentrale (OIVD-Datei) auch dem Versorgungsstand im Gerät entspricht
- Aktuelle MAP-Dateien von allen LSA zentral vorhanden
- Alle stadtinternen Systeme, wie z.B. die Lichtsignalsteuerungszentrale oder das Verkehrsmanagementsystem sind stets auf dem aktuellen Versorgungsstand
- Aktuelle Versorgungsdaten (Lagepläne, OIVD-Dateien, MAP) können zentral (über den MDM) an externe Service-Provider bereitgestellt werden

Als Grundlage für dieses Kapitel ist im Anhang unter 7.4 „OCA-LSA-Prozessmodell für die herstellerübergreifende Versorgungskette“ angefügt. Dieser Anhang dient zum besseren Verständnis für die Begrifflichkeiten und Anforderungen in diesem Kapitel.

Die DVK stellt sicher, dass alle Komponenten auf dem aktuellen Versorgungsstand arbeiten und dass die benötigten Versorgungsinformationen überall zur Verfügung stehen, ohne mehrfach manuell gepflegt werden zu müssen.

Die Prozesskette beginnt beim Verkehrsingenieurarbeitsplatz (VIAP). Dieser exportiert eine OCIT VD-Datei mit vollständiger LSA-Versorgung inklusive MAP/TOPO. Über einen OCIT VD-Server gelangt die Versorgung zu den LSA und weiter zu den IRS. Sollte die IRS nicht mit der LSA verknüpft sein, muss sie ihre Informationen (z.B. MAP/TOPO) direkt vom VD-Server erhalten.

Gleichzeitig wird die Versorgung vom VD-Server an die VM-Ebene mit den Diensten Verkehrsmanagementzentrale, zentraler Anmeldedienst und Schaltzeitprognosedienst übergeben. Service Providern wird sie über den MDM bereitgestellt.

Der Prozess der DVK wird in der nachfolgenden Abbildung anhand des DiKoVe Modells, siehe Abschnitt 5.1, verdeutlicht.

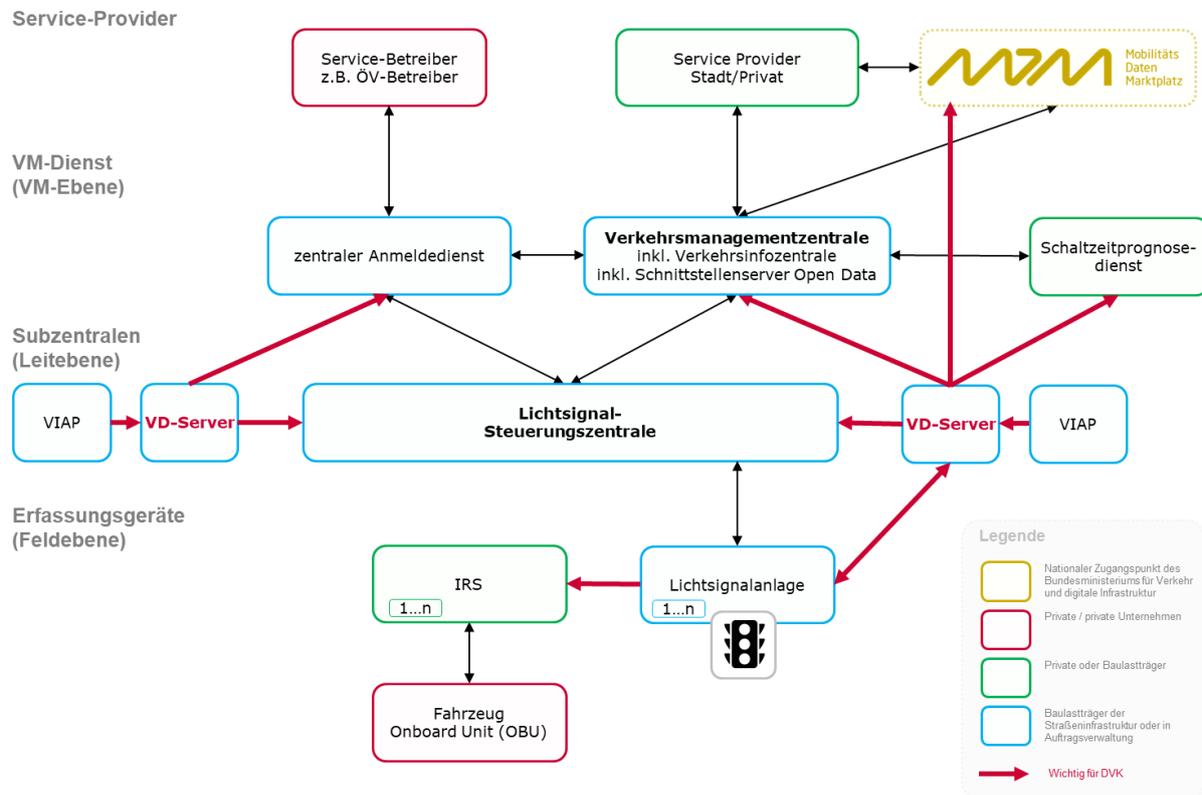


Abbildung 22: DiKoVe Modell Systemlandschaft Stadt ohne IRS-Zentrale mit DVK

Die MAP/TOPO-Versorgung wird als Block direkt von der ETSI-Spezifikation übernommen und eingebettet. In den OCIT-Datenmodellen und Schnittstellen sind dafür keine eigenständigen Felder bzw. Funktionen definiert. Die Interpretation oder Überprüfung der Daten bleiben dem Erzeuger bzw. Empfänger überlassen.

OIVD-Server steht als Abkürzung für OCIT-I Versorgungsdaten-Server. Der Versorgungsdaten-Komplex wurde von OCIT-C vollständig und zunächst unverändert von OCIT-I übernommen und später weiterentwickelt. Neuere Implementierungen müssten daher korrekt OCIT-C-VD-Server heißen, der Begriff OIVD-Server wird aber nach wie vor häufig verwendet.

Ein OIVD-Server kann eine OIVD-Datei mit LSA-Versorgung in OCIT-O-Objekte umwandeln und so

ein LSA-Steuergerät versorgen. Somit hat der Anwender (Betreiber) die volle Kontrolle über die LSA-Versorgung und kann sicherstellen, dass zu jedem Zeitpunkt die gewünschte Versorgung in der Zentrale und den Geräten aktiv ist. Über Checksummen werden der korrekte Inhalt und die richtige Versionsversion in der LSA abgesichert.

Ein OIVD-Server hat folgende Funktionalitäten:

- Aktuellen Versorgungsstand vom LSA-Steuergerät abfragen
- Versorgungsdaten in das Steuergerät laden
- Versorgungsdaten im Steuergerät aktivieren (nach erfolgreicher Prüfung)
- Gepufferte (nicht aktivierte) Versorgungsdaten im Steuergerät löschen
- Versorgungsdaten aus dem Steuergerät oder einem Archiv des OIVD-Servers lesen
- Ein OIVD-Server läuft parallel zur LStZ und kann somit auch von einem anderen Anbieter beschafft werden.

**Wichtig:** Für einen OCIT VD Server sind Steuergeräte ab der Version OCIT-O V2.0 geeignet. LSA mit OCIT-O V1.1 unterstützen diesen Standard noch nicht (siehe auch Kapitel 7.3.4).

Die Versorgung des Lichtsignalsteuergeräts teilt sich von der Handhabung her auf, in die in

- OCIT-C LSA Versorgungsdaten standardisierte **Anwenderversorgung** der Verkehrstechnik, die von einem Standard-Versorgungswerkzeug (VIAP) aus erfolgen kann
- OCIT-C LSA Versorgungsdaten standardisierten Daten der Sicherheits- und Gerätetechnik, sowie von proprietären Daten. Die sogenannte **Herstellerversorgung** wird mit Mitteln der jeweiligen Gerätehersteller vorgenommen.

Die OCIT Versorgungsdaten sind in Blöcke unterteilt, die jeweils mit Checksummen versehen sind. Auf diese Weise werden verschiedene Versorgungsbereiche (z.B. Festzeit, VA, Daten mit Netzbezug) voneinander getrennt und können jeweils für sich geprüft und abgesichert werden. Über die Versionsinformationen mit Checksummen kann die Versorgungsversion bzw. die versorgte OIVD-Datei eindeutig identifiziert werden.

Map-Topologie-Daten werden als Datenblock (gemäß ETSI-Spezifikation) durchgereicht und nicht in OCIT-O-Objekte übersetzt. Die MAP-Daten werden über einen VIAP versorgt.

Der Betreiber kann somit sicherstellen, dass in der Zentrale (VD-Server, LStZ, VMS) die OIVD-Datei, welche wirklich im Gerät läuft, vorhanden ist. Er muss außerdem dafür sorgen, dass bei Ergänzung der OIVD durch die Gerätehersteller die OIVD nur ergänzt und nichts verworfen wird.

In den nachfolgenden Tabellen 4 und 5 sind die einzelnen „Blöcke“ der Anwenderversorgung und der Herstellerversorgung dargestellt.

Anwenderversorgung				
Verkehrstechnik				
Verkehrstechnische Grunddaten / Festzeit	Daten mit Netzbezug	VA-Steuerverfahren	VA-Parameter	Map Versorgung
Einschaltprogramme	Kopfdaten	Anwendungsspezifische Dateien (Binär)	Anwendungsspezifische Dateien (Binär)	Anwendungsspezifische Dateien
Ausschaltprogramme	JAUT: Tagesplan			

Signalprogramme	JAUT: Wochenplan			
Versatzzeitenmatrizen	JAUT: Sondertag jährlich			
VT-Zwischenzeitenmatrizen	JAUT: Sondertag Aufzählung			
VT-Mindestfreigabezeiten	JAUT: Zeitbereich			
VT-Mindestsperrzeiten				

**Tabelle 4: Schema des Versorgungsdatenblock Anwenderversorgung**  
(Quelle: ODG, OCIT-O\_Lstg\_V3.0\_A01, im Rahmen des Projekts modifiziert)

Herstellerversorgung			
Gerätetechnik		Sicherheitstechnik	
OCIT-C Versorgungsdaten	Proprietäre Daten	OCIT-C Sicherheitsdaten	Proprietäre Daten
Detektoren bzw. digitale Eingänge	Gerätetechnische Versorgungen	Sicherheitsrelevante Un- verträglichkeitsmatrix	Übergänge, Farbfeindlichkeiten
Signalgruppen bzw. digitale Ausgänge		Sicherheitsrelevante Zwischenzeitenmatrix	
Zuordnung zum Teilknoten		Sicherheitsrelevante Mindest-freigabe-zeiten	
Übergangszeiten		Sicherheitsrelevante Mindestsperrzeiten	
ÖV-Meldepunkte und Meldekettens			

**Tabelle 5: Schema des Versorgungsdatenblock Herstellerversorgung**  
(Quelle: ODG, OCIT-O\_Lstg\_V3.0\_A01, im Rahmen des Projekts modifiziert)

#### 4.5.8 IVS-Capability IRS-Ausstattung vorhanden

Alle in den gewünschten IVS-Dienst einbezogenen LSA müssen mit IRS ausgestattet sein. Wie in Kapitel 4.2.1.1 beschrieben, können die IRS direkt in das LSA-Steuergerät integriert sein oder parallel zu den LSA betrieben werden. Sollten sie parallel zu den LSA betrieben werden, ist eine eigene IRS-Zentrale notwendig.

Eine separate IRS kann gemäß OCIT-Standard nicht direkt an eine OCIT-LSA angeschlossen werden, da zwischen dem C2X-fähigen OCIT-O Lichtsignalsteuergerät und der IRS eine Schnittstelle in OCIT bisher nicht vorgesehen ist, siehe dazu auch Kapitel 6.1 Handlungsvorschläge an die ODG.

#### 4.5.9 IVS-Capability Public Key Infrastruktur (PKI) vorhanden

PKI steht für Public Key Infrastructure und dient zur Absicherung der Kommunikation mit Hilfe von digitalen Zertifikaten. Dies betrifft u.a. die IRS-Fahrzeug-Kommunikation.

Weitere Details zum Thema Public Key Infrastruktur (PKI) sind dem Anhang 7.5 zu entnehmen.

#### 4.5.10 IVS-Capability MDM-Anbindung vorhanden

Um diese IVS-Capability vollumfänglich zu erfüllen, muss eine Stadt folgende Teilfähigkeiten erfüllen:

- MDM-Exportschnittstelle vorhanden über standardisierte DATEX II MDM-Datenmodelle
- Unterstützung verschiedener statischer (ALERT-C) und/oder dynamische Referenzierungen (ISO 191148, OPENLR) in der Exportschnittstelle
- Optional: MDM-Importschnittstelle vorhanden über standardisierte DATEX II Datenmodelle

Erläuterung:

Der Mobilitäts Daten Marktplatz (MDM) ist ein virtueller Marktplatz für Verkehrsinformationen. Ziel des MDM ist es, möglichst viele Anbieter und Nutzer von Verkehrsinformationen effizient zu vernetzen und so eine Plattform zu schaffen, auf der sie ihre Daten austauschen können. Im Sinne der Delegierten Verordnungen zur EU IVS Richtlinie 2010/40/EU fungiert der MDM als Nationaler Zugangspunkt für Verkehrsdaten in Deutschland.

Betrieben wird der MDM von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) und ist für Datennehmer und Datengeber kostenlos.

Der MDM ermöglicht mit seinem Internetangebot, der MDM-Plattform, das Anbieten, Suchen und Abonnieren von verkehrsrelevanten Online-Daten sowie die Verteilung der Online-Daten zwischen Datengebern und Datennehmern. Hierbei reicht die Plattform die von Datengebern angelieferten Daten unverändert an die Datennehmer weiter. Weitere Informationen sind unter <http://www.mdm-portal.de/> zu finden.

Soll der MDM zur Datenübermittlung eingesetzt werden, muss eine entsprechende MDM-Schnittstelle betrieben werden. Über den MDM können Daten georeferenziert bereitgestellt werden, die unverändert an interessierte und registrierte Empfänger durchgeleitet werden. Der MDM kann genutzt werden, um IVS-Dienste an die Verkehrsmanagementzentrale anzubinden oder von den Diensten erzeugte Daten bereitzustellen.

Wichtig ist dabei, dass die Daten (z.B. eine Baustelle) korrekt auf dem Straßennetz referenziert sein müssen, einfache/reine X/Y Koordinaten ohne Georeferenzierung sind in diesem Kontext nicht ausreichend.

Technisch gesehen bietet der MDM verschiedene Möglichkeiten. Als Datenformate stehen das standardisierte DATEX II und für darüber hinaus gehende Anwendungen ein generisches Containerformat für beliebige XML- oder Binärdaten zur Verfügung. Das primäre Datenformat des MDM ist DATEX II. Daten im OCIT-Datenformat müssen also entsprechend nach DATEX II umgewandelt werden.

Als Protokoll, sowohl für das DATEX II-Format als auch das Containerformat, wird einfaches HTTPS oder darauf aufbauendes SOAP genutzt, für das DATEX II-Format ist auch OTS 2 oder OCIT-C als Protokoll möglich. Weiterhin ist beim MDM Push- oder Pull-Betrieb möglich, d.h. Daten können regelmäßig oder direkt bei ihrem Entstehen aktiv verbreitet werden oder sie werden vom Empfänger bei Bedarf abgefragt.

Der Verbindungsaufbau erfolgt je nach Variante vom MDM oder dem teilnehmenden System aus. Aus sicherheitstechnischen Gründen sind manche Varianten für städtische Systeme nicht geeignet, weil sie eine Öffnung für Zugriffe nach außen erfordern.

Im Normalfall werden daher abgegebene Daten aktiv an den MDM geschickt und benötigte Daten müssen von diesem abgefragt werden (können also nicht völlig verzögerungsfrei ereignisbasiert geliefert werden). Eine Ausnahme ist die Verwendung von OTS 2, die auch einem städtischen Client den ereignisorientierten Bezug von Daten ermöglicht, allerdings einen höheren Implementierungs- und Pflegeaufwand bedeutet.

Der Datenaustausch ist zertifikatsbasiert und erfordert eine Authentifizierung von Client und Server.

Soll der MDM zur Datenübermittlung von zeitkritischen Daten eingesetzt werden (z.B. Schaltzeitprognosen oder Anmeldungen oder LSA-Prozessdaten), müssen ein entsprechender Durchsatz und eine geringe Latenz gewährleistet sein. Die für IVS-Dienste benötigten Daten müssen mit einer sehr kurzen Latenzzeit verfügbar sein.

Als Latenzzeit wird hier die Zeitspanne zwischen dem Entstehen eines Datenwerts (Daten-Zeitstempel) bis zur Abnahme an der MDM-Schnittstelle durch einen IVS-Dienst verstanden.

Die Latenzzeit zwischen Datenannahme und Datenabgabe am MDM wird mit im Mittel 0,4 s angegeben. Dabei sind die Laufzeiten, die durch das Internet verursacht werden, nicht enthalten. Es kommt also im Wesentlichen auf die Performance auf der Datenbereitsteller- und der Datennehmerseite an, mit welcher Latenzzeit die Echtzeitdaten übermittelt werden können.

Von Seiten seiner Konzeption und den Service Level Agreements (SLA) ist der MDM auf Datenzyklen im Bereich 1 Minute oder länger ausgerichtet. Kürzere Zykluszeiten sind prinzipiell möglich, können aber nicht über SLA garantiert werden. Insbesondere bei größeren Datenmengen (z.B. Schaltzeitprognosen für eine ganze Stadt, die teilweise sekundlich erneuert werden), würde es beim aktuellen Stand voraussichtlich zu Problemen kommen.

Eine vorherige Abstimmung mit dem Betreiber ist hier unbedingt notwendig, um abzuklären, welche Performanz nötig ist und ob die MDM-Plattform ggf. zuerst aufgerüstet werden muss, siehe dazu Abschnitt 6.3 „Handlungsvorschläge an das BMVI“.

#### Aktuelle Entwicklungen Stand September 2020:

Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) hat eine Ausschreibung für die neue Mobilitätsdatenplattform veröffentlicht:

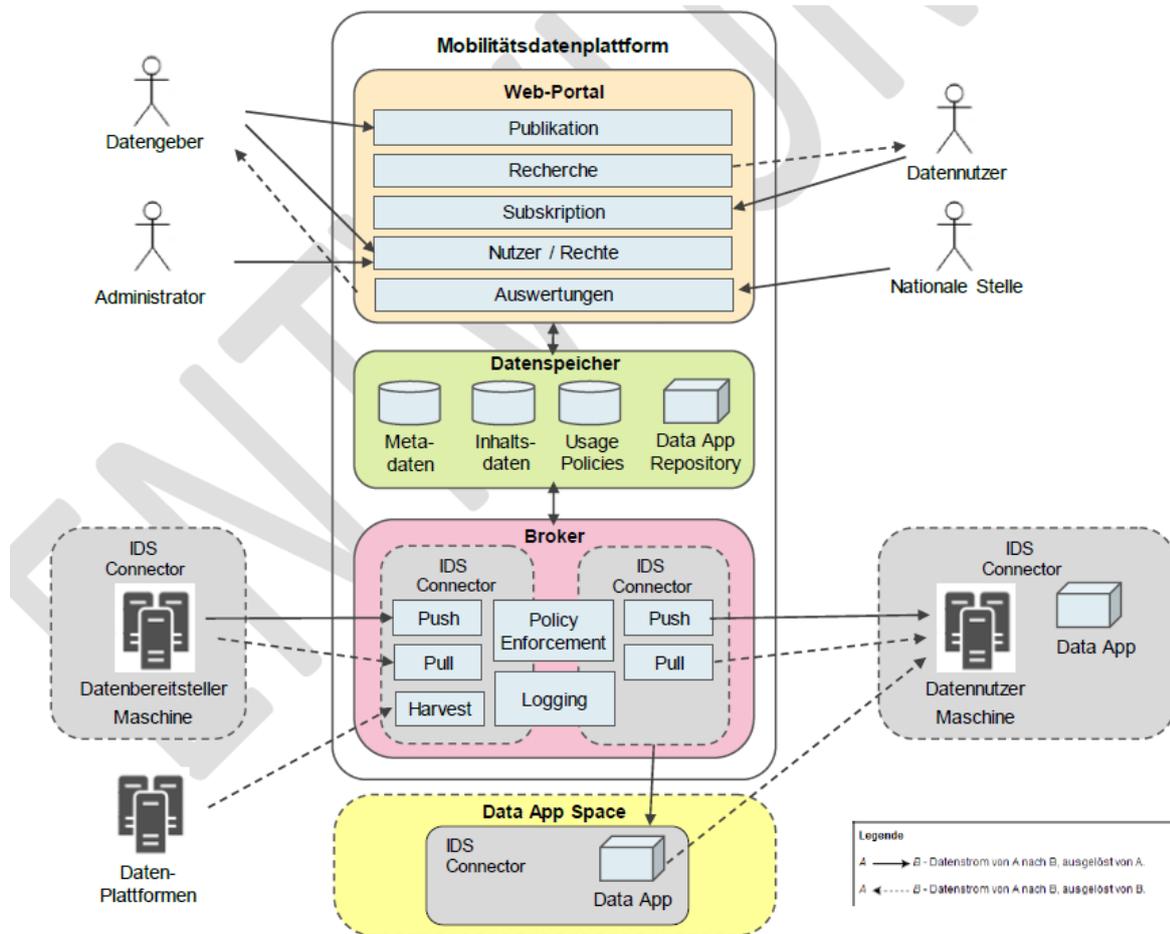
Das BMVI beabsichtigt, eine neue Mobilitätsdatenplattform und damit einen zentralen, einheitlichen und benutzerfreundlichen Zugang zu Mobilitätsdaten zu entwickeln. Mit der neuen Plattform sollen Daten und Dienste von vorhandenen Plattformen im Verantwortungsbereich des BMVI, wie Mobilitäts Daten Marktplatz (MDM) und mCLOUD zusammengeführt und die Möglichkeit geschaffen werden, auch Daten weiterer, z.B. regionaler oder verkehrsträgerbezogener Angebote an einer Stelle zu bündeln.

Die Mobilitätsdatenplattform soll mit Inbetriebnahme die Aufgabe des Nationalen Zugangspunktes (NAP) übernehmen, der im Rahmen der europäischen IVS-Richtlinie sowie deren delegierter Verordnungen 2017/1926, 2015/962, 886/2013 und 885/2013 gefordert ist. Bislang wird diese Aufgabe vom MDM erfüllt.

Die Plattform wird für große Datenmengen, hohe Nutzerzahlen und für kurze Aktualisierungsfrequenzen bis hin zu Echtzeitdaten skalierbar und performant zu betreiben sein. Sie wird flexibel auf neue Anforderungen, wie z.B. Datenarten und Datenformate reagieren können und eine sichere Entwicklungsumgebung bereitstellen, über die von Dritten Aufbereitungen und Veredelungen der Daten direkt auf der Plattform ausgeführt werden können.

Wesentliche Bestandteile der Mobilitätsdatenplattform werden weiterhin ein Web-Portal für die beteiligten Datenbereitsteller und Datenabnehmer, ein Brokerdienst zur Durchleitung von Datenströmen sowie ein zentraler Datenspeicher für die dazu benötigten Informationen sein. An die Mobilitätsdatenplattform angegliedert soll außerdem ein sog. Data App Space entstehen, auf dem datenverarbeitende Anwendungen verschiedener Akteure in einer performanten, sicheren und vertrauenswürdigen Betriebsumgebung zum Einsatz kommen können.

Die folgende Abbildung fasst diese Bestandteile zusammen.



**Abbildung 23: Bestandteile der Mobilitätsdatenplattform**

Die Mobilitätsdatenplattform als Gesamtsystem sieht darüber hinaus zusätzlich eine zeitlich begrenzte parallele weitere Nutzung des Mobilitäts Daten Markplatz (MDM) vor. Ziel ist es, sukzessive den MDM durch direkte Datenbereitstellungen und -abrufe der jeweiligen Beteiligten auf der Mobilitätsdatenplattform zu ersetzen.

Die MDM-Datenmodelle bleiben weiter bestehen und die Schnittstellen können mit wenig Aufwand auf die neue Mobilitätsdatenplattform migriert werden. Auch für die automatische Migration der erforderlichen Nutzerkonten, Metadaten und Subskriptionen vom MDM auf die neue Mobilitätsdatenplattform wird gesorgt.

#### 4.5.11 IVS-Capability Netzversorgung (Netzgraph) und Georeferenzierung verfügbar

Um diese IVS-Capability vollumfänglich zu erfüllen, muss eine Stadt folgende Teilfähigkeiten erfüllen:

- Vorhandensein eines aktuell gepflegten Knoten-Kanten-Modells (Netzgraph)
- Die Fähigkeit, vorhandene und auf dem eigenen Netzgraphen verortete Informationen über verschiedene statische (ALERT-C) und/oder dynamische Referenzierungen (ISO 191148, OPENLR) abzugeben.
- Optional: Die Fähigkeit, fremde Informationen, die über verschiedene statische (ALERT-C) und/oder dynamische Referenzierungen (ISO 191148, OPENLR) angeboten werden, auf den eigenen Netzgraphen zu verorten.

Erläuterung:

Bei der IVS-Capability „Netzversorgung (Netzgraph) und Georeferenzierung verfügbar“ ist das Vorhandensein eines Knoten-Kanten-Modells (Netzgraph) gemeint, auf dem die Infrastruktur der Stadt (Fahrstreifen, Abbiegebeziehungen, Verkehrsbeschränkungen, Vorfahrtregeln, Haltelinien mit Zuordnung von Signalgruppen, Detektoren, etc.) verortet ist.

Dieses Modell muss aktuell gehalten werden, Änderungen müssen innerhalb der Verwaltung mitgeteilt werden.

Verwendet wird der Netzgraph beispielsweise in einem Verkehrsmanagementsystem (VMS). Dort wird er benötigt für Applikationen wie Online-Verkehrsmodelle und kann als Grundlage für kooperative V2I-Applikationen wie Ampelphasenassistent oder Anmeldung über V2I verwendet werden.

Wichtig ist der Netzgraph für den Austausch von Informationen, beispielsweise im IVS-Dienst „Strategiemangement Schaltungen als I2V Kommunikation“.

Entscheidend für einen qualitativ hochwertigen Meldungs austausch ist die Georeferenzierung. Diese ist technisch die größte Herausforderung. Ohne eine auf Empfänger- und Senderseite gleichermaßen interpretierbare Geoinformation sind die Daten nicht verwertbar. Beispielsweise ist eine Sperrungsinformation oder eine gemeldete Baustelle, die nur als Text vorliegt, für ein Navigationssystem, egal ob von einem privaten Service Provider oder integriert in einem Fahrzeug, nicht interpretierbar und damit wertlos.

Es ist für alle Datenabnehmer (Service Provider) sehr wichtig, dass sie die Informationen des Content Provider auf ihr eigenes Netz verorten können. Dazu müssen die Informationen georeferenziert abgegeben werden.

Eine einheitliche digitale Karte für das Verkehrsnetz wie im Nachbarland Österreich (GIP) ist in Deutschland nicht vorhanden, es existiert eine umfangreiche Kartenvielfalt bei Service Providern, Infrastrukturbetreibern, OEMs, Navigationsherstellern etc. Alle Karten sind generalisiert und damit nicht identisch.

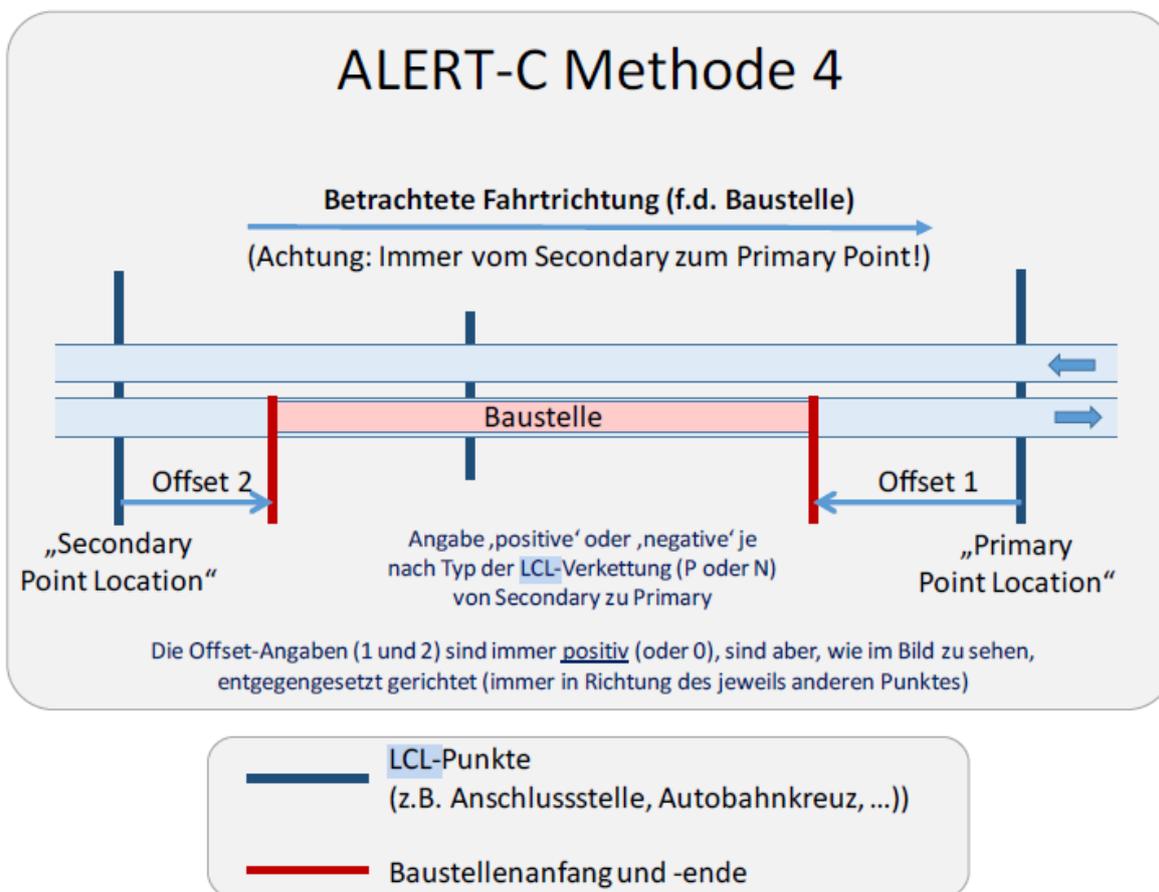
Bei den Referenzierungen muss man zwischen statischen und dynamischen Varianten unterscheiden. Die bekannteste statische Referenzierung in Deutschland ist ALERT-C, da sie beim Verkehrswarndienst seit Jahren verwendet wird.

Hintergrund: Der digitale Verkehrskanal, Traffic Message Channel (TMC) im Radio-Daten-System (RDS), kurz RDS-TMC, ermöglicht einen weitestgehend automatisierten Verkehrsinformationsdienst. Die Informationen zur Verkehrslage werden via RDS-TMC als standardisierte Verkehrsmeldung übertragen.

Eine TMC-Verkehrsmeldung enthält in codierter Form Angaben zum Ort und der Art der Störung: Es wird also nicht ein Straßename oder eine Kreuzung benannt, sondern je ein Code für den Ort und ein Code für das Ereignis übertragen. Mit Hilfe der sogenannten Location Code List (LCL) und der Event Code List (ECL) können aus diesen Codes Verkehrsmeldungen erzeugt werden. Die Listen werden von der BASt verwaltet, siehe

[https://www.bast.de/BASSt\\_2017/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v2-LCL/location-code-list.html](https://www.bast.de/BASSt_2017/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v2-LCL/location-code-list.html)

Im Jahre 2022 wird voraussichtlich die letzte Überarbeitung und Aktualisierung der LCL stattfinden, so dass Anfang 2023 die letzte aktualisierte Version bereitgestellt wird.



**Abbildung 24: Georeferenzierung ALERT-C (aus MDM-Datenmodell für Baustellen, Version 04-00-00 –vom 09.05.2017)**

Weiterhin gibt es noch dynamische Referenzierungen, d.h. verortete Informationen können dynamisch zwischen zwei verschiedenen Netzen übertragen werden. Hierfür ist es notwendig, dass eine Stadt, die die IVS-Capability „Netzversorgung (Netzgraph) und Georeferenzierung verfügbar“ besitzt, sowohl fremde Informationen über dynamische Referenzierungen auf den eigenen Netzgraphen verorten kann (z.B. eine Baustelle von der Landesmeldestelle oder von einem Service-Provider) als auch Informationen so abgeben kann, dass sie ein Service Provider georeferenziert importieren kann.

Hier ist es sinnvoll, Referenzierungsmöglichkeiten auszunutzen, die der MDM verwendet. Der MDM bietet in seinen standardisierten DATEX II Datenmodelle mehrere Referenzierungen an, z.B. ALERT-C basiert oder dynamisch über ISO 19148 (WGS 84 Koordinaten der auf einem Objekt darunterliegenden Kanten inkl. Offset-Information) oder OPENLR.

Nachfolgend wird dies an einem konkreten Beispiel veranschaulicht:

Eine Sperrung wird in der Verkehrsleitzentrale in Frankfurt am Main eingegeben und dabei auf dem städtischen Netzgraphen verortet. Sie wird im städtischen Informationsportal [www.mainziel.de](http://www.mainziel.de) angezeigt. Gleichzeitig wird sie referenziert über OPENLR und ISO 19148 über den MDM im standardisierten DATEX II Datenmodell zur Verfügung gestellt. Der Service Provider TomTom importiert die Daten, referenziert sie auf seinen eigenen TomTom Netzgraphen und stellt die Sperrungsinformationen den Navigationssystemen der Autos und der Anwendung „Apple Karten“ zur Verfügung. Dies alles erfolgt dynamisch on-the-fly innerhalb weniger Sekunden.

```

- <situationRecord id="2106559353271536942920" xsi:type="RoadOrCarriagewayOrLaneManagement" version="3">
  <situationRecordCreationTime>2017-12-14T16:04:12.183+01:00</situationRecordCreationTime>
  <situationRecordVersionTime>2017-12-14T16:04:12.183+01:00</situationRecordVersionTime>
  <probabilityOfOccurrence>certain</probabilityOfOccurrence>
  - <validity>
    <validityStatus>definedByValidityTimeSpec</validityStatus>
    <overrunning>false</overrunning>
    - <validityTimeSpecification>
      <overallStartTime>2017-08-17T00:00:00.000+02:00</overallStartTime>
      <overallEndTime>2018-02-15T23:59:59.000+01:00</overallEndTime>
    </validityTimeSpecification>
  </validity>
  - <impact>
    <numberOfLanesRestricted>1</numberOfLanesRestricted>
    <trafficConstrictionType>roadBlocked</trafficConstrictionType>
  </impact>
  - <generalPublicComment>
    - <comment>
      - <values>
        <value>Nordend-West, Glauburgstraße zwischen Lenastraße und Lortzingstraße, aufgrund von Gleisbauarbeiten Vollsperrung 17.08.2017 bis 15.02.2018. Eine Umleitung ist eingerichtet.</value>
      </values>
    </comment>
  </generalPublicComment>
+ <groupOfLocations xsi:type="Linear">
  <complianceOption>mandatory</complianceOption>
  <roadOrCarriagewayOrLaneManagementType>roadClosed</roadOrCarriagewayOrLaneManagementType>
</situationRecord>
  
```

Meldungstext

Geometrie

Sperrung

Abbildung 25: MDM-Beispiel für eine Sperrungsinformation im DATEX II Format

Geometrie als ISO 19148:

```

- <groupOfLocations xsi:type="Linear">
  - <linearExtension>
    - <extendedLinear>
      - <additionalLinearWithinLinearElement>
        <methodName>ByPoints</methodName>
      - <linearWithinLinearElement>
        - <linearElement xsi:type="LinearElementByPoints">
          - <roadName>
            - <values>
              <value>Glauburgstraße</value>
            </values>
          </roadName>
          <roadNumber>951</roadNumber>
          - <startPointOfLinearElement>
            <referentIdentifier>311055</referentIdentifier>
            <referentType>referenceMarker</referentType>
            - <pointCoordinates>
              <latitude>50.127193</latitude>
              <longitude>8.690184</longitude>
            </pointCoordinates>
          </startPointOfLinearElement>
          - <endPointOfLinearElement>
            <referentIdentifier>31105E</referentIdentifier>
            <referentType>referenceMarker</referentType>
            - <pointCoordinates>
              <latitude>50.12732</latitude>
              <longitude>8.69106</longitude>
            </pointCoordinates>
          </endPointOfLinearElement>
        </linearElement>
      - <fromPoint xsi:type="DistanceFromLinearElementStart">
        <distanceAlong>14.349433</distanceAlong>
      </fromPoint>
      - <toPoint xsi:type="DistanceFromLinearElementStart">
        <distanceAlong>14.368321</distanceAlong>
      </toPoint>
    </linearWithinLinearElement>
  </additionalLinearWithinLinearElement>
</extendedLinear>
+ <openlrExtendedLinear>
  
```

Geometrie als OPEN LR:

```

- <openlrExtendedLinear>
  - <openlrLineLocationReferencePoint>
    - <openlrCoordinate>
      <latitude>50.127087</latitude>
      <longitude>8.689338</longitude>
    </openlrCoordinate>
    - <openlrLineAttributes>
      <openlrFunctionalRoadClass>FRC3</openlrFunctionalRoadClass>
      <openlrFormOfWay>undefined</openlrFormOfWay>
      <openlrBearing>73</openlrBearing>
    </openlrLineAttributes>
    - <openlrPathAttributes>
      <openlrLowestFRCToNextLRPoint>FRC3</openlrLowestFRCToNextLRPoint>
      <openlrDistanceToNextLRPoint>205</openlrDistanceToNextLRPoint>
    </openlrPathAttributes>
  </openlrLineLocationReferencePoint>
  - <openlrLastLocationReferencePoint>
    - <openlrCoordinate>
      <latitude>50.127495</latitude>
      <longitude>8.692118</longitude>
    </openlrCoordinate>
    - <openlrLineAttributes>
      <openlrFunctionalRoadClass>FRC3</openlrFunctionalRoadClass>
      <openlrFormOfWay>undefined</openlrFormOfWay>
      <openlrBearing>253</openlrBearing>
    </openlrLineAttributes>
  </openlrLastLocationReferencePoint>
  - <openlrOffsets>
    <openlrPositiveOffset>79</openlrPositiveOffset>
    <openlrNegativeOffset>90</openlrNegativeOffset>
  </openlrOffsets>
</openlrExtendedLinear>
  
```

Open LR Point

Straßenklasse

Bearing (Winkel)

Offset

Abbildung 26: MDM-Beispiel für Referenzierungen

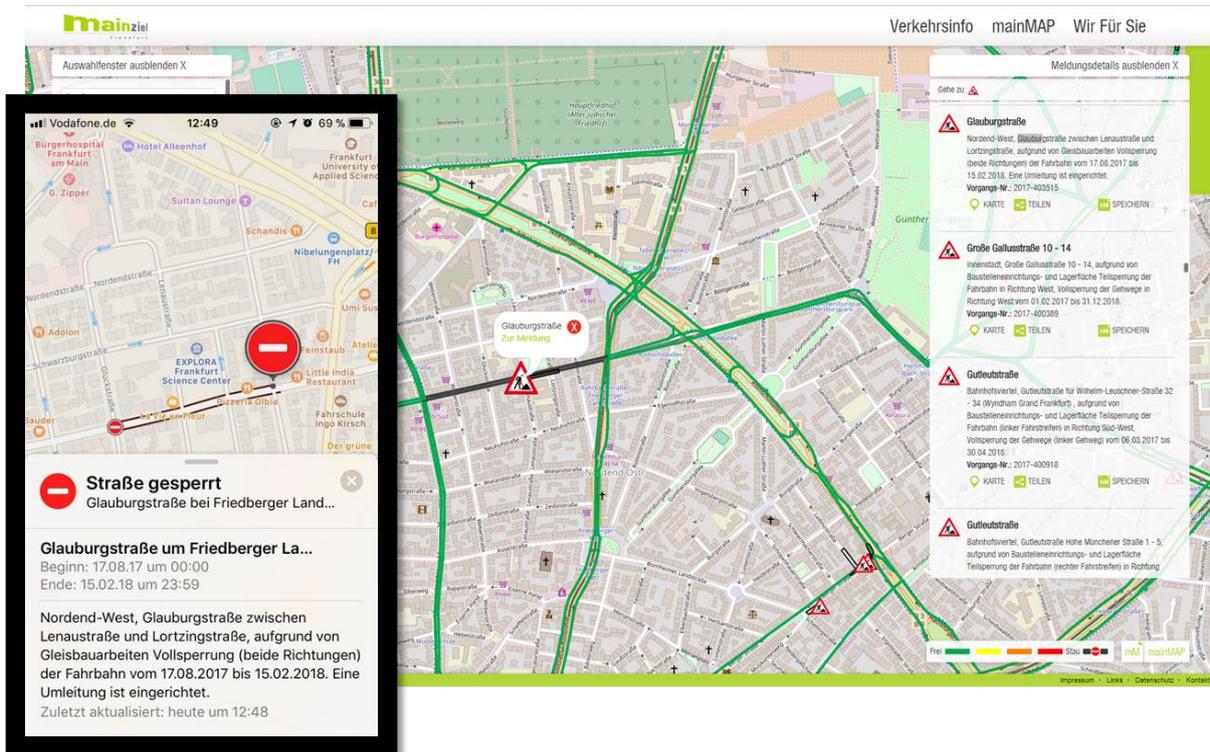


Abbildung 27: Darstellung der Sperrung auf der Frankfurter Webseite <https://mainziel.de> und in Apple Karten

## 5. Situation der städtischen Systeme bezüglich des Einsatzes von C-ITS

Für die Städte Düsseldorf, Hamburg, Kassel, Köln, München und Stuttgart wird der aktuelle Zustand (Ist-Zustand) mit dem Fokus auf die in Kapitel 4 geforderten IVS-Capabilities untersucht.

