

Forschungsprojekt

UR:BAN – Vernetztes Verkehrssystem

Schlussbericht

**Beitrag des
Zuwendungsempfängers:** **Stadt Kassel –Straßenverkehrs- und Tiefbauamt
Friedrichsstraße 36
34117 Kassel**

zu den Teilprojekten: **US – Urbane Straßen
KI – Kooperative Infrastruktur**

Laufzeit: **01.01.2012 – 31.12.2015**

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie unter dem Förderkennzeichen **19P11007L** gefördert.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

V 01-00-00

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Kassel, 29. August 2016

Autoren:

Noll, Bernd
Dr. Miltner, Thorsten
Wetzel, Ralf
Hartung, Klaus

Stadt Kassel - Straßenverkehrs- und Tiefbauamt, 34112 Kassel

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
I. Kurzdarstellung	6
1 Aufgabenstellung.....	6
2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	7
3 Planung und Ablauf des Vorhabens	8
4 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde.....	8
5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	9
II. Eingehende Darstellung	10
1 Verwendung der Zuwendung und erzielte Ergebnisse	10
1.1 Mittelverwendung	10
1.2 Beteiligung an Arbeitspaketen.....	10
1.3 Wesentliche Positionen des zahlenmäßigen Nachweises.....	11
1.4 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit.....	12
1.5 Voraussichtlicher Nutzen.....	12
1.6 Während des Vorhabens bekanntgewordene Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen.....	14
1.7 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen und Vorträge.....	14
2 Projektergebnisse.....	16
2.1 Prüffeld Kassel (AP 5200/5400)	16
2.1.1 Anforderungen an das Prüffeld	16
2.1.2 Das Prüffeld Kassel	17
2.2 Technische Ausstattung der Lichtsignalanlagen im Prüffeld Kassel (AP 5200/5400).....	20
2.3 Technische Ausstattung der LSA-Zentrale (AP 5200/5400).....	24
2.4 Technischer Aufbau des Verkehrsmanagementsystems (AP 5200/5400)....	27
2.4.1 Serverstruktur	27
2.4.2 Softwarestruktur.....	29
2.4.3 Einbindung in das Datennetz der Stadt Kassel.....	30
2.4.4 Datensicherung.....	31
2.5 Datengrundlagen (AP 5200/5400).....	32
2.5.1 Straßennetz der Stadt Kassel (GIS).....	32
2.5.2 Aufbereitung der Daten.....	33

2.6	Einrichten und Betreiben des Verkehrsmanagementsystems (VMS) (AP 5200/5400).....	37
2.6.1	Pflegeaufwand beim Einrichten und dem Betrieb des VMS.....	38
2.6.2	Zuordnung der Prozess- und Versorgungsdaten	38
2.6.3	Anbindung zum MDM	39
2.7	Berücksichtigung von Veränderungen im Prüffeld (AP 5200/5400).....	42
2.7.1	Austausch von Steuergeräten (Modernisierung).....	42
2.7.2	Baustellen	43
2.7.3	Einrichtung einer Mobilfunkanbindung	44
2.8	Datenflusstests (AP 5200/5400).....	45
2.8.1	Latenzzeiten der Datenlieferung	45
2.8.2	Datenmengen	48
2.8.3	Störungen	48
2.9	Testbetrieb (AP 5200/5400)	49
2.10	Schaltzeitprognose im Prüffeld Kassel (AP 2300/3300/4300/5300).....	49
2.11	Haltepunktprognose (AP 2400/3400/4400/5400)	52
2.12	Grüne Welle Qualitätsmanagement (AP 2600/3600/4600/5600)	54
2.12.1	Ergebnisse – Kassel.....	54
2.12.2	Fragenkatalog zum Grüne-Welle-Tool.....	56
2.13	Leitfaden für die Einrichtung kooperativer Systeme auf öffentlicher Seite (AP 5400).....	58
2.14	Baustelleninformationssystem.....	62
3	Termine	65

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Lage und Knotenpunkte des Prüffelds Kassel	17
Abbildung 2	Verkehrsstärken in Kassel (Quelle: VEP Kassel 2030 – Bestandsanalyse] ..	19
Abbildung 3	Tagesganglinie (Beispiel: Am Auestadion Richtung Ludwig-Mond-Straße) ..	20
Abbildung 4	Übersicht der LSA im Prüffeld Kassel	21
Abbildung 5	Übersicht über die JAUT am Knoten 051 – Kleiner Kreisel	23
Abbildung 6	Übersicht über die JAUT am Knoten 005 - Trompete	23
Abbildung 7	Übersicht über die JAUT am Knoten 018 - Auestadion	23
Abbildung 8	VSRS-Netzwerk und Verwaltungsnetzwerk in Kassel	25
Abbildung 9	Serversystem Stadt Kassel vor Einrichtung von UR:BAN	28
Abbildung 10	Serversystem Stadt Kassel nach Einrichtung von UR:BAN	29
Abbildung 11	Informationsfluss und Bearbeitungsart	39
Abbildung 12	Datenfluss vom LSA-Steuergerät zum Verkehrsteilnehmer im Prüffeld Kassel	41

Abbildung 13 MDM-Publikationen der Stadt Kassel	42
Abbildung 14 Anbindung der LSA 321 per UMTS an das VSRS Kassel	45
Abbildung 15 Definition der untersuchten Latenzzeit	46
Abbildung 16 Latenzzeiten am Beispiel der Knotenpunkte K018 und K022 (ein Punkt = 1 Datenpaar)	47
Abbildung 17 Verteilung der Latenzzeiten am Beispiel der Knotenpunkte K018 und K021	48
Abbildung 18 Versorgung der geometrischen Informationen (Fahrstreifen, Haltlinien, Detektoren, Fußgängerfurten, Abbiegebeziehungen) am Beispiel Altmarkt, Kassel	50
Abbildung 19 Güte der Schaltzeitprognosen für das Prüffeld Kassel.	51
Abbildung 20 Darstellung der Prognosegüte für die verschiedenen Lichtsignalanlagen im Prüffeld Kassel in Form einer Häufigkeitsverteilung	52
Abbildung 21 Untersuchter Streckenzug für die Anwendung Haltepunktprognose im Prüffeld Kassel	53
Abbildung 22 Übersicht über die mit der Anwendung Grüne-Welle-Qualitätsmanagement untersuchten koordinierten Strecken im Prüffeld Kassel	55
Abbildung 23 Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse der Anwendung Grüne-Welle-Qualitätsmanagement in Abhängigkeit von der betrachteten LSA, dem geschalteten Signalprogramm und dem Wochentag	55
Abbildung 24 Kernanforderungen an das kooperative Verkehrsmanagement	59
Abbildung 25 Komponenten einer ITS Roadside Station mit Aussenanlage, Innenanlage, LSA-Komponenten und Erfassungssensoren	60
Abbildung 26 Übersicht zur Verwendung von OCA und ODG-Standards	61
Abbildung 27 Kartenfenster des Baustelleninformationssystems	63
Abbildung 28 Listenansicht des Baustelleninformationssystems	64

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Technische Details der Lichtsignalanlagen im Prüffeld Kassel	22
Tabelle 2 Übersicht der eingesetzten Software und Datenbanken auf den UR:BAN-Rechnern	30
Tabelle 3: UR:BAN-Backup-Konzept	31
Tabelle 4 Zeitplan der Datensicherung	32
Tabelle 5 Attributstruktur der unterschiedlichen Knoten-Kanten-Modelle	36
Tabelle 6: Pflegeaufwand beim Bereitstellen der Daten für das VMS	38
Tabelle 7 Fragenkatalog zum Grüne Welle Tool & Antworten der Signalplaner aus Kassel	57

I. Kurzdarstellung

1 Aufgabenstellung

Die Stadt Kassel war Projektpartner in der Projektsäule UR:BAN-VV. Einen Teil des städtischen Verkehrsraums stellte sie als Prüffeld für einzelne in UR:BAN entwickelte Anwendungen zur Verfügung.