Danach wird für jede Stadt pro nicht ausreichend vorhandener IVS-Capability herausgearbeitet, wie die Infrastruktur und Prozesse in dieser Stadt ertüchtigt werden müssen, damit die IVS-Capability erreicht wird und somit C-ITS Dienste betrieben werden können.

### 5.1 DiKoVe Modell Systemlandschaft Verkehrstechnik

Um den aktuellen Zustand der Systemlandschaft Verkehrstechnik der beteiligten Städte vergleichbar darstellen zu können, wurde das DiKoVe Modell „Systemlandschaft Verkehrstechnik“ entwickelt. Es legt den Fokus auf die kooperativen Systemkomponenten, die Städte für die Teilnahme an den in diesem Projekt betrachteten IVS-Diensten (siehe Kapitel 4) benötigen.

Grundlage für dieses Modell ist ein von GEVAS software im Auftrag der Stadt Kassel im Rahmen der Forschungsprojekte VERONIKA und HERCULES entwickeltes Modell für die Darstellung der Verkehrstechnik-Systemlandschaft der Stadt Kassel.

Dieses Modell aus Kassel wurde hier bezüglich der Begrifflichkeiten und der Optik an das Vorgehensmodell zur Beschreibung der IVS-Dienste, siehe Kapitel 4.1, angeglichen.

Es existieren zwei Varianten für dieses Modell:

- DiKoVe Modell Systemlandschaft Verkehrstechnik für eine Stadt mit eigener IRS-Zentrale
- DiKoVe Modell Systemlandschaft Verkehrstechnik für eine Stadt ohne eigene IRS-Zentrale, d.h. die Funktionalität einer IRS-Zentrale wird über die Lichtsignalsteuerungszentrale abgedeckt bzw. ist dort integriert. Dies macht dann Sinn, wenn die IRS in die Lichtsignalanlagen integriert sind.

Bei der Beschreibung der Systemlandschaft der einzelnen Städte in den nachfolgenden Kapiteln wird dann das jeweils passende Modell verwendet.

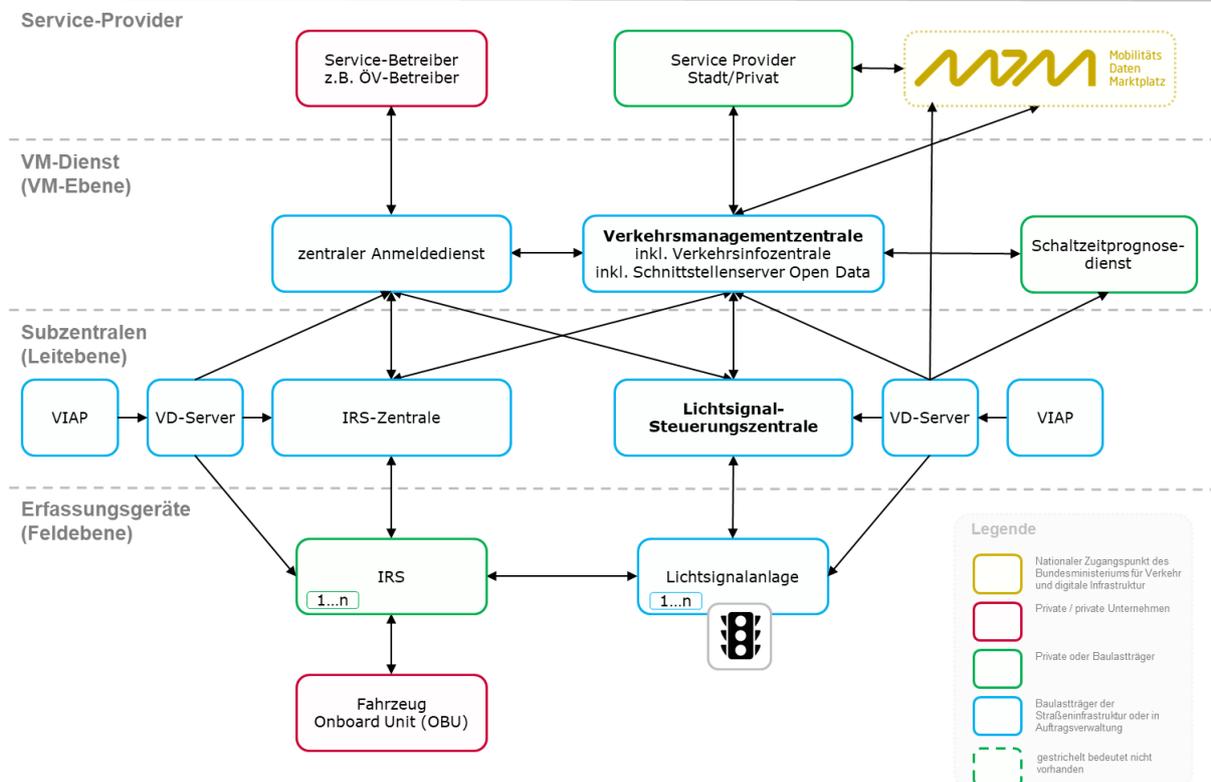


Abbildung 28: DiKoVe Modell Systemlandschaft Verkehrstechnik für Stadt mit IRS-Zentrale

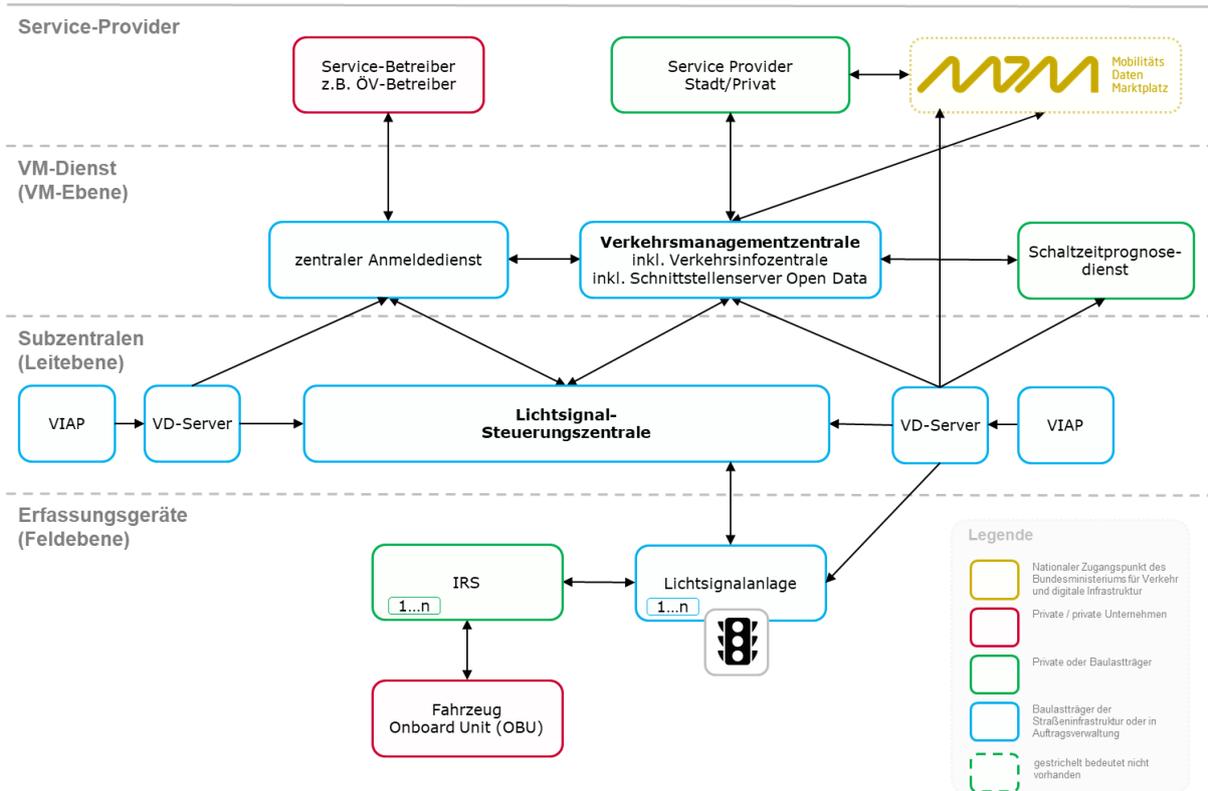


Abbildung 29: DiKoVe Modell Systemlandschaft Verkehrstechnik für Stadt ohne IRS-Zentrale

## 5.2 Landeshauptstadt Düsseldorf

### 5.2.1 Beschreibung der Systemlandschaft Verkehrstechnik

Die Bewältigung des ständig wachsenden Verkehrsaufkommens ist eine der großen Herausforderungen, der sich die Landeshauptstadt Düsseldorf - wie andere Metropolen auch - Tag für Tag stellen muss. Sowohl die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit einer Stadt als auch die Lebensqualität ihrer Bewohnerinnen und Bewohner hängen in hohem Maße von der Funktionsfähigkeit ihrer Verkehrssysteme ab.

Um dieser Herausforderung gerecht zu werden, wurde die Systemlandschaft Verkehrstechnik in den letzten Jahren auf den aktuellen Stand der Technik gebracht, u.a. durch die Teilnahme an zahlreichen nationalen Forschungsprojekten wie Dmotion, UR:BAN, Traffic IQ und KoMoD (<https://www.komod-testfeld.org/>). Fortgeführt wird dieser Weg aktuell durch Teilnahme der Landeshauptstadt Düsseldorf am Forschungsprojekt KoMoDnext.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Systemarchitektur des Verkehrssystemmanagements Düsseldorf, an der die Vernetzung der Düsseldorfer Systeme gut erkennbar ist.

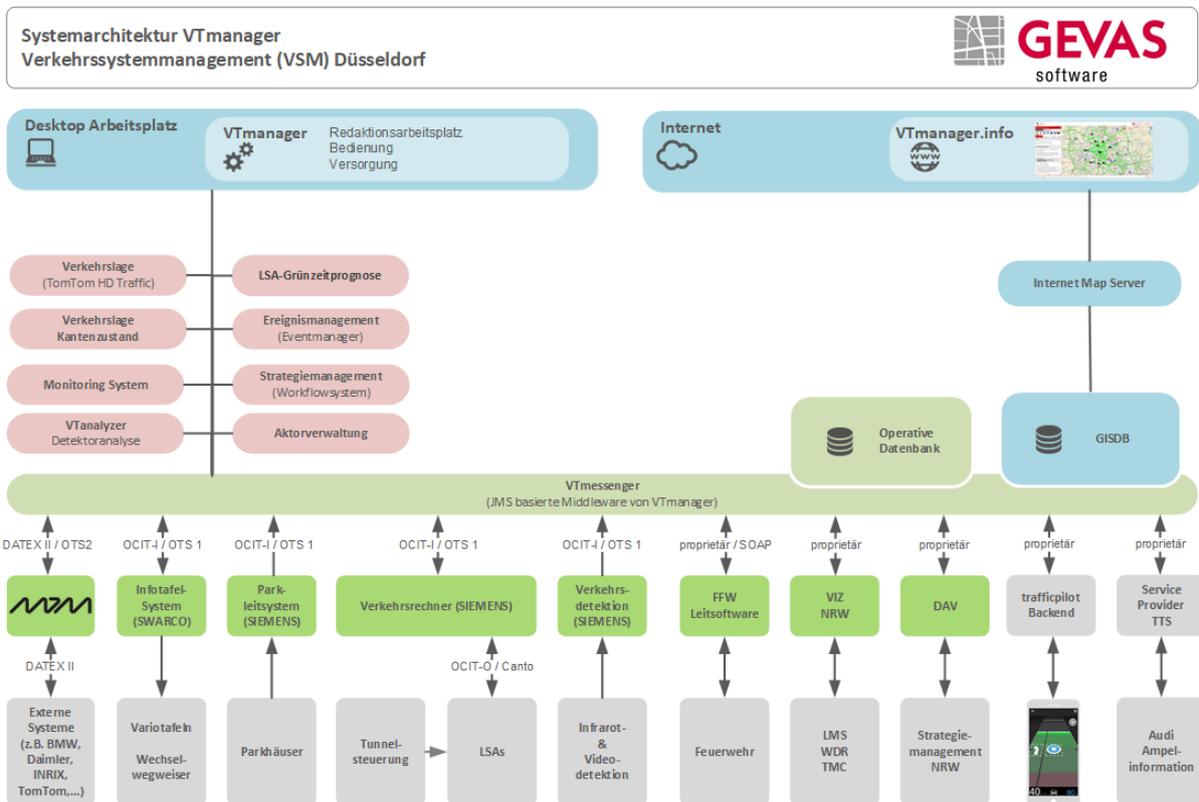
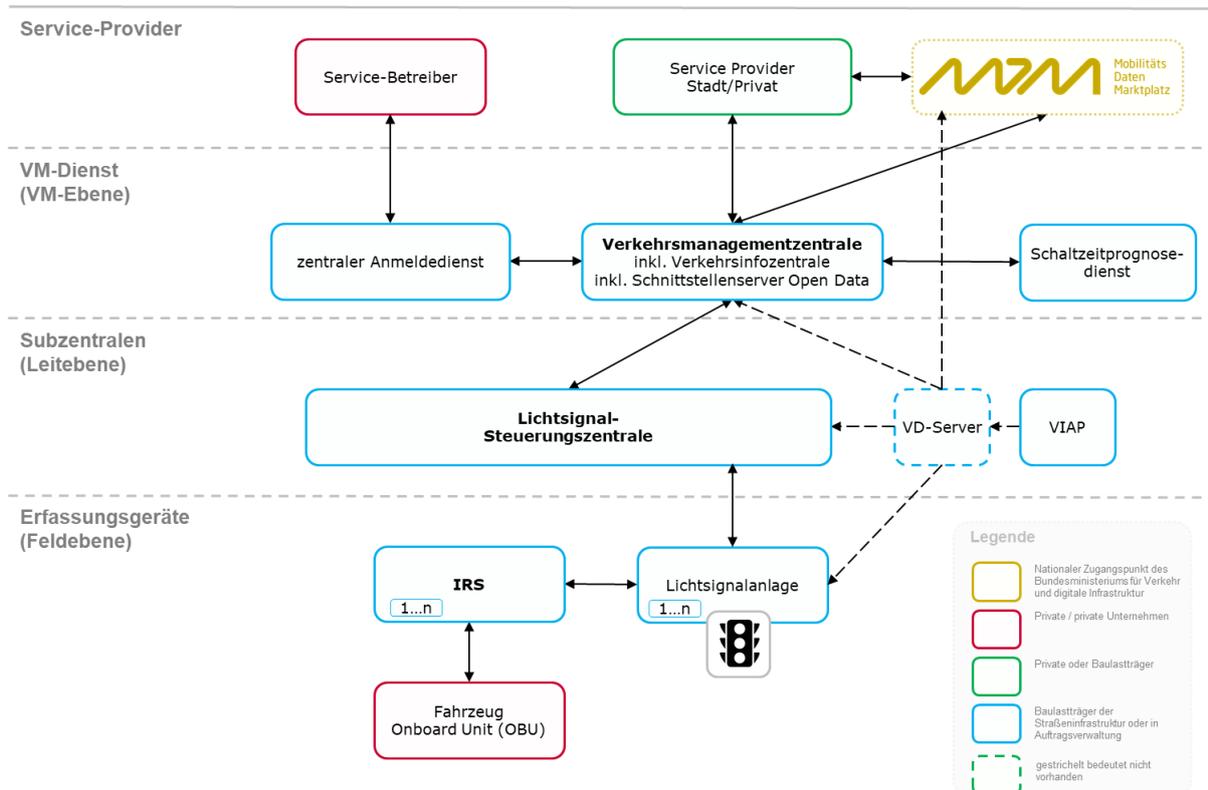


Abbildung 30: Systemarchitektur Verkehrssystemmanagement Düsseldorf

Die Einordnung der Teilsysteme der Landeshauptstadt Düsseldorf in das DiKoVe-Modell ergibt die folgende Abbildung. Dabei stellen die blauen und grünen Teilsysteme den aktuellen Stand bei der Stadt Düsseldorf dar, der nachfolgend genauer beschrieben wird, externe Teilsysteme sind rot gezeichnet.



**Abbildung 31: DiKoVe Modell Systemlandschaft der Landeshauptstadt Düsseldorf**

Folgende Teilsysteme/Komponenten aus dem DiKoVe Modell sind aktuell in der Stadt Düsseldorf in Betrieb:

### 5.2.1.1 Lichtsignalanlagen

In Düsseldorf gibt es ca. 600 Lichtsignalanlagen (LSA), vornehmlich der Hersteller Siemens und SWARCO, die nahezu alle über OCIT oder CANTO an der Lichtsignalsteuerungszentrale angeschlossen sind. Neue kabelgebundene LSA werden ausschließlich über OCIT angeschlossen.

Insgesamt sind ca. 400 LSA verkehrsabhängig geschaltet, eine umfangreiche lokale ÖV-Priorisierung für Busse und Straßenbahnen ist über ein Bake-Funk-System mit Meldepunkten realisiert. Bis 2024 werden voraussichtlich ein Großteil der Anlagen verkehrsabhängig geschaltet sein.

Um die Systemmöglichkeiten weitergehend zu nutzen, sind die LSA in das Verkehrssystemmanagement integriert, damit in besonderen Situationen (Sperrungen, Unfall, Veranstaltungen) automatische oder im manuellen Betrieb bedarfsgerechte Umschaltungen vorgenommen werden.

### 5.2.1.2 IRS

Im Rahmen des Förderprojekts KoMoDnext sind aktuell 4 IRS installiert und es werden mögliche Anwendungsfälle eruiert.

### 5.2.1.3 Lichtsignalsteuerungszentrale

Die OCIT-Lichtsignalsteuerungszentrale (LStZ) der Stadt Düsseldorf ist mit der Software Sitraffic Scala der Firma Siemens realisiert. Sie besitzt grundlegende Funktionen wie Jahresautomatik, Koordination, manuelle Eingriffe, Betriebs- und Störungsüberwachung, eine Bedienoberfläche und einen Rohdatenserver.

Die LStZ stellt einen Prozessdatenserver (PD-Server) bereit, über den die Verkehrsmanagementzentrale mittels OCIT-I angebunden ist. Aktuell (Stand Mai 2020) sind von ca. 95% der Düsseldorfer LSA Prozessdaten über den Prozessdatenserver abrufbar, 2021 werden von allen LSA Prozessdaten abrufbar sein.

#### 5.2.1.4 Verkehrsingenieursarbeitsplatz (VIAP)

Die Landeshauptstadt Düsseldorf nutzt zur Planung der LSA-Steuerungen sowie der Bereitstellung von LSA-Versorgungsdaten den Verkehrsingenieursarbeitsplatz LISA des Herstellers Schlothauer & Wauer. Der Anschluss an die LStZ findet über die Software Sitraffic OFFICE statt.

Ein Steuergerätefernversorgung durch die Stadt ist aktuell nicht möglich.

Folgende Hauptfunktionen werden damit abgedeckt:

- Erstellung der LSA-Grundplanung
- Planung verkehrsabhängiger LSA-Signalprogramme
- Koordinierung (Grüne Wellen)
- Erstellung einer Steuerungsdatei zur Weiterleitung an die Hersteller als Grundlage für die LSA-Versorgung.
- Erstellung von MAP

#### 5.2.1.5 Verkehrsmanagementzentrale

In der Stadt Düsseldorf gibt es eine ständig mit Operatoren besetzte Verkehrs- und Tunnelleitzentrale. In dieser wird neben der Tunnelüberwachung auch ein umfangreiches Verkehrssystemmanagement (VSM) mit Software VTmanager des Herstellers GEVAS software betrieben, an das nahezu alle verkehrsrelevanten Subsysteme angeschlossen sind.

Es beinhaltet u.a. ein Strategiemangement zur automatisierten Einleitung von Verkehrsmanagement-Strategien zur situationsbedingten Verkehrssteuerung und Verkehrsinformation über die angeschlossenen Subsysteme und ein Meldungsmanagement zur manuellen und automatisierten Erzeugung von Verkehrsmeldungen.

Die Daten werden im VSM georeferenziert auf einem Netzgraph dargestellt, so dass geographische Zusammenhänge in die Datenverarbeitung einfließen können. Details zum VSM und den angeschlossenen Subsystemen können der Abbildung 30: Systemarchitektur Verkehrssystemmanagement Düsseldorf entnommen werden.

#### Schnittstellenserver Open Data:

Der Datenaustausch mit Externen findet über den Mobilitäts Daten Marktplatz (MDM) statt. Es werden vom VSM folgende Daten georeferenziert über den MDM zur Verfügung gestellt:

- Detektordaten (MDM Datenmodell für Messstellen, Version 02-00-00),
- Verkehrsinformation (MDM Datenmodell für Verkehrsmeldungen, Version 01-00-00),
- Parkdaten (MDM Datenmodell für städtische Parkierungseinrichtungen, Version 00-01-03),
- Variotafeln (MDM-Datenmodell im DATEX II Format),
- Strategieinformationen (MDM-Datenmodell für strategiekonformes Routen, Version 01-00-00)

#### Verkehrsinfozentrale:

Die Funktion einer Verkehrsinfozentrale wird über das Verkehrsmanagementsystem (VMS) realisiert, siehe oben.

Die Verbreitung von Verkehrsinformationen in Düsseldorf erfolgt über kollektive Informationssysteme

wie die Verkehrsinformationszentrale (VIZ) NRW, den MDM oder eine eigene Verkehrsinformationswebseite des Amtes für Verkehrsmanagement, siehe <https://vtmanager.duesseldorf.de>. Die Landesmeldestelle ist nicht direkt angebunden, sondern bezieht die Informationen über die VIZ.NRW.

#### 5.2.1.6 Schaltzeitprognosedienst

In Düsseldorf ist vom Lieferanten GEVAS software ein zentraler Schaltzeitprognosedienst realisiert. LSA-Schaltzeitprognosen werden mittels KI-Algorithmen für alle angeschlossenen LSA zentral erstellt, basierend auf den über die LStZ bereitgestellten LSA-Daten.

Es werden LSA-Schaltzeitprognosen für MIV und Radverkehr berechnet.

Im Rahmen des Förderprojekts KoMoD wurde in einem Testgebiet mit 55 LSA dieser Schaltzeitprognosedienst ausführlich für Rad und MIV getestet und im Juli 2019 als IVS-Dienst Ampelphasenassistent für die Öffentlichkeit freigeschaltet. Weitere Informationen dazu sind im Anhang unter 7.6.2 „IVS-Dienst Ampelphasenassistent: trafficpilot von GEVAS software“ ersichtlich.

Seit Februar 2020 werden die LSA-Schaltzeitprognosen aus diesem Schaltzeitprognosedienst stadtweit vom Autohersteller Audi in seinem Serendienst Ampelinformation eingesetzt, siehe Anhang 7.6.1 „IVS-Dienst Ampelphasenassistent: Ampelinformation von Audi“.

Aktuell wird der Ampelphasenassistent trafficpilot auf das gesamte Stadtgebiet ausgerollt. Die Schaltzeitprognosen werden zudem im Forschungsprojekt KoMoDnext verwendet.

#### 5.2.1.7 Zentraler Anmeldedienst

Im Rahmen des Forschungsprojekts KoMoDnext wird aktuell ein zentraler Anmeldedienst für zwei reale Anwendungsfälle im Stadtgebiet Düsseldorf erprobt:

Für MIV und Rad wird dieser zentrale Anmeldedienst als offene V2I-Plattform mit dem Produkt CCALL der Firma GEVAS software mit dem Ziel realisiert, Sensordaten aus unterschiedlichen Quellen der LSA-Steuerung zuzuführen und umgekehrt einen Informationsfluss zurück zu den Fahrzeugen und Verkehrsteilnehmern zu ermöglichen.

Für den ÖV wird dieser zentrale Anmeldedienst im Rahmen von KoMoDnext mit dem Produkt STREAM der Firma Siemens umgesetzt.

#### 5.2.1.8 Service-Provider

Das Amtes für Verkehrsmanagement der Stadt Düsseldorf betreibt mit der Verkehrsinformationswebseite, siehe <https://vtmanager.duesseldorf.de>, einen eigenen IVS-Informationdienst und fungiert somit auch in der Rolle eines städtischen Service-Providers.

Auf der Verkehrsinformationswebseite werden unter anderem Informationen zum Thema Verkehr in Düsseldorf, wie zum Beispiel verkehrsrelevante Meldungen, Baustellen, Veranstaltungen, Parkhausbelegung, aktuelle Bilder der städtischen Informationstafeln sowie der Verkehrsfluss dargestellt.

Privaten Service Providern werden die Verkehrsinformationen über den MDM bereitgestellt.

### 5.2.2 Aktuelle IVS Capability-Matrix der Landeshauptstadt Düsseldorf

Die nachfolgende Matrix zeigt, welche IVS-Capabilities bei der Stadt Düsseldorf aktuell vorhanden sind und welche kooperativen IVS-Dienste damit betrieben werden können.

Die verschiedenen Capabilities der Stadt Düsseldorf werden im Anschluss näher beschrieben.

IVS-Capability-Matrix Stadt Düsseldorf		LSA-Prozessdaten				Geringe Latenz	DVK für LSA-Versorgungsdaten	IRS-Ausstattung	Public Key Infrastruktur (PKI)	MDM-Anbindung	Netzversorgung (Netzgraph)
		OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1	OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1	OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0	OCIT-O V3.X / OCIT-C V2.X						
IVS-Dienst ↓	IVS-Capability →										
<b>Ampelphasenassistent</b>											
Variante 1: Zentrale / Zentrale		●	●			●	●			●	●
Variante 2: Zentrale / IRS				●		●	●	●	●	●	●
Variante 3: IRS / IRS				●			●	●	●		
Variante 4: IRS / Zentrale				●		●	●	●		●	●
<b>Anmeldung V2I</b>											
Variante 1: Back-End / Zentrale			●	●		●	●			●	●
Variante 2: IRS / Zentrale				●	●	●	●	●	●	●	●
Variante 3: IRS / IRS				●			●	●	●		
<b>Strategiemanagement-Schaltung I2V</b>											
Variante 1: Zentrale / Zentrale										●	●
Variante 2: Feldgerät / IRS								●	●		
Variante 3: Zentrale / IRS				●	●			●	●	●	●

Erklärung: ● = benötigt, ● = benötigt für bestimmte Optionen  
 ● = vorhanden ● = nicht vorhanden ● = teilweise vorhanden

**Tabelle 6: IVS-Capability-Matrix der Landeshauptstadt Düsseldorf**

### 5.2.3 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 verfügbar

Diese IVS-Capability ist in Düsseldorf vorhanden.

Die Lichtsignalsteuerungsgeräte sind mit OCIT-O V1.1 an der LStZ angebunden.

Die LStZ selbst hat eine OCIT-I Schnittstelle.

### 5.2.4 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1 verfügbar

#### 5.2.4.1 Ist-Zustand

Diese IVS-Capability ist in Düsseldorf teilweise vorhanden.

Die LSA in Düsseldorf sind größtenteils OCIT-O V2.0 fähig und liefern bereits Prozessdaten, die erst mit OCIT-O V.2.0 eingeführt wurden, wie z.B. AP-Werte, zur LStZ. Allerdings sind sie offiziell nur mit OCIT-O V1.1 an der LStZ angeschlossen.

#### 5.2.4.2 GAP-Analyse

Eine Anbindung über OCIT-O V 2.0 ist kurzfristig geplant. Dies ist die Voraussetzung für den Betrieb des von der Stadt Düsseldorf geplanten OCIT-VD-Servers.

### 5.2.5 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0 verfügbar

#### 5.2.5.1 Ist-Zustand

Diese IVS-Capability ist aktuell in Düsseldorf nicht vorhanden.

#### 5.2.5.2 GAP-Analyse

Im Rahmen der Konzeption eines OCIT-VD-Servers wird der Einsatz von OCIT-O V3.0 geprüft.

### 5.2.6 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.X / OCIT-C V2.X verfügbar

Diese IVS-Capability ist aktuell in Düsseldorf nicht vorhanden.

Düsseldorf analysiert aktuell die Grundlagen für den Einsatz von OCIT-O V3.X im Rahmen der ÖV-Beschleunigung mittels SREM/SSEM und verfolgt dabei die Ergebnisse des Projekts BiDiMoVe Hamburg, siehe Abschnitt 7.6.3.

### 5.2.7 IVS-Capability Geringe Latenz bei LSA-Prozessdaten vorhanden

#### 5.2.7.1 Ist-Zustand

In der nachfolgenden Tabelle wird dargestellt, mit welcher Gesamt-Latenz [in Sekunden] die LSA-Signalbilder von der LStZ (Siemens SCALA) über OCIT-I bereitgestellt werden können.

	23.03	24.03	25.03	26.03	27.03	28.03	29.03	Mittelwert (Sek.)	Total LSA	Abfrage Intervall
<b>Alle-LSA</b>	3,50	3,59	3,57	3,49	3,44	3,49	3,42	3,5	635	
<b>IG1</b>	3,93	3,90	3,98	3,92	3,89	3,94	3,84	3,9	108	1
<b>IG2</b>	4,65	4,73	4,71	4,71	4,61	4,69	4,61	4,7	125	1
<b>IG3</b>	4,19	6,10	4,44	3,83	4,14	4,26	3,97	4,4	95	1
<b>IG4</b>	5,25	5,89	5,98	5,94	5,91	5,93	6,02	5,8	48	1
<b>IG5</b>	3,03	2,98	3,04	2,99	2,88	2,92	2,86	3,0	80	1
<b>IG6</b>	3,99	4,14	4,04	2,49	3,94	3,92	3,83	3,8	78	1
<b>IG7</b>	3,08	2,97	3,09	2,98	2,94	2,96	2,94	3,0	101	1

**Tabelle 7: Latenz von Signalbildern in Düsseldorf**

#### Anmerkungen:

- Auswertungszeitraum: vom 23.03.2020 bis 29.03.2020
- Es handelt sich um 95% Quantile, d.h. die schlechtesten 5% werden herausgefiltert
- Über die Zeit sind die Latenzen in Düsseldorf stabil.
- Abfrage-Intervall: In welchem Intervall [in Sekunden] werden die Daten über OCIT-I abgefragt?
- In der Auswertung sind alle LSA berücksichtigt, die an der LStZ (Siemens SCALA) angeschlossen sind.

- In Düsseldorf besteht der SCALA aus 7 IGs (Intelligent Gateways).
- Latenzzeiten von Detektorinformationen und TX-Werten sind vergleichbar zu den Latenzzeiten der Signalbilder
- Eine detaillierte Auswertung in Düsseldorf hat ergeben, dass die Höhe der Latenzzeit abhängig von den eingesetzten Steuergeräten und der Anbindungsform ist.

In der nachfolgenden Tabelle wird dargestellt, mit welcher Gesamt-Latenz [in Sekunden] die ÖV-Meldungen von der LStZ (Siemens SCALA) über OCIT-I bereitgestellt werden können.

	23.03	24.03	25.03	26.03	27.03	28.03	29.03	Mittelwert (Sek.)	Total LSA	Abfrage Intervall
<b>Alle-LSA</b>	14,00	14,08	14,03	13,99	13,95	13,95	14,08	14,0	441	
<b>IG1</b>	13,21	13,00	12,91	13,14	13,10	12,81	12,97	13,0	104	1
<b>IG2</b>	13,79	13,98	13,79	13,72	13,88	13,87	13,92	13,8	123	1
<b>IG3</b>	13,57	13,63	14,04	12,64	13,88	13,79	13,79	13,6	6	1
<b>IG4</b>	13,61	13,86	14,25	13,70	13,65	13,64	14,31	13,9	33	1
<b>IG5</b>	14,33	14,46	14,62	14,39	14,42	14,42	14,48	14,4	47	1
<b>IG6</b>	16,11	16,00	16,11	15,97	15,85	15,68	16,06	16,0	71	1
<b>IG7</b>	13,38	13,16	13,04	13,27	12,85	13,26	13,08	13,1	57	1

**Tabelle 8: Latenz von ÖV-Meldungen in Düsseldorf**

#### Anmerkungen:

- Auswertungszeitraum: vom 23.03.2020 bis 29.03.2020
- Es handelt sich um 95% Quantile, d.h. die schlechtesten 5% werden herausgefiltert
- Da die Latenz der ÖV-Daten sehr streut und der „Abmelder“ jeweils deutlich langsamer als der „Anmelder“ ist, wird bei der Auswertung aller Messwerte mit einem 95% Quantil der langsame „Abmelder“ in der Statistik angezeigt.
- Über die Zeit sind die Latenzen in Düsseldorf stabil.
- Abfrage-Intervall: in welchem Intervall in Sekunden werden die Daten über OCIT-I abgefragt.
- In der Auswertung sind 441 von ca. 630 LSA der LStZ (Siemens SCALA) berücksichtigt.
- In Düsseldorf besteht der SCALA aus 7 IGs (Intelligent Gateways)

Das Ergebnis der Detailanalyse ist, dass die „ÖV-Anmelder“ vergleichbar schnell zu den Signalbildern sind. Die „ÖV-Abmelder“ sind jedoch deutlich zu langsam und so, für eine Vielzahl von C-ITS-Diensten nicht zu gebrauchen.

„ÖV-Abmelder“ sind deswegen langsam, weil beim „ÖV-Abmelder“ noch Signalbildinformationen (Grün-Ende) im OCIT-AMLI Telegramm mitverpackt werden.

Diese Information kommt aus dem Steuerungsverfahren der LSA und ist systembedingt bei der Verwendung von AMLI-Telegrammen vorhanden, falls diese komplett gefüllt werden.

In OCIT wird daher zwischen ÖV-Rohdaten und aufbereiteten AMLI Telegrammen unterschieden. Es gibt zwei verschiedene Datenarten. ÖV-Rohdaten werden von Siemens-LSA mit dem Steuerungsverfahren TL und von der Lichtsignalsteuerungszentralensoftware SCALA allerdings nicht unterstützt.

Die Landeshauptstadt Düsseldorf verfolgt daher den proprietären Ansatz, bestimmte AP-Werte zu senden, wenn eine ÖV-Meldestrecke aktiviert bzw. deaktiviert wird. Die AP-Werte besitzen zu den Signalbildern vergleichbare Latenzen und können von C-ITS Diensten als Ersatzwerte für ÖV-Meldungen verwendet werden.

### 5.2.7.2 GAP-Analyse

Die Stadt Düsseldorf strebt an, die Latenz der Lichtsignalsteuerungszentrale zu verbessern. Über zukünftige Ausschreibungen wird zudem sichergestellt, dass die Latenzen von neuen LSA deutlich reduziert werden.

## 5.2.8 IVS-Capability DVK für LSA-Daten vorhanden

### 5.2.8.1 Ist-Zustand

Um diese IVS-Capability vollumfänglich zu erfüllen, muss die Stadt Düsseldorf folgende 6 Teilfähigkeiten erfüllen:

Nr.	Teilfähigkeit	Umsetzung in Düsseldorf
1	Aktuelle OIVD-Dateien oder OCVD-Dateien von allen LSA zentral vorhanden	Vorhanden
2	Aktuelle Lagepläne von allen LSA zentral vorhanden (als Bild oder digitalisiert)	Vorhanden
3	Gewährleistung mit Hilfe einer Software, z.B. mittels eines OCIT VD-Servers, dass der aktuelle Versorgungsstand in der Zentrale (OIVD-Datei) auch dem Versorgungsstand im Gerät entspricht.	In Düsseldorf ist kein OCIT VD-Server vorhanden.
4	Aktuelle MAP-Dateien von allen LSA zentral vorhanden	Die Erstellung von MAP-Dateien ist bereits in der Umsetzung, sie werden aktuell Zug um Zug erstellt.
5	Alle stadtinternen Systeme, wie z.B. die Lichtsignalsteuerungszentrale oder das Verkehrsmanagementsystem sind stets auf dem aktuellen Versorgungsstand	Die Versorgung der Teilsysteme LStZ und VSM erfolgt manuell sofort nach Vorliegen einer neuen OIVD bzw. MAP. Die OIVD kann in LStZ und VSM manuell importiert werden. Der Prozess ist seit Jahren in Düsseldorf etabliert.
6	Aktuelle Versorgungsdaten (Lagepläne, OIVD-Dateien, MAP) können zentral (über den MDM) an externe Service-Provider bereitgestellt werden	nicht vorhanden.

**Tabelle 9: IVS-Capability Düsseldorf DVK für LSA-Daten vorhanden**

### 5.2.8.2 GAP-Analyse

Teilfähigkeit 3: Gewährleistung mit Hilfe einer Software, z.B. mittels eines OCIT VD-Servers, dass der aktuelle Versorgungsstand in der Zentrale (OIVD-Datei) auch dem Versorgungsstand im Gerät entspricht.

Die Stadt Düsseldorf plant im Rahmen eines Förderprojekts bis Ende 2022 einen OCIT VD-Server anzuschaffen und die vorhandenen Systeme zu integrieren.

Teilfähigkeit 5: Alle stadtinternen Systeme, wie z.B. die LStZ oder das VMS sind stets auf dem aktuellen Versorgungsstand

Aktuell wird diese IVS-Capability bei der Stadt Düsseldorf durch erprobte Arbeitsabläufe manuell sichergestellt. Zukünftig sollen die zentralen Komponenten Verkehrssystemmanagement (VSM) und die Lichtsignalsteuerungszentrale die Versorgung (MAP, OIVD) aus dem VD-Server automatisiert importieren können.

### Teilfähigkeit 6: Aktuelle Versorgungsdaten (Lagepläne, OIVD-Dateien, MAP) können zentral (über den MDM) an externe Service-Provider bereitgestellt werden

Dies ist bei der Stadt Düsseldorf zukünftig geplant, sobald der OCIT VD-Server beschafft und integriert wurde, siehe Teilfähigkeit 3, sowie die notwendige Spezifikation, wie die Informationen der DVK über den MDM bereitzustellen sind, erstellt wurde, siehe Abschnitt 6.3 „Handlungsvorschläge an das BMVI“.

## 5.2.9 IVS-Capability IRS-Ausstattung vorhanden

### 5.2.9.1 Ist-Zustand

Im Rahmen des Förderprojekts KoMoDnext sind aktuell 7 IRS installiert und es werden mögliche Anwendungsfälle eruiert.

### 5.2.9.2 GAP-Analyse

Die Landeshauptstadt Düsseldorf hat in verschiedenen bereits abgeschlossenen Förderprojekten (UR:BAN, KoMoD) diverse Anwendungsfälle für IRS getestet. Im aktuellen Forschungsprojekt KoMoDnext wird diese Analyse fortgesetzt.

Die Entscheidung für einen flächendeckenden Ausbau hängt von der weiteren Entwicklung in diesem Bereich ab.

## 5.2.10 IVS-Capability Public Key Infrastruktur (PKI) vorhanden

### 5.2.10.1 Ist-Zustand

Im Rahmen des Forschungsprojekts KoMoDnext wird aktuell im Zusammenarbeit mit Straßen.NRW eine Test-PKI gemäß Abschnitt 7.5 in Düsseldorf errichtet.

### 5.2.10.2 GAP-Analyse

Ob diese PKI in Düsseldorf in den Realbetrieb überführt werden soll hängt von der Entscheidung ab, ob die LSA in Düsseldorf flächendeckend mit IRS ausgestattet werden, siehe Abschnitt 5.2.9.

## 5.2.11 IVS-Capability MDM-Anbindung vorhanden

### 5.2.11.1 Ist-Zustand

Diese IVS-Capability ist in Düsseldorf vorhanden.

Um diese IVS-Capability vollumfänglich zu erfüllen, muss die Stadt Düsseldorf folgende 2 Teilfähigkeiten erfüllen (die dritte Teilfähigkeit ist optional):

Nr.	Teilfähigkeit	Umsetzung in Düsseldorf
1	MDM-Exportschnittstelle vorhanden über standardisierte DATEX II MDM-Datenmodelle	In Düsseldorf über das VSM in Betrieb für: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Detektordaten (MDM Datenmodell für Messstellen, Version 02-00-00),</li> <li>▪ Verkehrsinformationen (MDM Datenmodell für Verkehrsmeldungen, Version 01-00-00),</li> <li>▪ Parkdaten (MDM Datenmodell für städtische Parkierungseinrichtungen, Version 00-01-03),</li> <li>▪ Variotafeln (MDM-Datenmodell im DATEX II Format),</li> <li>▪ Strategieinformationen (MDM-Datenmodell für strategiekonformes Routen, Version 01-00-00)</li> </ul>

2	Unterstützung verschiedener statischer (ALERT-C) und/oder dynamische Referenzierungen (ISO 191148, OPENLR) in der Exportschnittstelle	In Betrieb: bei allen Exportschnittstellen unter Punkt 1 werden die Daten sowohl über ALERT-C als auch über ISO 191148 und OPENLR referenziert.
3	Optional: MDM-Importschnittstelle vorhanden über standardisierte DATEX II Datenmodelle	Eine DATEX II Schnittstelle ist in Betrieb für den Import von FCD-basierten Verkehrslagedaten des Anbieters TomTom.

### 5.2.11.2 GAP-Analyse

Die Stadt Düsseldorf plant zukünftig aktuelle LSA-Versorgungsdaten (OIVD-Dateien, MAP) über den MDM bereitzustellen.

### 5.2.12 IVS-Capability Netzversorgung (Netzgraph) und Georeferenzierung verfügbar

Diese IVS-Capability ist in Düsseldorf vorhanden.

Um diese IVS-Capability vollumfänglich zu erfüllen, muss die Stadt Düsseldorf folgende 2 Teilfähigkeiten erfüllen (die dritte Teilfähigkeit ist optional):

Nr.	Teilfähigkeit	Umsetzung in Düsseldorf
1	Vorhandensein eines aktuell gepflegten Knoten-Kanten-Modells (Netzgraph)	Im Verkehrssystemmanagement für das strategische Netz vorhanden. Es handelt sich um ein routingfähiges fahrtrichtungsgetrenntes Knoten-Kanten Modell, ergänzt um Fahrstreifeninformation und Information von Haltelinien und zugeordneten Signalgruppen, verorteten Detektoren, ...)
2	Die Fähigkeit, vorhandene und auf dem eigenen Netzgraphen verortete Informationen über verschiedene statische (ALERT-C) und/oder dynamische Referenzierungen (ISO 191148, OPENLR) abzugeben	Im Verkehrssystemmanagement vorhanden.
3	Optional: Die Fähigkeit, fremde Informationen, die über verschiedene statische (ALERT-C) und/oder dynamische Referenzierungen (ISO 191148, OPENLR) angeboten werden, auf den eigenen Netzgraphen zu verorten	Im Verkehrssystemmanagement vorhanden.

## 5.3 Freie und Hansestadt Hamburg

### 5.3.1 Vorwort

In Hamburg ist der digitale Wandel in vollem Gange und die durch den Wandel gebotenen Chancen für den Verkehr werden genutzt, um die Mobilität von morgen zu gestalten. Damit diese Innovationen in Hamburg gelingen, hat der Senat im April 2016 eine Strategie bis 2030 für Intelligente Verkehrs- und Transportsysteme (englisch: Intelligent Transport Systems – ITS) verabschiedet und sie im Juni 2018 fortgeschrieben.

Zudem hat sich Hamburg erfolgreich um die Ausrichtung des ITS Weltkongresses für intelligente Verkehrssysteme beworben. Gemeinsam mit dem Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur wird Hamburg Gastgeber des weltweit größten Kongresses in diesem Themenfeld vom 11. bis 15. Oktober 2021 im Congress Center Hamburg (CCH), den Messehallen und mit Präsentationen an ausgewählten Orten im Stadtgebiet.

Aktuell werden ca. 70 ITS-Projekte realisiert. Für einige hat der Senat im Rahmen des Sofortprogramms „Saubere Luft“ Bundesfördermittel einwerben können. Bei der Umsetzung der Projekte steht immer eine Frage im Mittelpunkt: Was haben die Bürgerinnen und Bürger davon? Zudem haben die Datensicherheit und der Datenschutz einen hohen Stellenwert, sie sind die Grundlage für die Akzeptanz bei den Menschen, die in Hamburg unterwegs sind. Dazu zählen auch regelmäßige Informationen über die Fortschritte bei den Projekten.

Folgende Projekte haben die Thematik „Einführung kommunaler C-ITS Verkehrssysteme“ zum Inhalt:

#### **BiDiMoVe – bidirektionale multimodale Vernetzung des ÖV**

Der Wunsch nach einer zukunftsfähigen Mobilität durch Vernetzung der Infrastruktur mit dem straßengebundenen ÖV für die Bedürfnisse einer modernen Gesellschaft, sowie der Anspruch einer Technologieführerschaft deutscher Unternehmen auf diesem Sektor, hat innovative und kompetente Partner aus Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung im Projekt BiDiMoVe Hamburg zusammengeführt. Sie wollen einen zukunftsweisenden Busverkehr in der Stadt Hamburg realisieren, bei dem ebenfalls die Verkehrssicherheit (Safety) der schwächsten Verkehrsteilnehmer als auch die Sicherheit der Dienste und Daten (Security) eine wichtige Säule sind.

Das Digitalisierungsprojekt BiDiMoVe ist Teil der Hamburger ITS-Strategie. Es zielt darauf ab, Hamburg im Bereich der Beschleunigung des öffentlichen Verkehrs in eine Vorreiterrolle zu bringen.

Zur Erreichung dieses Ziels sollten erstmals die neuen Schnittstellen OCIT-O V3.0 und OCIT-C V2.0 (Open Communication Interface for Road Traffic Control Systems) in einer realen städtischen Umgebung eingesetzt werden, aber leider hat die Industrie ihre Schnittstellen nicht wie angekündigt mit dem entsprechenden Leistungsumfang liefern können, so dass Alternativen gefunden werden mussten. OCIT ist ein Infrastruktur-Backbone der nationalen ITS-Rahmenarchitektur.

Darüber hinaus sollte eine Public Key Infrastructure (PKI) für den informationstechnisch sicheren Betrieb kooperierender ITS-Komponenten als Pilot für zukünftige Einsatzszenarien auf EU-, Bundes- und Länderebene entwickelt werden. Der Anspruch ist auch hier einen Ansatz zu entwickeln und umzusetzen, der möglichst einfach auf andere Städte übertragen werden kann. Auch hier wurde die Stadt Hamburg leider von der Realität eingeholt, dazu aber mehr im entsprechenden Kapitel.

Ein weiteres Projektziel ist die Erhöhung der Verkehrssicherheit der schwächsten Verkehrsteilnehmer. So werden an ausgewählten Kreuzungen Wärmebildkameras mit Objekterkennung installiert, die eine Warnmeldung im Bus auslösen, sobald die Kamera einen Radfahrer detektiert hat, der sich auf Kollisionskurs mit einem abbiegenden Bus befindet.

#### **HEAT "Hamburg Electric Autonomous Transportation" (Autonom fahrende elektrische Busse in Hamburg)**

Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt soll im Testzeitraum bis Ende 2021 zeigen, dass elektrisch angetriebene autonom fahrende Kleinbusse sicher im städtischen Straßenverkehr mit Fahrgästen eingesetzt werden können. Das Projekt gehört zu den weltweit ersten, bei denen das autonome Fahren im öffentlichen Straßenverkehr realisiert werden soll. Neben der spezifischen technischen Ausrüstung am und im Fahrzeug wird für eine umfassende Ausstattung der Teststrecke mittels

Sensoren und digitaler Streckenkommunikation sowie ein Monitoring durch die HOCHBAHN-Leitstelle gesorgt. Es findet eine Erfassung des Umfeldes (z.B. Fußgänger, Radfahrer, Fahrzeuge) mittels Lidaren und Radaren statt. Die erfassten Objekte der einzelnen Detektoren werden fusioniert und die Informationen über ITS-G5 an die OBU des Shuttles übertragen. Dadurch wird dem Shuttle ein vorausschauendes Fahren mit höheren Geschwindigkeiten ermöglicht.

2021 soll HEAT ein zentrales Vorzeigeprojekt im Rahmen des ITS Weltkongresses in Hamburg sein.

### **TAVF**

Ziel der rund 9 km langen Teststrecke in Hamburgs Innenstadt ist die Erprobung des automatisierten und vernetzten Fahrens im öffentlichen Straßenverkehrsraum einer Millionenmetropole. Das herstellerneutrale und nutzeroffene Testfeld wird bis Mitte 2021 fertiggestellt und umfasst dann insgesamt 37 Lichtsignalanlagen. Die Strecke ist für alle Nutzer offen und herstellerunabhängig und bietet einen Rundkurs vom Bahnhof Dammtor/ CCH über die Messehallen, die Landungsbrücken und die Elbphilharmonie an. Im Projekt sollen Verkehrsteilnehmerinnen und -teilnehmer, die Verkehrsinfrastruktur und entsprechende Hintergrundsysteme miteinander vernetzt werden. Dadurch sollen der Verkehrsablauf harmonisiert, verkehrsbedingte Luftschadstoffe gesenkt und Unfallrisiken minimiert werden.

Dabei wird für die Kommunikation zwischen den Fahrzeugen und der Infrastruktur die Strecke mit modernster Kommunikationstechnik auf Basis des Standards ITS-G5 und einige LSA mit der 5G Technologie (wenn von der Industrie lieferbar) ausgerüstet.

### **Traffic Light Forecast**

Die Projekte Traffic Light Forecast 2.0 (TLF 2.0) und Traffic Light Forecast 3.0 (TLF 3.0) liefern LSA-Daten vieler Knoten aus dem gesamten Stadtgebiet der Freien und Hansestadt Hamburg. Die Grundlage bildet TLF 2.0 mit der diskriminierungsfreien Bereitstellung von Daten über die Urban Data Platform Hamburg (HH\_UDP). Bei diesen Daten handelt es sich sowohl um die Knotengeometrie in Form von MAPs als auch um LSA-Prozessdaten als SensorThings Objekte. Mit diesen Daten können LSA-Prognosedienste wie beispielsweise GLOSA (Green Light Optimal Speed Advisory) oder TTG (Time-to-Green) für PKW-, Rad- sowie Fußgängerverkehre realisiert werden. Bei der Erstellung der MAP-Dateien handelt es sich derzeit um einen manuellen Prozess, der im Rahmen von TLF 3.0 (teil-)automatisiert werden soll, um den Output zu erhöhen.

### **Automatisierte Verkehrsmengenerfassung**

Mit dem Projekt Automatisierte Verkehrsmengenerfassung in Hamburg (aVME) werden aktuelle Verkehrsstärken flächendeckend und in Echtzeit erfasst. Hierzu werden mehr als 400 LSA oder Lichtmasten mit Wärmebildkameras zur Identifikation von PKW oder LKW ausgestattet. Die Daten können z. B. zur Steuerung des Verkehrs und somit zur Vermeidung von Staus sowie Optimierung des Verkehrsflusses und somit der Reduzierung des Schadstoffausstoßes verwendet werden. Bereitgestellt werden die Daten in der Urban Data Platform Hamburg (HH\_UDP) als SensorThings Objekte. In einer Ausbaustufe dieses Projekts wird den Verkehrsteilnehmern zudem eine aktuelle Reisezeitermittlung bereitgestellt, die diese für die Planung ihrer Fahrten berücksichtigen können.

### **Hamburger Radverkehrszählnetz**

Ziel des Projekts HaRaZän ist der Aufbau eines dauerhaften und automatisierten Radverkehrszählnetzes für die Stadt Hamburg. An definierten Messpunkten werden Wärmebildkameras installiert, die die Anzahl der Radfahrer zuverlässig über das gesamte Jahr bestimmen. Die Wärmebildkameras werden über das gesamte Stadtgebiet verteilt und dabei vorrangig an vorhandenen Beleuchtungsmasten montiert. Die Erhebung der Radverkehrsmengen ermöglichen unter anderem die Durchführung belastbarer Straßenverkehrs- und anderer Fachplanungen zur Lärminderung oder Luftreinhaltung sowie die optimierte Netzsteuerung und Unterhaltung. Weiterhin werden die Daten in der Urban Data Platform Hamburg (HH\_UDP) gespeichert und allen interessierten Nutzern kostenlos zur Verfügung gestellt.

### 5.3.2 Beschreibung der Systemlandschaft Verkehrstechnik

Das Verkehrsrechnersystem der Freien und Hansestadt Hamburg besteht aus einem Verbund von zehn Verkehrssteuerungsrechnern, die an acht Standorten in sogenannten Verkehrsrechnerräumen betrieben werden (siehe Abbildung 32, links). Die Lichtsignalanlagen der Stadt sind bisher fast nur über Kupferleitungen an sie angeschlossen, während die jeweiligen Verkehrssteuerungsrechner selbst sowohl über Kupfer- als auch Lichtwellenleiter engmaschig miteinander vernetzt sind.

In der aktuellen Hierarchiestruktur spielt der „Zentrale Kommunikationsrechner“ eine wesentliche Rolle. Er stellt das Bindeglied dar zwischen den zehn Verkehrssteuerungsrechnern und der Verkehrsleitzentrale der Polizei, die als zentrale Instanz des operativen Verkehrsmanagements der Stadt fungiert (siehe Abbildung 32, links unten).

Als Ergänzung arbeiten eine Reihe weiterer unterschiedlicher zentraler Subsysteme mit Unterstützungsfunktionen. Dazu gehören an den jeweiligen LStZ angeschlossene lokale Datenbanken, die wiederum mit einer übergeordneten zentralen Datenbank verknüpft sind, sowie Strategierechner für verkehrsadaptive Steuerungen.

Die in Hamburg installierte Rechnertechnik soll sukzessive erneuert werden. Durch die heute gegebene Leistungsfähigkeit moderner Rechnertechnik, verbunden mit paketbasierten, weitgehend medienunabhängigen Datenübertragungsprotokollen der Verkehrstechnik, sowie der Möglichkeit, auf ein engmaschiges städtisches Netz an Lichtwellenleitern zurückzugreifen, soll eine Umstrukturierung hin zu einer einzigen Lichtsignalsteuerungszentrale für die gesamte Stadt erfolgen (siehe Abbildung 32, rechts).

## Technologiewandel Zentralensysteme

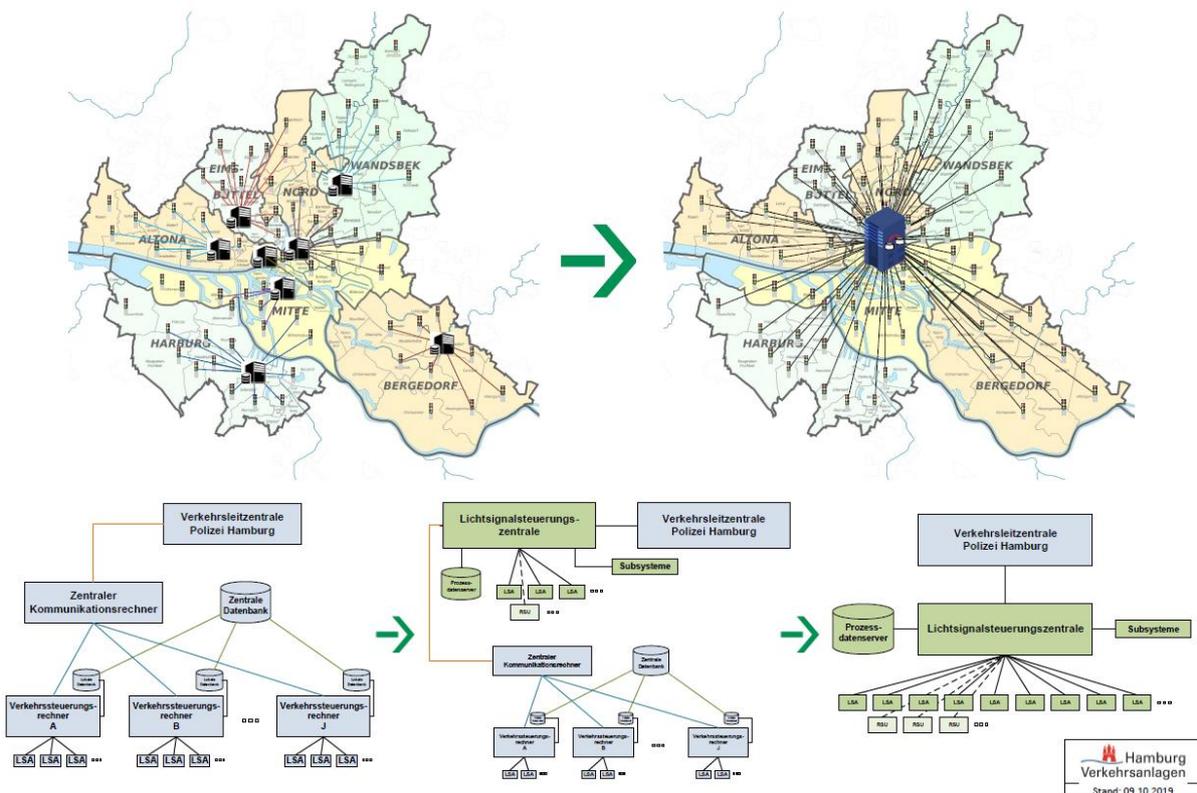


Abbildung 32: Technologiewandel der Zentralensysteme in der Freien und Hansestadt Hamburg

Die Einordnung der Teilsysteme der Freien und Hansestadt Hamburg in das DiKoVe-Modell ergibt die folgende Abbildung. Dabei stellen die blauen und grünen Teilsysteme den aktuellen Stand bei der

Stadt Hamburg dar, der nachfolgend genauer beschrieben wird, externe Teilsysteme sind rot gezeichnet.

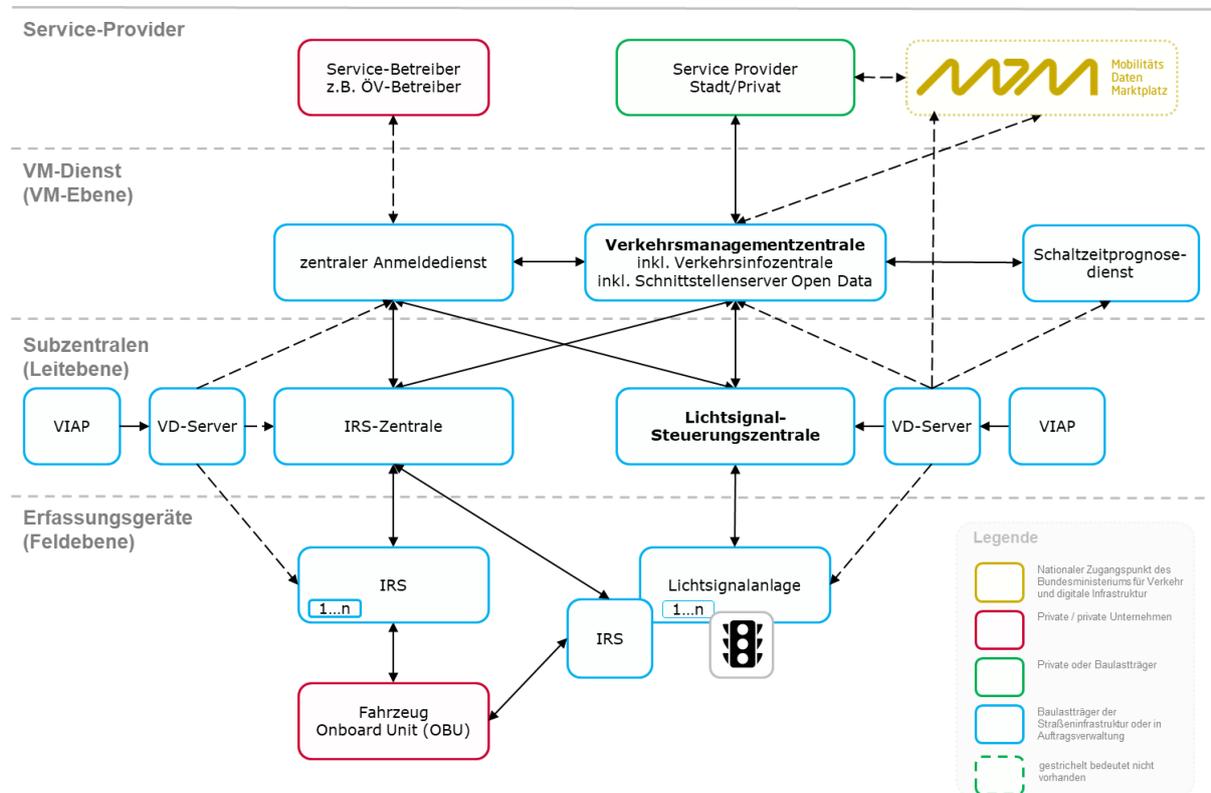


Abbildung 33: DiKoVe Modell Systemlandschaft der Freien und Hansestadt Hamburg

Folgende Teilsysteme/Komponenten aus dem DiKoVe Modell sind aktuell in der Freien und Hansestadt Hamburg in Betrieb:

### 5.3.2.1 Lichtsignalanlagen

Die Mehrzahl der rund 1.730 Lichtsignalanlagen im Stadtgebiet sind über das Datenübertragungsprotokoll DVI35 an zehn Verkehrssteuerungsrechnern angebunden, welche auf acht Standorte (sogenannte "Ämter") verteilt sind. Über OCIT-O sind derzeit drei Lichtsignalanlagen an die Lichtsignalsteuerungszentrale Hafen angebunden, im Rahmen des Forschungsprojekts BiDiMoVe werden aktuell bis zu 18 weitere LSA über OCIT-O V2.0 an eine OCIT-Lichtsignalsteuerungszentrale angebunden. Ursprünglich sollten diese über OCIT-O V3.0 angebunden werden, aber diese Schnittstelle konnte in dem von Hamburg gewünschten Funktionsumfang nicht geliefert werden.

Es sind Feldgeräte unterschiedlicher Generationen der Hersteller Siemens und Swarco Traffic Systems im Einsatz.

Eine umfangreiche lokale ÖV-Priorisierung für Busse ist über ein GPS-Funk-System mit Meldepunkten über Analog- und Digitalfunk realisiert.

### 5.3.2.2 IRS

Aktuell sind in Hamburg ca. 30 IRS von Siemens und Swarco in Betrieb, weitere 171 sind bis 2023 in der Umsetzung. Diese werden zur Betriebsüberwachung an eine IRS-Zentrale von Siemens mit einer ECO-AT4.0 Schnittstelle angebunden.

Im Projekt BiDiMoVe werden zusätzlich 18 RSU von AVT STOYE direkt an eine zweite IRS-Zentrale

über OCIT-O V3.0 angebunden.

### 5.3.2.3 Lichtsignalsteuerungszentrale

LSA- Prozessdaten werden von den jeweiligen Verkehrssteuerungsrechnern in lokale Datenbanken geschrieben und von dort über entsprechende Schnittstellen an eine zentrale Datenbank weitergeleitet. Diese wird einerseits über die Anwendung "Knoten 2" mit dem Ziel der Datenaufbereitung und Qualitätsauswertung abgefragt, andererseits setzen die in Hamburg ausgerollten verkehrsadaptiven Netzsteuerungen auf sie auf.

Die an den jeweiligen Ämtern stationierten Verkehrssteuerungsrechner können einerseits lokal über entsprechende Clients bedient werden, andererseits mittelbar über einen zentralen Kommunikationsrechner. Dort sind Clients angeschlossen, die eine globale Sicht auf die LSA der gesamten Stadt ermöglichen.

Im Rahmen des Forschungsprojekts BiDiMoVe werden aktuell bis zu 18 weitere LSA über OCIT-O V2.0 an eine OCIT-Lichtsignalsteuerungszentrale angebunden.

Sobald die neuen Schnittstellen OCIT-O V3.X und OCIT-C V2.X mit den zuvor erwähnten Leistungsmerkmalen auf dem Markt angeboten werden, soll dann eine neue OCIT-Lichtsignalsteuerungszentrale ausgeschrieben werden, mit dem Ziel, alle neuen LSA daran anzuschließen.

### 5.3.2.4 Verkehrsingenieursarbeitsplatz (VIAP)

In Hamburg kommt der VIAP LISA aus dem Hause Schlothauer & Wauer zum Einsatz. Die mit LISA exportierten Stamm- bzw. Grundversorgungsdaten von LSA werden im QM-Tool "Knoten 2" eingelesen, damit Prozessdaten aus der zentralen Datenbank richtig zugeordnet werden können. Eine Steuergerätefernversorgung ist derzeit weder technisch noch prozessual implementiert. Sie soll mit dem Einsatz der neuen OCIT-Schnittstellen getestet werden.

Folgende Hauptfunktionen werden im VIAP abgedeckt:

- Erstellung der LSA-Grundplanung
- Planung verkehrsabhängiger LSA-Signalprogramme
- Koordinierung (Grüne Wellen)
- Anschluss an die Lichtsignalsteuerungszentrale
- Erstellung von MAP-Versorgungen

### 5.3.2.5 Versorgungsdaten-Server (VD-Server)

In Hamburg ist aktuell kein OCIT VD-Server vorhanden. Die Funktionalität wird teilweise mit dem Programm „Knoten 2“ bereitgestellt, in dem die aktuellen Versorgungsdateien und Lagepläne abgelegt werden.

Mit der Ausschreibung der neuen OCIT-Lichtsignalsteuerungszentrale wird auch ein OCIT-VD-Server ausgeschrieben.

### 5.3.2.6 IRS-Zentrale

Aufgrund der fehlenden OCIT-O V3.0 Schnittstelle mit entsprechenden Meldungen für eine Betriebsüberwachung sind wir aktuell gezwungen, ein zweigleisiges System zu erstellen. Als Zwischenlösung wird eine IRS-Zentrale von Siemens mit einer ECO-AT4.0 Schnittstelle über Mobilfunk betrieben. Im Rahmen des Projekts BiDiMoVe wird in Hamburg vom Lieferanten AVT STOYE eine OCIT-konforme IRS-Zentrale errichtet, an die noch im Jahr 2020 separate IRS über den aktuellen OCIT-O Standard Version 3.0 angeschlossen werden. Als Zentralenschnittstelle zur Komponente „Zentraler Anmelde-dienst“ fungiert eine OCIT-C V2.0 Schnittstelle.

Zudem wird für diese IRS-Zentrale der aktuelle OCIT-Standard erweitert, um die für den IVS-Dienst „Anmeldung über V2I“ benötigten Anforderungen (ETSI-Nachrichtentypen SREM und SSEM) verarbeiten zu können, siehe Abschnitt 7.6.3 „IVS-Dienst Anmeldung über V2I: VERONIKA Kassel und BiDiMoVe Hamburg“.

Diese IRS-Zentrale ist zudem für minimale Latenzen ausgelegt, so dass die IVS-Capability „Geringe Latenz bei LSA-Prozessdaten vorhanden, siehe Abschnitt 5.3.8, für die über diese neue OCIT-konforme IRS-Zentrale übertragenen Daten erfüllt wird.“

### 5.3.2.7 Verkehrsmanagementzentrale

In der Stadt Hamburg existieren eine von der Polizei rund um die Uhr betriebene Verkehrsleitzentrale und eine Tunnelbetriebszentrale speziell für den Elbtunnel, in der noch zusätzlich ein Team aus Technikern und Feuerwehrleuten mit eingebunden ist.

Aufgabe der Verkehrsleitzentrale ist die kontinuierliche Überwachung und Steuerung des städtischen sowie überregionalen Verkehrs auf den Autobahnen im Gebiet der Freien und Hansestadt Hamburg in enger Koordination mit der Tunnelleitzentrale sowie mit den Nachbarländern Schleswig-Holstein und Niedersachsen. Die Landesmeldestelle ist in der Verkehrsleitzentrale mit integriert. In ihr werden die manuell eingegebenen Verkehrsmeldungen georeferenziert und im TIC-System erfasst. Die Überwachung und Steuerung der Lichtsignalanlagen erfolgt auch hier über einen an den zentralen Kommunikationsrechner angebotenen Client.

Eine Verkehrsmanagementsoftware ist aktuell nicht vorhanden.

### 5.3.2.8 Schaltzeitprognosedienst

Im Rahmen des Projekts BiDiMoVe wird in Hamburg vom Projektpartner GEVAS software ein zentraler Schaltzeitprognosedienst realisiert.

LSA-Schaltzeitprognosen werden mittels KI-Algorithmen für alle an die BiDiMoVe-Lichtsignalsteuerungszentrale angeschlossenen LSA zentral erstellt. Sie basieren auf den LSA-Daten, die von der LStZ über das OCIT-C Protokoll bereitgestellt werden. Es werden LSA-Schaltzeitprognosen für MIV, Radverkehr und ÖV berechnet.

In Hamburg werden neben einem zentralen Schaltzeitprognosedienst auch lokale Varianten im Projekt TAVF von den Herstellern Siemens und Swarco erprobt. Das Verfahren von Swarco basiert auf Prognosemodulen, welche in die Verkehrssteuerung integriert werden. Diese erzeugen im Steuergerät die notwendigen Prognoseinformationen und leiten diese der IRS zur Übertragung zu. Das Verfahren von Siemens nutzt ein zusätzliches Modul (SPaT-Box), welches im Schaltschrank des Steuergeräts verbaut wird. Aufbauend auf den Zustands- und Detektordaten, welche es vom Steuergerät erhält, werden Machine Learning Algorithmen für die Erstellung der Schaltzeitprognose genutzt. Das Training erfolgt dabei ohne Kenntnis der Schaltlogik auf Servern des Signalbauherstellers. Die mit den so erstellten Parametersätzen auf der SPaT-Box erzeugte Prognose wird dann ebenfalls über die IRS ausgesendet.

### 5.3.2.9 Zentraler Anmeldedienst

Der zentrale Anmeldedienst wird für den ÖV OCIT-konform mit dem Produkt CCALL der Firma GEVAS software im Rahmen des Projekts BiDiMoVe realisiert. Der Dienst kommuniziert über OCIT-C V1.2 mit der BiDiMoVe LStZ und über OCIT-C V2.X mit der IRS-Zentrale.

In Hamburg wird nicht die Kompatibilitätslösung über R09.16 Telegramme in Form einer erweiterten CAM realisiert, sondern die Variante über SREM und SSEM, siehe Funktionale Beschreibung dieses Dienstes in Abschnitt 4.3.1.

Ausführliche Informationen zu BiDiMoVe sind im Anhang unter 7.6.3 „IVS-Dienst Anmeldung über V2I: VERONIKA Kassel und BiDiMoVe Hamburg“ ersichtlich.

### 5.3.3 Aktuelle IVS Capability-Matrix der Freien und Hansestadt Hamburg

Die nachfolgende Matrix zeigt, welche IVS-Capabilities bei der Freien und Hansestadt Hamburg aktuell vorhanden sind und welche kooperativen IVS-Dienste damit betrieben werden können.

Die verschiedenen Capabilities der Stadt Hamburg werden im Anschluss näher beschrieben.

IVS-Capability-Matrix Stadt Hamburg		LSA-Prozessdaten					DVK für LSA-Versorgungsdaten	IRS-Ausstattung	Public Key Infrastruktur (PKI)	MDM-Anbindung	Netzversorgung (Netzgraph)
		OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1	OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1	OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0	OCIT-O V3.X / OCIT-C V2.X	Geringe Latenz					
IVS-Dienst ↓	IVS-Capability →										
<b>Ampelphasenassistent</b>											
Variante 1: Zentrale / Zentrale		●	●			●	●			●	
Variante 2: Zentrale / IRS				●		●	●	●	●	●	
Variante 3: IRS / IRS				●			●	●	●		
Variante 4: IRS / Zentrale				●		●	●	●		●	
<b>Anmeldung V2I</b>											
Variante 1: Back-End / Zentrale			●	●		●	●			●	
Variante 2: IRS / Zentrale				●	●	●	●	●	●	●	
Variante 3: IRS / IRS				●			●	●	●		
<b>Strategiemanagement-Schaltung I2V</b>											
Variante 1: Zentrale / Zentrale										●	
Variante 2: Feldgerät / IRS							●	●			
Variante 3: Zentrale / IRS				●	●		●	●	●	●	

Erklärung: ● = benötigt, ● = benötigt für bestimmte Optionen  
 ● = vorhanden ● = nicht vorhanden ● = teilweise vorhanden

Tabelle 10: IVS-Capability-Matrix der Stadt Hamburg

### 5.3.4 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 verfügbar

#### 5.3.4.1 Ist-Zustand

Diese IVS-Capability ist in Hamburg teilweise vorhanden.

Die Lichtsignalsteuergeräte in Hamburg sind überwiegend mit der proprietären Schnittstelle DVI35 an den einzelnen LStZ angebunden. Die LStZ selbst haben einen OCIT-C Prozessdaten-Server, so dass die Daten OCIT-konform in der Zentrale über OCIT-C V1.1 abgefragt werden können.

Nur die Lichtsignalsteuerungsgeräte aus dem Projekt BiDiMoVe sind mit OCIT-O V2.0 an der BiDiMoVe OCIT- LStZ angebunden.

Die BiDiMoVe- LStZ selbst hat eine OCIT-C V1.2 Schnittstelle.

Die IRS-Zentrale aus dem Projekt BiDiMoVe, der zentrale Anmeldedienst und der zentrale Schaltzeitprognosedienst besitzen bereits eine OCIT-C V2.X Schnittstelle.

Die BiDiMoVe-IRS selbst sind mit OCIT-O V3.X an der IRS-Zentrale angebunden.

#### 5.3.4.2 GAP-Analyse

Es ist geplant, im Jahr 2020 eine neue OCIT-Lichtsignalsteuerungszentrale mit den Schnittstellen OCIT-O V3.X, OCIT-O V3.0, OCIT-O V2.0 und OCIT-O V1.1 auszuschreiben und alle neuen LSA daran anzuschließen.

#### 5.3.5 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1 verfügbar

Diese IVS-Capability ist in Hamburg teilweise vorhanden, siehe Abschnitt 5.3.4.

#### 5.3.6 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0 verfügbar

Diese IVS-Capability ist aktuell in Hamburg teilweise vorhanden, siehe Abschnitt 5.3.7.

#### 5.3.7 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.X / OCIT-C V2.X verfügbar

##### 5.3.7.1 Ist-Zustand

Diese IVS-Capability ist aktuell in Hamburg teilweise vorhanden.

Im Rahmen des Projekts BiDiMoVe wird aktuell in Hamburg eine OCIT-konforme IRS-Zentrale errichtet, an die noch im Jahr 2020 separate IRS über den aktuellen OCIT-O Standard Version 3.0 angeschlossen werden.

Zudem wird für diese IRS-Zentrale der aktuelle OCIT-Standard erweitert, um die für den IVS-Dienst „Anmeldung über V2I“ benötigten Anforderungen (ETSI-Nachrichtentypen SREM und SSEM) verarbeiten zu können, siehe auch 5.3.2.6.

##### 5.3.7.2 GAP-Analyse

Es ist geplant, im Jahr 2020 eine neue OCIT- LStZ mit den Schnittstellen OCIT-O V3.X, OCIT-O V3.0, OCIT-O V2.0 und OCIT-O V1.1 auszuschreiben und alle neuen LSA daran anzuschließen.

#### 5.3.8 IVS-Capability Geringe Latenz bei LSA-Prozessdaten vorhanden

##### 5.3.8.1 Ist-Zustand

Diese IVS-Capability ist in Hamburg teilweise vorhanden.

Die Latenz bei LSA-Daten der DVI35 Schnittstelle liegt zwischen 2 und 9 Sekunden, d.h. die Daten können mit dieser Latenz in der Zentrale über OCIT-C bereitgestellt werden.

Der der aktuell im Aufbau befindlichen BiDiMoVe LStZ wird eine geringere Latenz angestrebt, bei der IRS-Zentrale aus dem Projekt BiDiMoVe sogar eine Latenz von deutlich unter 2 Sekunden.

### 5.3.8.2 GAP-Analyse

Sowohl für die im Jahr 2020 geplante neue LStZ als auch für neue daran anzuschließende OCIT-LSA werden geringe Latenzen in den Ausschreibungsunterlagen gefordert, um diese IVS-Capability zukünftig zu erreichen.

### 5.3.9 IVS-Capability DVK für LSA-Daten vorhanden

#### 5.3.9.1 Ist-Zustand

Um diese IVS-Capability vollumfänglich zu erfüllen, muss die Stadt Hamburg folgende 6 Teilfähigkeiten erfüllen:

Nr.	Teilfähigkeit	Umsetzung in Hamburg
1	Aktuelle OIVD-Dateien oder OCVD-Dateien von allen LSA zentral vorhanden	vorhanden
2	Aktuelle Lagepläne von allen LSA zentral vorhanden (als Bild oder digitalisiert)	vorhanden
3	Gewährleistung mit Hilfe einer Software, z.B. mittels eines OCIT VD-Servers, dass der aktuelle Versorgungsstand in der Zentrale (OIVD-Datei) auch dem Versorgungsstand im Gerät entspricht.	vorhanden nur bei den LSA, die mittels adaptiver Netzsteuerung gesteuert werden-
4	Aktuelle MAP-Dateien von allen LSA zentral vorhanden	werden aktuell Zug um Zug für alle LSA an der LStZ erstellt
5	Alle stadtinternen Systeme, wie z.B. die Lichtsignalsteuerungszentrale oder das Verkehrsmanagementsystem sind stets auf dem aktuellen Versorgungsstand	Versorgung der Teilsysteme LStZ, zentraler Anmeldedienst, Schaltzeitprognosedienst und IRS-Zentrale funktioniert manuell sofort nach Vorliegen einer neuen OIVD. OIVD kann in die Systeme manuell importiert werden.
6	Aktuelle Versorgungsdaten (Lagepläne, OIVD-Dateien, MAP) können zentral (über den MDM) an externe Service-Provider bereitgestellt werden	Werden zukünftig über der Hamburg Urban Plattform bereitgestellt.

**Tabelle 11: IVS-Capability Hamburg DVK für LSA-Daten vorhanden**

#### 5.3.9.2 GAP-Analyse

Teilfähigkeit 3: Gewährleistung mit Hilfe einer Software, z.B. mittels eines OCIT VD-Servers, dass der aktuelle Versorgungsstand in der Zentrale (OIVD-Datei) auch dem Versorgungsstand im Gerät entspricht.

Ein OCIT-VD-Server wird mit der neuen OCIT- LStZ ausgeschrieben.

Teilfähigkeit 5: Alle stadtinternen Systeme, wie z.B. die LStZ oder das VMS sind stets auf dem aktuellen Versorgungsstand

Aktuell wird diese IVS-Capability bei der Stadt Hamburg durch erprobte Arbeitsabläufe manuell sichergestellt. Zukünftig sollen die zentralen Komponenten die Versorgung (MAP, OIVD) aus dem VIAP automatisiert importieren können.

Teilfähigkeit 6: Aktuelle Versorgungsdaten (Lagepläne, OIVD-Dateien, MAP) können zentral (über den MDM) an externe Service-Provider bereitgestellt werden

Die Versorgungsdaten werden zukünftig über der Hamburg Urban Plattform bereitgestellt.

Zusätzlich ist bei der Stadt Hamburg zukünftig geplant, diese Daten über den MDM bereitzustellen,



auch Abschnitt 7.5). Es ist momentan beispielsweise keine hardwaremäßige Trennung zwischen EA und AA implementiert, um die Betriebskosten für den Testbetrieb möglichst gering zu halten.

Im nächsten Schritt wird in Hamburg ein reines PKI-Projekt aufgesetzt, welches zunächst einen weiterbetrieb der aktuellen Pilot-PKI für alle Hamburger ITS-Projekte vorsieht. Hier ist das Ziel zusammen mit Vertretern des Bundes an einer gemeinsam nutzbaren Lösung einer PKI-Rahmenarchitektur zu arbeiten, um dann eine Umstellung auf das so definierte Endsystem vorzubereiten und durchzuführen. Im Abschnitt 7.5 sind verschiedene Möglichkeiten von PKI-Rahmenarchitekturen genannt, die alle sowohl Vor- als auch Nachteile mit sich bringen. Es gilt nun auf Bundesebene eine Entscheidung zu treffen, wie das Endsystem aufgebaut sein soll, damit den Ländern unnötige Kosten für eventuell notwendige eigene Hardware erspart bleiben.

### 5.3.12 IVS-Capability MDM-Anbindung vorhanden

#### 5.3.12.1 Ist-Zustand

Diese IVS-Capability ist in Hamburg nicht vorhanden.

Um diese IVS-Capability vollumfänglich zu erfüllen, muss die Stadt Hamburg folgende 2 Teilfähigkeiten erfüllen (die dritte Teilfähigkeit ist optional):

Nr.	Teilfähigkeit	Umsetzung in Hamburg
1	MDM-Exportschnittstelle vorhanden über standardisierte DATEX II MDM-Datenmodelle	Nicht vorhanden.
2	Unterstützung verschiedener statischer (ALERT-C) und/oder dynamische Referenzierungen (ISO 191148, OPENLR) in der Exportschnittstelle	Nicht vorhanden.
3	Optional: MDM-Importschnittstelle vorhanden über standardisierte DATEX II Datenmodelle	Nicht vorhanden.

#### 5.3.12.2 GAP-Analyse

Es ist geplant, auf dem MDM einen Link auf die Urban Data Platform Hamburg (HH\_UDP) zu integrieren, damit dort auf die entsprechenden Daten zugegriffen werden kann.

### 5.3.13 IVS-Capability Netzversorgung (Netzgraph) und Georeferenzierung verfügbar

#### 5.3.13.1 Ist-Zustand

Dies IVS-Capability ist in Hamburg nicht vorhanden. Um diese IVS-Capability vollumfänglich zu erfüllen, muss die Stadt Hamburg folgende 2 Teilfähigkeiten erfüllen (die dritte Teilfähigkeit ist optional):

Nr.	Teilfähigkeit	Umsetzung in Hamburg
1	Vorhandensein eines aktuell gepflegten Knoten-Kanten-Modells (Netzgraph)	Nicht vorhanden.
2	Die Fähigkeit, vorhandene und auf dem eigenen Netzgraphen verortete Informationen über verschiedene statische (ALERT-C) und/oder dynamische Referenzierungen (ISO 191148,	Nicht vorhanden.

	OPENLR) abzugeben	
3	Optional: Die Fähigkeit, fremde Informationen, die über verschiedene statische (ALERT-C) und/oder dynamische Referenzierungen (ISO 191148, OPENLR) angeboten werden, auf den eigenen Netzgraphen zu verorten	Nicht vorhanden.