Kassel verfügte bereits vor Projektbeginn über ein modernes Verkehrssteuer- und -regelsystem (VSRS) und betreibt darin mehr als 200 zumeist verkehrsabhängig gesteuerte Lichtsignalanlagen. $\frac{3}{4}$ dieser Anlagen sind ständig über Datenleitungen mit der Zentrale des VSRS verbunden.

Das Prüffeld umfasste 27 durch Lichtsignalanlagen (LSA) gesteuerte Knotenpunkte unterschiedlicher Komplexitätsstufen (einfache Fußgänger-LSA bis hin zu vollverkehrsabhängigen Großknoten mit ÖPNV-Beschleunigung).

Die technische Basisausstattung und das im Team des Sachgebiets Verkehrssteuerung vorhandene hohe Fachwissen (Stetige Erweiterung durch aktive Mitarbeit z.B. in Vorstand und Gremien der OCA, im deutschen Städtetag und der FGSV) im Hinblick auf Steuerverfahren und technische Lösungen und die Möglichkeiten des direkten Datenzugriffes auf das gesamte Steuerungssystem bildeten die Voraussetzungen für die Tests, die in Kassel stattfinden sollten.

Das bestehende VSRS musste zunächst um eine Verkehrsmanagementkomponente und eine Testserverumgebung ergänzt werden. Dazu erhielt die Fa. GEVAS Software einen Unterauftrag. Aufgabe der Stadt Kassel war es die Einbindung des Systems in das Datennetz der Stadt Kassel zu organisieren und vor allem den Betrieb und die Prozessorganisation unter städtischen „Echtzeitbedingungen“ (Systemupgrades, Baustellen, technische Sanierungen) zu gewährleisten. Darüber hinaus mussten Schnittstellen zwischen dem VSRS und dem Verkehrsmanagementsystem entwickelt und implementiert werden. Der Systembetrieb wurde in Kassel durchgeführt. Projektpartner erhielten jeweils Fernzugriffe auf die Testserverumgebung.

Als Basis für die geplanten UR:BAN-Anwendungen war die filigrane, fahrstreifengenaue Abbildung des Kasseler Straßennetzes in einem Geografischen Informationssystem (GIS) erforderlich. Dies wurde von den Projektmitarbeitern umgesetzt.

Bei der Entwicklung der UR:BAN-Anwendungen brachten die Mitarbeiter der Stadt Kassel stets Erfahrungen, besonders im Hinblick auf die technische Umsetzbarkeit und die zu erwartenden personellen und materiellen Aufwendungen ein. Mitgedacht wurden vor allem auch stets die möglichen Arbeitsabläufe und Prozesse, die bei einem Dauerbetrieb erforderlich wären.

Die Implementierung der UR:BAN-Anwendungen wurde unterstützt, technische und organisatorische Probleme bei automatischen Datenlieferungen wurden behoben, Störungen, die

im Alltagsbetrieb auftraten, wurden registriert und der sinnvolle Umgang in der Zukunft beschrieben und in Arbeitsabläufen berücksichtigt. Der Austausch mit den Projektpartnern, die in Kassel UR:BAN-Anwendungen testen wollten, war intensiv.

Kassel wirkte maßgeblich an der Erstellung des „UR:BAN Leitfadens für die Einrichtung kooperativer Systeme auf öffentlicher Seite“ mit.

Die zeitliche Umsetzung der einzelnen Aufgaben erfolgte entsprechend dem im Projektantrag festgelegten Zeitplan. Für die tatsächliche Umsetzung einzelner Testapplikationen war die Stadt Kassel von den jeweils zuständigen Projektpartnern abhängig. Kleinere Verschiebungen im Zeitplan konnten flexibel und unproblematisch bewältigt werden.

Die Projektmitarbeiter der Stadt Kassel nahmen an den Projekttreffen der Projektsäule „Vernetzte Verkehrssysteme“ in den Gruppen „Urbane Straße“ und „Kooperative Infrastruktur“ als Projektbeteiligte und in den Gruppen „Smarte Kreuzung“ und „Regionales Netz“ als Gast teil.

Wo immer sich die Gelegenheit bot, haben die Projektmitarbeiter der Stadt Kassel über die Aktivitäten im Rahmen des Projektes „UR:BAN“ berichtet (siehe Übersicht über Vorträge und Berichte).

Die im Rahmen des Projektes UR:BAN eingerichteten technischen Komponenten und Funktionalitäten wurden in den Dauerbetrieb überführt. So ist es Ziel der Stadt Kassel, den Verkehrsteilnehmern den Service eines Ampelphasenassistenten spätestens ab 2018 anzubieten. Die Projektrealisierung wurde in der Stadtverordnetensitzung am 9.5.2016 beschlossen und ist im städtischen Haushalt finanziert.

2 Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Vier Mitarbeiter im Sachgebiet Verkehrssteuerung des Straßenverkehrs- und Tiefbauamtes der Stadt Kassel arbeiteten im Projekt UR:BAN mit.

Das vorhandene Verkehrssteuer- und -regelsystem (VSRS) wurde erweitert und in den erforderlichen UR:BAN Systemverbund integriert. Um den Datenfluss zu gewährleisten wurde eine Prozessdatenschnittstelle eingerichtet und ein Verkehrsmanagementsystem aufgebaut. Nur so war es möglich, den Projektpartnern die erforderlichen Daten zur Verfügung zu stellen und ihnen eine adäquate Experimentier- und Prüfumgebung für die zu entwickelnden UR:BAN-Applikationen zu bieten.

Die Experimentierumgebung, das Prüffeld Kassel, umfasste die Daten von 27 Lichtsignalanlagen im Stadtverkehr Kassel. Da die reale Verkehrssteuerung genutzt wurde, konnten auch die Auswirkungen von Baustellen, der Erneuerung von Lichtsignalanlagen und von Störungen in die UR:BAN Analyse einbezogen werden. Dies ist für die Entwicklung der Applikationen von besonderem Interesse aber auch für die abzuleitenden Arbeitsabläufe zur Organisation eines zukünftigen Dauerbetriebes.

3 Planung und Ablauf des Vorhabens

Die Grundstruktur und der Zeitplan des Vorhabens ergaben sich bereits aus der Projektbeschreibung. Die erste Arbeitsphase umfasste den Aufbau des Prüffeldes Kassel. Zunächst war dabei der Aufbau des Verkehrsmanagementsystems die Hauptaufgabe. Die Einbindung des Verkehrsmanagementsystems in das IT-Datennetz der Stadt Kassel und dessen interne und externe Schnittstellen waren zu definieren und umzusetzen. Besondere Beachtung fanden dabei die Sicherheitsanforderungen der städtischen IT-Abteilung zur Abgrenzung gegenüber den hoheitlichen und sicherheitssensitiven Daten. Daneben waren umfangreiche Arbeiten im GIS-Bereich durchzuführen. Außerdem musste der störungsfreie Betrieb des Verkehrsmanagementsystems und des Datenaustauschs sichergestellt werden.

Nachdem von den Projektpartnern erste Umsetzungsideen für die UR:BAN-Applikationen entstanden waren, brachten die Mitarbeiter der Stadt Kassel Anregungen für die technische und organisatorische Umsetzung mit ein, immer vor dem Hintergrund, dass die Applikationen aus Sicht des Verkehrsbetreibers auch wirtschaftlich betrieben werden können. Außerdem wurden Anregungen zur Nutzbarkeit und Ergonomie der entwickelten Applikationen gegeben.

Schließlich wurden die Applikationen in Kassel -wie geplant- getestet und die Erfahrungen aus dem Prüffeld Kassel, wurden in den „Leitfaden für die Einrichtung kooperativer Systeme auf öffentlicher Seite“ eingebracht (dort der Anhang B).