### 5.3.13.2 GAP-Analyse

Entsprechende Modelle sollen in Hamburg in das System ROADS (Roadwork Administration and Decision System) hinterlegt werden. ROADS ermöglicht die Koordinierung von Baumaßnahmen zu einem frühen Zeitpunkt. ROADS fasst die an verschiedenen Stellen vorhandenen relevanten Informationen übersichtlich zusammen. Die Darstellung erfolgt mit modernsten georeferenzierten Techniken auf einer digitalen Karte. Durch eine farbliche Darstellung der zeitlichen Dimension der Baumaßnahmen in der Karte sehen die Verantwortlichen auf einen Blick mögliche Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Baumaßnahmen. Die Software ermöglicht es dem Planer, Konflikte und Optimierungspotentiale von Baumaßnahmen rechtzeitig vor dem eigentlichen Eingriff in den Straßenverkehr zu erkennen und entsprechend zu handeln.

Dazu kommen in der Software ROADS zahlreiche Zusatzfunktionen, die ROADS zum perfekten Werkzeug bei der Baumaßnahmenkoordinierung machen. Derzeit wird die Software für andere Dienststellen der Freien und Hansestadt Hamburg zur Verfügung gestellt und auch für weitere Beteiligte, wie zum Beispiel die Leitungsträger.

## 5.4 Stadt Kassel

### 5.4.1 Beschreibung der Systemlandschaft Verkehrstechnik

Die Stadt Kassel verfügt über ein modernes VMS und eine moderne LStZ, um den innerstädtischen Verkehr effizient zu steuern. Die Stadtverordnetenversammlung der Stadt Kassel hat im Jahr 2011 den Beschluss gefasst, ein Verkehrs- und Mobilitätsmanagementsystem (VMMS) in der Stadt aufzubauen. Bereits zu diesem Zeitpunkt war das Verkehrssteuer- und -regelsystem mit einer durchgängigen Versorgungskette (DVK) ausgestattet, das u.a. gewährleistet, dass in der Zentrale immer bekannt ist, welche Softwareversion des Steuerprogramms im LSA-Feldgerät aktiv ist. Außerdem ist darüber eine Fernversorgung der LSA-Feldgeräte aus der Zentrale heraus möglich. Im Jahr 2012 konnte die flächenhafte ÖV-Beschleunigung abgeschlossen werden, mit der die für den ÖV relevanten Lichtsignalanlagen mit einem Bake-Funk-System und entsprechender LSA-Software zur ÖV-Beschleunigung ausgerüstet worden waren. Straßenbahnen, Stadtbusse und Regionalbusse wurden mit entsprechender fahrzeugseitiger Bake-Funk-Technik ausgerüstet. Mit verschiedenen weiteren Maßnahmen, auch mit Bezug zu Forschungs- und Förderprojekten ist ein Ausbaustand erreicht worden, wie er im Folgenden beschrieben wird. In Kassel kommen konsequent verkehrsabhängige Steuerungen und standardisierte OCIT-Schnittstellen zum Einsatz. Im Rahmen von Forschungsprojekten, wie z.B. UR:BAN, VERONIKA und C-Roads Germany Urban Nodes, wurden und werden zentralseitige Erweiterungen der Systeme für das vernetzte und kooperative Fahren implementiert. Außerdem sind aktuell (Stand: 1.7.2020) 25 IRS nach dem Standard ETSI ITS G5 in Betrieb, um für die künftigen Anforderungen an ein modernes Verkehrsinfrastruktursystem gerecht zu werden.

Grundlage der nachfolgenden Bestandsaufnahme sind die von der Stadt Kassel, Straßenverkehrs- und Tiefbauamt, bereitgestellte Dokumente

- „Bestandserfassung Stadt Kassel, Systeme, Daten und Prozesse – Bestand und Erweiterungen“, Forschungsprojekt school, Version 01-00 aus dem Jahr 2018,
- Stadt Kassel, Systemarchitektur VERONIKA und HERCULES aus dem Jahr 2019

und eine Bestandsaufnahme vor Ort in Kassel.

Diese Dokumente haben jeweils unterschiedliche Sichten auf die Systemlandschaft Verkehrstechnik der Stadt Kassel. Die Architekturbilder aus diesen Dokumenten werden nachfolgend dargestellt und bilden die Grundlage für das DiKoVe Modell der Stadt Kassel.

Die folgende Abbildung zeigt das school-Systemmodell der Stadt Kassel inkl. Erweiterungen im Projekt school. Das Systemmodell ist gegliedert in Feldebene, Leitebene, Managementebene und Informationsebene.

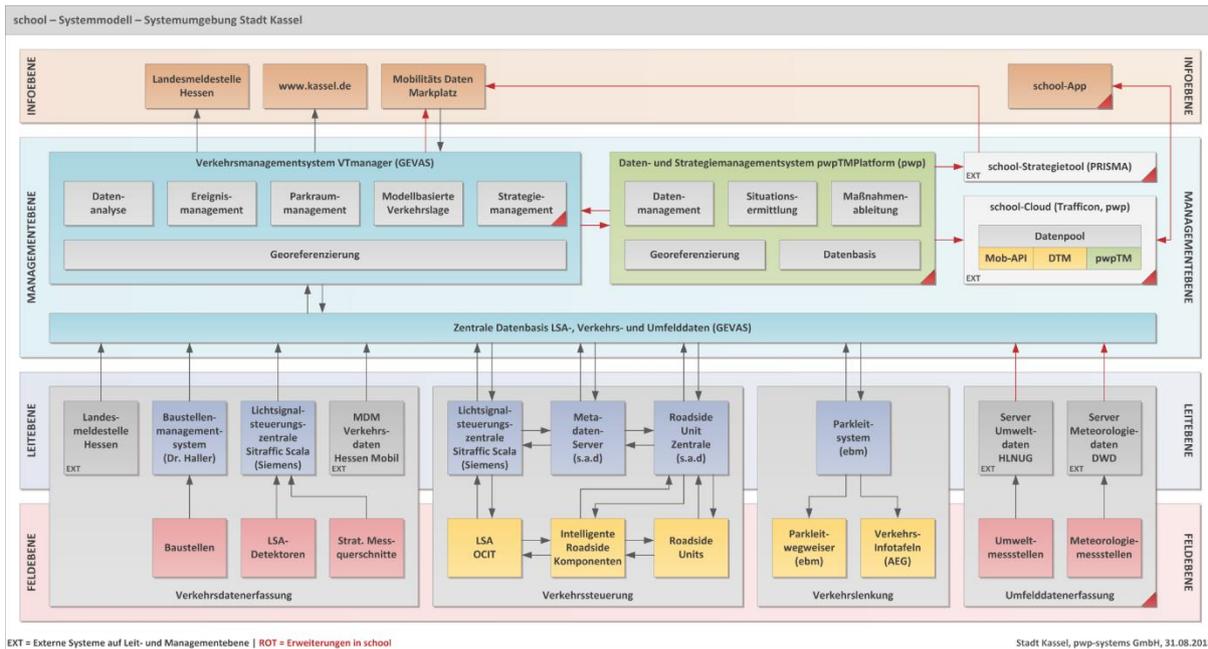


Abbildung 35: Systemmodell Stadt Kassel – Bestand mit Erweiterung in school (rot markiert)

Ein weitere Sicht auf die vorhandene Systemlandschaft Verkehrstechnik der Stadt Kassel stellt das Architekturbild aus den Forschungsprojekten HERCULES und VERONIKA dar, welches nachfolgend dargestellt ist. Die Architektur gliedert sich in die vier Ebenen Erfassungsgeräte/LSA, Subzentralen, Verkehrsmanagement und externe Service-Provider.

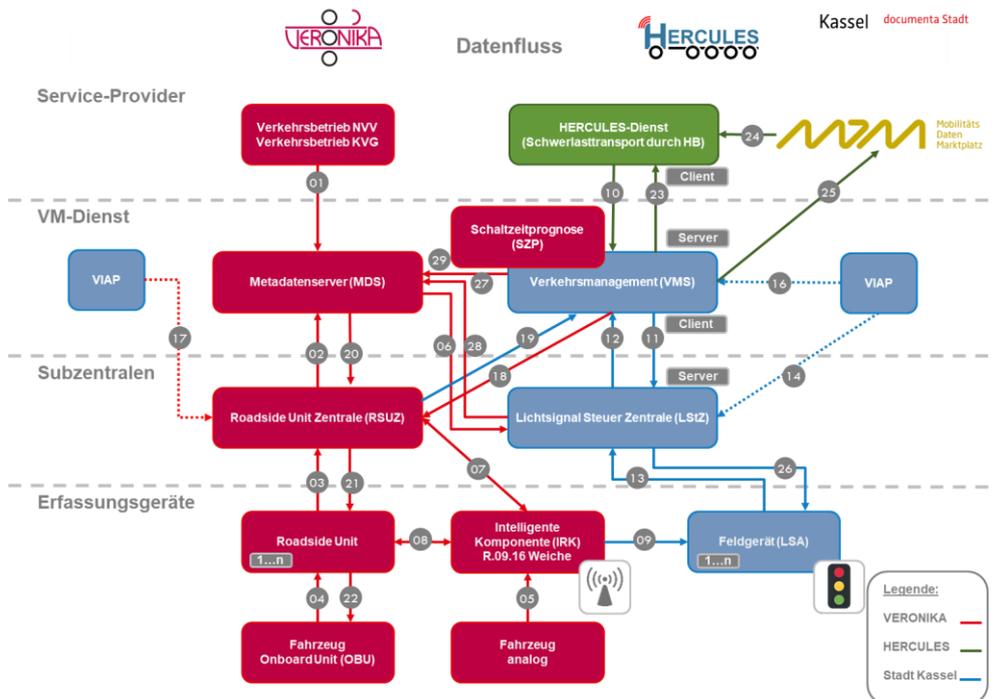
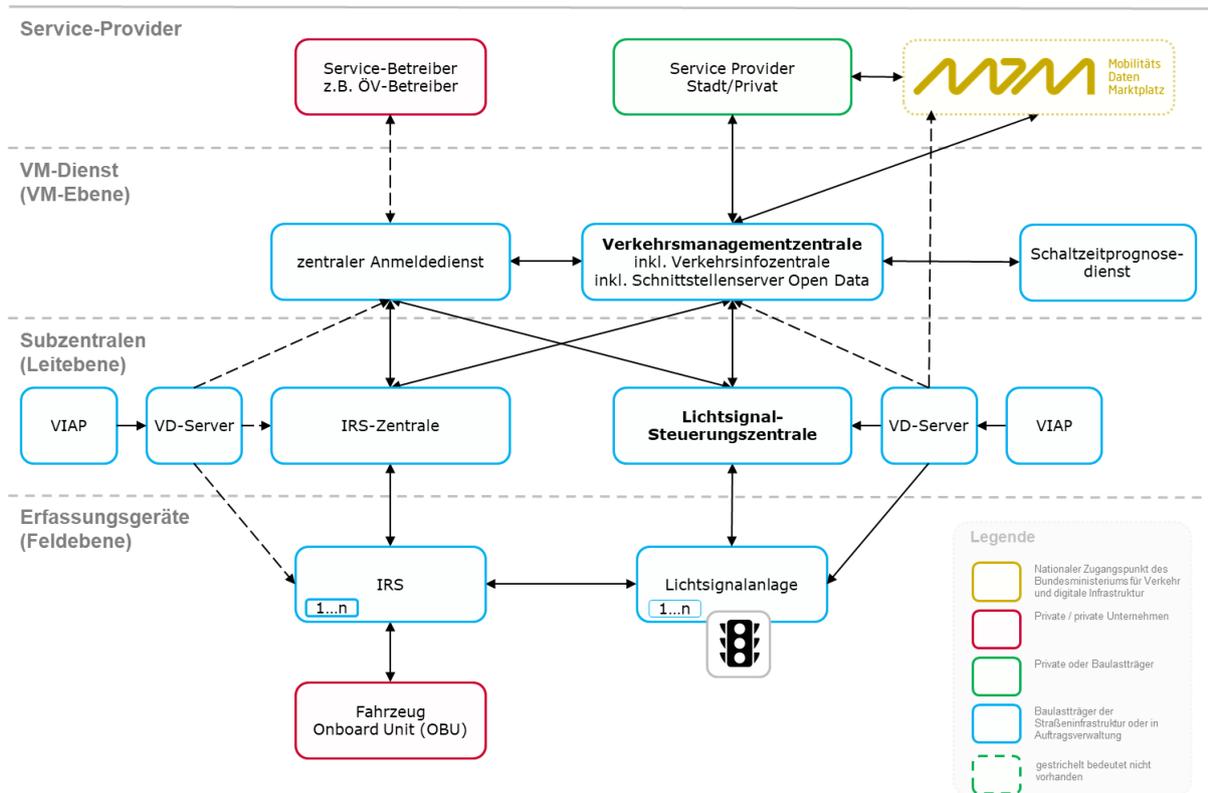


Abbildung 36: Architektur Kassel in den Projekten VERONIKA und HERCULES

Die Einordnung der Teilsysteme der Stadt Kassel in das DiKoVe-Modell ergibt die folgende Abbildung. Dabei stellen die blauen und grünen Teilsysteme den aktuellen Stand bei der Stadt Kassel dar, der nachfolgend genauer beschrieben wird, externe Teilsysteme sind rot gezeichnet.



**Abbildung 37: DiKoVe Modell Systemlandschaft der Stadt Kassel**

Folgende Teilsysteme/Komponenten aus dem DiKoVe Modell sind aktuell in der Stadt Kassel in Betrieb:

#### 5.4.1.1 Lichtsignalanlagen

In Kassel gibt es derzeit 219 LSA, überwiegend vom Hersteller Siemens, die wie folgt mehrheitlich mittels OCIT-O V 1.1 und OCIT-O V 2.0 über Unterzentralen an der Kasseler LStZ angeschlossen sind:

- 55 standardisiert OCIT-O (per DSL-Verbindungen)
- 102 standardisiert OCIT-O (per point-to-point-Direktverbindungen)
- 11 standardisiert OCIT-O (per Mobilfunk LTE/UMTS)
- 5 standardisiert OCIT-O (per Mobilfunk GSM)
- 42 proprietär NCOM / XCOM (per Mobilfunk)
- 4 ohne Anbindung an die Zentrale

Zwei der an die Zentrale per OCIT-O angebotenen LSA sind vom Hersteller AVT Stoye und befinden sich in der Baulast von Hessen Mobil.

Die LSA sind bis auf wenige Ausnahmen verkehrabhängig nach dem Steuerungsverfahren PDM-Kassel programmiert.

Eine flächendeckende lokale ÖV-Priorisierung für Busse und Straßenbahnen ist über ein Bake-Funk-System mit Meldepunkten realisiert.

#### 5.4.1.2 IRS

Aktuell sind in Kassel 25 IRS vom Hersteller Cohda Wireless in Betrieb, weitere 60 sind bis 2023 in der Umsetzung (Projekt C-Roads Germany Urban Nodes). Sie sind an einer IRS-Zentrale über proprietäre Schnittstellen angebunden.

#### 5.4.1.3 Lichtsignalsteuerungszentrale

Die OCIT-LStZ der Stadt Kassel ist mit der Software Sitraffic Scala der Firma Siemens realisiert. Sie besitzt grundlegende Funktionen wie Jahresautomatik, Koordinierung, manuelle Eingriffe, Betriebs- und Störungsüberwachung, eine Bedienoberfläche und einen Rohdatenserver.

Die LStZ verfügt über eine DVK. Darüber wird gewährleistet, dass die im LSA-Steuergerät versorgte LSA-Programmdatei der Datei, die im VIAP zur Verfügung steht, entspricht. Dies wird über Versionsnummern und Checksummen gewährleistet. Im Abweichungsfall wird dies in dem System für den Anwender deutlich gekennzeichnet.

Die LStZ stellt einen Prozessdatenserver (PD-Server) bereit, über den die Verkehrsmanagementzentrale, die IRS-Zentrale und der zentrale Anmeldedienst über OCIT-C V1.1 und OCIT-I angebunden sind.

#### 5.4.1.4 Verkehrsingenieursarbeitsplatz (VIAP)

Die Stadt Kassel nutzt zur Planung der LSA-Steuerungen sowie der Bereitstellung von LSA-Versorgungsdaten die Verkehrsingenieursarbeitsplätze Sitraffic OFFICE (Hersteller Firma Siemens) und LISA (Hersteller Schlothauer & Wauer).

Folgende Hauptfunktionen werden damit abgedeckt:

- Erstellung der LSA-Grundplanung
- Planung verkehrsabhängiger LSA-Signalprogramme
- Koordinierung (Grüne Wellen)
- Anschluss an die LStZ
- Erstellung von MAP
- Steuergerätefernversorgung

#### 5.4.1.5 Versorgungsdaten-Server (VD-Server)

In Kassel ist kein OCIT VD-Server vorhanden. Eine vergleichbare Funktionalität wird mittels proprietärer Erweiterungen an der LStZ Siemens SCALA in Verbindung mit dem Verkehrsingenieursarbeitsplatz Sitraffic OFFICE bereitgestellt.

#### 5.4.1.6 IRS-Zentrale

Im Rahmen des Projekts VERONIKA wurde vom Lieferanten s.a.d. eine IRS-Zentrale errichtet, an die separate IRS über proprietäre Schnittstellen angeschlossen werden. Als Zentralenschnittstellen zum Verkehrsmanagementsystem sind standardisierte OCIT-C Schnittstellen im Einsatz.

#### 5.4.1.7 Verkehrsmanagementzentrale

In der Stadt Kassel gibt es keine mit Operatoren besetzte Verkehrsmanagementzentrale.

Es wird aber ein umfangreiches Verkehrsmanagementsystem (VMS) mit Software VTmanager des Herstellers GEVAS software betrieben, an das nahezu alle verkehrsrelevanten Subsysteme angeschlossen sind. Es beinhaltet Anwendungen für die Analyse von Daten, für das Ereignismanagement (Eventmanager zur Eingabe von z. B. Baustellen) und zur Erstellung einer modellbasierten Verkehrslage (DRIVERS).

Die Verkehrsmanagementapplikationen adressieren dabei Aufgaben wie das Management von verkehrlichen Strategien und verkehrlich relevanten Ereignissen, den manuellen oder automatischen Austausch von Informationen mit externen Systemen und Aufgabenträgern sowie anderen verkehrlich relevanten Systemen. Die Daten werden georeferenziert auf einem Netzgraph dargestellt, so dass geographische Zusammenhänge in die Datenverarbeitung einfließen können.

Details zum VMS und den angeschlossenen Subsystemen können der Abbildung 35: Systemmodell Stadt Kassel – Bestand mit Erweiterung in school (rot markiert) entnommen werden.

### **Schnittstellenserver Open Data:**

Der Datenaustausch mit Externen findet über den Mobilitäts Daten Marktplatz (MDM) statt. Es werden vom VMS folgende Daten georeferenziert über den MDM zur Verfügung gestellt:

- Detektordaten (MDM Datenmodell für Messstellen, Version 02-00-00),
- Verkehrsinformation (MDM Datenmodell für Verkehrsmeldungen, Version 01-00-00),
- Parkdaten (MDM Datenmodell für städtische Parkierungseinrichtungen, Version 00-01-03),
- LSA-Schaltzeitprognose (MDM Datenmodell für LSA Informationen, Version 01-00-00),
- Strategieinformationen (MDM-Datenmodell für strategiekonformes Routen, Version 01-00-00)

### **Verkehrsinfozentrale:**

Die Funktion einer Verkehrsinfozentrale wird über das Verkehrsmanagementsystem realisiert, siehe oben.

Die Verbreitung von Verkehrsinformationen in Kassel erfolgt über kollektive Informationssysteme wie die Landesmeldestelle, das Geoportal der Stadt Kassel oder der MDM.

#### *5.4.1.8 Schaltzeitprognosedienst*

Im Kassel wird aktuell vom Lieferanten GEVAS software ein zentraler Schaltzeitprognosedienst realisiert. LSA-Schaltzeitprognosen werden mittels KI-Algorithmen für alle an die Lichtsignalsteuerungszentrale angeschlossenen LSA zentral erstellt, basierend auf den von der LStZ über das OCIT-Protokoll bereitgestellten LSA-Daten.

Es werden LSA-Schaltzeitprognosen für MIV, Radverkehr und ÖV erstellt.

Im Jahr 2019 wurde in einem Testgebiet dieser Schaltzeitprognosedienst ausführlich getestet, für Rad und MIV als Ampelphasenassistent sowie für den ÖV im Rahmen des Projekts VERONIKA.

Aktuell wird der Dienst Ampelphasenassistent auf die gesamte Stadt Kassel ausgerollt. Weitere Informationen dazu sind im Anhang unter 7.6.2 „IVS-Dienst Ampelphasenassistent: trafficpilot von GEVAS software“ ersichtlich.

#### *5.4.1.9 Zentraler Anmeldedienst*

In Kassel wird der zentrale Anmeldedienst als Metadatenserver (MDS) bezeichnet. Realisiert wurde er im Projekt VERONIKA von der Firma s.a.d. für den ÖV. Für den Schwerlastverkehr im Projekt HERCULES werden die zentralen Anmeldeinformationen über das VMS umgesetzt.

Weitere Informationen zum Projekt VERONIKA sind im Anhang unter 7.6.3 „IVS-Dienst Anmeldung über V2I: VERONIKA Kassel und BiDiMoVe Hamburg“ ersichtlich.

#### *5.4.1.10 Service-Provider*

Die Stadt Kassel betreibt mit ihrem städtischen Geoportal einen eigenen IVS-Informationsservice und fungiert somit auch in der Rolle eines städtischen Service-Providers.

Im Geoportal werden unter anderem Informationen zum Thema Verkehr in Kassel, wie zum Beispiel verkehrsrelevante Baustellen, Parkhausbelegung sowie der Verkehrsfluss dargestellt. Dem Geoportal werden die Daten vom VMS über Standards des Open Geospatial Consortium (OGC) zur Verfügung gestellt.

Privaten Service Providern werden die Verkehrsinformationen über den MDM bereitgestellt.

#### *5.4.2 Aktuelle IVS Capability-Matrix der Stadt Kassel*

Die nachfolgende Matrix zeigt, welche IVS-Capabilities bei der Stadt Kassel aktuell vorhanden sind und welche kooperativen IVS-Dienste damit betrieben werden können.

Die verschiedenen Capabilities der Stadt Kassel werden im Anschluss näher beschrieben.

IVS-Capability-Matrix Stadt Kassel		LSA-Prozessdaten					DVK für LSA-Versorgungsdaten	IRS-Ausstattung	Public Key Infrastruktur (PKI)	MDM-Anbindung	Netzversorgung (Netzgraph)
		OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1	OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1	OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0	OCIT-O V3.X / OCIT-C V2.X	Geringe Latenz					
IVS-Dienst ↓	IVS-Capability →										
<b>Ampelphasenassistent</b>											
Variante 1: Zentrale / Zentrale		●	●			●	●			●	
Variante 2: Zentrale / IRS				●		●	●	●	●	●	
Variante 3: IRS / IRS				●			●	●			
Variante 4: IRS / Zentrale				●		●	●		●	●	
<b>Anmeldung V2I</b>											
Variante 1: Back-End / Zentrale			●	●		●	●			●	
Variante 2: IRS / Zentrale				●	●	●	●	●	●	●	
Variante 3: IRS / IRS				●			●	●			
<b>Strategiemanagement-Schaltung I2V</b>											
Variante 1: Zentrale / Zentrale									●	●	
Variante 2: Feldgerät / IRS								●	●		
Variante 3: Zentrale / IRS				●	●			●	●	●	

Erklärung: ● = benötigt, ● = benötigt für bestimmte Optionen  
 ● = vorhanden ● = nicht vorhanden ● = teilweise vorhanden

**Tabelle 12: IVS-Capability-Matrix der Stadt Kassel**

### 5.4.3 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 verfügbar

Diese IVS-Capability ist in Kassel vorhanden.

Die Lichtsignalsteuerungsgeräte sind mit OCIT-O V1.1 oder OCIT-O V2.0 an der LStZ angebunden.

Die LStZ selbst hat eine OCIT-C V1.1 Schnittstelle und eine OCIT-I Schnittstelle.

Die IRS-Zentrale und der zentrale Anmeldedienst haben eine OCIT-C V2.0 Schnittstelle.

Die IRS selbst sind proprietär an der IRS-Zentrale angebunden.

#### 5.4.4 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1 verfügbar

Diese IVS-Capability ist in Kassel vorhanden, siehe Abschnitt 5.3.4. Eine Ausnahme bilden in der Priorität nachrangigere LSA, die nicht oder nur mit der funktional eingeschränkten Siemens-NCOM-Mobilfunktechnik an die Zentrale angebunden sind. Diese liefern keine Prozessdaten.

#### 5.4.5 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0 verfügbar

##### 5.4.5.1 Ist-Zustand

Diese IVS-Capability ist aktuell in Kassel nicht vorhanden.

##### 5.4.5.2 GAP-Analyse

Es ist geplant, die Lichtsignalsteuerungszentrale auf OCIT-C V2.0 und OCIT-O V3.0 aufzurüsten. IRS sollen zukünftig standardisiert über OCIT-O V3.0 angebunden werden, OCIT-O Car kommt nicht in Frage, da derzeit SPAT und MAP damit nicht übertragen werden können.

#### 5.4.6 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.X / OCIT-C V2.X verfügbar

Diese IVS-Capability ist aktuell in Kassel nicht vorhanden.

#### 5.4.7 IVS-Capability Geringe Latenz bei LSA-Prozessdaten vorhanden

##### 5.4.7.1 Ist-Zustand

Diese IVS-Capability ist in Kassel teilweise vorhanden.

In der nachfolgenden Tabelle wird dargestellt, mit welcher Gesamt-Latenz [in Sekunden] die LSA-Signalbilder von der Lichtsignalsteuerungszentrale (Siemens SCALA) über OCIT-I bereitgestellt werden können.

	9.01	10.01	11.01	12.01	13.01	14.01	15.01	Mittelwert (Sek.)	Total LSA	Abfrage Intervall
<b>Alle-LSA</b>	3,44	3,40	3,56	3,44	3,41	3,55	3,55	3,48	58	
<b>IG1</b>	3,67	3,55	3,70	3,54	3,54	3,54	3,55	3,58	9	1
<b>IG2</b>	3,25	3,20	3,39	3,25	3,25	3,45	3,49	3,33	27	1
<b>IG3</b>	3,70	3,66	3,82	3,73	3,67	3,66	3,63	3,70	13	1
<b>IG4</b>	3,44	3,50	3,54	3,46	3,46	3,72	3,60	3,53	9	1

**Tabelle 13: Latenz von Signalbildern in Kassel**

#### Anmerkungen:

- Auswertungszeitraum: vom 09.01.2019 bis 15.01.2019
- Es handelt sich um 95% Quantile, d.h. die schlechtesten 5% werden herausgefiltert
- Über die Zeit sind die Latenzen in Kassel stabil.
- Abfrage-Intervall: in welchem Intervall in Sekunden werden die Daten über OCIT-I abgefragt.
- In der Auswertung sind nicht alle LSA in Kassel berücksichtigt, es wurde ein repräsentatives Testgebiet ausgewählt.
- In Kassel besteht der SCALA aus 4 IGs (Intelligent Gateways)
- Latenzzeiten von Detektorinformationen und TX-Werten sind vergleichbar zu den Latenzzeiten der Signalbilder

In der nachfolgenden Tabelle wird dargestellt, mit welcher Gesamt-Latenz [in Sekunden] die ÖV-Meldungen von der Lichtsignalsteuerungszentrale (Siemens SCALA) über OCIT-I bereitgestellt werden können.

	9.01	10.01	11.01	12.01	13.01	14.01	15.01	Mittelwert (Sek.)	Total LSA	Abfrage Intervall
<b>Alle-LSA</b>	14,19	14,36	14,76	13,94	13,94	16,99	14,39	14,65	52	
<b>IG1</b>	33,95	33,75	33,80	33,63	33,61	33,68	33,52	33,70	7	1
<b>IG2</b>	13,82	14,22	15,06	14,00	13,47	28,19	15,35	16,30	23	1
<b>IG3</b>	14,39	14,16	14,61	13,69	13,41	14,67	14,15	14,15	13	1
<b>IG4</b>	10,25	11,37	10,61	9,89	10,32	11,58	11,60	10,80	9	1

**Tabelle 14: Latenz von ÖV-Meldungen in Kassel**

#### Anmerkungen:

- Auswertungszeitraum: vom 09.01.2019 bis 15.01.2019
- Es handelt sich um 95% Quantile, d.h. die schlechtesten 5% werden herausgefiltert
- Da die Latenz der ÖV-Daten sehr streut und der „Abmelder“ jeweils deutlich langsamer als der „Anmelder“ ist, wird bei der Auswertung aller Messwerte mit einem 95% Quantil der langsame „Abmelder“ in der Statistik angezeigt.
- Über die Zeit sind die Latenzen in Kassel stabil.
- Abfrage-Intervall: in welchem Intervall in Sekunden werden die Daten über OCIT-I abgefragt.
- In der Auswertung sind nicht alle LSA in Kassel berücksichtigt, es wurde ein repräsentatives Testgebiet ausgewählt.
- In Kassel besteht der SCALA aus 4 IGs (Intelligent Gateways)

Das Ergebnis der Detailanalyse ist, dass die „ÖV-Anmelder“ vergleichbar schnell zu den Signalbildern sind. Die „ÖV-Abmelder“ sind jedoch deutlich zu langsam und so für eine Vielzahl von C-ITS-Diensten nicht zu gebrauchen.

„ÖV-Abmelder“ sind deswegen langsam, weil beim „ÖV-Abmelder“ noch Signalbildinformationen (Grün-Ende) im OCIT-AMLI Telegramm mitverpackt werden.

Diese Information kommt aus dem Steuerungsverfahren der LSA und ist systembedingt bei der Verwendung von AMLI-Telegrammen, falls diese komplett gefüllt werden.

In OCIT wird daher zwischen ÖV-Rohdaten und aufbereiteten AMLI Telegrammen unterschieden. Es gibt zwei verschiedene Datenarten. ÖV-Rohdaten werden von Siemens-LSA mit dem Steuerungsverfahren TL und von der Lichtsignalsteuerungszentralensoftware SCALA allerdings nicht unterstützt.

Die Stadt Kassel verfolgt daher den Ansatz, bestimmte AP-Werte zu senden, wenn eine ÖV-Meldestrecke aktiviert bzw. deaktiviert wird. Die AP-Werte besitzen zu den Signalbildern vergleichbare Latenzen und können von C-ITS Diensten als Ersatzwerte für ÖV-Meldungen verwendet werden.

#### 5.4.7.2 GAP-Analyse

Die Stadt Kassel strebt an, gemeinsam mit dem Systemanbieter Siemens die Latenzen in der Datenkette LSA-Steuergerät nach LStZ zu verringern.

#### 5.4.8 IVS-Capability DVK für LSA-Daten vorhanden

##### 5.4.8.1 Ist-Zustand

Um diese IVS-Capability vollumfänglich zu erfüllen, muss die Stadt Kassel folgende 6 Teilfähigkeiten erfüllen:

Nr.	Teilfähigkeit	Umsetzung in Kassel
1	Aktuelle OIVD-Dateien oder OCVD-Dateien von allen LSA zentral vorhanden	vorhanden
2	Aktuelle Lagepläne von allen LSA zentral vorhanden (als Bild oder digitalisiert)	vorhanden
3	Gewährleistung mit Hilfe einer Software, z.B. mittels eines OCIT VD-Servers, dass der aktuelle Versorgungsstand in der Zentrale (OIVD-Datei) auch dem Versorgungsstand im Gerät entspricht.	In Kassel ist kein OCIT VD-Server vorhanden, eine vergleichbare Funktionalität wurde mittels proprietärer Erweiterungen am Siemens SCALA/Office bereitgestellt.
4	Aktuelle MAP-Dateien von allen LSA zentral vorhanden	werden aktuell Zug um Zug erstellt
5	Alle stadtinternen Systeme, wie z.B. die Lichtsignalsteuerungszentrale oder das Verkehrsmanagementsystem sind stets auf dem aktuellen Versorgungsstand	Versorgung der Teilsysteme LStZ, VMS, zentraler Anmeldedienst und IRS-Zentrale funktioniert manuell sofort nach Vorliegen einer neuen OIVD bzw. MAP. OIVD kann in LStZ und VMS manuell importiert werden. Prozess ist seit Jahren in Kassel etabliert. MAP kann in den zentralen Anmeldedienst und die IRS-Zentrale automatisiert aus dem VMS importiert werden.
6	Aktuelle Versorgungsdaten (Lagepläne, OIVD-Dateien, MAP) können zentral (über den MDM) an externe Service-Provider bereitgestellt werden	nicht vorhanden.

**Tabelle 15: IVS-Capability Kassel DVK für LSA-Daten vorhanden**

#### 5.4.8.2 GAP-Analyse

Teilfähigkeit 5: Alle stadtinternen Systeme, wie z.B. die Lichtsignalsteuerungszentrale oder das Verkehrsmanagementsystem sind stets auf dem aktuellen Versorgungsstand

Aktuell wird diese IVS-Capability bei der Stadt Kassel durch erprobte Arbeitsabläufe manuell sichergestellt. Zukünftig sollen die zentralen Komponenten VMS und der zentrale Anmeldedienst die Versorgung (MAP, OIVD) aus dem VIAP automatisiert importieren können.

Teilfähigkeit 6: Aktuelle Versorgungsdaten (Lagepläne, OIVD-Dateien, MAP) können zentral (über den MDM) an externe Service-Provider bereitgestellt werden

Dies ist bei der Stadt Kassel zukünftig geplant, sobald die notwendige Spezifikation, wie die Informationen der DVK über den MDM bereitzustellen sind, erstellt wurde, siehe Abschnitt 6.3 „Handlungsvorschläge an das BMVI“.

#### 5.4.9 IVS-Capability IRS-Ausstattung vorhanden

##### 5.4.9.1 Ist-Zustand

Aktuell sind in Kassel 25 IRS in Betrieb, weitere 60 sind bis 2023 in der Umsetzung (Projekt C-Roads Urban Nodes).

#### 5.4.9.2 GAP-Analyse

Es ist ein flächendeckender Ausbau der IRS-Ausstattung geplant.

#### 5.4.10 IVS-Capability Public Key Infrastruktur (PKI) vorhanden

##### 5.4.10.1 Ist-Zustand

Derzeit wird die PKI auf der Basis der sog. Test-PKI der BASt, die von der Fa. Escrypt bereitgestellt wird, aufgebaut. In diese PKI werden alle IRS eingebunden.

##### 5.4.10.2 GAP-Analyse

Ein Public Key Infrastruktur (PKI) wird eingerichtet, sobald dies in Deutschland realisierbar ist, siehe Anhang 7.5.

#### 5.4.11 IVS-Capability MDM-Anbindung vorhanden

##### 5.4.11.1 Ist-Zustand

Um diese IVS-Capability vollumfänglich zu erfüllen, muss die Stadt Kassel folgende 2 Teilfähigkeiten erfüllen (die dritte Teilfähigkeit ist optional):

Nr.	Teilfähigkeit	Umsetzung in Kassel
1	MDM-Exportschnittstelle vorhanden über standardisierte DATEX II MDM-Datenmodelle	In Kassel über das VMS in Betrieb für: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Detektordaten (MDM Datenmodell für Messstellen, Version 02-00-00),</li> <li>▪ Verkehrsinformation (MDM Datenmodell für Verkehrsmeldungen, Version 01-00-00),</li> <li>▪ Parkdaten (MDM Datenmodell für städtische Parkierungseinrichtungen, Version 00-01-03),</li> <li>▪ LSA-Schaltzeitprognose (MDM Datenmodell für LSA Informationen, Version 01-00-00)</li> <li>▪ Strategieinformationen (MDM-Datenmodell für strategiekonformes Routen, Version 01-00-00)</li> </ul>
2	Unterstützung verschiedener statischer (ALERT-C) und/oder dynamische Referenzierungen (ISO 191148, OPENLR) in der Exportschnittstelle	In Betrieb: bei allen Exportschnittstellen unter Punkt 1 werden die Daten sowohl über ALERT-C als auch über ISO 191148 und OPENLR referenziert.
3	Optional: MDM-Importschnittstelle vorhanden über standardisierte DATEX II Datenmodelle	In Betrieb für den Import von Hessen Mobil: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Baustellendaten</li> <li>- Detektordaten der Messquerschnitte im Autobahnnetz im Großraum Kassel</li> </ul>

##### 5.4.11.2 GAP-Analyse

Die Stadt Kassel plant zukünftig aktuelle LSA-Versorgungsdaten (OIVD-Dateien, MAP) über den MDM bereitzustellen, siehe Abschnitt 5.4.8.

Weiterhin ist geplant, zukünftig statische Verkehrszeichen (in standardisierten DATEX II) über den MDM bereitzustellen, allerdings fehlt hier noch ein MDM-Datenmodell, siehe Abschnitt 6.3.

## 5.4.12 IVS-Capability Netzversorgung (Netzgraph) und Georeferenzierung verfügbar

### 5.4.12.1 Ist-Zustand

Um diese IVS-Capability vollumfänglich zu erfüllen, muss die Stadt Kassel folgende 2 Teilfähigkeiten erfüllen (die dritte Teilfähigkeit ist optional):

Nr.	Teilfähigkeit	Umsetzung in Kassel
1	Vorhandensein eines aktuell gepflegten Knoten-Kanten-Modells (Netzgraph)	Im Verkehrsmanagementsystem für das strategische Netz vorhanden. Es handelt sich um ein routingfähiges fahrtrichtungsgetrenntes Knoten-Kanten Modell, ergänzt um Fahrstreifeninformation und Information von Haltelinien und zugeordneten Signalgruppen, verorteten Detektoren, ...)
2	Die Fähigkeit, vorhandene und auf dem eigenen Netzgraphen verortete Informationen über verschiedene statische (ALERT-C) und/oder dynamische Referenzierungen (ISO 191148, OPENLR) abzugeben	Im Verkehrsmanagementsystem vorhanden.
3	Optional: Die Fähigkeit, fremde Informationen, die über verschiedene statische (ALERT-C) und/oder dynamische Referenzierungen (ISO 191148, OPENLR) angeboten werden, auf den eigenen Netzgraphen zu verorten	Im Verkehrsmanagementsystem vorhanden.

### 5.4.12.2 GAP-Analyse

Es ist geplant, im VMS ein Radverkehrsnetz zu ergänzen, um z.B. in der LSA-Schaltzeitprognose zusätzlich Radfahrtsignale berücksichtigen zu können oder um Radfahrmeldungen verorten zu können.

## 5.5 Stadt Köln

### 5.5.1 Beschreibung der Systemlandschaft Verkehrstechnik

Grundlage der nachfolgenden Bestandsaufnahme ist das von der Stadt Köln, Amt für Verkehrsmanagement, bereitgestellte Dokument „Erneuerung des Kölner Verkehrsrechnersystems, Leistungsbeschreibung, Version 03-00-02“ aus dem Jahr 2017 und eine Bestandsaufnahme vor Ort in Köln am 16.12.2019.

Die folgende Abbildung zeigt die derzeitige „Systemlandschaft Verkehrstechnik“ der Stadt Köln:

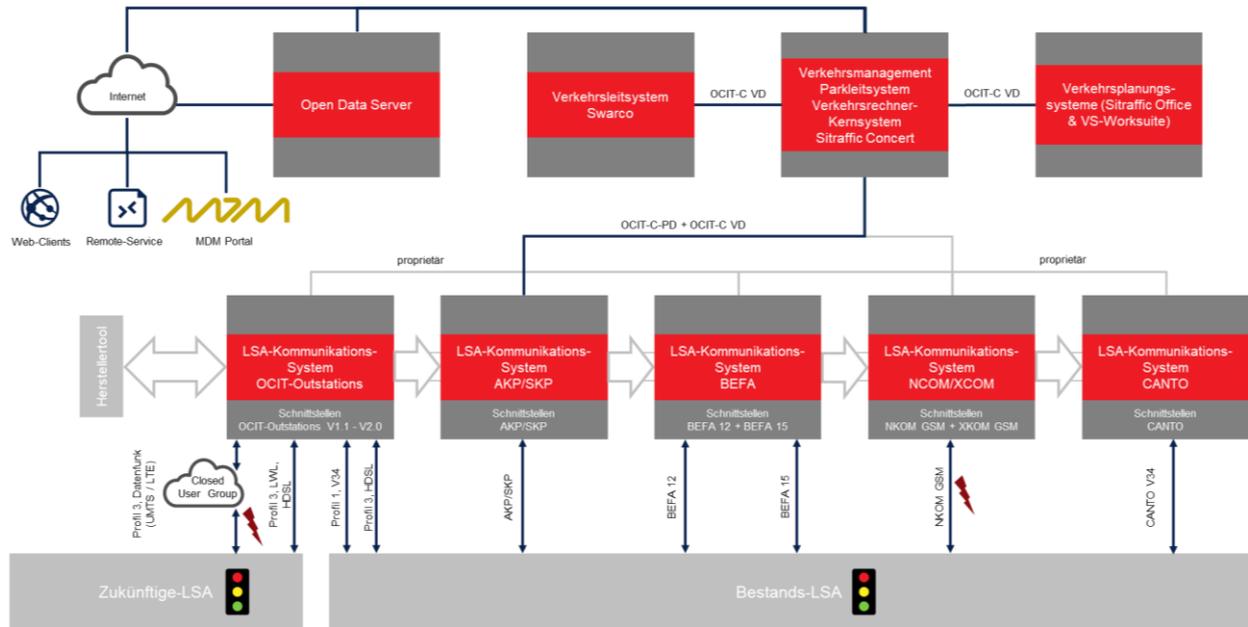
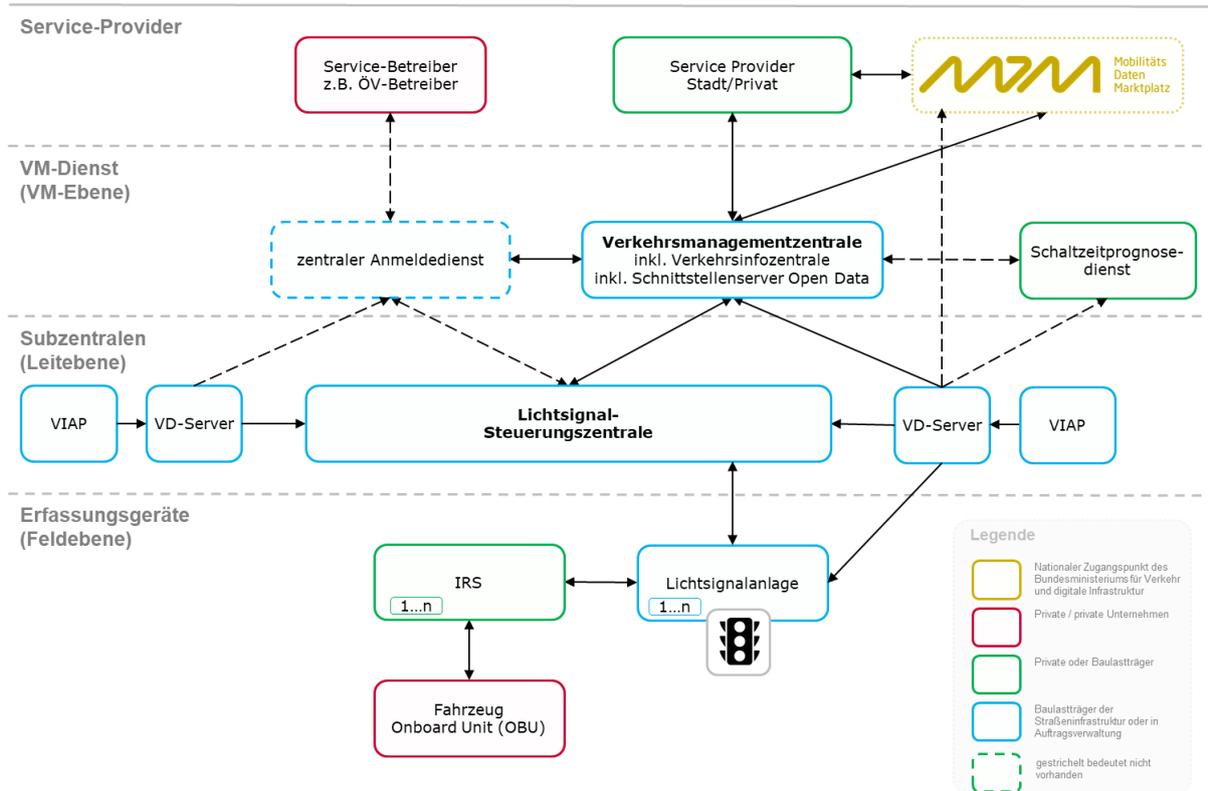


Abbildung 38: Systemlandschaft Verkehrstechnik der Stadt Köln

Die Einordnung der Teilsysteme der Stadt Köln in das DiKoVe-Modell ergibt folgende Abbildung.

Dabei stellen die nicht gestrichelten blauen und grünen Teilsysteme den aktuellen Stand bei der Stadt Köln dar, der nachfolgend genauer beschrieben wird. Die gestrichelt dargestellten Teilsysteme zeigen die möglichen Erweiterungen für kooperative Dienste, externe Teilsysteme sind rot gezeichnet.



**Abbildung 39: DiKoVe Modell Systemlandschaft Verkehrstechnik der Stadt Köln**

Folgende Teilsysteme/Komponenten aus dem DiKoVe Modell sind aktuell in der Stadt Köln in Betrieb:

### 5.5.1.1 Lichtsignalanlagen

Auf Kölner Stadtgebiet gibt es aktuell (Stand Februar 2020) rund 960 Lichtsignalanlagen, vornehmlich der Hersteller Siemens und AVT STOYE. Davon gehören 94 zum Baustraßenbetreiber Straßen.NRW.

605 Lichtsignalanlagen sind an der Kölner Lichtsignalsteuerungszentrale angeschlossen:

- 116 Lichtsignalanlagen mit proprietärer Schnittstelle AKP/SKP
- 206 Lichtsignalanlagen mit proprietären Schnittstellen BEFA12 oder BEFA15
- 36 Lichtsignalanlagen mit proprietären Schnittstellen NKOM, XKOM
- 53 Lichtsignalanlagen mit proprietärer Schnittstelle CANTO
- 194 Lichtsignalanlagen mit standardisierter OCIT-Outstations-Schnittstelle

Es sind in Köln große Unterschiede bezüglich Technik und Alter der LSA vorhanden. Dies führt dazu, dass die LSA der LStZ unterschiedliche Verkehrsdatenarten in unterschiedlicher Qualität bereitstellen können.

In Köln gibt es eine umfangreiche lokale ÖV-Priorisierung für Busse und Stadtbahnen. Während die Positionen der Stadtbahnen über Koppelpulen im Gleisbett erfasst werden, verwenden die Busse Bake-Funk-Systeme (Digitalfunk).

### 5.5.1.2 Lichtsignalsteuerungszentrale

Die 2018 - 2019 erneuerte Lichtsignalsteuerungszentrale der Stadt Köln ist mit der Software Sitraffic Scala der Firma Siemens realisiert.

Sie besteht aus einem Verkehrsrechner-Kernsystem, das mit 5 LSA-Kommunikations-Systemen verbunden ist.

Über diese LSA-Kommunikations-Systeme können in der Feldebene Lichtsignalanlagen mit den Feldgeräteschnittstellen AKP/SKP, BEFA12, BEFA 15, NKOM, XKOM, CANTO und den OCIT-O Versionen V1.1 und V2.0 angeschlossen werden, siehe Abbildung 38: Systemlandschaft Verkehrstechnik der Stadt Köln.

Zukünftige LSA werden ausschließlich über OCIT-O an die LStZ angeschlossen.

Das Verkehrsrechner-Kernsystem stellt einen Prozessdatenserver (PD-Server) bereit, der zukünftigen externen Systemen die Verkehrsdaten der LStZ über die OCIT-C Schnittstelle bereitstellt.

### 5.5.1.3 Verkehrsingenieursarbeitsplatz (VIAP)

Die Stadt Köln nutzt zur Planung der LSA-Steuerungen sowie der Bereitstellung von LSA-Versorgungsdaten die Verkehrsingenieursarbeitsplätze Sitraffic OFFICE (Hersteller Firma Siemens) sowie VS WorkSuite (Hersteller Verkehrs-Systeme AG).

Das Verkehrsplanungssystem VS WorkSuite wird zur Planung von verkehrsabhängigen VS-PLUS-Steuerungen genutzt. VS WorkSuite kann offline Versorgungsdaten aus dem Verkehrsplanungssystem Sitraffic OFFICE übernehmen (Grundplanung) und Versorgungsdaten der verkehrsabhängigen VS-PLUS-Steuerungen offline an Sitraffic OFFICE übergeben.

VS WorkSuite wird lediglich für Bestands-LSA verwendet, neue LSA werden ausschließlich mit Sitraffic OFFICE geplant.

Folgende Hauptfunktionen werden mit Sitraffic Office abgedeckt:

- Erstellung der LSA-Grundplanung
- Planung verkehrsabhängiger LSA-Signalprogramme mit PDM
- Koordinierung (Grüne Wellen)
- Anschluss an das Verkehrsrechner-Kernsystem über OCIT-C VD zur OCIT-konformen Anwenderversorgung (ausgenommen LSA-Kommunikationssystem mit Schnittstellen AKP/SKP)
- Erstellung MAP

### 5.5.1.4 Versorgungsdaten-Server (VD-Server)

Ein OCIT VD-Server ist in Köln vorhanden.

### 5.5.1.5 Verkehrsmanagementzentrale

Die Stadt Köln richtet derzeit eine Verkehrs- und Tunnelleitzentrale im 24h Betrieb ein.

Das Verkehrsmanagementsystem (VMS) und das Lichtsignalsteuerungssystem sind unter Sitraffic Concert vereint.

An das VMS sind verschiedene von der Stadt Köln betriebene Systeme zur Verkehrssteuerung, Verkehrlenkung und Verkehrsdatenerfassung angeschlossen, z.B. das Parkleitsystem. Das Subsystem für Variotafeln wird über OCIT-C an das VMS angebunden.

### Schnittstellenserver Open Data:

Die Stadt Köln betreibt einen stadtweiten Schnittstellenserver Open Data, siehe <https://www.offenedaten-koeln.de>.

Unter der Lizenz [Creative Commons Namensnennung 3.0 DE](#) werden auch verkehrliche Daten bereitgestellt, u.a. Verkehrsaufkommen, Verkehrsbeeinträchtigungen, Standorte der LSA, P&R, Parkhausbelegung, Radverkehrszählstellen.

#### **Verkehrsinformationszentrale:**

Eine Anbindung an den MDM wurde Ende 2019 realisiert. Es werden Parkdaten, Baustelleninformationen, Veranstaltungen und Sensorikdaten georeferenziert über den MDM bereitgestellt. Die Baustellen werden zuvor von der Baustellenverwaltungssoftware VIA Baustelle in das VMS System automatisiert übertragen.

#### *5.5.1.6 IRS und Schaltzeitprognosedienst*

Im Projekt „C-ITS Aufrüstung für die LSA Spessartstraße“ wird aktuell durch die Projektpartner Ford und AVT STOYE eine LSA im Stadtgebiet Köln mit einer IRS ausgestattet. Diese LSA sendet die ETSI-Daten SPATEM und MAPEM an Ford-Fahrzeuge aus.

Die SPATEM stammt aus einem zentralen Schaltzeitprognosedienst und ist ein Beispiel für den IVS-Dienst Ampelphasenassistent, Variante 2: Prognoseerstellung in der Zentrale und dezentrale Verbreitung, siehe Abschnitt 4.2.3.

#### *5.5.2 Aktuelle IVS Capability-Matrix der Stadt Köln*

Die nachfolgende Matrix zeigt, welche IVS-Capabilities bei der Stadt Köln aktuell vorhanden sind und welche kooperativen IVS-Dienste damit betrieben werden können.

Die verschiedenen Capabilities der Stadt Köln werden im Anschluss näher beschrieben.

IVS-Capability-Matrix Stadt Köln		LSA-Prozessdaten				Geringe Latenz	DVK für LSA-Versorgungsdaten	IRS-Ausstattung	Public Key Infrastruktur (PKI)	MDM-Anbindung	Netzversorgung (Netzgraph)
		OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1	OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1	OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0	OCIT-O V3.X / OCIT-C V2.X						
IVS-Dienst ↓	IVS-Capability →										
<b>Ampelphasenassistent</b>											
Variante 1: Zentrale / Zentrale		●	●			●	●			●	●
Variante 2: Zentrale / IRS				●		●	●	●	●	●	●
Variante 3: IRS / IRS				●			●	●	●		
Variante 4: IRS / Zentrale				●		●	●	●		●	●
<b>Anmeldung V2I</b>											
Variante 1: Back-End / Zentrale			●	●		●	●			●	●
Variante 2: IRS / Zentrale				●	●	●	●	●	●	●	●
Variante 3: IRS / IRS				●			●	●	●		
<b>Strategiemangement-Schaltung I2V</b>											
Variante 1: Zentrale / Zentrale										●	●
Variante 2: Feldgerät / IRS								●	●		
Variante 3: Zentrale / IRS				●	●			●	●	●	●

Erklärung: ● = benötigt, ● = benötigt für bestimmte Optionen  
 ● = vorhanden ● = nicht vorhanden ● = teilweise vorhanden

**Tabelle 16: IVS-Capability-Matrix der Stadt Köln**

### 5.5.3 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 verfügbar

Diese IVS-Capability ist in Köln teilweise vorhanden.

Die Lichtsignalsteuerungsgeräte können mit OCIT-O V1.1, OCIT-O V2.0 oder CANTO an der LStZ angebunden werden.

Alle, mit diesen Protokollen angebunden LSA stellen LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 in der Zentrale zur Verfügung.

Die LStZ selbst hat eine OCIT-C V1.1 Schnittstelle, über die Daten abgerufen werden können.

#### 5.5.4 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1 verfügbar

Diese IVS-Capability ist in Köln teilweise vorhanden.

Die Lichtsignalsteuerungsgeräte können mit OCIT-O V2.0 oder CANTO an der Lichtsignalsteuerungszentrale angebunden werden.

Alle, mit diesen Protokollen angebunden LSA stellen LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1 in der Zentrale zur Verfügung.

#### 5.5.5 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0 verfügbar

##### 5.5.5.1 Ist-Zustand

Diese IVS-Capability ist aktuell in Köln nicht vorhanden.

##### 5.5.5.2 GAP-Analyse

Mittelfristig will Köln diese Fähigkeit erreichen, Vorbereitungen sind am Laufen.

#### 5.5.6 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.X / OCIT-C V2.X verfügbar

Diese IVS-Capability ist aktuell in Köln nicht vorhanden.

#### 5.5.7 IVS-Capability Geringe Latenz bei LSA-Prozessdaten vorhanden

##### 5.5.7.1 Ist-Zustand

Diese IVS-Capability ist aktuell in Köln nicht vorhanden.

##### 5.5.7.2 GAP-Analyse

Köln plant diese IVS-Capability für OCIT und CANTO-LSA zu erreichen, in dem der Anschluss der LSA an die Lichtsignalsteuerungszentrale umkonfiguriert wird. Für viele LSA ist es möglich, dass die LSA-Prozessdaten event-basiert übertragen werden.

Nach der Umkonfiguration sind für OCIT und CANTO LSA Latenzen zwischen 3-5 Sekunden zu erwarten.

#### 5.5.8 IVS-Capability DVK für LSA-Daten vorhanden

##### 5.5.8.1 Ist-Zustand

Um diese IVS-Capability vollumfänglich zu erfüllen, muss die Stadt Köln folgende 6 Teilfähigkeiten erfüllen:

Nr.	Teilfähigkeit	Umsetzung in Köln
1	Aktuelle OIVD-Dateien oder OCVD-Dateien von allen LSA zentral vorhanden	Für einen Großteil der LSA vorhanden (OCIT+CANTO LSA)
2	Aktuelle Lagepläne von allen LSA zentral vorhanden (als Bild oder digitalisiert)	Vorhanden
3	Gewährleistung mit Hilfe einer Software, z.B. mittels eines OCIT VD-Servers, dass der aktuelle Versorgungsstand in der Zentrale (OIVD-Datei) auch dem Versorgungsstand im Gerät entspricht.	In Köln ist ein OCIT VD-Server vorhanden, aber aktuell noch nicht in Betrieb.
4	Aktuelle MAP-Dateien von allen LSA zentral vorhanden	Nicht vorhanden.
5	Alle stadtinternen Systeme, wie z.B. die Licht-	Vorhanden

	signalsteuerungszentrale oder das Verkehrsmanagementsystem sind stets auf dem aktuellen Versorgungsstand	
6	Aktuelle Versorgungsdaten (Lagepläne, OIVD-Dateien, MAP) können zentral (über den MDM) an externe Service-Provider bereitgestellt werden	Nicht vorhanden.

**Tabelle 17: IVS-Capability Köln DVK für LSA-Daten vorhanden**

### 5.5.8.2 GAP-Analyse

- Es ist die Einführung des bereits vorhandenen VD-Servers für neue LSA geplant.
- Die Erstellung von MAP-Dateien ist bereits in der Umsetzung.
- Es ist weiterhin geplant, aktuelle Versorgungsdaten zentral über den MDM bereitzustellen, sobald die notwendige Spezifikation, wie die Informationen der DVK über den MDM bereitzustellen sind, erstellt wurde, siehe Abschnitt 6.3 „Handlungsvorschläge an das BMVI“.

### 5.5.9 IVS-Capability IRS-Ausstattung vorhanden

#### 5.5.9.1 Ist-Zustand

Diese IVS-Capability ist aktuell in Köln nicht vorhanden.

#### 5.5.9.2 GAP-Analyse

Momentan ist die flächendeckende Einführung von IRS nicht geplant, allerdings finden vorbereitende Tätigkeiten in der Stadt Köln statt. So wird z.B. aktuell im Projekt „C-ITS Aufrüstung für die LSA Spesartstraße“ eine LSA im Stadtgebiet mit einer IRS ausgestattet.

### 5.5.10 IVS-Capability Public Key Infrastruktur (PKI) vorhanden

#### 5.5.10.1 Ist-Zustand

Derzeit nicht vorhanden.

#### 5.5.10.2 GAP-Analyse

Da in Köln eine flächendeckende Ausstattung von LSA mit IRS nicht geplant ist, ist auch eine Public Key Infrastruktur (PKI) nicht notwendig und auch nicht geplant.

### 5.5.11 IVS-Capability MDM-Anbindung vorhanden

Diese IVS-Capability ist aktuell in Köln teilweise vorhanden.

Um diese IVS-Capability vollumfänglich zu erfüllen, muss die Stadt Köln folgende 2 Teilfähigkeiten erfüllen (die dritte Teilfähigkeit ist optional):

Nr.	Teilfähigkeit	Umsetzung in Köln
1	MDM-Exportschnittstelle vorhanden über standardisierte DATEX II MDM-Datenmodelle	Seit Ende 2019 vorhanden. Es werden dann Parkdaten, Baustelleninformationen, Veranstaltungen und Sensorikdaten über den MDM bereitgestellt.
2	Unterstützung verschiedener statischer (ALERT-C) und/oder dynamische Referenzierungen (ISO 191148, OPENLR) in der Exportschnittstelle	Die Referenzierung erfolgt über WGS84 Koordinaten.

3	Optional: MDM-Importschnittstelle vorhanden über standardisierte DATEX II Datenmodelle	Nicht vorhanden.
---	--	------------------

### 5.5.12 IVS-Capability Netzversorgung (Netzgraph) und Georeferenzierung verfügbar

Diese IVS-Capability ist aktuell in Köln teilweise vorhanden.

Um diese IVS-Capability vollumfänglich zu erfüllen, muss die Stadt Köln folgende 2 Teilfähigkeiten erfüllen (die dritte Teilfähigkeit ist optional):

Nr.	Teilfähigkeit	Umsetzung in Köln
1	Vorhandensein eines aktuell gepflegten Knoten-Kanten-Modells (Netzgraph)	Es ist ein Netzgraph auf Basis von OpenStreetMap (OSM) vorhanden.
2	Die Fähigkeit, vorhandene und auf dem eigenen Netzgraphen verortete Informationen über verschiedene statische (ALERT-C) und/oder dynamische Referenzierungen (ISO 191148, OPENLR) abzugeben	Die Referenzierung erfolgt über WGS84 Koordinaten.
3	Optional: Die Fähigkeit, fremde Informationen, die über verschiedene statische (ALERT-C) und/oder dynamische Referenzierungen (ISO 191148, OPENLR) angeboten werden, auf den eigenen Netzgraphen zu verorten	Nicht vorhanden

## 5.6 Landeshauptstadt München

### 5.6.1 Beschreibung der Systemlandschaft Verkehrstechnik

Grundlage der nachfolgenden Bestandsaufnahme ist das von der Landeshauptstadt München (LHM) bereitgestellte Dokument Verkehrsdatenerfassung und -austausch (VDE/VDA) vom 16.08.2012, nachfolgend als „VDE/VDA München“ bezeichnet.

Die folgende Abbildung zeigt die derzeitige „Systemlandschaft Verkehrstechnik“ der Landeshauptstadt München (LHM):

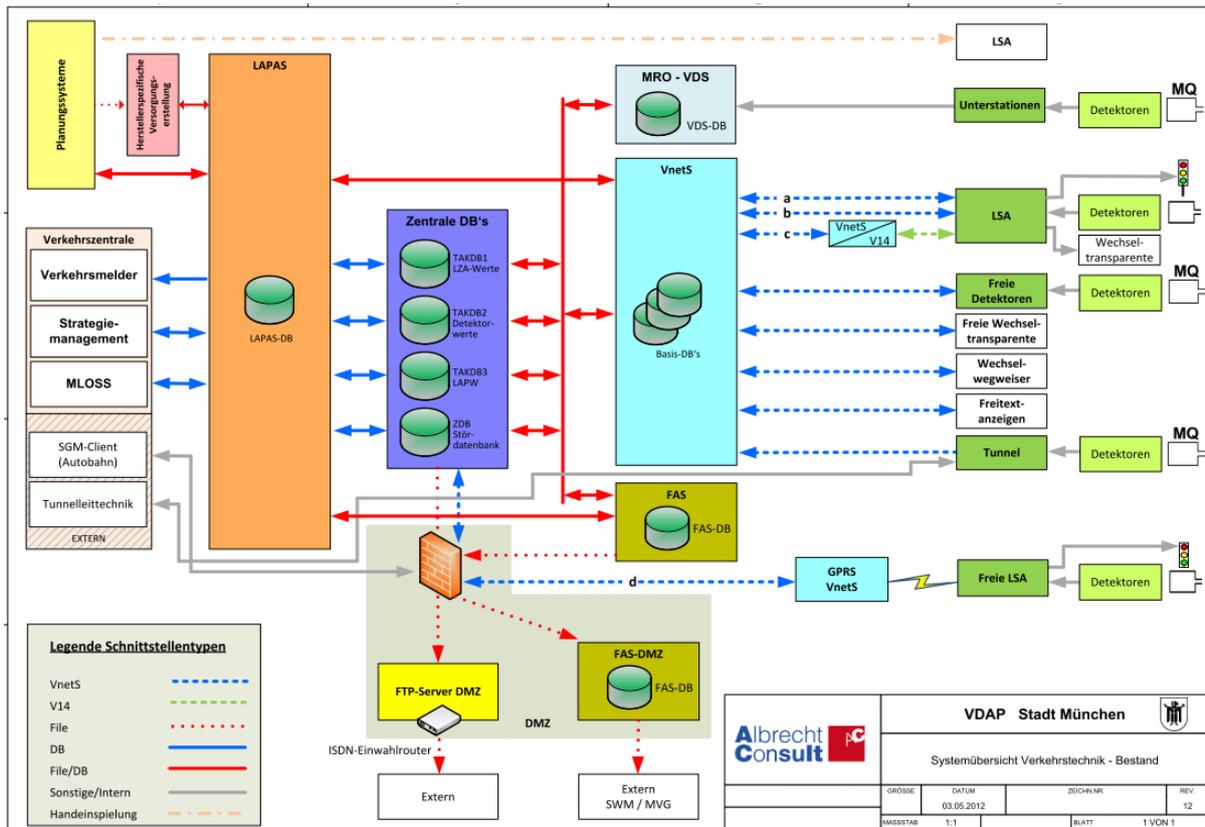


Abbildung 40: Systemlandschaft Verkehrstechnik – Bestand aus VDE/VDA München

Die Einordnung der Teilsysteme der Landeshauptstadt München in das DiKoVe-Modell ergibt folgende Abbildung.

Dabei stellen die nicht gestrichelten blauen und grünen Teilsysteme den aktuellen Stand bei der LHM dar, der nachfolgend genauer beschrieben wird. Die gestrichelt dargestellten Teilsysteme zeigen die möglichen Erweiterungen für kooperative Dienste, externe Teilsysteme sind rot gezeichnet.



VnetS gegeben, siehe dazu Abschnitt 5.6.3.

In München gibt es eine umfangreiche lokale ÖV-Priorisierung für Busse und Straßenbahnen über ein GPS-basiertes System mit Meldepunkten über Funktechnik.

#### 5.6.1.2 Lichtsignalsteuerungszentrale

Die LStZ in der LHM ist mit der Software Verkehrsnetzsteuerungssystem (VnetS) realisiert. VnetS wurde ursprünglich von der Firma GESIG (<https://www.gesig.de>) entwickelt. Den Betrieb der Software und auch evtl. anfallende Weiterentwicklungen führt die LHM selbständig mit eigenem Personal durch.

Das Teilsystem LStZ besteht aktuell aus 12 VnetS-Gebietszentralen, die folgende Funktionen bereitstellen:

- Kommunikation mit den Erfassungsgeräten in der Feldebene (LSA)
- Datenzwischenspeicherung in „Basisdatenbanken“ sowie als Dateien.  
Die VnetS-Gebietszentralen beinhalten jeweils eine sogenannte Basisdatenbank, in der u.a. auch die Verkehrsdaten aller angeschlossenen Feldgeräte abgelegt werden.
  - Erzeugung von Rohdatendateien für die Kommunikation zwischen LSA und VnetS-Gebietszentrale (z. B. manuelle Schaltungen, Störungsmonitor, Sternkoppler, KPM-Sammlung)
  - Anlagenversorgung (VXB, FT, SSL, ODV)
  - Detektorkonfiguration

Die Systemlandschaft der LHM beinhaltet mehrere zentrale Datenbanken (bezeichnet als „Zentrale DB's“):

- TAKDB1 – LSA-Werte
- TAKDB2 – Detektorwerte
- TaKDB3 – Lastabhängige Programmwahl LAPW
- ZDB – Stördatenbank

Jede Datenbank stellt hierbei zum einen Funktionalitäten zur Datenspeicherung bereit und realisiert zum anderen Anwendungsfunktionen (PL / SQL-Prozeduren / Funktionen, ausgeführt über Datenbankjobs):

- Datensammler  
Diese Anwendungsfunktionen lesen Daten aus den Basisdatenbanken aller VnetS Gebietszentralen aus und legen diese Daten ab
- Datenverteiler an alle VnetS-Gebietszentralen  
Die „Zentralen DB's“ fungieren als bidirektionaler Datenverteiler zwischen den eigenen Datenbanken und den 12 Basisdatenbanken der VnetS-Gebietszentralen.
- Archivierung
- Störungsüberwachung

Zudem wird in München mittels des „Funktionsüberwachungs- und Analysesystems“ FAS die Qualität der ÖV-Beschleunigung überwacht. FAS greift hierzu auf die in den VnetS-Gebietszentralen abgelegten KPMs der LSA-Steuergeräte zu.

### 5.6.1.3 Verkehrsingenieursarbeitsplatz (VIAP)

Als VIAP ist in München die aktuelle Version der Software CROSSIG der Firma GEVAS software im Einsatz. Informationen zu CROSSIG sind im Internet unter <https://gevas.eu/portfolio-items/crossig/> zu finden.

Folgende Hauptfunktionen werden mit CROSSIG abgedeckt:

- Erstellung der LSA-Grundplanung
- Planung verkehrsabhängiger LSA-Signalprogramme
- Koordinierung (Grüne Wellen)
- GIS-basierte Versorgung von LSA-Objekten im Lageplan (wird aktuell nicht verwendet)
- Erstellung von MAP (wird aktuell nicht verwendet, da keine GIS-basierte Versorgung)
- OCIT-VD Schnittstellen (nicht im Einsatz, da kein OCIT)
- Export der Versorgungsdaten in den Versorgungsdatenserver (LAPAS)

Für Test- und Simulation von Einzel-LSA und LSA-Netzen ist außerdem die Software PTV VISSIM im Einsatz. Die Signallagepläne werden mit dem CAD-System BRICS-CAD erstellt.

### 5.6.1.4 Versorgungsdaten-Server (VD-Server)

In München ist das Teilsystem VD-Server mit der Software „LichtsignalAnlagen Planungs- und Auskunftssystem“ LAPAS abgedeckt.

LAPAS wurde ursprünglich von der Firma GEVAS software entwickelt. Den Betrieb und die Weiterentwicklung der Software führt die LHM selbständig mit eigenem Personal durch.

LAPAS stellt folgende Funktionen eines VD-Servers bereit:

- Versorgung von LSA (Direktversorgung, Sammelversorgungen)
- Verwaltung (inkl. Archivierung von: Verkehrliche Einrichtungen, VT-Unterlagen, Stammdaten, Dokumentenverwaltung, Ausgabe / Report Erstellung/Statistik)
- Schnittstelle zum VIAP
- Bereitstellung von Konfigurationsdaten über DB- / SQL- File-Schnittstellen an andere Teilsysteme
- Versorgungsüberwachung der Feldgeräte:  
Es erfolgt zyklisch eine Überprüfung der Versorgungsdaten aller LSA-Steuergeräte auf Abweichungen zwischen dem Sollzustand gem. der Versorgung in LAPAS und dem Iststand der LSA-Steuergeräte-Versorgung.

LAPAS stellt zudem Funktionen bereit, die über einen klassischen VD-Server hinausgehen und speziell auf die Prozesse der LHM abgestimmt sind:

- Darstellung/Abfrage (aktuelle Daten, Störungen)
- Projektierung (Anordnungsabwicklung, Projektverwaltung)
- Schaltung von Feldgeräten
- Strategiemangement
- Auswertungen (Detektoren, Schaltzeiten, Ereignisse)
- Grüne Welle (Planung, Verwaltung, Evaluierung)
- Beschwerdemanagement
- Bauprogramm

### 5.6.1.5 Verkehrsmanagementzentrale

Die LHM betreibt eine Verkehrszentrale. Ein Team aus Mitarbeitern des Kreisverwaltungsreferats (KVR), des Baureferats und der Polizei überwacht hier im 24h Betrieb mit mindestens 3 Mitarbeitern die Straßen und Tunnel der LHM.

#### **Schnittstellenserver Open Data:**

Der Datenaustausch mit Externen findet aktuell über folgende Prozesse statt:

- Schnittstellenserver über Zentrale DBs (die Zentralen DBs sind in Abschnitt 5.6.1.2 Lichtsignalsteuerungszentrale beschrieben):  
Externen Nutzern werden Verkehrsdaten über einen in einer DMZ angesiedelten ftp-Server in Form von Text-Dateien bereitgestellt. Die Text-Dateien werden durch eine Prozedur der „Zentralen DB's" alle 2 Minuten erzeugt und mit einem separat agierenden JAVA-Programm spätestens nach 10 Sekunden zum ftp-Server in der DMZ kopiert. Die Zugriffsrechte der Externen Benutzer sind im ftp-Server in der DMZ geregelt.
- Dieses System wird Zug um Zug mittels einer MDM-Anbindung abgelöst. Dazu werden im ersten Schritt die Detektionsdaten an den MDM im standardisierten DATEX II Format übermittelt. Da keine Verkehrsmanagementsoftware mit einem Netzgraphen in der LHM vorhanden ist, kann als Georeferenzierung nur auf einfache Formate wie Koordinaten zurückgegriffen werden.
- Weitere Daten, z.B. die vorhandenen LSA-Prozessdaten oder zukünftig vorhandene MAP-Dateien können generisch über das sogenannte Container-Format zum MDM übertragen werden.

#### **Verkehrsinfozentrale:**

Der Austausch von Verkehrsmeldungen findet über die Software LAPAS statt. Hier werden durch die Mitarbeiter in der Verkehrsleitzentrale Verkehrsinformationen eingetragen und per E-Mail an die Radio-Stationen weitergegeben. Eine Georeferenzierung auf einem Netzgraphen findet nicht statt.

Ein eigenes Webportal für Verkehrsinformationen wird von der Landeshauptstadt München nicht betrieben.

In der Verkehrsleitzentrale werden zusätzlich im Rahmen des Verkehrswarndienstes von der Polizei manuell eingegebene Verkehrsmeldungen georeferenziert im TIC-System erfasst und an die Landesmeldestelle Bayern gesendet.

### 5.6.2 Aktuelle IVS Capability-Matrix der Landeshauptstadt München

Die nachfolgende Matrix zeigt, welche IVS-Capabilities bei der Landeshauptstadt München (LHM) aktuell vorhanden sind und welche kooperativen IVS-Dienste damit betrieben werden können.

Die verschiedenen Capabilities der Stadt München werden im Anschluss näher beschrieben.

**Anmerkung:** Die Landeshauptstadt München konzentriert sich in diesem Projekt auf den IVS-Dienst Ampelphasenassistent in der Variante 1, Erstellung der LSA-Prognose in der Zentrale und Bereitstellung über die Zentrale. Daher sind in der nachfolgenden IVS-Capability-Matrix die benötigten IVS-Capabilities der anderen IVS-Dienste ausgegraut.

IVS-Capability-Matrix Stadt München		LSA-Prozessdaten					DVK für LSA-Versorgungsdaten	IRS-Ausstattung	Public Key Infrastruktur (PKI)	MDM-Anbindung	Netzversorgung (Netzgraph)
		OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1	OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1	OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0	OCIT-O V3.X / OCIT-C V2.X	Geringe Latenz					
IVS-Dienst ↓	IVS-Capability →										
<b>Ampelphasenassistent</b>											
Variante 1: Zentrale / Zentrale		●	●			●	●			●	
Variante 2: Zentrale / IRS				●		●	●	●	●	●	
Variante 3: IRS / IRS				●		●	●	●			
Variante 4: IRS / Zentrale				●		●	●	●	●	●	
<b>Anmeldung V2I</b>											
Variante 1: Back-End / Zentrale			●	●		●	●			●	
Variante 2: IRS / Zentrale				●	●	●	●	●	●	●	
Variante 3: IRS / IRS				●		●	●	●			
<b>Strategiemanagement-Schaltung I2V</b>											
Variante 1: Zentrale / Zentrale									●	●	
Variante 2: Feldgerät / IRS							●	●			
Variante 3: Zentrale / IRS				●	●		●	●	●	●	

Erklärung: ● = benötigt, ● = benötigt für bestimmte Optionen  
 ● = vorhanden ● = nicht vorhanden ● = teilweise vorhanden

Tabelle 18: IVS-Capability-Matrix der Landeshauptstadt München

### 5.6.3 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 verfügbar

#### 5.6.3.1 Ist-Zustand

Diese IVS-Capability ist bei der Landeshauptstadt München (LHM) aktuell nicht vorhanden.

In der LHM werden zur Kommunikation der LStZ mit den Lichtsignalanlagen keine OCIT-Schnittstellen verwendet, sondern die offene VnetS Schnittstelle. VnetS weist im Vergleich zu OCIT einige Einschränkungen auf. So ist in VnetS z.B. vorgesehen, dass nur Minutenwerte von Detektorzählwerten von den LSA zur LStZ übertragen werden können. Detektorflanken, aktuelle Signalbilder, Marken (Variablen, ähnlich OCIT-AP-Werte) etc. werden nicht in die Zentrale übertragen. Auch eine Übertragung von C-ITS Daten basierend auf den ETSI Nachrichtentypen MAP, SPaT, DENM und CAM ist mit VnetS nicht möglich.

Über sogenannte „Komprimierte Meldungen“ (KPM) können weitere Datenarten, wie z.B. ÖV-Telegramme, teilweise auch Detektorflanken, von den LSA zur Zentrale übertragen werden. Die von den LSA-Steuergeräten am Ende des jeweiligen Umlaufs erzeugten KPMs werden als Dateien in der jeweiligen VnetS-Gebietszentrale abgelegt und werden dort u.a. zur Überwachung der Funktionsfähigkeit der ÖV-Beschleunigung verwendet.

Im Anhang in Abschnitt 7.3.4 ist ein Funktionsvergleich VnetS vs. OCIT-O V1.1 vs. V2.0 vs. V3.0 vs. OCIT-O Car enthalten, der die Funktionalität der VnetS Schnittstelle und die Unterschiede zu den verschiedenen OCIT Versionen detailliert darstellt.

Da die LSA-Prozessdaten erst am Ende des LSA-Umlaufs und somit für die meisten kooperativen IVS-Dienste viel zu spät und damit praktisch nicht verfügbar sind, ist die IVS-Capability „LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 verfügbar“, in München nicht vorhanden.

Zudem weist das vorhandene LSA-Kommunikationsnetz in München altersbedingt Einschränkungen auf, die insbesondere das übertragbare Datenvolumen stark reduzieren. Dies führt dazu, dass teilweise die für die Rohdatenübertragung erforderliche Übertragungsbandbreite nicht bereitgestellt werden kann, siehe Abschnitt 5.6.1.1.

#### 5.6.3.2 GAP-Analyse

Um diese IVS-Capability zu erreichen, sind umfangreiche Änderungen an der Systemlandschaft Verkehrstechnik in München notwendig.

Zunächst einmal müssen die LSA auf OCIT-O V1.1 hochgerüstet werden. Ob dies bei den vorhandenen LSA-Steuergeräten möglich ist, muss mit den jeweiligen Herstellern geklärt werden. Bei älteren Geräten ist dies vermutlich nicht möglich und die LSA sind somit neu zu beschaffen.

Weiterhin ist zentralenseitig eine OCIT-Lichtsignalsteuerungszentrale zu erwerben.

Zusätzlich ist in München noch das Problem mit dem LSA-Kommunikationsnetz zu beachten. Da dies nicht in kurzer Zeit flächendeckend ertüchtigt werden kann, ist ein Weg über Mobilfunk (LTE, zukünftig 5G) in Betracht zu ziehen. Die Sicherheit kann man hier ebenfalls gewährleisten, indem man z.B. eine Closed User Group bei einem Mobilfunkbetreiber beauftragt.

Eine alternative Variante ist, VnetS als Kommunikationsprotokoll zu belassen und zusätzlich einen lesenden Zugriff über OCIT-O zu realisieren.

Dies bedeutet, dass die LSA weiterhin nur über VnetS gesteuert werden. Zusätzlich zu VnetS senden die LSA die Prozessdaten aber auch über das OCIT-O Protokoll zu einer OCIT-Lichtsignalsteuerungszentrale. Dadurch kann die fehlende Funktionalität „LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V1.1

/ OCIT-C V1.1 verfügbar“ zumindest für den IVS-Dienst Ampelphasenassistent in der Variante 1, „Erstellung der LSA-Prognose in der Zentrale und Bereitstellung über die Zentrale“, mit geringerem Aufwand realisiert werden, ohne dass die zentralen Softwarebausteine und die sonstigen Prozesse der LHM angepasst werden müssen.

Bei den LSA der Firma AVT STOYE ist diese alternative Variante technisch relativ leicht umsetzbar.

**Anmerkung:** Wenn man LSA und LStZ aufrüstet, um die IVS-Capability „LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 verfügbar“, zu erlangen, ist es sinnvoll, die Aufrüstung so durchzuführen, dass auch die nachfolgenden IVS-Capabilities „LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1 verfügbar“, „LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0 verfügbar“ und „Geringe Latenz bei LSA-Prozessdaten vorhanden“ erlangt werden. Kostenmäßig sollte dies nicht relevant sein, da es sowieso Stand der Technik ist.

#### 5.6.4 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1 verfügbar

Diese IVS-Capability ist bei der Landeshauptstadt München aktuell nicht vorhanden, siehe dazu Abschnitt 5.6.3.

#### 5.6.5 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0 verfügbar

Diese IVS-Capability ist bei der Landeshauptstadt München aktuell nicht vorhanden, siehe dazu Abschnitt 5.6.3.

#### 5.6.6 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.X / OCIT-C V2.X verfügbar

Diese IVS-Capability ist bei der Landeshauptstadt München aktuell nicht vorhanden, siehe dazu Abschnitt 5.6.3.

#### 5.6.7 IVS-Capability Geringe Latenz bei LSA-Prozessdaten vorhanden

Diese IVS-Capability ist bei der Landeshauptstadt München aktuell nicht vorhanden, siehe dazu Abschnitt 5.6.3.

#### 5.6.8 IVS-Capability DVK für LSA-Daten vorhanden

##### 5.6.8.1 Ist-Zustand

Um diese IVS-Capability vollumfänglich zu erfüllen, muss die Landeshauptstadt München folgende 6 Teilfähigkeiten erfüllen:

Nr.	Teilfähigkeit	Umsetzung in München
1	Aktuelle OIVD-Dateien oder OCVD-Dateien von allen LSA zentral vorhanden	vorhanden
2	Aktuelle Lagepläne von allen LSA zentral vorhanden (als Bild oder digitalisiert)	vorhanden
3	Gewährleistung mit Hilfe einer Software, z.B. mittels eines OCIT VD-Servers, dass der aktuelle Versorgungsstand in der Zentrale (OIVD-Datei) auch dem Versorgungsstand im Gerät entspricht.	In München mittels LAPAS realisiert.
4	Aktuelle MAP-Dateien von allen LSA zentral vorhanden	nicht vorhanden

5	Alle stadtinternen Systeme, wie z.B. die Lichtsignalsteuerungszentrale oder das Verkehrsmanagementsystem sind stets auf dem aktuellen Versorgungsstand	Ist in München so realisiert.
6	Aktuelle Versorgungsdaten (Lagepläne, OIVD-Dateien, MAP) können zentral (über den MDM) an externe Service-Provider bereitgestellt werden	nicht vorhanden.

**Tabelle 19: IVS-Capability München DVK für LSA-Daten vorhanden**

### 5.6.8.2 GAP-Analyse

#### Teilfähigkeit 4: Aktuelle MAP-Dateien von allen LSA zentral vorhanden

Der in München verwendete VIAP CROSSIG ist in der Lage, MAP-Dateien zu exportieren. Dazu muss allerdings noch das entsprechende Modul vom Hersteller beschafft werden.

Voraussetzung dafür ist, dass innerhalb des VIAP die GIS-basierte Versorgung von LSA-Objekten im Lageplan (graphischer Knotenpunkteditor) verwendet wird. Dieses Modul ist in München vorhanden, es wird allerdings noch nicht flächendeckend verwendet.