4 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Das Verkehrssteuer- und -regelsystem (VSRS) der Stadt Kassel nutzt konsequent die Standardschnittstellen der ODG (Open Traffic Systems Developer Group):

- OCIT-O: Schnittstelle für die Datenkommunikation zwischen Steuergerät und Zentrale
- OCIT-I: Schnittstelle für die Datenkommunikation zwischen Komponenten in der Zentrale

Für den Datenaustausch zwischen VSRS und Verkehrsmanagementsystem musste eine OCIT-I-PD-Schnittstelle eingerichtet werden. Außerdem wurde eine Schnittstelle zum MDM (MobilitätsDatenMarktplatz) installiert.

Für den Datenaustausch zum MDM wurden vorhandene und im Rahmen des UR:BAN-Projektes erweiterte DATEX II-Profile genutzt.

5 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Das Projektteam der Stadt Kassel arbeitete zusammen mit:

- intern:
 - Amt für Vermessung und Geoinformation
 - Personal- und Organisationsamt, Abt. Informationstechnologie
 - Straßenverkehrsbehörde
 - Tiefbauabteilung
- extern:
 - MobilitätsDatenMarktplatz
- Projektpartner:
 - Universität Kassel, FG Verkehrstechnik und Transportlogistik
 - GEVAS Software GmbH
 - BMW
 - PTV AG
 - Heusch-Boesefeldt
 - TRANSVER
 - Landeshauptstadt Düsseldorf
 - TomTom

Darüber hinaus fand auch bedarfsabhängig Zusammenarbeit mit anderen Projektpartnern aus dem UR:BAN Konsortium statt.

II. Eingehende Darstellung

1 Verwendung der Zuwendung und erzielte Ergebnisse

1.1 Mittelverwendung

Sämtliche Mittel wurden entsprechend dem Gesamtfinanzierungsplan verwendet. Die vorgegebenen Ziele wurden erreicht. Im Einzelnen sind dies:

- Einrichtung eines Verkehrsmanagementsystems
- Anbindung des Verkehrsmanagementsystems an den MobilitätsDatenMarktplatz (MDM)
- Einrichtung einer Testumgebung für einzelne UR:BAN-Applikationen (Testserver) mit Zugriffsmöglichkeiten durch die Projektpartner
- Implementierung einer Verkehrsnetzgrundlage im Verkehrsmanagementsystem und Aufbereitung der Daten in einer Granularität, die für die UR:BAN-Applikationen erforderlich ist
- Mitarbeit bei der Konzeptentwicklung und Testen der UR:BAN-Applikation „Grüne Welle Qualitätsmanagement“
- Mitarbeit bei der Erstellung des UR:BAN „Leitfaden für die Einrichtung kooperativer Systeme auf öffentlicher Seite“
- Beteiligung am Drehbuch für den UR:BAN-KI-Film; Unterstützung des Filmteams bei den Aufnahmen in Kassel
- Einbringung der Anforderungen eines kommunalen Betreibers der Verkehrssteuerung / des Verkehrsmanagements im Rahmen der Projektbearbeitung auf allen Ebenen (Gesamtprojektebene; Teilprojektebene, Arbeitspaketebene) in Sitzungen und bei der Erstellung von Berichten.

1.2 Beteiligung an Arbeitspaketen

Gemäß Projektantrag war die Stadt Kassel an folgenden Arbeitspaketen beteiligt:

AP 2000 Systemarchitektur & Spezifikation

AP 2300 US-3 - Infrastrukturapplikation Prognose der LSA-Schaltzeitpunkte

AP 2400 US-4 - Infrastrukturapplikation Prognose der Haltepunkten und Haltezeiten

AP 2600 US-6 - Infrastruktur-Applikation Grüne Welle Qualitätsmanagement

AP 3000 - Implementierung

AP 3300 US-3 - Infrastrukturapplikation Prognose der LSA-Schaltzeitpunkte

AP 3400 US-4 - Infrastrukturapplikation Prognose der Haltepunkten und Haltedauern

AP 3600 US-6 - Infrastruktur-Applikation Grüne Welle Qualitätsmanagement

AP 4000 – Demonstration und Tests

AP 4300 US-3 - Infrastrukturapplikation Prognose der LSA-Schaltzeitpunkte

AP 4400 US-4 - Infrastrukturapplikation Prognose der Haltepunkten und Haltedauern

AP 4600 US-6 - Infrastruktur-Applikation Grüne Welle Qualitätsmanagement

AP 5000 - Bewertung

AP 5300 US-3 - Infrastrukturapplikation Prognose der LSA-Schaltzeitpunkte

AP 5400 US-4 - Infrastrukturapplikation Prognose der Haltepunkten und Haltedauern

AP 5600 US-6 - Infrastruktur-Applikation Grüne Welle Qualitätsmanagement

AP 3000 – Kommunale Teilsysteme für einen kooperativen Systemverbund

AP 3100 Spezifikation der kommunalen Teilsysteme

AP 5200 Prüffeldmanagement Kassel

AP 5400 Betriebliche Bewertung

1.3 Wesentliche Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Wie bereits oben angeführt wurden die Fördermittel entsprechend dem Gesamtfinanzierungsplan verwendet. Den größten Anteil der Mittel betreffen die Personalkosten und die damit verbundenen sonstigen allgemeinen Verwaltungsausgaben. Den zweitgrößten Anteil umfassen Unteraufträge an die Firmen:

- GEVAS Software GmbH
- Siemens AG
- ekom21
- WES Office

Diese Firmen erbrachten zum einen Dienstleistungen, um das Verkehrsmanagementsystem und die Experimentierumgebung im Prüffeld Kassel aufzubauen, in Betrieb zu nehmen und in Betrieb zu halten. WES Office erbrachte in Abstimmung mit allen Projektpartnern die Leistungen für die Organisation des Projektbüros und der Öffentlichkeitsarbeit sowie die Ausrichtung der Projekttreffen und der beiden Präsentationstermine.

Für den Aufbau des Verkehrsmanagementsystems und der Experimentierumgebung waren Investitionskosten erforderlich, der drittgrößte Anteil am Förderbudget. Den kleinsten Anteil nahmen die Reisekosten ein.

1.4 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die erbrachten Leistungen und die getätigten Investitionen waren nötig um die für das Projekt UR:BAN erforderliche Experimentierumgebung im Prüffeld Kassel zur Verfügung stellen zu können. Die Erfahrungen, die dabei im realen Betrieb gemacht wurden, konnten in den „UR:BAN-Leitfaden für die Errichtung kooperativer Systeme auf öffentlicher Seite“ einfließen und dienen damit anderen Kommunen als hilfreiche Beispiele.

Die Entscheidung neben der Landeshauptstadt Düsseldorf mit Kassel eine weitere Stadt im Projektkonsortium zu haben, hat sich als sehr sinnvoll erwiesen. Die in Düsseldorf hauptsächlich verwendeten Lichtsignal-Steuerungsverfahren mit relativ konstanten Grünzeitverteilungen unterscheiden sich zu den in Kassel verwendeten Steuerungsverfahren mit stark verkehrsabhängig modifizierten Grünzeiten. So wurden bei unterschiedlichen Anwendungen (Schaltzeitprognose, Haltepunktprognose, Grüne Welle Qualitätsmanagement) sehr unterschiedliche Anforderungen an die Realisation der erforderlichen Algorithmen deutlich. Diese Erkenntnisse sind als besonders wertvoll zu betrachten, um ein „Ausrollen“ der technischen Anwendungen auf weitere Anwendungsfälle in anderen Städten zu ermöglichen. Die Praxistauglichkeit des „UR:BAN-Leitfadens für die Errichtung kooperativer Systeme auf öffentlicher Seite“ konnte damit deutlich gesteigert werden. Mit der Entscheidung der Stadt Kassel wesentliche in UR:BAN entwickelte Anwendungsfälle in den Dauerbetrieb zu überführen steht den deutschen Kommunen ein reales Anwendungsbeispiel dauerhaft zur Verfügung.

1.5 Voraussichtlicher Nutzen

Im Verwertungsplan für die Stadt Kassel war folgende Auflage erteilt worden:

„Die Stadt Kassel als Betreiber des städtischen Verkehrssteuer- und Regelsystems (VSRS) plant, die in UR:BAN VV entwickelten zentralenseitigen Applikationen nach Abschluss des Vorhabens in benutzerfreundliche Softwareprodukte zu überführen und in den kooperativen Systemverbund zu integrieren. Im Einzelnen handelt es sich dabei um die prototypischen Umsetzungen zur Prognose des Verhaltens verkehrsabhängig gesteuerter LSA mit ÖPNV Beschleunigung; den Methoden zum Rückfluss von Reisezeiten aus dem Fahrzeug in das Verkehrs- und Mobilitätsmanagement und den Daten zur Analyse der Steuerungsqualität im städtischen Netz. Langfristig sollen in der Stadt Kassel die im Projekt UR:BAN erarbeiteten Methoden in einen Dauerbetrieb überführt werden.“

Zur Vorbereitung des späteren Realbetriebs unter Echtzeitbedingungen ist die städtische Infrastruktur langfristig zu erweitern und die erarbeiteten Prozesse sind in den Alltag zu integrieren.“

Die Stadt Kassel kommt dieser Auflage nach. Das errichtete Verkehrsmanagementsystem in das die UR:BAN Anwendungen in Form der Module „LSA-Schaltzeitprognose“, „Haltepunktprognose“ und „Grüne Welle Qualitätsmanagement“ integriert worden sind, wird von der Stadt Kassel weiterbetrieben. Im 1. Halbjahr 2016 wurden die Dienste bereits auf sämtliche LSA im Stadtgebiet, die ständig an die Zentrale angebunden sind, erweitert. Damit werden für 150 LSA die Dienste angeboten. Bevor der Dienst für eine Endanwendung durch die Verkehrsteilnehmer genutzt werden kann, muss die Qualität der Schaltzeitprognose noch verbessert werden. Daran arbeitet die Stadt Kassel. Außerdem plant die Stadt Kassel die Ausstrahlung der LSA-Schaltzeitprognose zusätzlich zur Datenlieferung an den MDM über eigene Roadside Units per WLAN gemäß dem IEEE 802.11p Standard.

Die Arbeitsabläufe, die für die Aufrechterhaltung der Dienste erforderlich sind, wurden angepasst und werden im täglichen Arbeitsablauf beachtet.

Auch unabhängig von den Festlegungen aus dem Verwertungsplan setzt Kassel auf Zukunftstechnologien im Verkehrsmanagement. Der Technologiewandel im Bereich der Verkehrstechnik bedingt für Kommunen eine ähnlich grundlegende Neuorientierung wie sie im Industriebereich unter der Überschrift „Industrie 4.0“ stattfindet. Getrieben wird dieser Paradigmenwechsel durch den Gedanken einer Kommunikation zwischen Fahrzeugen (engl. Car to Car Communication; C2CC oder C2C) als Vorstufe zum Fernziel des autonomen Fahrens. Die wesentlichen Vorarbeiten wurden durch die Automobilindustrie (C2CCC Car to Car Communication Consortium) geleistet und haben zu dem weltweiten Kommunikationsstandard W-LAN 802.11p geführt. Dabei wurde sehr schnell deutlich, dass auch eine Kommunikation mit der Verkehrsinfrastruktur (C2X) erfolgen muss, und zwar insbesondere in der Stadt.

Die Bundesregierung hat auf diese Entwicklung reagiert und einen entsprechenden Rahmen für intelligente Verkehrssysteme (IVS) verabschiedet. Darin wird festgelegt, dass Deutschland zu einem Leitmarkt für IVS werden soll und die Technologieführerschaft in Europa anstrebt. Folgerichtig beteiligt sich Deutschland zentral an dem Pilotprojekt C-ITS Korridor Amsterdam – Wien (C-ITS = engl. für „intelligente kooperative Verkehrssysteme“).

Gerade in Städten wie Kassel, mit einem Straßennetz dessen Struktur die Einrichtung von Grünen Wellen über längere Streckenabschnitte verhindert (aufgrund der physikalischen Rahmenbedingungen, nicht der politischen Vorgaben), bietet diese technische Innovation neue Möglichkeiten, den Verkehr effizienter zu steuern ohne dass dazu ganze Häuserzeilen abgerissen werden müssten. Kassel setzt daher auf diese Zukunftstechnologie. Insbesondere durch die Nutzung von Ampelphasenassistenten für ein energieeffizientes Fahren erhofft sich Kassel einen Nutzen für Mensch und Umwelt.

Voraussetzung dafür ist eine weitere Modernisierung der Verkehrssteuerung und Erweiterung um zusätzliche Technik. Vor allem wird eine schnellere und verlässliche Kommunikation zwischen den LSA und der EDV im Hintergrund erforderlich. Die LSA selbst werden um spezielle W-LAN-Hotspots (nur nutzbar für die Kommunikation Fahrzeug-Infrastruktur) ergänzt und mit der dafür notwendigen Software erweitert.

Diese und weitere Themen sind Teile des Ausbaus der Verkehrssteuerung Zug um Zug zu

einem Verkehrs- und Mobilitätsmanagementsystem (VMMS). Diese Weichenstellung haben die Stadtverordneten per Beschluss vom 7. Februar 2011 getroffen.

1.6 Während des Vorhabens bekanntgewordene Fortschritte auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen

Während der Durchführung des Vorhabens wurden Standards insbesondere im Bereich des Austauschs von Daten zwischen Verkehrsbetreibern und Verkehrsteilnehmern oder zwischen Verkehrsbetreibern und Dienstleistern entwickelt oder fortgeschrieben.

Als Beispiele können genannt werden

- SPAT (Signal Phase and Timing)
- MAP (Map)
- DENM (Decentralized Environmental Notification Message)
- CAM (Cooperative Awareness Message)
- DATEX II Profil für Schaltzeitprognosen
- DATEX II Profil für Haltepunktprognosen
- DATEX II Profil für Haltelinien und Signalgruppen –statisch-
- OCIT

1.7 Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen und Vorträge

22.03.13	Vortrag „Das Prüffeld Kassel im Projekt UR:BAN“ (Weiterbildungsseminar des Lehrstuhls für Verkehrswesen, Ruhr-Universität Bochum; Vortrag: Dr. Miltner)
25.04.13	Vortrag „Schnittstellenbedarf im kooperativen Verbund“ (Vortrag: Noll im OCTS-Harmonisierungsgremium inkl. Vorstellung des Projektes UR:BAN, Frankfurt am Main)
05.11.13	Vortrag „Das Prüffeld Kassel im Projekt UR:BAN“ (OCA-Arbeitskreis Intelligente Verkehrssysteme, München; Vortrag: Dr. Miltner)
12.12.13	Vortrag „Das Prüffeld Kassel im Projekt UR:BAN“ (Planungsgespräch Stadt Kassel – Kasseler Verkehrsgesellschaft; Vortrag: Dr. Miltner)
29.01.14	Vortrag „Das Verbundprojekt UR:BAN“ (Referenten: Patric Stieler, Dr. Thorsten Miltner) bei der OCA-Mitgliederversammlung in Frankfurt am Main
26./27.03.14	Präsentation UR:BAN auf der Intertraffic, Amsterdam (gemeinsam mit LH Düsseldorf und Fa. Gevas Software)
02./03.04.14	Teilnahme an der HEUREKA, Stuttgart