Bei den mit der Stadt München arbeitenden Ingenieurbüros sollte zur Vorgabe gemacht werden, dass diese für jede Kreuzung eine graphische Versorgung mittels des graphischem Knotenpunkteditors erstellen und der Stadt München übermitteln. Diese kann dann später von der LHM als Grundlage für den MAP-Export verwendet werden. Dieser Export kann jederzeit beliebig per Knopfdruck wiederholt werden, so dass es auch bei einer Änderung des Map-Standards keine Probleme geben sollte.

#### Teilfähigkeit 6: Aktuelle Versorgungsdaten (OIVD-Dateien, MAP, optional Lagepläne) können zentral (über den MDM) an externe Service-Provider bereitgestellt werden

Dies ist bei der LHM zukünftig geplant, sobald die notwendige Spezifikation, wie die Informationen der DVK über den MDM bereitzustellen sind, erstellt wurde, siehe Abschnitt 6.3 „Handlungsvorschläge an das BMVI“.

### 5.6.9 IVS-Capability IRS-Ausstattung vorhanden

Eine Ausstattung von LSA mit IRS ist in München nicht vorhanden und aktuell auch nicht geplant.

### 5.6.10 IVS-Capability Public Key Infrastruktur (PKI) vorhanden

Da in München eine Ausstattung von LSA mit IRS nicht geplant ist, ist auch eine Public Key Infrastruktur (PKI) nicht notwendig und auch nicht geplant.

### 5.6.11 IVS-Capability MDM-Anbindung vorhanden

#### 5.6.11.1 Ist-Zustand

Um diese IVS-Capability vollumfänglich zu erfüllen, muss die Landeshauptstadt München folgende 2 Teilfähigkeiten erfüllen (die dritte Teilfähigkeit ist optional):

Nr.	Teilfähigkeit	Umsetzung in München
1	MDM-Exportschnittstelle vorhanden über standardisierte DATEX II MDM-Datenmodelle	Eine MDM-Exportschnittstelle ist in München vorhanden. Allerdings können nur Detektordaten über das standardisierte DATEX II MDM-Datenmodell exportiert werden.

		Für andere Daten, z.B. LSA-Prozessdaten, wird ein proprietäres Datenformat über das Container-Modell des MDM verwendet.
2	Unterstützung verschiedener statischer (ALERT-C) und/oder dynamische Referenzierungen (ISO 191148, OPENLR) in der Exportschnittstelle	nicht vorhanden
3	Optional: MDM-Importschnittstelle vorhanden über standardisierte DATEX II Datenmodelle	nicht vorhanden

### 5.6.11.2 GAP-Analyse

Die Landeshauptstadt plant zukünftig aktuelle LSA-Versorgungsdaten (OIVD-Dateien, MAP) über den MDM bereitzustellen, siehe Abschnitt 5.6.8.2.

### 5.6.12 IVS-Capability Netzversorgung (Netzgraph) und Georeferenzierung verfügbar

Diese IVS-Capability ist in München aktuell nicht vorhanden.

Für den IVS-Dienst Ampelphasenassistent in der Variante 1, „Erstellung der LSA-Prognose in der Zentrale und Bereitstellung über die Zentrale“ wird diese IVS-Capability nicht unbedingt benötigt und daher im Rahmen dieses Leitfadens für die Landeshauptstadt München nicht betrachtet.

## 5.7 Landeshauptstadt Stuttgart

### 5.7.1 Beschreibung der Systemlandschaft Verkehrstechnik

Die Landeshauptstadt Stuttgart (LHS) gehört zu den in Deutschland besonders stark betroffenen Städten bei den Themen Verkehr und Luftreinhaltung. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass auf Grund einiger Rahmenbedingungen in Stuttgart die Stadt vor eine besondere Herausforderung gestellt ist. Dies basiert u.a. auf folgende Gegebenheiten:

- Schwierige Topografie: Auf Grund der Kessellage und der daraus resultierenden starken Bündelung der Hauptverkehrsstraßen und den zahlreichen Steigungsstrecken sowie der engen Bebauung ergeben sich zum einen überdurchschnittliche Fahrzeugemissionen und zum zweiten eine hohe Schadstoffkonzentration in der Luft entlang den Straßen Stuttgarts.
- Hoher Anteil an Durchgangsverkehr: Mehrere Bundesstraßen führen durch die Stadt, ohne dass leistungsfähige Umfahrungsmöglichkeiten vorhanden wären.
- Windarme Lage: Der Luftaustausch erfolgt durch die windarme Lage – besonders des Stadtzentrums – im Vergleich mit anderen deutschen Großstädten deutlich schwächer, was eine Erhöhung der Luftbelastung in der Stadt bedeutet.

Aus diesem Grund nimmt die Landeshauptstadt Stuttgart am „Sofortprogramm Saubere Luft 2017 bis 2020“ der Bundesregierung teil und erweitert aktuell ihre bestehende Systemlandschaft Verkehrstechnik in zahlreichen Projekten.

Die nachfolgende Beschreibung der Stuttgarter Systemlandschaft Verkehrstechnik bildet den Stand nach Umsetzung dieser aktuellen Projekte ab.

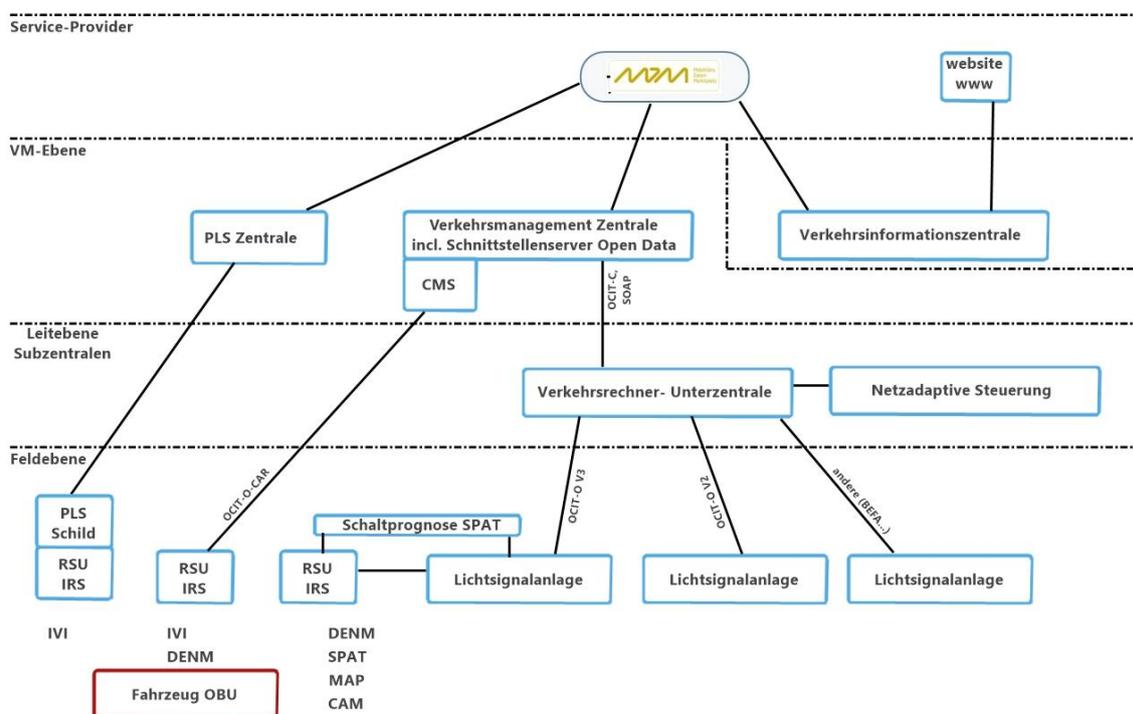
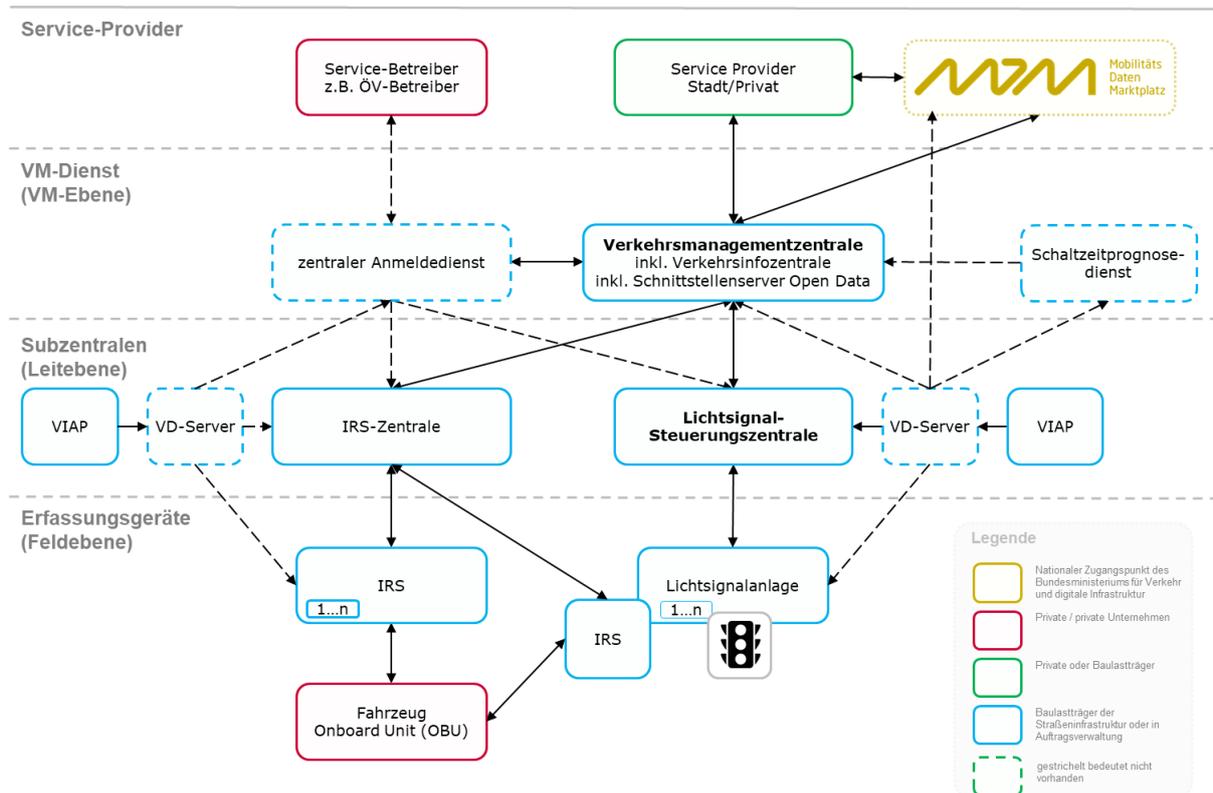


Abbildung 42: Schematische Systemübersicht der Landeshauptstadt Stuttgart – nach Umsetzung der anstehenden Projekte

Die Einordnung der Teilsysteme der Landeshauptstadt Stuttgart in das DiKoVe-Modell zeigt Abbildung 43.

Dabei stellen die nicht gestrichelten blauen und grünen Teilsysteme den aktuellen Stand bei der Landeshauptstadt Stuttgart nach Umsetzung der aktuellen Projekte dar, der nachfolgend genauer beschrieben wird. Die gestrichelt dargestellten Teilsysteme zeigen die möglichen Erweiterungen für kooperative Dienste. Externe Teilsysteme sind rot gezeichnet.



**Abbildung 43: DiKoVe Modell Systemlandschaft Verkehrstechnik der Landeshauptstadt Stuttgart**

Folgende Teilsysteme/Komponenten aus dem DiKoVe Modell sind nach Umsetzung der aktuellen Projekte in der Landeshauptstadt Stuttgart in Betrieb:

### 5.7.1.1 Lichtsignalanlagen

Die Landeshauptstadt Stuttgart betreibt (Stand Anfang 2020) ca. 820 Lichtsignalanlagen. Dieser Bestand gliedert sich auf Anlagen der Firmen Swarco (ca. 50 %), Siemens (ca. 40%) sowie Stührenberg (ca. 5 %) und AVT STOYE (ca. 5%). Anlagen ohne Anbindung an die LStZ sind nur in kleiner Anzahl vorhanden, die in Randbereichen Stuttgarts stehen.

Folgende Schnittstellen sind im Einsatz:

- BEFA Schnittstellen (BEFA 5 bis BEFA 15): 30%
- MDEK 5%
- ASE 7%
- OCIT 53%
- Anlagen über Mobilfunkanbindung 5%

Bei jeder Anlagenerneuerung wird auf den proprietären Anschluss zugunsten eines OCIT-Anschlusses verzichtet. So verschwinden die proprietären Anschlüsse nach und nach.

### 5.7.1.2 IRS

Aktuell sind in Stuttgart ca. 22 IRS von Siemens, Swarco und Stührenberg in Betrieb, weitere 20 sind in der Umsetzung und weitere ca. 60 geplant.

Die IRS sind direkt an die LSA angebunden und berechnen LSA-Schaltzeitprognosen im SPAT-Format. Hierfür müssen entsprechende Parameter vom Verkehrsingenieursarbeitsplatz (VIAP) erstellt werden. Diese müssen dann entsprechend in der Steuerung ausgegeben und von den IRS in die SPaT integriert werden.

Die IRS sind teilweise zur Betriebsüberwachung über OCIT-O V3.0 an eine IRS-Zentrale angebunden.

In Stuttgart ist weiterhin ein Teil der Parkanzeiger mit IRS ausgestattet, die Nachrichten vom Typ IVI versorgen können. Über diesen Weg werden die Schilderhalte der Parkanzeiger maschinenlesbar an den Verkehrsteilnehmer kommuniziert. Diese IRS sind über eine proprietäre Schnittstelle an das Parkleitsystem angebunden.

### 5.7.1.3 Lichtsignalsteuerungszentrale

Die Lichtsignalanlagen teilen sich auf insgesamt 8 Unterzentralen auf, die geografisch über das ganze Stadtgebiet verteilt sind. Diese Unterzentralen bestehen aus Lichtsignalsteuerungszentralen der Firmen Siemens (6x), Swarco (1x) und Fa. MSW Verkehrstechnik GmbH (1x). Darüber hinaus gibt es auch noch 10 Lichtsignalanlagen am Stuttgarter Flughafen / Messe (Unterzentrale 4 Flughafen / Messe), die aber nicht unter der Administration der Landeshauptstadt Stuttgart stehen.

#### Aufteilung der LSA nach Unterzentralen

- Unterzentrale 1: 182 LSA (Rechner Fa. Siemens)
- Unterzentrale 2: 142 LSA (Rechner Fa. Siemens)
- Unterzentrale 3: 58 LSA (Rechner Fa. MSW Verkehrstechnik)
- Unterzentrale 4: 10 LSA (Fremdsystem, unter Verwaltung Flughafen / Messe)
- Unterzentrale 5: 125 LSA (Rechner Fa. Swarco)
- Unterzentrale 6: 38 LSA (Rechner Fa. Siemens)
- Unterzentrale 7: 79 LSA (Rechner Fa. Siemens)
- Unterzentrale 8: 65 LSA (Rechner Fa. Siemens)
- Unterzentrale 9: 119 LSA (Rechner Fa. Siemens)

Die Unterzentralen speichern dabei die Daten der angeschlossenen LSA im Verkehrsdatenspeicher. Die Daten werden hierbei in binäre Dateien geschrieben, die Tag-genau erzeugt werden.

#### Beschreibung der Zentrale

In der Zentrale ist der Datenkonzentrator (Siemens Sitraffic Scala) über das OCIT-C-Protokoll mit den 6 Siemens Unterzentralen verbunden und sammelt Betriebsmeldungen der LSA, diese werden ins Betriebsmeldearchiv geschrieben. Die „Nicht-Siemens“-Unterzentralen 3, 4 und 5 sind über OCPI V1-Protokoll mit der Zentrale gekoppelt.

Versorgungsdateien der LSA sind auf einem CONFIG-Server in einer Config-Datenbank gespeichert.

Die Unterzentrale 5 ist mit einer netzadaptiven Steuerung ausgestattet. Verkehrstechnische Eingangsgrößen, die meist von induktiven Erfassungsstellen stammen, werden durch Algorithmen verarbeitet und Ausgangsgrößen gebildet. Diese Ausgangsgrößen greifen in die Steuerung bestimmter LSA ein (z.B. Grünzeitverlängerungen, Programmumschaltungen). Ziel ist es, entlang einer stark belasteten und stauanfälligen Zufahrtsstrecke einen verkehrstechnisch optimalen Betriebsablauf zu erreichen.

Im ersten Schritt erfolgt dies nur in der Unterzentrale 5 (als Pilot), eine Ausweitung auf andere Unterzentralen ist im Erfolgsfall angedacht.

#### 5.7.1.4 Verkehrsingenieursarbeitsplatz (VIAP)

Die Landeshauptstadt Stuttgart nutzt zur Planung der LSA-Steuerungen sowie der Bereitstellung von LSA-Versorgungsdaten den Verkehrsingenieursarbeitsplatz LISA des Herstellers Schlothauer & Wauer. Das Versorgen einer LSA in der Lichtsignalsteuerungszentrale findet über die Software Sitrafic OFFICE statt.

Ein Steuergerätefernversorgung durch die Stadt ist aktuell nicht möglich.

Folgende Hauptfunktionen werden im VIAP abgedeckt:

- Erstellung der LSA-Grundplanung
- Planung verkehrsabhängiger LSA-Signalprogramme
- Koordinierung (Grüne Wellen)
- Anschluss an die Lichtsignalsteuerungszentrale
- Erstellung von MAP-Versorgungen

#### 5.7.1.5 IRS-Zentrale

Ein in Stuttgart CMS genanntes Modul der Verkehrsmanagementzentrale (VMZ) versorgt die IRS, die über LSA angeschlossen sind. Sie soll zukünftig eine Fernversorgung / Wartung ermöglichen. Über die CMS können zusätzlich Wirkbereiche der IRS eingestellt werden. Auch die PKI soll zukünftig über die CMS abgewickelt werden. Hierüber werden zudem die zeitunkritischen Nachrichtentypen IVI und DENM versorgt.

Die CMS wird außerdem die CAM Nachrichten der Fahrzeuge bündeln und für Auswertungen aufbereiten.

Weitere IRS, welche an keinem anderweitigen System angeschlossen sind (z.B. Tunnel), sollen direkt über OCIT-O-CAR an die CMS angeschlossen werden.

#### 5.7.1.6 Verkehrsmanagementzentrale

Organisatorisch betreibt die Landeshauptstadt Stuttgart seit 2006 ein verkehrsträgerübergreifendes Verkehrsmanagement in der Integrierten Verkehrsleitzentrale (IVLZ) Stuttgart.

Vier Partner sammeln dort umfassend Informationen über die Verkehrslage in Stuttgart:

- das Amt für öffentliche Ordnung der Landeshauptstadt Stuttgart
- das Tiefbauamt der Landeshauptstadt Stuttgart
- die Stuttgarter Straßenbahnen AG
- das Polizeipräsidium Stuttgart

Die Daten laufen in der IVLZ zentral zusammen, werden ausgewertet und bewertet. Anschließend werden Maßnahmen über die verkehrstechnischen Einrichtungen (z. B. dynamische Informationstafeln, Leitsysteme oder flexible LSA-Schaltungen) und Informationssysteme ausgelöst. Die Maßnahmen werden dauerhaft bewertet und bei Bedarf angepasst. Dadurch kann aktiv Einfluss auf den Verkehr genommen werden. Durch den integrativen Ansatz der IVLZ profitiert nicht nur der Individualverkehr, sondern auch der Bus- und Stadtbahnverkehr sowie der Rad- und Fußgängerverkehr in der Landeshauptstadt.

Die IVLZ befindet sich im Gebäude der Leitstelle für Sicherheit und Mobilität in Stuttgart (SIMOS). In diesem Gebäude sind zudem die gemeinsame Leitstelle von Feuerwehr und Rettungsdienst (ILS Stuttgart), sowie der Führungs- und Verwaltungsstab der Landeshauptstadt integriert. So befinden sich alle Institutionen, die für die Mobilität und Sicherheit in Stuttgart verantwortlich sind, an einem Ort. Die positiven Wirkungen reichen von der gemeinsamen Nutzung der technischen Infrastruktur bis

zur schnellen und unbürokratischen Kommunikation und schnellen Reaktionszeiten in Bezug auf alle Verkehrsarten und die Sicherheit.

Die Digitale Lagekarte bildet das softwaretechnische Grundgerüst für die Integration und Verarbeitung von Verkehrsdaten sowie für die digitalen Steuerungsprozesse in der IVLZ. Die Digitale Lagekarte vereint als übergeordnete Oberfläche die verkehrstechnischen Systeme mit den statischen und dynamischen Daten der Verkehrsinformations- und Genehmigungssysteme. Zudem werden alle relevanten Daten der IVLZ-Partner und weiterer Institutionen auf dieser Oberfläche gebündelt, um ein umfassendes Bild aller für die Verkehrssteuerung und –lenkung relevanter Informationen zu erhalten und damit zielgerichtet Maßnahmen ergreifen zu können.

Neben der IVLZ als organisatorische und steuernde Zentrale existiert in Stuttgart eine rein softwaretechnische Verkehrsmanagementzentrale (VMZ). Diese VMZ bündelt die Administration der einzelnen LSA-Unterkentralen. Hier laufen sämtliche Informationen aus den einzelnen Lichtsignalsteuerungs-Unterkentralen und auch die Daten der freien Messstellen zusammen. Diese technische VMZ bildet für die IVLZ eine der verkehrstechnischen Grundlagen, siehe Abbildung 42: Schematische Systemübersicht der Landeshauptstadt Stuttgart – nach Umsetzung der anstehenden Projekte.

### *5.7.2 Aktuelle IVS Capability-Matrix der Landeshauptstadt Stuttgart*

Die nachfolgende Matrix zeigt, welche IVS-Capabilities bei der Landeshauptstadt Stuttgart aktuell vorhanden sind und welche kooperativen IVS-Dienste damit betrieben werden können.

Die verschiedenen Capabilities der Landeshauptstadt Stuttgart werden im Anschluss näher beschrieben.

IVS-Capability-Matrix Stadt Stuttgart		LSA-Prozessdaten				Geringe Latenz	DVK für LSA-Versorgungsdaten	IRS-Ausstattung	Public Key Infrastruktur (PKI)	MDM-Anbindung	Netzversorgung (Netzgraph)
		OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1	OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1	OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0	OCIT-O V3.X / OCIT-C V2.X						
IVS-Dienst ↓	IVS-Capability →										
<b>Ampelphasenassistent</b>											
Variante 1: Zentrale / Zentrale		●	●			●	●			●	●
Variante 2: Zentrale / IRS				●		●	●	●		●	●
Variante 3: IRS / IRS				●			●	●	●		
Variante 4: IRS / Zentrale				●		●	●			●	●
<b>Anmeldung V2I</b>											
Variante 1: Back-End / Zentrale			●	●		●				●	●
Variante 2: IRS / Zentrale				●	●	●	●	●		●	●
Variante 3: IRS / IRS				●			●	●	●		
<b>Strategiemanagement-Schaltung I2V</b>											
Variante 1: Zentrale / Zentrale										●	●
Variante 2: Feldgerät / IRS							●	●			
Variante 3: Zentrale / IRS				●	●		●	●		●	●

Erklärung: ● = benötigt, ● = benötigt für bestimmte Optionen  
● = vorhanden ● = nicht vorhanden ● = teilweise vorhanden

**Tabelle 20: IVS-Capability-Matrix der Landeshauptstadt Stuttgart**

### 5.7.3 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 verfügbar

Diese IVS-Capability ist in Stuttgart teilweise vorhanden.

Die Lichtsignalsteuerungsgeräte können mit OCIT-O V1.1 oder OCIT-O V2.0 an der Lichtsignalsteuerungszentrale angebunden werden.

Alle mit diesen Protokollen angebunden LSA stellen LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 in der Zentrale zur Verfügung.

Die Lichtsignalsteuerungszentrale selbst hat eine OCIT-C V1.1 Schnittstelle, über die Daten abgerufen werden können.

## 5.7.4 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1 verfügbar

### 5.7.4.1 Ist-Zustand

Diese IVS-Capability ist in Stuttgart teilweise vorhanden.

Die Lichtsignalsteuerungsgeräte können mit OCIT-O V2.0 an der LStZ angebunden werden.

Alle mit diesen Protokollen angebunden LSA können LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1 in der Zentrale zur Verfügung stellen.

## 5.7.5 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.0 / OCIT-C V2.0 verfügbar

### 5.7.5.1 Ist-Zustand

Diese IVS-Capability ist aktuell in Stuttgart teilweise vorhanden. Sie wird an einigen LSA mit integrierten IRS getestet.

### 5.7.5.2 GAP-Analyse

Wenn OCIT-O V3.0 nicht mehr ausschließlich für Pilotanwendungen freigegeben ist und erfolgreiche Tests durch die LHS durchgeführt wurden, soll diese Anbindung bei Erneuerungen zum Einsatz kommen.

Die Lichtsignalsteuerungszentrale wird aktuell auf OCIT-O V3.0 aufgerüstet. OCIT-C V2.0 wird beschafft, sobald vom Hersteller verfügbar.

## 5.7.6 IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.X / OCIT-C V2.X verfügbar

Diese IVS-Capability ist aktuell in Stuttgart nicht vorhanden.

## 5.7.7 IVS-Capability Geringe Latenz bei LSA-Prozessdaten vorhanden

### 5.7.7.1 Ist-Zustand

Diese IVS-Capability ist aktuell in Stuttgart nicht vorhanden.

### 5.7.7.2 GAP-Analyse

Eine Optimierung ist möglich, in dem der Anschluss der LSA an die Lichtsignalsteuerungszentrale umkonfiguriert wird. Für viele LSA ist es möglich, dass die LSA-Prozessdaten event-basiert übertragen werden.

Nach der Umkonfiguration sind für OCIT-LSA Latenzen zwischen 3-5 Sekunden zu erwarten.

## 5.7.8 IVS-Capability DVK für LSA-Daten vorhanden

### 5.7.8.1 Ist-Zustand

Diese IVS-Capability ist in Stuttgart teilweise vorhanden.

Um diese IVS-Capability vollumfänglich zu erfüllen, muss die Landeshauptstadt Stuttgart folgende 6 Teilfähigkeiten erfüllen:

Nr.	Teilfähigkeit	Umsetzung in Stuttgart
1	Aktuelle OIVD-Dateien oder OCVD-Dateien von allen LSA zentral vorhanden	Für einen Großteil der LSA vorhanden (OCIT LSA)
2	Aktuelle Lagepläne von allen LSA zentral vorhanden (als Bild oder digitalisiert)	Vorhanden
3	Gewährleistung mit Hilfe einer Software, z.B. mittels eines OCIT VD-Servers, dass der aktuelle Versorgungsstand in der Zentrale (OIVD-	Nicht vorhanden

	Datei) auch dem Versorgungsstand im Gerät entspricht.	
4	Aktuelle MAP-Dateien von allen LSA zentral vorhanden	Kann bei Bedarf erzeugt werden.
5	Alle stadtinternen Systeme, wie z.B. die Lichtsignalsteuerungszentrale oder das Verkehrsmanagementsystem sind stets auf dem aktuellen Versorgungsstand	Nicht vorhanden
6	Aktuelle Versorgungsdaten (Lagepläne, OIVD-Dateien, MAP) können zentral (über den MDM) an externe Service-Provider bereitgestellt werden	Nicht vorhanden.

**Tabelle 21: IVS-Capability Stuttgart DVK für LSA-Daten vorhanden**

### 5.7.8.2 GAP-Analyse

Es ist geplant, aktuelle Versorgungsdaten zentral über den MDM bereitzustellen, sobald die notwendige Spezifikation, wie die Informationen der DVK über den MDM bereitzustellen sind, erstellt wurde, siehe Abschnitt 6.3 „Handlungsvorschläge an das BMVI“.

### 5.7.9 IVS-Capability IRS-Ausstattung vorhanden

#### 5.7.9.1 Ist-Zustand

Diese IVS-Capability ist in Stuttgart teilweise vorhanden.

#### 5.7.9.2 GAP-Analyse

IRS werden in Stuttgart bei Erneuerungsmaßnahmen bis auf weiteres standardmäßig mit eingeplant und gebaut. Es laufen diverse Tests bezüglich Anforderung von ÖV und Rettungsfahrzeugen. Bei erfolgreichem Abschluss dieser Tests ist eine Umsetzung als neuer Anmeldeweg denkbar.

### 5.7.10 IVS-Capability Public Key Infrastruktur (PKI) vorhanden

#### 5.7.10.1 Ist-Zustand

Diese IVS-Capability ist in Stuttgart teilweise vorhanden. PKI wird hier bei Bedarf händisch mit einer Firma umgesetzt.

#### 5.7.10.2 GAP-Analyse

Wenn es einen offiziellen von Bund oder EU bestätigten Weg/Firma gibt, um die PKI zu beschaffen, wird dies erledigt.

### 5.7.11 IVS-Capability MDM-Anbindung vorhanden

#### 5.7.11.1 Ist-Zustand

Diese IVS-Capability ist in Stuttgart vorhanden.

Um diese IVS-Capability vollumfänglich zu erfüllen, muss die Landeshauptstadt Stuttgart folgende 2 Teilfähigkeiten erfüllen (die dritte Teilfähigkeit ist optional):

Nr.	Teilfähigkeit	Umsetzung in Stuttgart
1	MDM-Exportschnittstelle vorhanden über standardisierte DATEX II MDM-	In Stuttgart in Betrieb für:

	Datenmodelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Parkdaten der Parkhäuser (bringend wie holland) via PLS Zentrale</li> <li>▪ Messstellendaten der Verkehrserfassungseinrichtungen (i.d.R. induktive Messstellen)</li> <li>▪ Verkehrsmeldungen</li> </ul> <p>In Planung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Übermittlung von Strategiemeldungen</li> <li>▪ Übermittlung von weiteren Verkehrsmeldungen (Baustellen, Veranstaltungen)</li> </ul>
2	Unterstützung verschiedener statischer (ALERT-C) und/oder dynamische Referenzierungen (ISO 191148, OPENLR) in der Exportschnittstelle	In Betrieb: bei allen Exportschnittstellen unter Punkt 1 werden die Daten als ETRS89 referenziert. Umrechnung und zusätzliche Ausgabe in OPENLR ist in Planung
3	Optional: MDM-Importschnittstelle vorhanden über standardisierte DATEX II Datenmodelle	Eine DATEX II Schnittstelle ist zukünftig in Betrieb für den Import von benötigten Daten (z.B. FCD-basierten Verkehrslagedaten).

#### 5.7.11.2 GAP-Analyse

Die Stadt Stuttgart plant zukünftig aktuelle LSA-Versorgungsdaten (OIVD-Dateien, MAP) über den MDM bereitzustellen.

#### 5.7.12 IVS-Capability Netzversorgung (Netzgraph) und Georeferenzierung verfügbar

Diese IVS-Capability ist in Stuttgart vorhanden.

Um diese IVS-Capability vollumfänglich zu erfüllen, muss die Landeshauptstadt Stuttgart folgende 2 Teilfähigkeiten erfüllen (die dritte Teilfähigkeit ist optional):

Nr.	Teilfähigkeit	Umsetzung in Stuttgart
1	Vorhandensein eines aktuell gepflegten Knoten-Kanten-Modells (Netzgraph)	In Stuttgart vorhanden.
2	Die Fähigkeit, vorhandene und auf dem eigenen Netzgraphen verortete Informationen über verschiedene statische (ALERT-C) und/oder dynamische Referenzierungen (ISO 191148, OPENLR) abzugeben	In Stuttgart aktuell in der Umsetzung.
3	Optional: Die Fähigkeit, fremde Informationen, die über verschiedene statische (ALERT-C) und/oder dynamische Referenzierungen (ISO 191148, OPENLR) angeboten werden, auf den eigenen Netzgraphen zu verorten	In Stuttgart aktuell in der Umsetzung.

## 6. Handlungsvorschläge an beteiligte Stakeholder

Bei der Umsetzung dieses Projekts wurden Handlungsvorschläge an beteiligte Stakeholder für den dauerhaften produktiven Betrieb der drei in Abschnitt 4 genannten IVS-Dienste herausgearbeitet.

Der IVS-Arbeitskreis der OCA wird auf die Stakeholder ODG, PUM, BMVI und VDV zugehen und die Handlungsvorschläge vortragen.

### 6.1 Handlungsvorschläge an die ODG

Der IVS-Arbeitskreis der OCA sucht den Austausch mit der ODG über den Inhalt dieses Leitfadens und trägt die nachfolgenden Handlungsvorschläge vor:

- Einige der hier betrachteten kooperativen IVS-Dienste sind auch mit den aktuellen Standards OCIT-O V3.0 und OCIT-C V2.0 noch nicht (vollständig) abbildbar:
  - Für den IVS-Dienst „Anmeldung über V2I“, siehe Abschnitt 4.3, ist eine Übertragung von speziellen Anforderungen und Anforderungsbestätigungen (ETSI-Nachrichtentypen SREM und SSEM) über OCIT-O und OCIT-C notwendig, was aber nach aktuellem OCIT-Standard nicht möglich ist.
  - Für den IVS-Dienst „Strategiemanagement-Schaltungen als I2V-Kommunikation“, siehe Abschnitt 4.4, ist die standardisierte Übertragung von Schild-Inhalten (Verkehrszeichen und Informationen) mit OCIT-O und OCIT-C aus der VMS-Zentrale an Schilder erforderlich. Bei ETSI ist dies im Nachrichtentyp IVI modelliert, in OCIT gibt es dafür keine Entsprechung.
  - Aktuell existiert in OCIT kein Weg, um ein PKI-Zertifikat von der Zentrale zur IRS zu übertragen. Zusätzlich ist es erforderlich, dass in der Zentrale überwacht werden kann, welches PKI-Zertifikat aktuell in der IRS vorhanden ist. Details zu PKI-Zertifikaten sind dem Anhang 7.5 „Public Key Infrastruktur (PKI)“ zu entnehmen.
  - Sinnvoll ist zudem, für den IVS-Dienst „Anmeldung über V2I“ (siehe Abschnitt 4.3) den ETA-Anforderungsbefehl mit einheitlich definierter Funktionalität in die nächste OCIT-Version aufzunehmen. Dieses Objekt wurde in verschiedenen IVS-Projekten in Kassel und Hamburg definiert und wird dort über OCIT als AP-Wert Block übertragen. Zudem wird es bereits von verschiedenen gängigen LSA-Steuerungsverfahren unterstützt.  
Weitere Informationen zum ETA-Anforderungsbefehl sind im Anhang 7.6.3 „IVS-Dienst Anmeldung über V2I: VERONIKA Kassel“ enthalten.
  - Zusätzliche Empfehlung außerhalb der drei hier betrachteten IVS-Dienste: grundsätzlich ist es aus Sicht der OCA sinnvoll, langfristig auch weitere ETSI-Objekte, wie z.B. CPM „Cooperative Perception Message“ in den OCIT-Standard aufzunehmen.
- Beim Thema MAP gibt es noch Abstimmungsbedarf mit der ODG. Innerhalb der OCA wird diese Thematik weiter vorangetrieben.
- Ein LSA-Steuergerät oder eine IRS soll zukünftig in der Lage sein, eine zentrale LSA-Prognose und einen lokalen Ist-Stand in einer einzigen SPAT zusammenzuführen. Aufgrund der vorhandenen Latenzen und der Kritikalität kann der Ist-Zustand nur aus dem Steuergerät entnommen werden. Bei der Prognose hat sich gezeigt, dass aktuell zentrale Ansätze häufig eine bessere Prognose liefern. Somit ist es notwendig, dass das LSA-Steuergerät bzw. die

IRS beide Ansätze kombinieren kann.

- Von der OCA wird eine Standardisierung der Schnittstelle zwischen IRS und LSA als notwendig erachtet.

Hintergrund: Abbildung 44: Schnittstellen der kooperativen Infrastruktur (Quellen: UR:BAN und FGSV) zeigt den von den OCA Mitgliedern Kassel und Düsseldorf im Rahmen des Forschungsprojekts UR:BAN zusammen mit anderen Projektpartnern erarbeiteten und der Fachöffentlichkeit präsentierten Vorschlag, wie Komponenten kooperativer Verkehrssysteme mit der bestehenden technischen Infrastruktur verknüpft werden können. Diese Abbildung wurde auch in das FGSV Hinweispapier „Hinweise zu Lichtsignalsteuerungszentralen als Bestandteil des kommunalen Verkehrsmanagements“ übernommen und dient dort als beispielhaftes Systembild für kooperative Systeme.

Im Vergleich mit dem daraus abgeleiteten OCIT-Systembild (siehe Abbildung 45: Schnittstellen der kooperativen Infrastruktur (Quelle: ODG)) in Abschnitt 7.3 erkennt man, dass eine Schnittstelle R-ITS-S / City zwischen dem C2X fähigen OCIT-O Lichtsignalsteuergerät und der IRS (Roadside Unit) in OCIT bisher nicht vorgesehen ist.



## 6.2 Handlungsvorschläge an die PUM

Es sollen die Ergebnisse dieses Dokuments in die Plattform Urbane Mobilität (PUM) zurückgespielt werden. Um dies zu erleichtern, wurde als Grundlage für die Beschreibung der kooperativen IVS-Dienste in Abschnitt 4 das Architekturbild der PUM-Expertengruppe "Strategische Verkehrslenkung" verwendet, siehe Abschnitt 4.1.

Zusätzlich zu den drei hier betrachteten IVS-Diensten soll für den Anwendungsfall autonomes Fahren geklärt werden, welche „Rechtsverbindlichkeit“ bzw. funktionale Sicherheit die PUM bezüglich der über IRS ausgesendeten Daten erwarten kann.

## 6.3 Handlungsvorschläge an das BMVI

Der IVS-Arbeitskreis der OCA sucht den Austausch mit dem BMVI über den Inhalt dieses Leitfadens.

Ein großes Problem stellt bei aktuellen Projekten im V2I-Umfeld der Umgang mit den Sicherheitszertifikaten dar. Inhalte und Format der Zertifikate sind seit 2018 über ETSI standardisiert. Wie man an diese Zertifikate kommt, wer sie ausstellt und wie oft man sie erneuern muss, ist aktuell in Deutschland noch nicht festgelegt, siehe dazu Anhang 7.5 „Public Key Infrastruktur (PKI)“.

Die OCA möchte die Ausgestaltung der Prozesse begleiten, da es folgende offene Fragen gibt:

- Wie ist die endgültige Systemarchitektur auf Bundes- und Länderebene?
- Wie schaut es bezüglich Langfristigkeit und Investitionssicherheit aus?
- Welche Aufgaben werden zukünftig auf die Städte zukommen?
- Ist eine Rückwärtskompatibilität zur Pilot-PKI gegeben?

Nachfolgend sind Handlungsvorschläge an das BMVI als Betreiber des Mobilitäts Daten Marktplatzes (MDM) zusammengestellt. Es geht darum, wie der MDM aus Sicht der OCA für die zukünftige Nutzung im Rahmen von kooperativen IVS-Projekten ertüchtigt werden muss:

- Prozess für die Erstellung neuer DATEX II Datenprofile:  
Es gibt aus Sicht der OCA aktuell keinen Prozess für die Etablierung neuer DATEX II Datenprofile beim MDM.  
Der IVS-Arbeitskreis der OCA würde gerne die Erstellung eines neuen DATEX II Datenprofils für statische Verkehrszeichen anstoßen. Aktuell ist kein solches Datenprofil am MDM verfügbar, so dass Städte keine Informationen über statische Verkehrszeichen standardisiert über den MDM austauschen können.  
Erläuterung:  
Die für die Datenbereitstellung auf dem MDM entwickelten und mit den potenziellen Nutzergruppen abgestimmten DATEX II Datenprofile erläutern detailliert die Anwendung des DATEX II Standards. Aktuell sind DATEX II Datenprofile u.a. für Parkdaten, Sensordaten, Baustellen, Verkehrsmeldungen und strategiekonformes Routen vorhanden und werden auf der Webseite des MDM unter <https://www.mdm-portal.de/downloads/> zum Download angeboten.
- MDM-Spezifikation für DVK:  
Für zentralenbasierte IVS-Dienste, wie z.B. den Ampelphasenassistent, muss eine Stadt künftig Informationen über die DVK zentral bereitstellen, siehe Abschnitt 4.5.7. Hier ist der MDM in seiner jetzigen Ausbaustufe bereits optimal geeignet. Es fehlt lediglich eine Spezifikation, wie die Informationen der DVK über den MDM bereitzustellen sind, so dass nicht jede Stadt eine proprietäre Lösung entwickelt.  
In diesem Fall wird kein MDM-DATEX II Datenprofil benötigt, sondern lediglich eine Spezifikation, wie die für die DVK notwendigen Informationen (MAP, OIVD-Datei, optional VT-

Unterlagen) einheitlich bereitgestellt werden sollen. Vergleichbar zu den DATEX II Datenprofilen (siehe oben) fehlt hier aus Sicht der OCA ein Prozess zur Etablierung dieser Spezifikation, deren Erstellung die IVS-Arbeitsgruppe der OCA in Zusammenarbeit mit anderen Nutzergruppen wie der ODG oder der PUM gerne anstoßen möchte.

Erläuterung:

Der MDM erlaubt bereits jetzt die Bereitstellung maschinen-verarbeitbarer, kodierter, aber nicht DATEX II-konformer Daten über die MDM Container Schnittstelle. Auch binäre Daten können dort Base64-kodiert übertragen werden. Somit sind technisch keine Erweiterungen am MDM erforderlich.

▪ Erweiterung des MDM für LSA-Rohdaten:

Es gibt aktuell in Deutschland keinen Informationsbroker wie den MDM für Rohdaten mit kurzer Latenz, wie z.B. LSA-Prozessdaten oder Schaltzeitprognosen.