-
- 09.04.14 Vortrag „Das Verbundprojekt UR:BAN – Kooperative Infrastruktur in Städten“ im Rahmen des better mobility forum der Hannover Messe (Referent: Dr. Thorsten Miltner)
- 05.02.15 9. OCA-Mitglieder-Fachdiskussion, Frankfurt am Main, Vortrag Thorsten Miltner: „Projekt UR:BAN – Anwendungsfälle und erste Erfahrungen in der Stadt Kassel“
- 17./18.03.15 FGSV-Arbeitsausschuss „Telematik“; Teilnahme und Vortrag gemeinsam mit Universität Kassel, Kassel
- 25.03.15 CEN/TC 278 ITS Workshop, Delft
- 25.03.15 ITS Germany-Mitgliederversammlung; Vortrag gemeinsam mit Universität Kassel, Kassel
- 27.03.15 ESTI 7th ITS Workshop, Helmond, Vortrag Bernd Noll „How create Urban Benefit by C-ITS“
- 07.05.15 AVT-Verkehrsinformationstag, Hanau, Vortrag Thorsten Miltner (gemeinsam mit Peter Maier (GEVAS Software))
- 13.06.15 Präsentation des UR:BAN Prüffelds Kassel im Rahmen des Tags der offenen Tür im Rathaus Kassel (mit Unterstützung der Universität Kassel)
- 9.7.15 Vortrag und short paper Dr.-Ing. Thorsten Miltner „LSA-Schaltzeitprognose über den MDM“ anl. der agit in Salzburg; AGIT – Journal für Angewandte Geoinformatik 1-2015
- 30.09.15 Vortrag „Das Verbundprojekt UR:BAN“ in der Sitzung des FGSV AA 3.1 „Telematik“ Dr.-Ing. Thorsten Miltner gemeinsam mit Vertretern der Universität Kassel
- 18./19.02.16 UR:BAN – Abschlusskonferenz, München; dort Vortrag: „Lösungsmöglichkeiten für die Unterstützung kooperativer intelligenter Verkehrssysteme durch kommunale Verkehrsbetreiber am Beispiel des UR:BAN Prüffelds Kassel“ (Dr.-Ing. Thorsten Miltner)

2 Projektergebnisse

2.1 Prüffeld Kassel (AP 5200/5400)

2.1.1 Anforderungen an das Prüffeld

Im Rahmen von UR:BAN sollten unterschiedliche Anwendungsfälle getestet werden. Neben dem Testfeld Düsseldorf sollten diese Tests in einer weiteren Stadt mit einer anderen technischen Infrastruktur erfolgen. Die Verkehrssteuerung der Stadt Kassel bot hier ein ideales alternatives technologisches Umfeld. Im Vergleich zu Düsseldorf mit einer bereits funktionsfähigen Verkehrsmanagementzentrale ist Kassel ein Beispiel für eine mittelgroße Stadt, in der zunächst ein Verkehrsmanagementsystem errichtet werden musste, das als Grundlage für die Anwendungsfälle dienen sollte. Die Lichtsignalanlagen in Kassel sind mehrheitlich verkehrsabhängig geregelt. Der motorisierte Individualverkehr wird mit Sensorik erfasst und der Freigabezeitbedarf verkehrsabhängig ermittelt. Zu Fußgehende werden per Anforderungssensorik erfasst und entsprechend ihrer Wartezeit berücksichtigt. Öffentliche Verkehrsmittel können sich über ein Bake-Funk-System anmelden und damit die Signalprogramme verkehrsabhängig mit hoher Proirität beeinflussen und verändern.

Im Prüffeld Kassel sollten auch die technische Umsetzung der Installation eines Verkehrsmanagementsystems und der Einbindung von Anwendungsfällen untersucht werden. Daneben war aber auch die Funktionalität der Anwendungsfälle zu untersuchen. Dabei wurden im Prüffeld Kassel Anwendungsfälle aus dem Teilprojekt Urbane Straße getestet. Diese Anwendungsfälle nutzen zur Kommunikation zwischen Infrastruktur und Verkehrsteilnehmer ausnahmslos den öffentlichen Mobilfunk. Dabei werden Daten zwischen der Verkehrsmanagementzentrale und dem Fahrzeug oder den mobilen Endgeräten ausgetauscht. Ein Einsatz von straßenseitigen Kommunikationseinheiten, sog. Roadside Units (RSU) war nicht vorgesehen.

Das Prüffeld Kassel sollte unterschiedliche städtische Raumstrukturen abdecken. Neben hochleistungsfähigen, anbaufreien Verbindungsstraßen zwischen dem überörtlichen Autobahnnetz und der Innenstadt sollten Knotenpunkte in der Innenstadt mit merklichem ÖPNV-, Fahrrad- und Fußverkehr berücksichtigt werden.

Damit konnte die Wirkung unterschiedlicher Verkehrsbeeinflussung auf die LSA-Programme und damit indirekt auch auf die Anwendungsfälle untersucht werden. Unterschiedliche Detektorarten kamen zum Einsatz (Induktionsschleifen, Videodetektoren und Radarsensoren bei Kraftfahrzeugen; Anforderungssysteme für Öffentliche Verkehrsmittel und Anforderungsmöglichkeiten für Radfahrer und Fußgänger (Taster). Die Komplexität und Kombination der Detektion und Signalprogramme sollte eine möglichst weite Bandbreite abdecken.

Für die UR:BAN-Anwendungen kam eine Kommunikation zwischen einer projektspezifisch erweiterten Verkehrsmanagementzentrale und Fahrzeugen zum Einsatz.

Um eine möglichst große Bandbreite an LSA, Steuergerätetypen und LSA-Programmen ab-

decken zu können, musste das Prüffeld eine Mindestgröße haben. Ca. 20 Anlagen schienen hierfür mindestens erforderlich. Um streckenbezogene Untersuchungen durchführen zu können (wie z.B. für den Anwendungsfall „Grüne-Welle-Qualitätsmanagement“) war eine geeignete Anzahl an Anlagen im Verlauf von Streckenzügen erforderlich. Es wurde daher von einer größeren Anzahl an erforderlichen LSA im Prüffeld ausgegangen.

Das Prüffeld Kassel sollte das Testfeld Düsseldorf ergänzen. So wurde in Kassel im Wesentlichen untersucht, wie die UR:BAN-Anwendungen bei stark verkehrsabhängig gesteuerten Lichtsignalanlagen funktionieren. Außerdem sollte nachgewiesen werden, dass UR:BAN-Anwendungen auch in mittelgroßen Großstädten eingeführt werden können.

2.1.2 Das Prüffeld Kassel

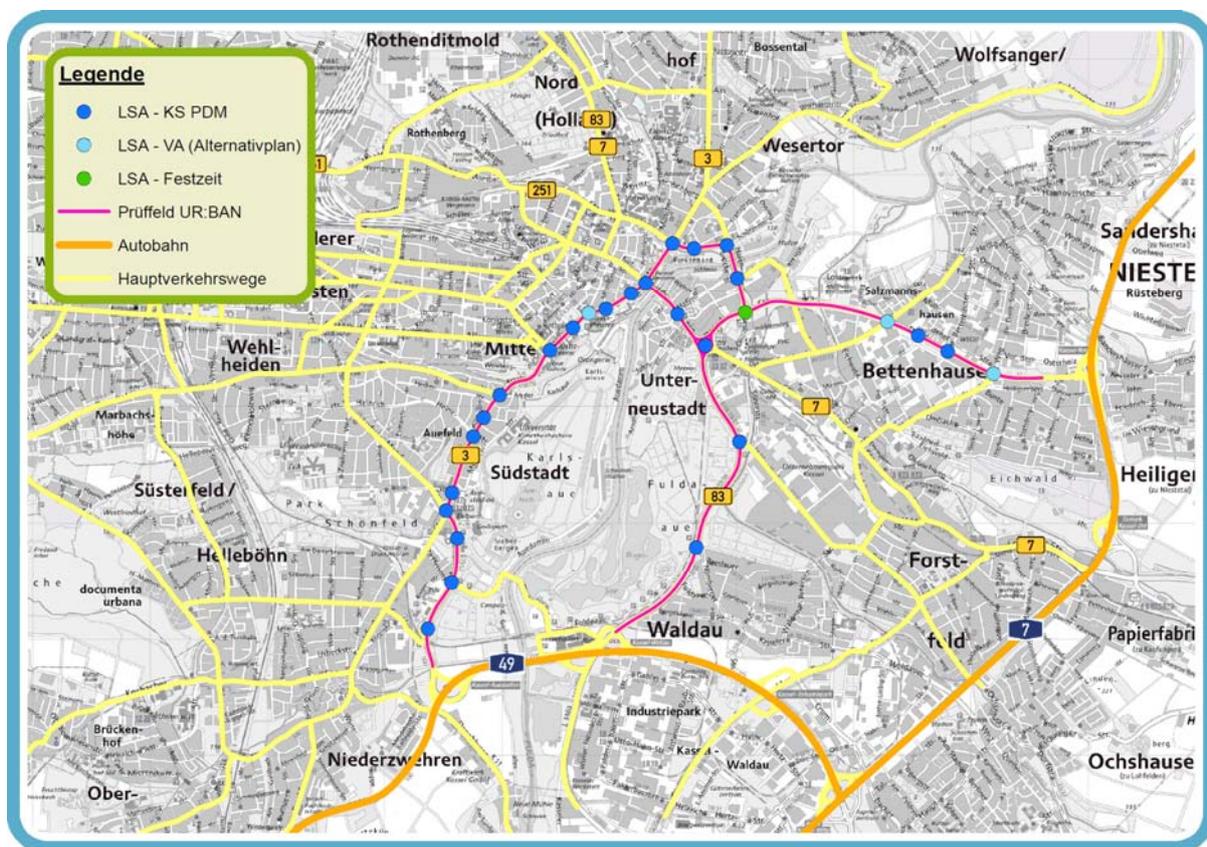


Abbildung 1 Lage und Knotenpunkte des Prüffelds Kassel

Das Prüffeld Kassel deckt die in Abschnitt 2.1.1. angeführten Anforderungen ideal ab. Knotenpunkte in anbaufreien Streckenabschnitten mit geringer Radfahrer- und Fußgängernachfrage sind ebenso enthalten wie innenstadtnahe Knotenpunkte mit teilweise erheblicher Fußgänger- / Radfahrernachfrage und häufiger Programmeingriffe durch öffentliche Verkehrsmittel.

Überörtlich ist das Prüffeld an die Autobahnen 7 und 49 angebunden (vgl. Abbildung 1). Von

Norden führt an der AS Kassel-Nord beginnend die Dresdener Straße quasi anbaufrei und baulich getrennt mit jeweils 2 Fahrstreifen und ausgedehnten Linksabbiege- und Rechtsabbiegestreifen über 4 LSA-gesteuerte Knotenpunkte bis zum ersten wichtigen Verzweigungspunkt, dem „Kleinen Kreisel“. Dieser in Kassel unter diesem Namen bekannte Knotenpunkt ist eine signalisierte Kreuzung. Sie ist die einzige im Prüffeld mit einem Festzeitprogramm. Hier trennen sich die Verkehrsströme in Richtung „Scharnhorststraße“ und damit über die Hafensbrücke (eine von zwei innerstädtischen Fulda-Brücken) mit den Zielen Kassel-Norden, Kassel-Westen und Innenstadt und Richtung „Großer Kreisel“, dem Platz der deutschen Einheit, über den die Gewerbegebiete im Kassel-Südosten und Süden, aber auch die Innenstadt über die zweite Fulda-Brücke erreicht werden.

Von Südosten verläuft ein weiterer Abschnitt des Prüffelds Kassel, beginnend an der AS Kassel-Waldau / Messehallen. Die B83 verläuft wie der zuvor beschriebene Streckenabschnitt anbaufrei und je Richtung mit zwei Fahrstreifen, die allerdings nur teilweise baulich getrennt sind. Über diesen Abschnitt wird der Kassel-Stadtteil Waldau, das dortige Industrie- und Gewerbegebiet und die Messehallen erreicht. Im Bereich der Messehallen befindet sich auch die Rothenbachhalle, in der Sportveranstaltungen (Handball: MT Melsungen) und Konzerte stattfinden. Über die Anschlussstelle wird auch das Naherholungsgebiet Fuldaaue erreicht. Der beschriebene Abschnitt führt über 2 LSA geregelte Einmündungen zum Platz der deutschen Einheit und damit zum zuerst beschriebenen Abschnitt des Prüffelds.

Der dritte Abschnitt beginnt an der AS Kassel-Auestadion. Über diese AS werden die Verkehre aus dem Westen und Süden in die Innenstadt geführt (B3). Außerdem befindet sich in der Nähe der Anschlussstelle das Auestadion (Fußball: Hessen Kassel, Leichtathletik-Wettbewerbe), die Kassel-Eissporthalle (DEL2: Kassel Huskies), die Messehallen, das Naherholungsgebiet Fuldaaue und das Einkaufszentrum dez. Anbaufrei mit baulich getrennten je zwei bis drei Fahrstreifen je Richtung führt der Abschnitt bis zum bereits angebauten Knotenpunkt „Auestadion“. Ab dort ist der Abschnitt angebaut. In Mittellage werden Straßenbahnen und Busse auf einer Nahverkehrsspur geführt. In regelmäßigen Abständen befinden sich Haltestellen. Außerdem befinden sich am Rand Parkstreifen, streckenweise auch Läden und Supermärkte. Der Fußgänger- und Radverkehr ist merkbar und wird auf dem Gehweg geführt. Für Radfahrer gilt: Benutzung des Gehwegs erlaubt (Zusatzzeichen: Radfahrer frei). Die LSA werden durch den ÖPNV beeinflusst.

Ab dem Knotenpunkt Trompete (Frankfurter Str./Fünfensterstr.) befindet sich die Strecke des Prüffelds Kassel am Rande der Innenstadt, auf dem sog. Innenstadtring. Die ÖPNV-Nahverkehrsspur verlässt das Prüffeld. Im Verlauf des Abschnitts Richtung Altmarkt befinden sich Gerichtsgebäude, Versicherungen, Kirchen, Staatstheater, die größte Tiefgarage der Stadt und Museen, wie das Fridericianum oder die documenta-Halle. Im Bereich Friedrichsplatz wird die Straße von zahlreichen Fußgängern und Radfahrern gequert.

Der Altmarkt ist die zentrale Kreuzung, an der sich die bisher beschriebenen Abschnitte treffen. Zum Beginn des UR:BAN-Projekts wurden Fußgänger und Radfahrer in einem Tunnel unter der Fahrbahn geführt. In der Normalebene treffen zwei- bis dreistreifige Fahrbahnen aufeinander. Der ÖPNV wird auf Nahverkehrsstreifen in Richtung „Kurt-Schumacher-Straße“,

„Weserstraße“ und „An der Fuldabrücke“ geführt. Zahlreiche Straßenbahnlinien und lokale und regionale Buslinien verkehren über den Knotenpunkt. Direkt an der Kreuzung befindet sich das Finanzzentrum Kassel. Der Knotenpunkt wurde von Mitte 2014 bis Mitte 2015 umgebaut. Im Zuge des Umbaus wurde der Fußgängertunnel verfüllt. Querungsmöglichkeiten wurden in der Normalebene geschaffen.

Vom Altmarkt führt ein letzter Abschnitt des Prüffelds Kassel zunächst zum Katzensprung, an dem sich die Bundesstraßen B3 und B7/B83 treffen. Dann verläuft das Prüffeld über eine Fußgänger-LSA „Am Werr“ und die Hafenbrücke zum „Kleinen Kreisel“. Die Fußgänger-LSA ist die einzige Anlage im Prüffeld, die im Rahmen des Projektes über eine UMTS-Verbindung an das Verkehrssteuer- und -regelsystem der Stadt Kassel angebunden worden ist. Dabei kommt das OCIT-O 1.1 Profil 3 zum Einsatz.