Der MDM ist aktuell dazu weder technisch noch von den Service Level Agreements (SLA) her in die Lage, diese Rolle auszufüllen. Dies führt dazu, dass immer noch proprietäre Schnittstellen mit individuellen Verträgen für die Übertragung derartiger Daten konzipiert und entwickelt werden müssen. Häufig scheitern IVS-Projekte sogar daran, dass es diese Funktionalität am MDM nicht gibt.

Anmerkungen Stand September 2020:

Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) führt aktuell eine Ausschreibung für die neue Mobilitätsdatenplattform durch, die Nachfolger des MDM wird (siehe Abschnitt 4.5.10). Diese Mobilitätsdatenplattform soll für große Datenmengen, hohe Nutzerzahlen und für kurze Aktualisierungsfrequenzen bis hin zu Echtzeitdaten skalierbar und performant betrieben werden.

Bekanntnis für IEEE 802.11p Investitionen durch das BMVI

Die ODG erwünscht sich ein Bekenntnis des BMVI zu IEEE 802.11p. Beispielsweise haben sich europaweit viele verschiedene Firmen und Institutionen unter <https://c-its-deployment-group.eu/about-us/supporters/> zu diesem Standard bekannt. Dies ist immens wichtig, da das fehlende Bekenntnis des BMVI und damit die fehlende Investitionssicherheit eine große Hürde für Städte bei der Errichtung von IRS und damit beim Ausrollen von kooperativen IVS-Diensten darstellt.

## 6.4 Handlungsvorschläge an den VDV

Der IVS-Arbeitskreis der OCA sucht den Austausch mit dem Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) über den Inhalt dieses Leitfadens.

## 7. Anhang

### 7.1 Glossar

Quellen: UR:BAN Leitfaden, DIN SPEC 91340, Referenzarchitektur für Verkehrsinformation im Individualverkehr, RIAD, OCIT-Dokumente

Begriff / Abkürzung	Erklärung
APHA	Ampelphasenassistent (deutsch für GLOSA)
C2X	Auch Car2X, Technik zur Kommunikation eines Pkw mit anderen oder der Infrastruktur; wird häufig synonym mit V2X verwendet, obwohl im engeren Sinne nur Pkw gemeint sind, während V2X auch andere Fahrzeuge einschließt.
CAM	Nachrichtentyp Cooperative Awareness Message, Statusinformationen eines Fahrzeugs nach CEN ISO/TS 19091
Capabilities	IVS-Capabilities repräsentieren einen Satz von IVS-Fähigkeiten, die ein Akteur besitzt.
CEN	Europäisches Komitee für Normung
C-ITS	Cooperative Intelligent Transport System, Technologie zum Informationsaustausch von Fahrzeugen untereinander und mit der Infrastruktur
Cloud	Cloud Computing bezeichnet das Ausführen und Betreiben von Software in einem Rechenzentrum, mit dem der Nutzer über das Internet verbunden ist.
DENM	Nachrichtentyp Decentralized Environmental Notification Message, Warnmeldungen nach CEN ISO/TS 19091
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
ETSI TS 102 941	Intelligent Transport Systems (ITS); Security; Trust and Privacy Management ETSI Standard für Vertrauensmanagement im Rahmen der PKI Infrastruktur
ETSI TS 103 097	Intelligent Transport Systems (ITS); Security; Security header and certificate formats ETSI Standard für Zertifikate im Rahmen der PKI Infrastruktur
FAS	Funktionsüberwachungs- und Analysesystem FAS für LSA in München.
FCD FC-Daten	Floating Car Data beinhalten fahrzeuggenerierte Daten. Mindestens sind Ort und Zeit enthalten, ggf. aber auch weitere Daten (z.B. Haltevorgänge, Daten der Bordsensoren). In der Literatur auch als Floating Vehicle Data (FVD) oder Probe Vehicle Data (PVD) bezeichnet.
GAP-Analyse	Identifizierung strategischer und operativer Lücken
GLOSA	Green Light Optimized Speed Advisory (Ampelphasenassistent)
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IEEE 802.11p	Drahtlose Schnittstelle für Intelligente Transportsysteme zur Kommunikation von Fahrzeugen mit der Infrastruktur und untereinander
IG	Intelligent Gateway, Unterzentrale eine Lichtsignalsteuerungszentrale von SIEMENS (SCALA) besitzt mindestens eine IG, meistens aber mehrere, an der die LSA angebunden sind; pro IG können die Daten auch über OCIT-C abgefragt werden
IRS	ITS Roadside Station (siehe auch RSU)
ISO	International Organisation for Standardisation
ITCS	Intermodal Transport Control System, auch Rechnergestütztes Betriebssystem (RBL) bezeichnet.

Begriff / Abkürzung	Erklärung
	Mit dem ITCS werden hauptsächlich folgende Bereiche des ÖV gesteuert: Informations- und Kommunikationsmöglichkeit zwischen Fahrzeug und Leitstelle, rechnergestützter Fahrbetrieb, Fahrgastinformation in Zügen und Bussen und an Haltestellen und die so genannte dynamische Fahrgastinformation.
ITS	Intelligent Transportation Systems, Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien zur Verkehrsbeeinflussung. Auch als Verkehrstelematik bezeichnet.
IV	Individualverkehr
IVI	Nachrichtentyp, der Informationen zu Schild-Inhalten und zur Straßensituation enthält (In Vehicle Information)
IVS	Intelligente Verkehrssysteme, siehe ITS ITS-Vehicle-Station
KPM	Die komprimierte Meldung KPM wird vom LSA-Steuergerät erzeugt, an die VnetS-Gebietszentrale gesendet und in dieser abgelegt.
Kooperative Systeme	Als kooperative Systeme im Kontext des Verkehrsmanagements und insbesondere der Verkehrssteuerung werden Konzepte bezeichnet, in denen eine Kommunikation zwischen der Infrastruktur der Verkehrssteuerung und den Verkehrsteilnehmern stattfindet. Als Kommunikationskanäle dienen dabei Mobilfunkkanäle oder eine direkt Kommunikation mit den Fahrzeugen über den WLAN-Standard IEEE802.11p. (Quelle: Hinweise zu Lichtsignalsteuerungszentralen als Bestandteil des kommunalen Verkehrsmanagements, FGSV)
LHM	Landeshauptstadt München
LSA, LZA	Lichtsignalanlage (LSA), auch Lichtzeichenanlage (LZA)
LStZ	Lichtsignalsteuerungszentrale, umgangssprachlich auch Verkehrsrechner
MAP	Informationen zur Topologie einer Kreuzung (Haltlinien, Fahrstreifen, ...) nach CEN ISO/TS 19091
MAPEM	MAP Extended Messages  MAPEM, definiert nach ETSI TS 103 301, enthält MAP-Informationen, definiert nach CEN ISO/TS 19091.
MDM	Mobilitäts Daten Marktplatz
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MQ	Messquerschnitt
OCA	Open Traffic Systems City Association e. V. – ein Verband deutscher, österreichischer und schweizerischer öffentlicher Baulastträger
OCA-Modell (O-Modell)	Das in diesem Vorhaben verwendete Vorgehensmodell der OCA, beschrieben im OTS-Leitfaden
OCIT	Open Communication Interface for Road Traffic Control Systems, Offene Schnittstellen für die Straßenverkehrstechnik, Die OCIT-Rechte liegen bei der OCIT Developer Group (ODG), die auch die Weiterentwicklung von OCIT vorantreibt.
OCIT-C	Open Communication Interface for Road Traffic Control Systems – Center to Center. Mit OCIT-C werden die Funktionen zur Kommunikation zwischen zentralen Verkehrssteuerungs- und -Verkehrslenkungssystemen abgedeckt, siehe auch SZVD.

Begriff / Abkürzung	Erklärung
OCIT-C PD	OCIT-C Prozessdaten Schnittstellen zwischen zentralen Einrichtungen zum Austausch von Prozessdaten der Lichtsignalsteuerung
OCIT-C VD	OCIT-C Versorgungsdaten Schnittstellen zwischen zentralen Einrichtungen zum Austausch von Versorgungsdaten der Lichtsignalsteuerung
OCIT-I	OCIT-Instations Vorgänger von OCIT-C, Umfang vergleichbar zu OCIT-C V1.1 Weiterentwicklung von OCIT-I wurde 2013 eingestellt, aktuell aber noch häufig im Einsatz
OCIT-O	OCIT-Outstations Schnittstelle zwischen Verkehrssteuerungszentralen und Lichtsignalsteuergeräten zur Steuerung und Versorgung der Lichtsignalsteuergeräte
OCIT-O Car	Lizenzkostenfreie OCIT-Schnittstelle, um eine IRS an ein Verkehrsmanagementsystem anzubinden
ODG	OCIT Developer Group – Arbeitsgemeinschaft mit dem Ziel, Schnittstellen für Systeme der Straßenverkehrstechnik zu standardisieren; vertretene Signalbaufirmen: Siemens AG, AVT STOYE GmbH, Stührenberg GmbH, Swarco Traffic Systems GmbH
OEM	Original Equipment Manufacturer
OTS	Open Traffic System, Standardisierungsinitiative OCA
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PKI	Public Key Infrastruktur (PKI) Eine Public Key Infrastructure (Infrastruktur für öffentliche Schlüssel, PKI) ist eine Hierarchie von digitalen Zertifikaten, siehe Anhang 7.5.
PUM	Plattform Urbane Mobilität
PVD	Probe Vehicle Data, siehe FCD
RIAD	Rahmenwerk für IVS-Architektur in Deutschland, siehe <a href="http://www.its-architektur.de">www.its-architektur.de</a>
RSU	Roadside Unit, wird synonym mit IRS verwendet
SAE	Society of Automotive Engineers
SEF	Sondereinsatzfahrzeug
SPaT (auch SPAT)	Information zum aktuellen und zum prognostizierten LSA-Signalzustand (Signal Phase and Timing) nach CEN ISO/TS 19091
SPaTEM (auch SPATEM)	Signal Phase And Timing Extended Message  SPaTEM, definiert nach ETSI TS 103 301, enthält SPaT-Informationen, definiert nach CEN ISO/TS 19091.
SRM	Information zur Anforderung (Service Reservation Message) nach EN ISO/TS 19091
SREM	Nachrichtentyp zur Anforderung Signal Request Extended Message  SREM, definiert nach ETSI TS 103 301, enthält SRM-Informationen, definiert nach CEN ISO/TS 19091.
SSM	Nachrichtentyp zur Anforderungsbestätigung (Signal Status Message)
SSEM	Signal Status Extended Message SSEM, definiert nach ETSI TS 103 301, enthält SSM-Informationen, definiert nach CEN ISO/TS 19091.

<b>Begriff / Abkürzung</b>	<b>Erklärung</b>
SZVD	Die Schnittstelle OCIT-C wurde beim DKE als Vornorm (nicht als Norm) DIN VDE V 0832-601/-602 eingebracht und soll dort unter dem Namen SZVD veröffentlicht werden.
TOPO	Nachrichtentyp, siehe MAP
V2X, V2V, V2I	Vehicle-2-X Kommunikation, drahtloser Datenaustausch von Fahrzeugen und anderen Fahrzeugen (V2V) oder Infrastruktureinrichtungen (V2I)
VDV	Der Verband deutscher Verkehrsunternehmen
VIAP	Verkehrsingenieurarbeitsplatz
VMS	Verkehrsmanagementsystem
VMZ	Verkehrsmanagementzentrale
VnetS	Verkehrsnetzsteuerungssystem (VnetS) für Lichtsignalanlagen, das u.a. in München eingesetzt wird und von der Firma GESIG entwickelt wurde.
VPN	Virtual Private Network (deutsch: virtuelles privates Netzwerk)
Wi-Fi	Siehe WLAN
WLAN	Wireless Local Area Network, Funknetz meist nach IEEE-802.11

## 7.2 Ziele des IVS-Akteurs „Straßenbetreiber“

Quelle: Referenzarchitektur für Verkehrsinformation im Individualverkehr

<b>Geschäftliche Ziele des IVS-Akteurs „Straßenbetreiber“</b>	
<b>Vision</b>	
Langfristiges Ziel	Schaffung einer „lebenswerten“ Stadt/Land und dadurch Erhöhung der Attraktivität der Stadt/Land für die Bewohner und die Wirtschaft
<b>Qualitative Ziele (Goals)</b>	
Welche generelle, eher langfristig ausgerichtete Zielsetzung wird verfolgt? Welcher Status soll am Ende erreicht, welche Bedingungen sollen am Ende erfüllt sein?	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verflüssigung des Verkehrs / Stauvermeidung</li> <li>▪ Vermeidung von unnötigen Wegen (Parksuchverkehr)</li> <li>▪ Vermeidung von negativen Umweltwirkungen</li> <li>▪ Erhöhung der Verkehrssicherheit</li> <li>▪ verträgliche Mobilität fördern</li> <li>▪ Sorgsamer Umgang mit dem öffentlichen Raum</li> <li>▪ Erhöhung der Aufenthaltsqualität</li> <li>▪ effizienter Einsatz von öffentlichen Mitteln</li> </ul>
<b>Quantitative Ziele</b>	
Wo will man am Ende zu welchem Zeitpunkt wie messbar stehen (Objektives)?	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reisezeit um x% bis zum Jahr jyyy reduzieren</li> <li>▪ EU-Grenzwerte bis zum Jahr jyyy unterschreiten</li> <li>▪ Unfallkosten um x% bis zum Jahr jyyy senken</li> <li>▪ Kosten für Systemtechnik durch Wettbewerb konstant halten bis zum Jahr jyyy</li> </ul>
<b>Missions</b>	
Welche Maßnahmen müssen im Einzelnen ergriffen werden, um die Vision zu erfüllen und die Ziele zu erreichen?	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ einheitliche Schnittstellen und Standards erstellen und anwenden</li> <li>▪ umfangreiche qualitätsgesicherte Verkehrsinformation</li> <li>▪ durch Informationen den Anteil des Umweltverbundes (Fuß, Rad, ÖV) am Modal Split erhöhen</li> <li>▪ Datenaustausch V2I</li> <li>▪ Optimierung LSA-Steuerung</li> </ul>
<b>Strategien</b>	
Welche Verhaltensweisen sind am besten geeignet, um die gesetzten Ziele zu erreichen?	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zusammenarbeit Kommune/Land/Bund mit weiteren Stakeholdern (z.B. Verkehrsverbund)</li> <li>▪ Ämter- und fachübergreifende Zusammenarbeit</li> <li>▪ interkommunale/hoheitsübergreifende Zusammenarbeit</li> <li>▪ europäische und nationale Normen verwenden</li> </ul>
<b>Taktiken</b>	
Welche Handlungsmuster sind am besten geeignet, um die gesetzten Ziele zu erreichen?	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ frühzeitige Einbeziehung der erforderlichen Akteure</li> <li>▪ Kompromissbereitschaft</li> <li>▪ Mobilitätstrends verfolgen</li> </ul>

<b>Einflussfaktoren und Rahmenbedingungen</b>	
Welche Einflussfaktoren und Rahmenbedingungen müssen gegeben sein, um die gesetzten Ziele zu erreichen?	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ klare gesetzliche und normative Vorgaben</li> <li>▪ Konsens zwischen den Akteuren bilden</li> </ul>
<b>Nutzen für den „Kunden“ des IVS-Akteurs</b>	
<b>In Bezug auf Sicherheit</b>	
Welchen Sicherheitsgewinn soll am Ende erreicht werden?	Erhöhung der Verkehrssicherheit für alle Verkehrsteilnehmer
<b>In Bezug auf Effizienz</b>	
Welche Effizienzverbesserung soll am Ende erreicht werden?	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reduzierung der Reisezeiten (z.B. durch Stauvermeidung)</li> <li>▪ Mobilitätskostenreduktion (z.B. Ticketpreise, Kraftstoffkosten)</li> </ul>
<b>In Bezug auf Umwelt</b>	
Welche Umweltverbesserungen sollen am Ende erreicht werden?	Schadstoff- und Lärmemissionen senken (Grenzwerte einhalten)
<b>Sonstige Nutzen</b>	
Welcher sonstige Nutzen soll am Ende erreicht werden?	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Schaffung einer „lebenswerten“ Stadt/Land</li> <li>▪ Schaffung zusätzlicher Räume</li> <li>▪ Erhöhte Aufenthaltsqualität</li> </ul>
<b>Nutzen für den IVS-Akteur selbst</b>	
<b>Wirtschaftlicher Nutzen</b>	
Welche Einkünfte sollen am Ende erzielt werden?	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reduktion der Kosten für Investitionen und Betrieb der VMZ (z.B. durch Herstellermischung)</li> <li>▪ Einsparung von Verkehrsinfotafeln durch virtuelle Verkehrsinfoanzeigen</li> <li>▪ Nutzen für die Kommune/Land:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ höhere Gewerbesteuereinnahmen (durch Verbesserung des Wirtschaftsstandortes) und höhere Einkommensteuereinnahmen (durch attraktivere Stadt/Land)</li> <li>○ erhöhter Kostendeckungsgrad im ÖV</li> <li>○ Kosteneinsparungen durch verringerten Einsatz von Polizei und Feuerwehr durch weniger Verkehrsunfälle</li> </ul> </li> </ul>
<b>Sonstige Nutzen</b>	
Welcher sonstige Nutzen soll am Ende erzielt werden?	Imagegewinn (Steigerung der Attraktivität für Bewohner, Wirtschaft und Gäste)

### 7.3 Der OCIT-Standard für Lichtsignalsteuergeräte

#### 7.3.1 Übersicht

OCIT steht für:

Open Communication Interface for Road Traffic Control Systems /  
Offene Schnittstellen für die Straßenverkehrstechnik

Die OCIT-Rechte liegen bei der OCIT Developer Group (ODG), die auch die Weiterentwicklung von OCIT vorantreibt. Weitere Information zur ODG sind im Abschnitt 3.4.2 „OCIT Developer Group (ODG)“ ersichtlich. Auf der Webseite der ODG ([www.ocit.org](http://www.ocit.org)) finden sich aktuelle Informationen und die aktuelle Dokumentation der OCIT-Schnittstellen, u.a. ein Funktionsspiegel.

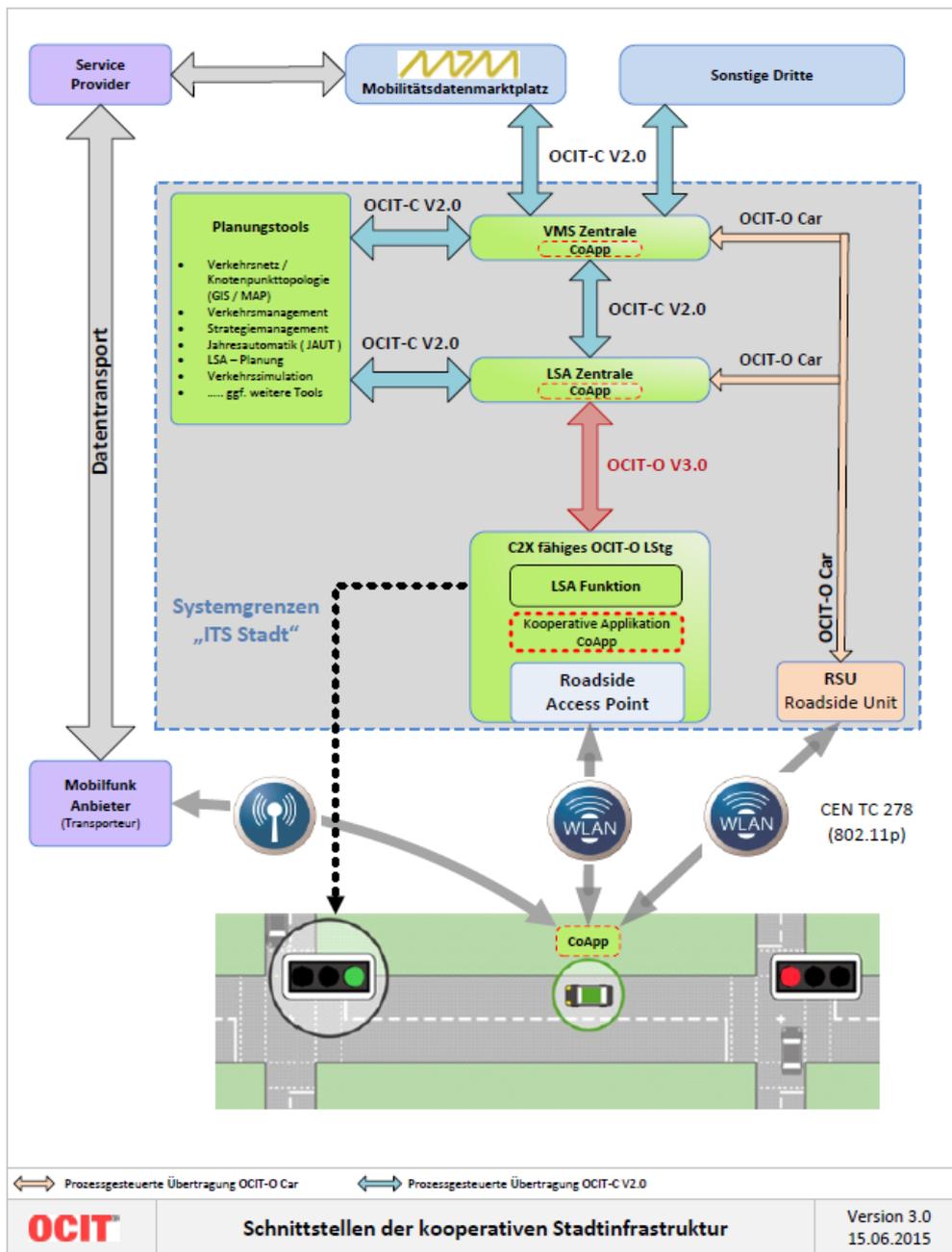


Abbildung 45: Schnittstellen der kooperativen Infrastruktur (Quelle: ODG)

### 7.3.2 OCIT-Center-to-Center (OCIT-C)<sup>5</sup>

OCIT-C sind standardisierte Schnittstellen zwischen zentralen Komponenten und Systemen. Charakteristisch für diese Schnittstellen ist die Übernahme von Datensätzen (Archivdaten, archivierte Messwerte, Versorgungsdaten etc.) in das angeschlossene System und deren zeitlich entkoppelte Verarbeitung. Umgekehrt ist das Ergebnis der Verarbeitung ebenfalls ein Datensatz, z.B. eine Geräteversorgung.

Die Lichtsignalsteuergeräte ab OCIT-O Version 2 stellen standardisierte Daten und Funktionen bereit, die auf Festlegungen in den OCIT-C Spezifikationen für LSA beruhen.

OCIT-C umfasst eine SOAP-basierte Schnittstelle zum Austausch von dynamischen Verkehrsdaten und Steuerungsbefehlen sowie ein durch XML-Schemata definiertes Datenmodell. Mit OCIT-C werden die Funktionen zur Kommunikation zwischen zentralen Verkehrssteuerungs- und Verkehrslenkungssystemen abgedeckt. Ein direkter Datenverkehr mit Feldgeräten ist nicht vorgesehen, hierfür wird für LSA und IRS auf OCIT-O verwiesen.

OCIT-C entstand als inoffizieller Nachfolger von OCIT-I (OTS 1) sowie den Siemens-Protokollen Concert/OCPI, ist zu diesen aber nicht direkt kompatibel.

Folgende OCIT-C Schnittstellen werden unterstützt:

- **OCIT-C Versorgungsdaten (OCIT-C VD)**  
Das herausragende Merkmal von OCIT-C ist die standardisierte Fernversorgung der Lichtsignalsteuergeräte von einem Planungsplatz aus. Dazu wurden jene Versorgungsdaten, die aus verkehrstechnischen Gründen häufig geändert werden müssen („Anwenderversorgung“), standardisiert. Die Festlegungen dazu finden sich als Standard sowohl in der Dokumentation von OCIT-C und OCIT-O Lichtsignalsteuergeräte. Die Formatumsetzung von OCIT-O auf OCIT-C übernimmt die Komponente OCIT-C VD Server (Versorgungsdatenserver), siehe auch Abschnitte 4.5.7 „IVS-Capability DVK für LSA-Daten vorhanden“ und 7.4 „OCA-LSA-Prozessmodell für die herstellerübergreifende Versorgungskette“
- **OCIT-C Prozessdatenerfassung (OCIT-C PD)**  
Prozessdaten sind Daten und Messwerte, die vom Lichtsignalsteuergerät erfasst werden. Die Erfassung und Bereitstellung der Prozessdaten im Format OCIT-O wurde bereits mit der ersten OCIT-O Version realisiert. Neue OCIT-O Funktionen erleichtern die die Verwaltung der Prozessdaten im Lichtsignalsteuergerät. Die Formatumsetzung von OCIT-O auf OCIT-C übernimmt die OCIT-C Komponente PD Server (Prozessdatenserver).

Betriebskosten speziell auf OCIT-C bezogen fallen nicht an, es gibt keine Lizenzgebühren oder andere direkte Kosten für die Verwendung von OCIT-C.

OCIT-C (<http://www.ocit.org/OCIT-C.htm>) wird von der Herstellerorganisation ODG&Partner (<http://www.ocit.org/odg.htm>) unterstützt. Im Bedarfsfall kann hierüber Support von den an der Entwicklung beteiligten Firmen vermittelt werden.

Die Schnittstelle wurde beim DKE als Vornorm (nicht als Norm) DIN VDE V 0832-601/-602 eingebracht und soll dort unter dem Namen SZVD veröffentlicht werden. Eine europäische Normung wird aktuell nicht angestrebt.

Bei OCIT-C sind die Versionen V1.1, V1.2 und V2.0 verfügbar: Bei OCIT-C V1.1 und OCIT-C V1.2 sind die Unterschiede eher gering, es geht im Wesentlichen um Verbesserungen und Konkretisierungen. Details können den Freigabenotizen der Version 1.2 unter <https://www.ocit.org/de/ocit/downloads/> entnommen werden.

Der Sprung bei OCIT-C von Version V1.2 zur Version V2.0 ist deutlich größer. Er entspricht etwa dem Unterschied von OCIT-O von Version V2.0 auf V3.0, also der Erweiterung um die C-ITS Datenarten CAM, DENM, SPaT und MAP, und kann am besten dem OCIT-O Funktionsvergleich in Kapitel 7.3.4 oder den Freigabenotizen auf der OCIT-Webseite entnommen werden.

---

<sup>5</sup> Als Grundlage für dieses und die zwei nachfolgenden Kapitel dient der Funktionsspiegel OCIT-O Version 3.0 für Lichtsignalsteuergeräte der ODG. Dieser Funktionsspiegel wurde für dieses Projekt modifiziert und ergänzt.

### 7.3.3 OCIT-Outstations (OCIT-O)

Die typische Aufgabe von OCIT-Outstations ist die sichere Bedienung und Überwachung von Feldgeräten aus der Ferne, wobei eine sofortige Quittierung, Reaktion und Fehlerbehandlung erfolgen. OCIT-Systeme mit der OCIT-Outstations Schnittstelle übertragen Befehle, Daten und Meldungen nur beim Eintreffen bestimmter Ereignisse. Ein starrer Zyklus ist hier nicht gefordert. Dies ermöglicht den Einsatz der Internet-Technologie und somit die Einbindung der Feldgeräte in Netzwerke. In derartigen Systemen schwankt die Übertragungszeit der Daten in Abhängigkeit von der Auslastung des Netzwerks. Die Komponenten eines OCIT-Systems werden so ausgelegt, dass sich die Übertragungszeiten für den Betreiber / Beobachter nicht störend bemerkbar machen.

Systemweite, zeitgenaue Aktionen werden uhrzeitgesteuert durchgeführt. Dazu ist in der Zentrale ein Zeitdienst vorhanden, nach dem alle geräteinternen Uhren gestellt werden, so dass im gesamten System alle Geräte über eine einheitliche Zeitbasis verfügen. Alle Meldungen und Befehle sind mit einem „Zeitstempel“ versehen, der sie zeitlich einordnet. In Lichtsignalsteuergeräten erfolgt auch die Synchronisierung „grüner Wellen“ mittels der genauen Systemzeit und nicht durch Synchronisationsbefehle der Zentrale.

Die Übertragungstechnik in OCIT-Outstations setzt auf dem Standard-Transportprotokoll TCP/IP auf, das unabhängig von der physikalischen Datenübertragung einsetzbar ist und sichere Datenverbindungen gewährleistet. Diesen Standard verwenden beispielsweise im Internet gebräuchliche Dienste wie HTTP oder E-Mail.

Im OCIT-System sind einige Standardverfahren zur Kommunikation zwischen Feldgeräten und Zentralen geeignet. Die entsprechenden Festlegungen im OCIT-Standard werden als OCIT-Übertragungsprofile bezeichnet. Sie bestehen aus Festlegungen zu Systemfunktionen, Art der Übertragungsmedien und -geräte, Mindestanforderungen an Übertragungsleistung, Leitungseigenschaften u.a.

Mit OCIT-Übertragungsprofilen sind unterschiedliche Lichtsignalsteuergeräte verschiedener Hersteller ohne weitere Absprachen betreibbar.

Bisher festgelegt sind:

- Übertragungsprofil „Profil 1 – Übertragungsprofil für Punkt-zu-Punkt-Verbindungen auf festgeschalteten Übertragungswegen“.  
Die Übertragung erfolgt hier mit analogen Modems CCITT V.35.
- Übertragungsprofil „Profil 2 – Übertragungsprofil für Wählverbindungen im Festnetz und GSM-Mobilfunknetz“.  
**Hinweis:** Das Profil-2 wird von der ODG nicht mehr verkauft und sollte in neuen Projekten nicht verwendet werden.
- Übertragungsprofil „Profil 3 – Ethernet mit DHCP“.  
Standardisiert ist die Anbindung an Ethernet, eine kabelgebundene Datennetztechnik für lokale Datennetze, über die eine einfache Anbindung an verschiedenste Kommunikationsnetze möglich ist.
- Übertragungsprofil „Profil 4 – VPN“.  
Das OCIT-O Profil 4 spezifiziert den Satz von minimal erforderlichen Schnittstellen und Formaten, um den Aufbau von VPNs in einem OCIT-System mittels OPENVPN zu ermöglichen. OCIT-O Profil 4 ist unabhängig vom Netzwerkzugang, solange der Netzwerkzugang IP verwendet. Daher kann es für verschiedene Netzwerkzugangsarten wie UMTS, LTE, DSL oder andere verwendet werden.  
OCIT-O Profil 4 ist nicht dazu geeignet, Verbindungen zwischen OCIT-O Profil 1 oder OCIT-O Profil 2 zu sichern.

OCIT-O ist ein geschützter „Firmenstandard“, der den gemischten Einsatz von Steuergeräten und

Zentralen-Software unterschiedlicher Hersteller ermöglicht. Getragen wird er von den Firmen Siemens, AVT STOYE, Stührenberg und Swarco Traffic Systems.

Das spezialisierte, lizenzpflichtige Protokoll zur herstellerunabhängigen Anbindung von LSA-Steuergeräten an Zentralen-Software (Lichtsignalsteuerungszentrale, häufig auch „Verkehrsrechner“ genannt, und Testtools) bietet ein objektorientiertes Datenmodell aus Objekten und Methoden sowie ein auf TCP aufsetzendes binäres Protokoll (BTPPL) zum Aufruf von Methoden auf den definierten Objekten.

Mit OCIT-O können Daten von der LSA an die Zentrale übermittelt und umgekehrt Steuerungsdaten und seit V2.0 auch Versorgungsdaten an die LSA übertragen werden. Daten können zyklisch oder ereignisorientiert übermittelt werden.

Die Datenmodelle von OCIT-I (OTS 1) und von OCIT-C sind auf das OCIT-O Datenmodell abgestimmt, um von OCIT-O-Steuergeräten übertragene Daten oder dorthin zu übertragende Befehle auch im Datenaustausch zwischen Zentralen-Komponenten verlustfrei weitergeben zu können.

Die Version OCIT-O V3.0 erweitert die Schnittstelle um die Übermittlung von Fahrzeugdaten. Das Datenmodell orientiert sich dabei an den ETSI Spezifikationen (CAM, DENM, MAP, SPAT).

OCIT-O muss von jedem Hersteller, der es verwenden will, lizenziert werden, was einmalige Kosten in Höhe von ca. 40.000€ verursacht. Im Falle eines größeren Updates (wie z.B. von OCIT-O V1.1 auf V2.0) ist mit weiteren Lizenzkosten für das Upgrade zu rechnen.

OCIT-O (<http://www.ocit.org/OCIT-O.htm>) wird von der Herstellerorganisation ODG (<http://www.ocit.org/odg.htm>) unterstützt. Im Bedarfsfall wird hierüber Support geleistet. Als Lizenznehmer erhält man Unterstützung durch eine BTPPL-Bibliothek und (z.T. ebenfalls kostenpflichtige) Testtools. Betriebskosten speziell auf OCIT-O bezogen fallen ansonsten nicht an, es gibt keine Lizenzgebühren für einzelne Installationen oder ähnliches.

#### 7.3.4 Funktionsvergleich VnetS vs. OCIT-O V1.1 vs. V2.0 vs. V3.0 vs. OCIT-O Car

In diesem Anhang wird ein Funktionsvergleich zwischen VnetS und den OCIT-O Versionen V1.1, V2.0, V3.0 und Car durchgeführt. Als Grundlage dient der Funktionsspiegel OCIT-O Version 3.0 für Lichtsignalsteuergeräte der ODG. Dieser wurde für dieses Projekt modifiziert und um VnetS ergänzt.

Funktionsübersicht für Lichtsignalsteuergeräte		VnetS	V1.1	V2.0	V3.0	Car
OCIT-Center	Unterstützung der Schnittstelle <b>OCIT-C VD-LSA</b> für die Anwender-Fernversorgung.			X	X	
	Unterstützung der Schnittstelle <b>OCIT-C PD-LSA</b> für die Erfassung der Prozessdaten.		X	X	X	
Versorgen	<b>Anwender-Fernversorgung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verkehrstechnische Grunddaten</li> <li>▪ Schaltuhr (lokale Jahresautomatik)</li> <li>▪ VA-Steuerverfahren und Parameter</li> </ul> Sicherheitsrelevante Daten sind nur mit Mitteln der Hersteller versorgbar! Umfangreiche Funktionen zur Kontrolle der Versorgungsstände (Versionierung der Anwender- und Herstellerversorgung, Datensicherung, Lesen der Anwenderversorgung).	X		X	X	
Schalten	Einzelnes Schalten von: Knoten o. Teilknoten ein- und aus / Blinken, Signalprogramme, Sondereingriffe, lokale Steuerverfahren, ÖV-	(X)	X	X	X	

<b>Funktionsübersicht für Lichtsignalsteuergeräte</b>		<b>VnetS</b>	<b>V1.1</b>	<b>V2.0</b>	<b>V3.0</b>	<b>Car</b>
	<p>Bevorzugung, Modifikationen für das Verhalten der lokalen VA-Verfahren.</p> <p>Keine Einschaltung oder Programmumschaltung, wenn ein Signalprogramm nicht versorgt ist.</p>					
	Schalten aller o. g. Schaltmöglichkeiten mit nur einem Befehl (Methode „Schalte Knoten“).	(X)		X	X	
<b>Messwerte</b>	Fzg/h und Belegung in %, minütliches Aggregierungsintervall	X	X	X	X	
	<p>Detektor-Rohdaten mit hoher Auflösung (Abtastintervalle bis zu 10 ms).</p> <p>In VnetS ist es im theoretisch möglich, Detektor-Rohdaten über KPM zu liefern, allerdings zeitlich verzögert erst nach Ende des Umlaufs. In der Praxis in München/Ingolstadt ist dies allerdings selten der Fall.</p>	(X)	X	X	X	
	<p>Auftragselement für Detektoren mit Zusatzinformationen: Erfassen der Messwerte von Fahrzeug-Detektoren mit Zusatzinformationen: Geschwindigkeit, Länge, Art (8 Fzg-Klassen nach TLS), Zählwerte und mittlere Geschwindigkeit pro Fzg-Klasse.</p> <p>Auftragselement für erweiterte aggregierte Detektor-Werte: Neben Zählung und Belegungsgrad werden auch Geschwindigkeiten und Fahrzeugarten in einer aggregierten Form erfasst, gemäß den acht Fahrzeugklassen nach TLS sortiert und daraus jeweils die mittlere Geschwindigkeit und ein Zählwert ermittelt.</p>			X	X	
<b>Daten erfassen</b>	<p>Erfassen und Archivieren von Betriebszuständen, Meldungen, ÖV-Telegrammen.</p> <p>Lesen von Anwenderprogrammwerten (AP-Werte bzw. Steuermarken in der KPM).</p> <p><b>Hinweis:</b> Standardisiert sind die AP-Werte erste in OCIT-O V2.0 (siehe weiter unten, «Namenskonvention für AP-Wert»), so dass in der Praxis mit OCIT-I oder OCIT-C bei OCIT-O V1.1 Geräten nur die AP-Werte für Umlaufsekunde (TX), aktuelle Phase und nächste Phase abgefragt werden können.</p>	X	X	X	X	
	<p>Erfassen und Archivieren von Signalisierung</p> <p>Schreiben von Anwenderprogrammwerten (AP-Werte bzw. Steuermarken in der KPM).</p>		X	X	X	
	<p>Daten für die Prozessdaten-Schnittstelle OCIT-I PD-LSA und OCIT-C:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Archiv für Prozessdaten deren Auswahl häufig geändert wird.</li> </ul>			X	X	

Funktionsübersicht für Lichtsignalsteuergeräte		VnetS	V1.1	V2.0	V3.0	Car
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Namenskonventionen für Anwenderprogrammwerte (AP-Werte).</b></li> <li>▪ Schnelle Zugriffe auf komplexe Datenstrukturen oder Arrays von Anwenderprogrammwerten (AP-Werte).</li> <li>▪ Schnelles Erfassen der Signalisierung für die Online-Visualisierung.</li> <li>▪ Erfassen des OCIT-O Telegrammverkehrs zu Prüfzwecken (Tracen).</li> </ul>					
<b>Melden</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Betriebszustände, Vorgänge, Störungen mit Angabe von Zeit, Quelle, Auswirkung, Nummer / Name der betr. Komponenten, frei vereinbare Texte.</li> <li>▪ Tür auf Gerät / EVU / Bedienteil</li> <li>▪ Sammelstörung</li> <li>▪ Schnelle Meldung bei Netzausfall / Aderbruch.</li> <li>▪ Meldungen bei Störung des Empfangs von ÖV-Telegrammen.</li> <li>▪ Meldungen zum Versorgungsvorgang.</li> </ul>	<b>(X)</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
<b>Zeit</b>	Zentrale als priore Zeitquelle		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
<b>ÖV</b>	R09 Standardtelegramme	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
	R09 Erweiterte Telegramme		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
<b>Feldgerä- teinforma- tion</b>	Informationen über das Feldgerät: OCIT-Version, Hersteller, Gerätetyp, Zeitquelle, Zeitzone, Instanzen aller im Feldgerät implementierten Objekte, Zentralen- und Feldgerätenummern der Kommunikationspartner.		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
	Bis zu 65535 Rückgabewerte, Filterfunktionen			<b>X</b>	<b>X</b>	
<b>Netzsteuerung</b>	Datentypen für dynamischen Parameter, z. B. für Netzsteuerung oder andere Verfahren.	<b>X</b>		<b>X</b>	<b>X</b>	
<b>Übertra- gungs- technik</b>	Übertragungsprofil „Profil 1 – Übertragungsprofil für Punkt-zu-Punkt-Verbindungen auf festgeschalteten Übertragungswegen“. Die Übertragung erfolgt hier mit analogen Modems CCITT V.35.	<b>(X)</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
	Übertragungsprofil „Profil 2 – Übertragungsprofil für Wählverbindungen im Festnetz und GSM-Mobilfunknetz“.		<b>X</b>	<b>X</b>		
	Übertragungsprofil „Profil 3 – Ethernet“	<b>(X)</b>	<b>(<sup>6</sup>)</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
	Übertragungsprofil „Profil 4 – VPN“		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

<sup>6</sup> Ob Feldgeräte, die das Profil 1 oder 2 unterstützen auf das Profil 3 umgerüstet werden können, hängt von Art und Umfang des eingesetzten Betriebssystems und der damit verbundenen Hardware ab.