Abbildung 2 gibt einen Eindruck der Verkehrsstärken im Prüffeld Kassel. Gut zu erkennen sind die großen Verkehrsstärken im mIV im Bereich der Zufahrtsstraßen von den Autobahnen. Die tageszeitlich verteilte Verkehrsnachfrage lässt sich beispielhaft der Abbildung 3 entnehmen. Zu erkennen ist eine kurze, aber ausgeprägte Morgenspitze von montags bis freitags sowie eine flachere und deutlich breitere Nachmittagspitze. Während die Vormittagsspitze richtungsbezogen ist (stadteinwärts) ist die Nachmittagspitze in beiden Richtungen ausgeprägt (stadtein- und -auswärts). Freitags setzt die Nachmittagspitze früher ein als an den Werktagen davor. Durch die Lage an der Fulda besteht nur an zwei leistungsfähigen innerstädtischen Brücken eine Verbindung zwischen dem westlichen und dem östlichen Teil der Stadt.

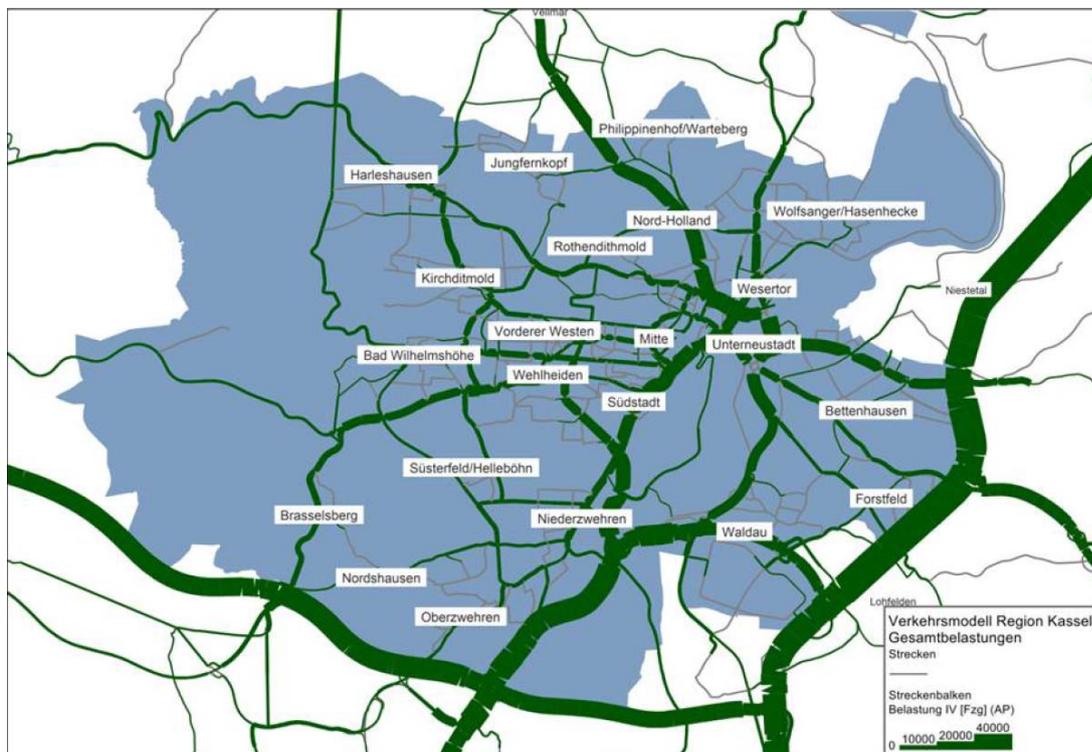


Abbildung 2 Verkehrsstärken in Kassel (Quelle: VEP Kassel 2030 – Bestandsanalyse)

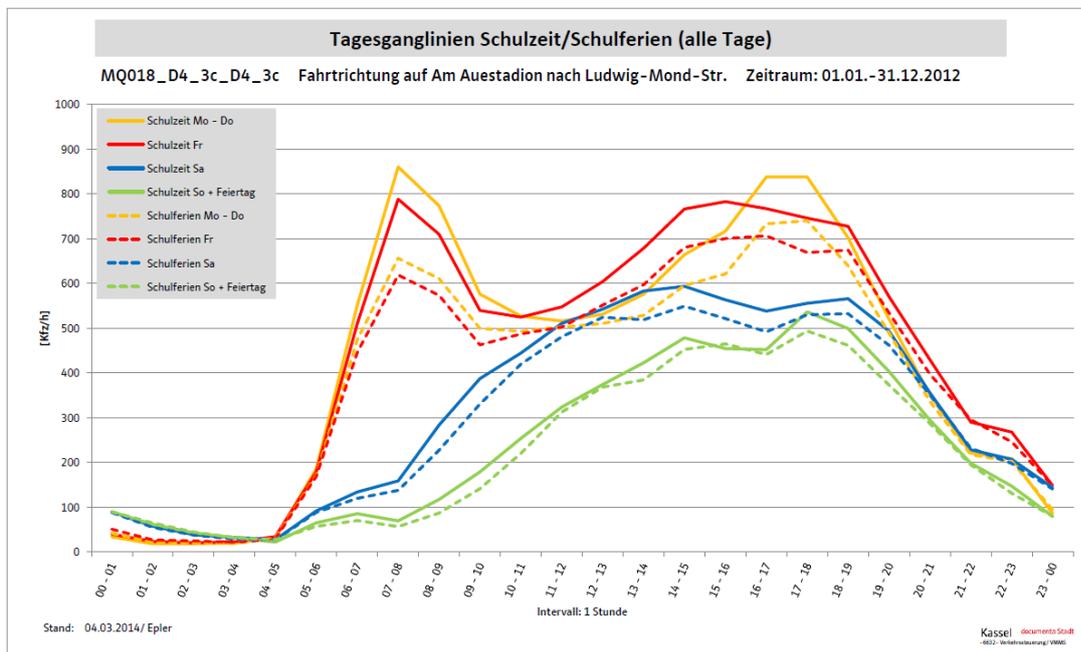


Abbildung 3 Tagesganglinie (Beispiel: Am Auestadion Richtung Ludwig-Mond-Straße)

2.2 Technische Ausstattung der Lichtsignalanlagen im Prüffeld Kassel (AP 5200/5400)

Im Prüffeld Kassel befinden sich 27 Lichtsignalanlagen. Alle Anlagen sind über eine OCIT-O-Schnittstelle an die Unterzentrale „Auestadion“ angebunden. Das dortige Intelligent Gateway (IG) [Hersteller: SIEMENS AG] sammelt alle Daten in einer Datenbank und stellt die Verbindung zur Verkehrssteuerzentrale her.

Das Spektrum der 27 LSA im Prüffeld reicht von einer festzeit-gesteuerten Anlage, über einfach verkehrsabhängigen LSA (Fußgängeranlage mit Anforderung), Verkehrsbeeinflussung durch Kfz-Verkehre in Nebenzufahrten oder auf Linksabbiegetreifen. Einige der verkehrsabhängig gesteuerten Anlagen berücksichtigen ein Rahmenprogramm, das zur Koordinierung von Streckenzügen dient. Die Freigabezeit von Abbiegeströmen wird bei zahlreichen Anlagen durch Zeitlückenbemessung der Verkehrsnachfrage angepasst.

Insbesondere auf dem innerstädtischen Abschnitt des Prüffelds werden die LSA-Programme durch ein Bake-Funk-System zur An- und Abmeldung von öffentlichen Verkehrsmitteln beeinflusst. Neben einer zügigen Abfertigung von ÖV-Fahrzeugen, wird auf diese Weise die Freigabezeit am Knotenpunkt effizient genutzt. Die Einflussmöglichkeit reicht von der Verlängerung der Freigabezeit für ÖV-Fahrzeuge über Phasenwechsel bis zur Sofort-Freigabe auf Anforderung.