<b>Funktionsübersicht für Lichtsignalsteuergeräte</b>		<b>VnetS</b>	<b>V1.1</b>	<b>V2.0</b>	<b>V3.0</b>	<b>Car</b>
	OCIT-O Profil 4 ist nicht dazu geeignet, Verbindungen zwischen OCIT-O Profil 1 oder OCIT-O Profil 2 mittels VPN zu sichern.					
<b>Gefahrenmeldungen</b> (DENM)	Übertragen von Gefahrenmeldungen von der Zentrale zur IRS und versenden als DENM. Folgende Meldungstypen können übertragen werden: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Baustellen</li> <li>▪ Unfälle</li> <li>▪ Kritische Abschnitte</li> </ul>				<b>X</b>	<b>X</b>
	Archivierung von versendeten und empfangenen Gefahrenmeldungen				<b>X</b>	<b>X</b>
	Aktueller Status der Gefahrenmeldungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Welche sind aktiv / passiv</li> <li>▪ mit Gültigkeitszeitraum</li> <li>▪ Geographischer Bereich</li> </ul>				<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Erfassung des fließenden Verkehrs</b> (CAM)	Aufzeichnung von aggregierten Fahrzeugdaten (keine Einzelpositionen) <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Datum, Uhrzeit</li> <li>▪ Position, Geschwindigkeit, Richtung</li> <li>▪ Fahrzeugtype</li> </ul>				<b>X</b>	<b>X</b>
	Aggregation von Verkehrsdaten <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Durchschnittsgeschwindigkeit</li> <li>▪ Wartezeit</li> <li>▪ Anzahl der Halte</li> </ul>				<b>X</b>	<b>X</b>
	Verbindungsbezogene Daten				<b>X</b>	
<b>Priorisierung des öffentlichen Verkehrs</b>	Übertragung von Priorisierungsanforderungen von der Zentrale zum Feldgerät (CAM R09.16)				<b>X</b>	<b>X</b>
	Abgesetzte IRS zur Erfassung von knotenfernen Fahrzeugen					<b>X</b>
<b>Topologie</b> (MAP)	Versorgung von Topographiedaten mit dem standardisierten Versorgungsmechanismus				<b>X</b>	
<b>SPAT</b>	Erweiterung um die SPaT Inhalte				<b>X</b>	

## 7.4 OCA-LSA-Prozessmodell für die herstellerübergreifende Versorgungskette

Quelle: Straßenverkehrstechnik, Heft 12/2010

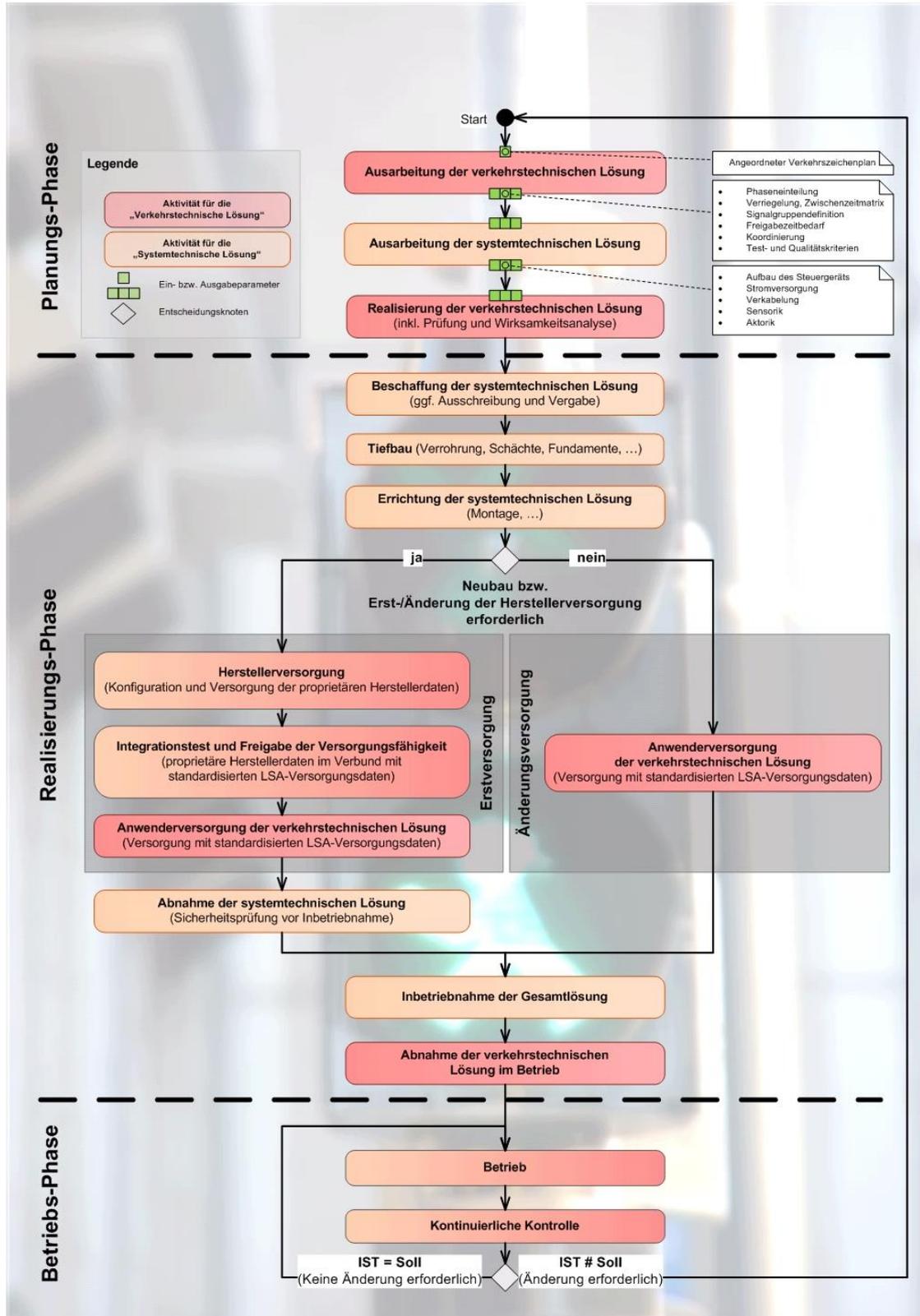


Abbildung 46: OCA-Prozessmodell für die herstellerübergreifende Versorgungskette

Die Planung und Versorgung von Lichtsignalanlagen ist kein komplett eigenständiger Prozess. Im Gesamtprozess Planung, Realisierung und Betrieb einer LSA ist er eng verzahnt mit weiteren Prozessaktivitäten, die auf die bauliche und systematische Realisierung einer LSA ausgerichtet sind. Um diesen Zusammenhang darzustellen und die Aktivitäten der DVK abgrenzen zu können, wurde das sogenannte OCA-LSA-Prozessmodell entwickelt (Abbildung 46: OCA-Prozessmodell für die herstellerübergreifende Versorgungskette).

Das OCA-LSA-Prozessmodell unterscheidet die drei Phasen Planung, Realisierung und Betrieb einer LSA und darin – farblich abgegrenzt – zwei eng miteinander verzahnte Aufgabenstellungen:

- Rot dargestellt ist die Aufgabenstellung „Planung, Realisierung und Betrieb der sogenannten „Verkehrstechnischen Lösung“.
- Orange dargestellt ist die Aufgabenstellung der „Systemtechnischen Lösung“ (inkludiert die bauliche Lösung)“.

Die Aufgabe des (Teil-) Geschäftsprozess DVK ist es, die verkehrstechnische Lösung zu einer LSA beizusteuern (die systemtechnische Lösung steht nicht im Fokus des OCA-AK DVK). Sie umfasst alles, was für die Herstellung und nachvollziehbare Dokumentation der Konfiguration und Parametrierung der Steuerungssoftware einer LSA erforderlich ist und beinhaltet auch den verkehrsanhängigen Teil der Steuerung“. Sie wird in der Phase der Planung abgewickelt und in der Phase der Realisierung mittels Versorgung ins Steuergerät gebracht.

Für die verkehrstechnische Lösung besteht generell die Anforderung, sie unabhängig von der späteren Systementscheidung bereits in der Planungsphase vollständig zu definieren und zu prüfen sowie in der Realisierungsphase herstellerunabhängig durch den Anwender versorgen zu können.

Mit dem Begriff der Versorgung wird der Vorgang der Konfiguration und Parametrierung der Bestandteile eines Lichtsignalsteuerungssystems, insbesondere der Komponente Lichtsignalsteuergerät beschrieben.

Dieser Versorgungsvorgang umfasst im Sinne der DVK:

- Die verkehrstechnischen Rahmendaten für die Sicherheitseinrichtungen,
- Die Parametrierung des Steuergerätverhaltens,
- Die Festzeitsteuerung einer LSA (Bestandteil sind nicht nur die knotenbezogenen Ergebnisse, sondern auch die Einordnung in eine Koordinierung und eine Jahresautomatik)
- Die Verkehrsabhängige Steuerung.

Für die Versorgung unterscheidet das OCA-LSA Prozessmodell die Erstversorgung und die Änderungsversorgung der verkehrstechnischen Lösung. Mit der Erstversorgung wird die Versorgungsfähigkeit des Steuergeräts hergestellt. Der Lieferant muss anhand eines Integrationstests nachweisen, dass die von ihm bereitzustellenden Herstellerversorgungsdaten mit den standardisierten OCIT-LSA-Versorgungsdaten interoperabel sind. Erst nach Erklärung der Versorgungsfähigkeit kann die (herstellungsunabhängige) Anwenderversorgung erfolgen und das Steuergerät in Betrieb gehen.

Der Erstversorgungspfad wird immer im Fall eines Neubaus, bei Änderungen jedoch nur dann beschritten, wenn aufgrund von Hardware- bzw. Konfigurationsänderungen auch eine Herstellerversorgung erforderlich ist. Damit erfolgt eine klare Abgrenzung zur reinen Änderungsversorgung und kommt ohne Herstellerversorgung und ohne herstellerspezifische Tools aus. Der Anwender kann somit das verkehrstechnische Verhalten des Steuergeräts, unabhängig vom eingesetzten Gerätetyp, durch Änderung der standardisierten LSA-Anwenderdaten festlegen. Sowohl Erstversorgung als auch Änderungsversorgung münden in die Inbetriebnahme und verkehrstechnische Abnahme, mit der die LSA dann in die Betriebsphase übergeleitet wird. Ergibt sich während der Betriebsphase ein Änderungsbedarf, wird der gesamte Prozess erneut durchlaufen.

## 7.5 Public Key Infrastruktur (PKI)

### 7.5.1 Grundlagen

Das Vertrauen zwischen einzelnen C-ITS Stationen (C-ITS Roadside Stations IRS und C-ITS Vehicle Stations IVS), die a priori nicht alle potentiellen Kommunikationspartner kennen können, wird über die Verwendung digitaler Zertifikate und damit verbundener digitaler Signaturen hergestellt. Nachrichten werden vom Sender signiert und das jeweilig gültige Zertifikat angehängt, so dass auf Empfängerseite der Sender als vertrauenswürdiger Kommunikationspartner identifiziert werden kann. Die im ETSI Standard TS 103 097 definierten Zertifikate nutzen dafür ein asymmetrisches Kryptographieverfahren (*public key* bzw. *private key*) auf Basis elliptischer Kurven. Zusätzlich enthalten die Zertifikate bestimmte Berechtigungen, die je nach Station und Nachrichtentyp beispielsweise zum Versand von SPATEM/MAPEM, Baustellenwarnungen in DENM-Nachrichten, Warnungen für Polizei- und sonstige Sondereinsatzfahrzeuge etc. berechtigen.

Alle vertrauenswürdigen C-ITS Stationen erhalten ihre Zertifikate von entsprechenden Zertifikatsinstanzen (*Certificate Authority – CA*), was in der Summe als *Public Key Infrastructure (PKI)* bezeichnet wird. Der höchste Vertrauensanker aller Instanzen in einem solchen PKI-System ist die *Root Certificate Authority (RCA)*. Alle darunterliegenden Entitäten werden durch die RCA autorisiert.

Spezifische Berechtigungen müssen innerhalb der PKI hierarchisch weitergeben werden, so dass eine Kettenprüfung bis hin zum Vertrauensanker gebildet werden kann (*chain of trust*).

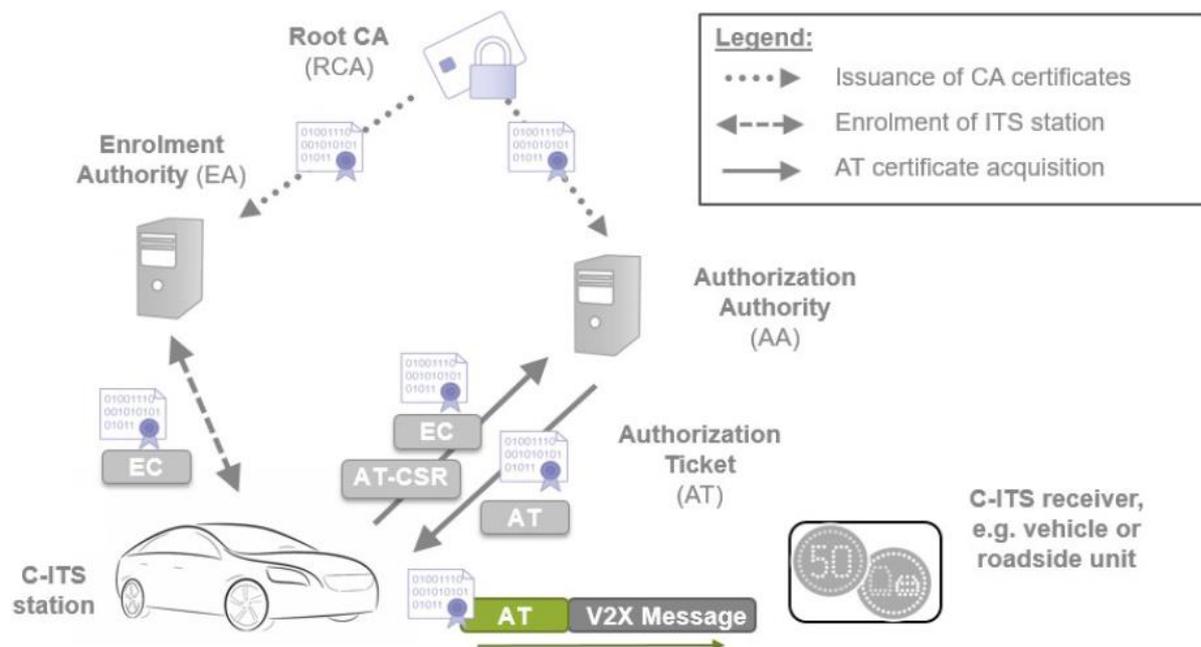


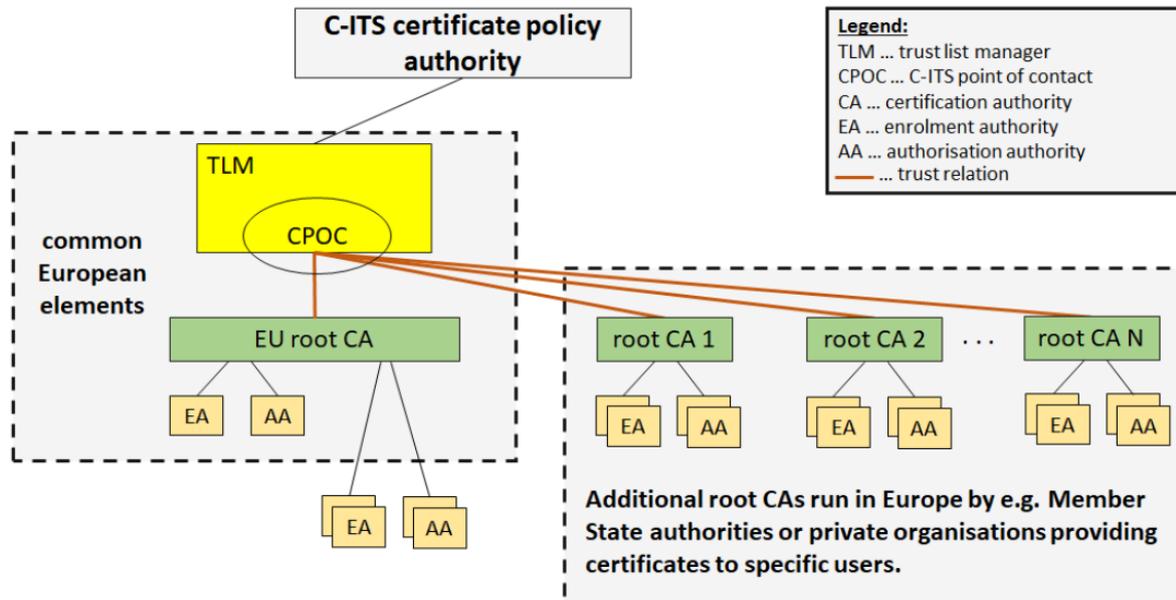
Abbildung 47: PKI-Vertrauenskette (chain of trust)

(Quelle: V2X Pilot PKI User Guide von Escrypt <https://www.car-2-car.org/about-c-its/pilot-pki/>)

Wie in Abbildung 47 dargestellt ist zwischen der Verwendung längerfristig gültigen (*Enrolment Credentials – EC*) und kurzzeitig gültigen Zertifikaten (*Authorization Tickets – AT*) zu unterscheiden. ECs werden von der *Enrolment Authority (EA)* ausgestellt, wohingegen ATs aus der *Authorisation Authority (AA)* stammen. ATs werden für die Kommunikation mit anderen C-ITS Stationen benötigt (für den Versand der Nachrichten), wohingegen ein EC der Authentisierung gegenüber der PKI dient (für den Bezug neuer ATs mittels *Certificate Signing Request - CSR*).

Wie in Abbildung 48 dargestellt können die Zertifikate darüber hinaus auch aus unterschiedlichen PKI-Quellen stammen, bspw. unter Hoheit der öffentlichen Hand und privater Betreiber. Die in Abbildung 48 gezeigte, grundlegende PKI-Struktur ist dabei für alle PKI-Betreiber identisch.

Um ein wechselseitiges Vertrauen zwischen diesen PKI-Zweigen zu ermöglichen, müssen die PKI-Systeme jeweils nach gemeinsam abgestimmten Regeln betrieben werden. Diese Regeln sind in der sogenannten *Certificate Policy* (CP) festgelegt. Die Einhaltung dieser Regeln, welche von der noch gemeinschaftlich zu besetzenden *Certificate Policy Authority* (CPA) fortgeschrieben werden, ist unter anderem durch Verwendung zertifizierter Hardware sowie durch eine Auditierung nachzuweisen.



**Abbildung 48: Architektur des C-ITS Trust Modells**

(Quelle: Entwurf der Delegierten Verordnung bzw. Certificate Policy <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/legislation/c20191789.pdf>)

Das Zusammenspiel der verschiedenen PKI-Betreiber wird durch eine Liste der vertrauenswürdigen PKI-Instanzen ermöglicht (*Certificate Trust List* – CTL), wobei der zentrale Vertrauensanker der *Trust List Manager* ist (TLM), der die europäische ECTL (*European Certificate Trust List* – ECTL) signiert und für alle Teilnehmer bereitstellt. Die für dieses Vertrauensmanagement erforderlichen Mechanismen und Formate sind in ETSI TS 102 941 grundlegend standardisiert und in der *Certificate Policy* (CP) entsprechend detailliert ausgestaltet.

### 7.5.2 Aktueller Sachstand (Stand Februar 2020)

Die Rolle des zuvor erwähnten TLM wird zukünftig durch die Europäische Kommission übernommen, eine entsprechende Beauftragung ist bereits erfolgt und die Bereitstellung des TLM kann voraussichtlich gegen Ende des Jahres 2020 erfolgen.

Die im Rahmen des C-ITS Corridor (<https://c-its-korridor.de/>) in enger Abstimmung mit dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) entwickelte Pilot-PKI, die zunächst mit Fokus auf Anwendungen im Umfeld von Autobahnen konzipiert wurde, wird auch im Rahmen der deutschen C-Roads Piloten genutzt. Dadurch ist die Betrachtung urbaner Anwendungen ebenfalls sichergestellt, insbesondere durch die Einbindung der „Urban Nodes“ Hamburg, Dresden und Kassel in C-Roads Urban Nodes.

Der Betrieb der Pilot-PKI hat sich bereits eingespielt, die erforderlichen Prozesse, Rollen und Verantwortlichkeiten sind weitestgehend etabliert und das System ist prinzipiell für den Start in den Wirkbetrieb gerüstet. Entsprechende Ausschreibungen befinden sich bereits in der Vorbereitung.

Die neben den rein internen Prozessen zusätzlich erforderlichen Abstimmungen mit externen Stakeholdern, insbesondere die Europäische Kommission und die Automobilindustrie, sind angelaufen und weit fortgeschritten, so dass ein Start des Wirkbetriebs für Ende 2020 angestrebt wird.

So hat VW bereits erste Serienfahrzeuge in den Markt gebracht, die C-ITS als serienmäßige Ausstattung an Board haben.

Die Anmeldung der C-ITS Stationen in der Pilot-PKI und die Ausstattung mit spezifischen Berechtigungen in den jeweiligen Zertifikaten erfolgt nach einem mit dem BSI abgestimmten Verfahren (siehe Abbildung 49).

- Die Hersteller der Stationen müssen sich in einem ersten Schritt einmalig mittels eines *Manufacturer* Zertifikats in der PKI registrieren, so dass sie grundsätzlich berechtigt sind Stationen in der EA anzumelden.
- Durch den Hersteller kann jede einzelne Station mittels eines internen Identifizierungsmerkmals in der EA initial angemeldet werden, d.h. dass die Station in der Datenbank der EA inkl. Informationen über die erforderlichen Berechtigungen hinterlegt wird.
- Außerdem wird die Station mit den relevanten „Vertrauensankern“ ausgestattet, üblicherweise dem Wurzel-Zertifikat der eigenen PKI, d.h. der RCA. Im europäischen Kontext kann dies über das TLM-Zertifikat abgebildet werden, welches die ECTL und somit alle vertrauenswürdigen Root-Instanzen (inkl. der eigenen RCA) legitimiert.
- Nach diesen Schritten kann die C-ITS Station entsprechend der standardisierten Prozesse mit Zertifikaten versorgt werden

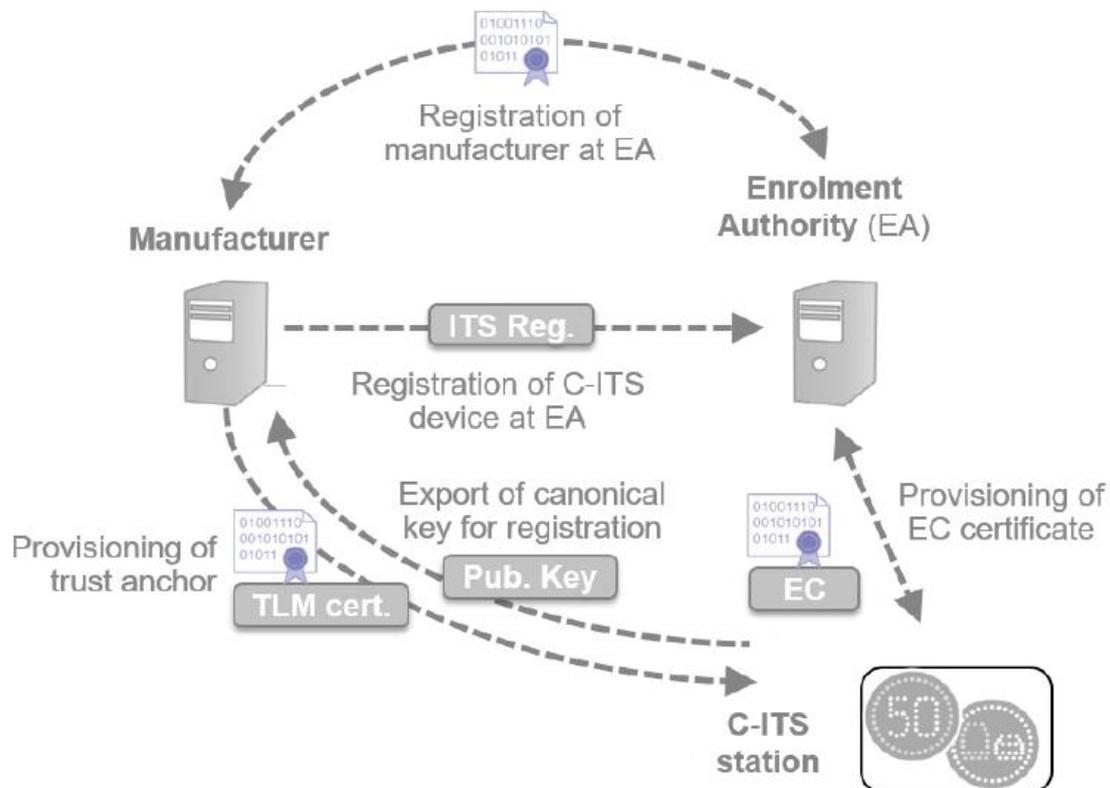


Abbildung 49: Anmeldung an der Pilot-PKI

(Quelle: V2X Pilot PKI User Guide von Escrypt <https://www.car-2-car.org/about-c-its/pilot-pki/>)

Derzeit existiert im Betrieb der Pilot-PKI genau eine EA und eine AA, d.h. alle Projekte, die diese Pilot-PKI nutzen, greifen derzeit auf die gleiche Zertifikate vergebende Stelle (CA) zu.

Außerdem sind die Berechtigungen für alle derzeit in der Erprobung befindlichen Anwendungen in diesen CAs verfügbar.

Wie in den vorherigen Absätzen beschrieben, sind noch nicht alle erforderlichen Randbedingungen bzgl. des PKI-Betriebes für kooperative Systeme final definiert. Insbesondere für die Ausgestaltung der deutschen PKI-Architektur sind verschiedene Varianten denkbar:

1. Jedes Bundesland betreibt eine PKI aus RCA, EA und AA.  
Der Betrieb einer solchen Variante würde zu den höchsten Kosten führen, könnte jedoch von einzelnen Akteuren gewünscht sein, die die Rechte- und Zertifikatsvergabe auf allen Ebenen eng kontrollieren möchten.
2. Es gibt eine Bundes RCA und für jedes Bundesland bzw. einzelne Bundesländer jeweils EA und AA.  
Der Betrieb einer solchen Variante würde zu entsprechend hohen Kosten führen, könnte jedoch von einzelnen Akteuren gewünscht sein, die die Rechte- und Zertifikatsvergabe eng kontrollieren möchten.
3. Es gibt eine PKI für das gesamte Bundesgebiet bestehend aus RCA, EA, AA  
Der Betrieb einer solchen Variante würde zu vergleichsweise geringen Kosten führen, erfordern jedoch zwingend ein auf Bundesebene koordiniertes PKI-Management, das auch kommunale Belange umfasst.
4. Jedes Bundesland betreibt eine eigene PKI aus RCA, EA und AA und es gibt eine zusätzliche PKI nur für Fahrzeuge mit Sonderrechten auf Bundesebene.

## 7.6 Anforderungen an die Städte für kooperative IVS-Dienste in der Praxis

Nachfolgend sind die Anforderungen an Städte für die Einführung von kooperativen IVS-Diensten anhand von Praxisbeispielen aufgeführt.

### 7.6.1 IVS-Dienst Ampelphasenassistent: Ampelinformation von Audi

Auszug aus der Pressemitteilung von Audi vom 14.5.2019:

„Audi bringt den Vehicle-to-Infrastructure-Service (V2I) „Ampelinformation“ nach Deutschland. Ab Juli vernetzt Audi neue Modelle mit den Ampeln in Ingolstadt; weitere europäische Städte folgen ab 2020. Dann sollen Autos möglichst auf der „Grünen Welle“ durch die Stadt fahren: Audi-Fahrer sehen im Cockpit, bei welcher Geschwindigkeit sie die nächste grüne Ampel erreichen. Ist das im Rahmen des geltenden Tempolimits nicht möglich, zählt ein Countdown bis zur nächsten Grünphase. Das Autofahren in der Stadt wird so entspannter und effizienter. In den USA nutzen Audi-Kunden den Service bereits seit Ende 2016. Audi ist der erste Hersteller weltweit, der seine Serienmodelle mit Ampeln in Städten vernetzt.“

Audi arbeitet für diesen IVS-Dienst mit dem Service Provider TTS Europe GmbH zusammen. TTS erstellt entweder aus den Rohdaten der städtischen Verkehrsmanagement-Zentralen selbst LSA-Prognosen oder bezieht LSA-Prognosen direkt aus den städtischen Verkehrsmanagement-Zentralen, wie im Beispiel Düsseldorf.

TTS georeferenziert diese LSA-Prognosen dann über MAP und übermittelt sie an das Audi Backend. Von dort gelangen die LSA-Prognosen über Mobilfunk ins Auto.

Aktuell (seit Februar 2020) läuft der IVS-Dienst in der Serie in den Städten Ingolstadt und Düsseldorf. Weitere deutsche Städte sind aktuell in der Umsetzung.



Abbildung 50: Audi Ampelinformation (Quelle: Audi)

Ein Nachfrage bei der Firma TTS Europe GmbH hat ergeben, dass eine Stadt folgende IVS-Capabilities besitzen muss, um von TTS in den Audi-Dienst integriert werden zu können:

- **Datenarten gemäß OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 verfügbar:** Diese Fähigkeit ist unabdingbar.
- **Geringe Latenz bei LSA-Prozessdaten vorhanden:**  
Je geringer die Latenz, desto besser funktioniert jeder Ampelphasenassistent.
- **DVK für LSA-Daten vorhanden:**  
Es werden aktuelle OCIT-Versorgungsdateien und aktuelle Signallagepläne der LSA benötigt. Extrem wichtig für das Prognoseverfahren von TTS sind vollständige und aktuelle OCIT-Versorgungsdateien (inkl. der Steuerungsdateien wie TRELAN, TL, OMTC, VSPLUS), damit jede LSA korrekt emuliert werden kann.  
MAP ist aktuell nicht erforderlich, da die MAP durch TTS mit Hilfe von LSA-Lagepläne und digitalen Karten selbst erstellt wird.

### 7.6.2 IVS-Dienst Ampelphasenassistent: trafficpilot von GEVAS software

Die Smartphone-App trafficpilot signalisiert dem Fahrer visuell und akustisch, mit welcher Geschwindigkeit er die nächste LSA ohne Halt passieren kann. Mit Einhaltung der Geschwindigkeitsempfehlung kann der Fahrer seine Halte- sowie Brems- und Beschleunigungsvorgänge reduzieren. Muss er vor der LSA halten, so wird ihm die verbleibende Wartezeit bis zum nächsten Grün angezeigt.

Seit dem 01.07.2019 ist der trafficpilot für die Öffentlichkeit freigegeben, d.h. die App kann aus dem App Store (iOS) und dem Play Store (Android) heruntergeladen werden. Seit dem 01.07.2019 funktioniert die App in einem Gebiet von ca. 45 LSA in Düsseldorf. Ende September 2020 soll die App dann für das gesamte Düsseldorfer Stadtgebiet freigegeben werden.

Weitere Städte, wie Kassel, Wuppertal, Hannover und Frankfurt am Main werden aktuell ausgerollt. Der Start in diesen Städten ist für 2021 geplant.



Abbildung 51: GEVAS trafficpilot (Quelle: GEVAS software)

Um den Dienst in einer Stadt ausrollen zu können, ist erforderlich, dass die Stadt folgende IVS-Capabilities erlangt:

- **Datenarten gemäß OCIT-O V1.1 / OCIT-C V1.1 verfügbar:** Diese Fähigkeit ist unabdingbar.
- **Datenarten gemäß OCIT-O V2.0 / OCIT-C V1.1 verfügbar:** Diese Fähigkeit erhöht die Prognosegüte, da AP-Werte für die Prognose verwendet werden können.
- **Geringe Latenz bei LSA-Prozessdaten vorhanden:**  
Je geringer die Latenz, desto besser funktioniert jeder Ampelphasenassistent. In Düsseldorf ist die Latenz vergleichbar hoch, siehe Kapitel 5.2.7, kompensiert wird dies durch Einbau von intelligenten AP-Werten in die LSA-Steuerung.
- **DVK für LSA-Daten vorhanden:**  
Es werden aktuelle OCIT-Versorgungsdateien und aktuelle Signallagepläne der LSA benötigt. MAP ist aktuell nicht erforderlich, zukünftig aber für eine funktionierende DVK sinnvoll. Ob mit einer vollständigen MAP-Datei zukünftig auf die Signallagepläne verzichtet werden kann, ist aktuell noch nicht sicher.
- **Netzversorgung (Netzgraph) und Georeferenzierung verfügbar:**  
Ein Netzgraph ist für den trafficpilot zwingend erforderlich. Er kann jedoch, falls die Stadt diesen nicht besitzt, durch GEVAS selbst erstellt werden.

### 7.6.3 IVS-Dienst Anmeldung über V2I: VERONIKA Kassel und BiDiMoVe Hamburg

VERONIKA Kassel und BiDiMoVe Hamburg sind Beispiele für den IVS-Dienst „Anmeldung über V2I, Variante 2: Anmeldung über IRS, Vorrangschaltung in der Zentrale“, siehe Abschnitt 4.3.3.

Die Positionsmeldungen der Verkehrsteilnehmer werden in beiden Projekten dezentral über IRS empfangen und an die Zentrale weitergeleitet. Dort werden daraus Anmeldungen zentral erstellt.

Die Anmeldungen werden über die LStZ an die jeweilige LSA gesendet. Es werden/wurden in beiden Projekten die Variante über SREM und SSEM umgesetzt, siehe Funktionale Beschreibung dieses Dienstes in Abschnitt 4.3.1.



Abbildung 52: Logos VERONIKA und BiDiMoVe

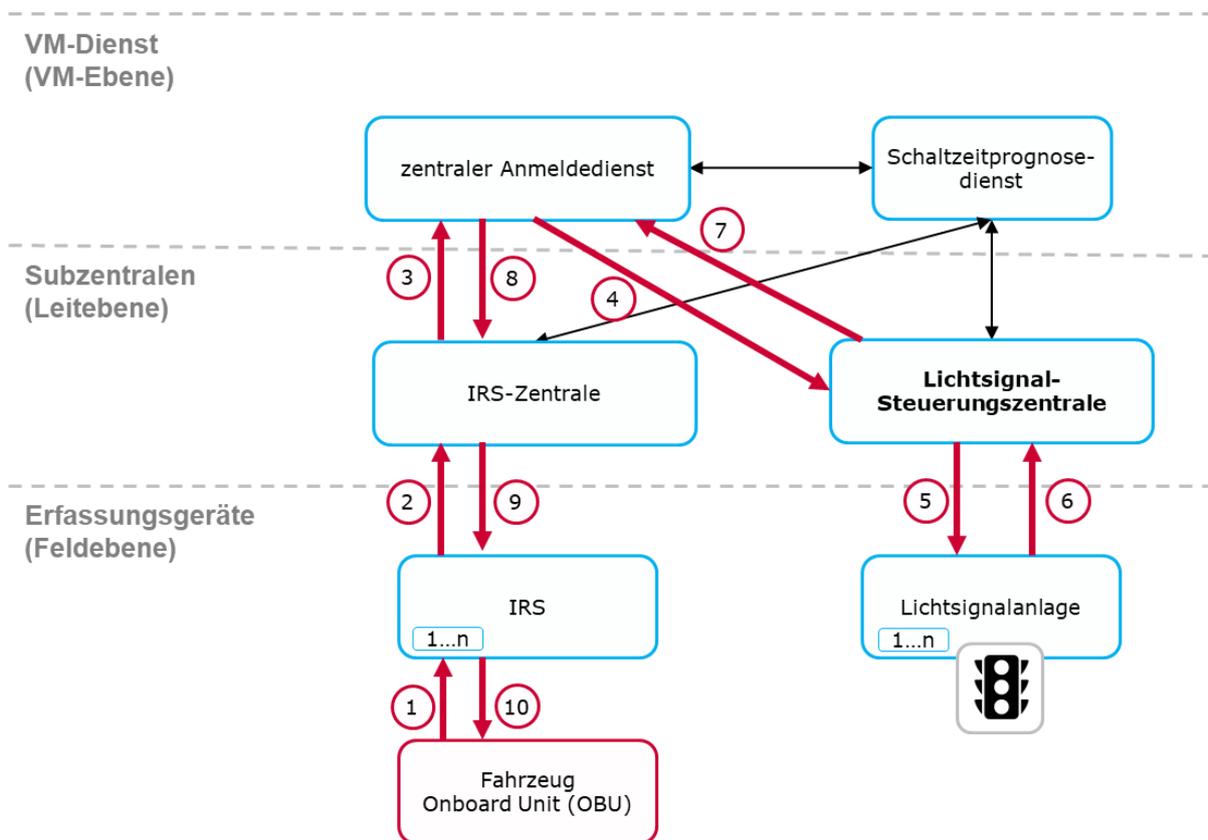


Abbildung 53: DiKoVe Modell Systemlandschaft VERONIKA und BiDiMoVe

Im Architekturbild sind die Übermittlungswege von Anmeldung und Rückmeldung rot eingezeichnet. ÖV-Fahrzeuge melden sich fortlaufend mit ihrer aktuellen Position und werden von der Zentrale an der nächsten LSA passend angemeldet und per Rückmeldung über den Status informiert.

1. ETSI SREM (Signal Request Message) Anmeldungen werden vom Fahrzeug an die IRS gesendet.
2. Die SREM wird per OCIT-O V3.x an die IRS-Zentrale übermittelt.
3. Die SREM wird per OCIT-C V2.x an den zentralen Anmeldedienst weitergeleitet. Dort werden die Anmeldungen für die LSA erzeugt.
4. Eine ETA-Anmeldung (Estimated Time of Arrival) wird als AP-Wert-Block per OCIT-C V1.2 an die LSA-Steuerungszentrale geschickt.
5. Die ETA-Anmeldung wird per OCIT-O V2.0 an die LSA übertragen.
6. Nach Verarbeitung in der Steuerung wird eine ÖV-Rückmeldung als einfacher AP-Wert per OCIT-O V2.0 an die LSA-Steuerungszentrale gesendet.
7. Die ÖV-Rückmeldung wird als AP-Wert per OCIT-C V1.2 an den zentralen Anmeldedienst übermittelt.
8. Aus der ÖV-Rückmeldung wird eine SSEM (Signal Status Message), die per OCIT-C V2.x an die IRS-Zentrale weitergeleitet wird.
9. Die SSEM wird über OCIT-O V3.x an die IRS geschickt.
10. Die ETSI SSEM wird von der IRS an das Fahrzeug übertragen.

Um die Informationen der IRS interpretieren zu können, benötigt das Fahrzeug zusätzlich die von der IRS ausgestrahlte MAP-Datei. Diese kommt aus dem VIAP-Server und muss manuell in die IRS überspielt werden, bei Einrichtung einer VD-Server-Funktionalität kann dies zukünftig auch automatisiert werden.

Der ETA-Anforderungsbefehl, der vom zentralen AnmeldeDienst über die Lichtsignalsteuerungszentrale zum Steuergerät gesendet wird, enthält eine Liste aller aktuell angemeldeten Fahrzeuge und wird bei jeder Änderung (Neuanmeldung oder Abmeldung) vom zentralen AnmeldeDienst generiert. Das kann unter Umständen auch mehrfach pro Sekunde geschehen.

Datasets	UBYTE (0...255)	Anzahl der folgenden Datenblöcke im Container 0...255
<b>Datenblock:</b>		
VehicleID	ULONG 32 Bit	StationID nach ETSI als Fahrzeug-Kennung.
Timestamp	ZEITSTEMPEL _UTC 32 Bit	Wann wurde der Anforderungsbefehl in der Zentrale generiert
Signalgroup	UBYTE (1...255)	Kanalnummer der angeforderten Signalgruppe
Destination	UBYTE (1...255)	Optional: eine Nummer, welche das Ziel der Fahrt und damit die Abbiegerichtung festlegt. Die Nummer muss zwischen zentraler und lokaler Planung abgestimmt sein.
Count	UBYTE (0...255)	Anzahl der folgenden optionalen Signalgruppen
Additional Signal-group	UBYTE (1...255)	Optional: Eine Liste weiterer nicht feindlicher Abbieger-Signalgruppen (Kanalnummer), welche mit angefordert werden. Die Liste ist für den Fall einer Anforderung gedacht, bei der das Ziel nicht bekannt ist, z.B. bei Anforderung durch einen Pkw.
TravelTime	UBYTE (1...255) 0 = Abmeldung	Zeitdauer in Sekunden bis zur Ankunft an der Haltlinie.
Priority	UBYTE (1...255)	Legt die Priorität, mit der die Anforderung umgesetzt werden soll, fest. Wertebereich 1 - 255
StationType	UBYTE	Optional: Typ des anfordernden Fahrzeugs nach ETSI
VehicleRole	UBYTE	Optional: Rolle des anfordernden Fahrzeugs nach ETSI

**Tabelle 22: ETA-Anforderungsbefehl**

Um den Dienst ausrollen zu können, ist erforderlich, dass die Stadt folgende IVS-Capabilities erlangt, siehe auch Abschnitt 4.3.3 „IVS-Dienst Anmeldung über V2I, Variante 2: Anmeldung über IRS, Vorrangschaltung in der Zentrale“:

- **LSA-Prozessdaten nach OCIT-O 3.X / OCIT-C 2.X verfügbar:**  
Für die Variante über SREM und SSEM, siehe Funktionale Beschreibung dieses Dienstes in Abschnitt 4.3.1, ist eine Erweiterung von OCIT notwendig, um die SREM und SSEM Daten zwischen IRS und zentralem AnmeldeDienst auszutauschen.  
Dies ist in der IVS-Capability LSA-Prozessdaten nach OCIT-O V3.X / OCIT-C V2.X verfügbar in Abschnitt 4.5.5 beschrieben.
- **Geringe Latenz bei LSA-Prozessdaten vorhanden**  
Entscheidend für die Umsetzbarkeit dieses Dienstes ist die geringe Latenz bei LSA-Prozessdaten.
- **DVK für LSA-Daten vorhanden:**  
Eine durchgängige Versorgungskette (DVK) muss vorhanden sein, siehe Kapitel 4.5.
- **Netzversorgung (Netzgraph) und Georeferenzierung verfügbar:**  
Ein Netzgraph in der Zentrale ist für diese Variante erforderlich.
- **IRS-Ausstattung vorhanden:**  
Alle eingebundenen LSA müssen mit IRS ausgestattet sein.
- **PKI vorhanden:** Eine Public Key Infrastruktur (PKI) ist notwendig.