Die technischen Möglichkeiten der einzelnen LSA-Steuergeräte hängen von ihrem Alter ab. Im Prüffeld Kassel befinden sich Steuergeräte mit einem Alter von 0 bis 22 Jahre. 3 Steuergeräte wurden während der UR:BAN-Projektlaufzeit ausgetauscht.

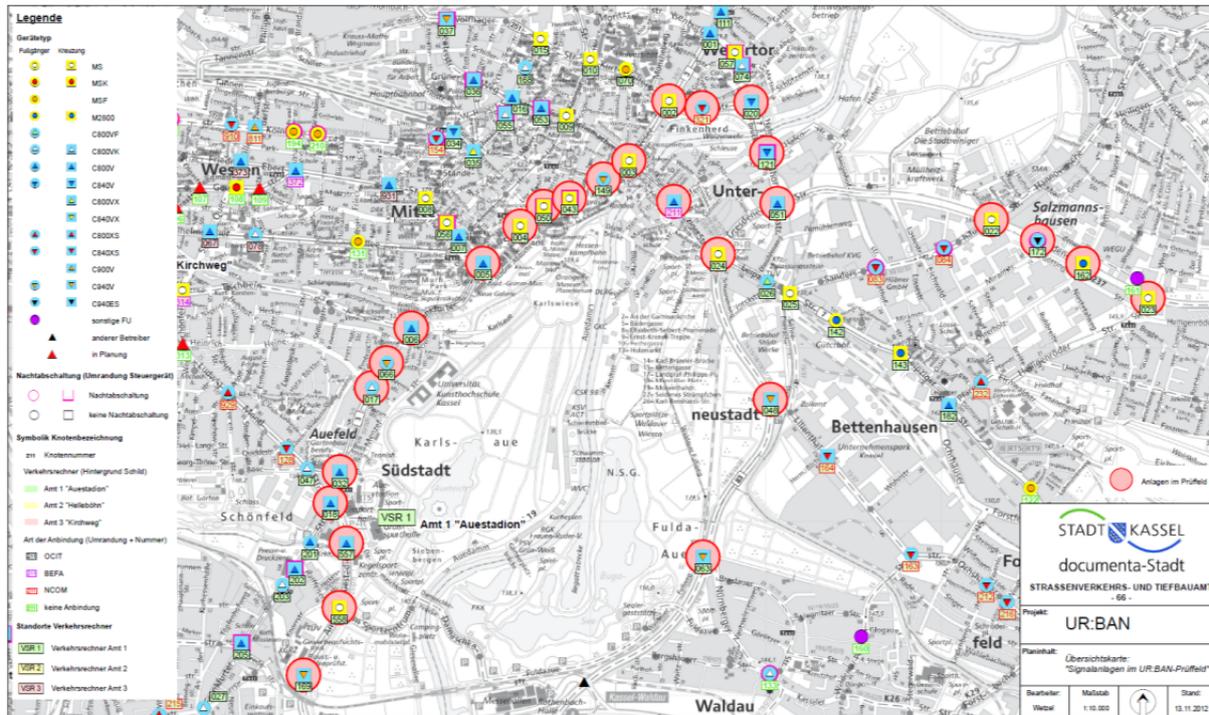


Abbildung 4 Übersicht der LSA im Prüffeld Kassel

Die Mehrzahl der LSA im Prüffeld Kassel ist über Telekommunikationsleitungen per OCIT-O-Protokoll an die Unterzentrale Auestadion angebunden. Bei 8 Anlagen kommt dabei die aktuelle Protokoll-Version 2.0 zum Einsatz, bei den übrigen Anlagen die Protokoll-Version 1.1. Wie bereits oben erwähnt war zu Projektbeginn eine Anlage über den N-COM-Standard angebunden. Darüber werden Anlagen per Mobilfunk Standard GPRS angebunden. Dieser lässt eine Überwachung einer Anlage zu. Für die kontinuierliche Übertragung von Detektorwerten und Signalgruppenzuständen ist er allerdings nicht geeignet. Im Rahmen des Projektes wird deshalb auf die auf den Mobilfunkstandard UMTS mit dem OCIT-O-Protokoll 2.0 Profil 3 umgestellt.

In Betrieb sind überwiegend LSA-Steuergeräte der Fa. Siemens. Dabei werden in Abhängigkeit der Inbetriebnahme und der Funktion unterschiedliche Modelle eingesetzt:

- bis 1998: Typ MS
- 1999-2005: Typ C800V bzw. C800VK
- 2008-2011: Typ C840V bzw. C840XS
- 2009-2011: Typ C940V
- seit 2012: Typ C940ES

Ein LSA-Steuergerät vom Typ M 2800 stammt von der Fa. Dambach.

LSA Nr.	LSA Name	Gerätetyp	Anschaltung	Inbetriebnahme	VA Komplexität (T = Tram / B = Bus)				Methode			
					Modifikation	IV Steuerung	ÖV-Beschl	Freier Umlauf	Festzeit	KS PDM	Vsplus	Sonstiges
002	Katzensprung	C940ES	OCIT 2.0	2013		x	T			x		
	abgeschaltet vom 02.12 bis 16.12.2013	MS	OCIT 1.1			x	T			MAUZ		
003	Altmarkt	C940ESX	OCIT 2.0	2015		x	T&B			x		
	abgeschaltet wegen Umbau vom 04.09.2014 bis 28.09.2015	MS	OCIT 1.1	1993		x	T&B			MAUZ		
004	Frankfurter Straße / Friedrichsplatz (AOK)	MS	OCIT 1.1	1996		x	B			MAUZ		
005	Frankfurter Straße / Fünfensterstraße (Trompete)	C800V	OCIT 1.1	2005		x	T&B			x		
006	Frankfurter Straße / Tischbeinstraße	C800V	OCIT 1.1	2002		x	T&B			x		
017	Frankfurter Straße / Heinrich Heine Straße	C800VK	OCIT 1.1	2002			T&B			x		
018	Frankfurter Straße / Ludwig Mond Straße	C800V	OCIT 1.1	2005		x	T&B			x		
020	Ysenburgstraße / Schützenstraße	C840V	OCIT 1.1	2008		x				x		
022	Dresdener Straße / Sandershäuser Straße	MS	OCIT 1.1	1997	FU				x			x
023	Dresdener Straße / Speeler Weg	MS	OCIT 1.1	1997	FU				x			x
024	Platz der Deutschen Einheit	MS	OCIT 1.1	1997		x	T&B			x		
032	Frankfurter Straße / Bosestraße	C800V	OCIT 1.1	2002			T&B			x		
043	Steinweg / Du Ry Straße	C940ES	OCIT 2.0	2014	FU				x			x
	abgeschaltet vom 03.07. bis 11.07.2014	MS	OCIT 1.1		FU				x			x
048	B83 / Lilienthalstraße	C940V	OCIT 2.0	2009		x	B	x		x		
050	Steinweg / Oberste Gasse Staatstheater	MS	OCIT 1.1	1991	x	x			x			x
051	Dresdener Straße / Scharnhorststraße (Kl. Kreisel)	C800V	OCIT 1.1	2002					x			
063	B83 / Nürnbergerstraße	C940V	OCIT 2.0	2009		x	B	x		x		
066	Frankfurter Straße / Landaustraße	C940V	OCIT 2.0	2011			T&B			x		
121	Hafenstraße	C840V	OCIT 1.1	2008		x				x		
149	Steinweg / Tränkeforte	C940V	OCIT 2.0	2010	FU					x		
162	Dresdener Straße / Osterholzstraße	M 2800	OCIT 1.1	2008		x						
169	Am Auestadion B3 / Credestraße	C940V	OCIT 2.0	2011		x	B			x		
172	Dresdener Straße / SMA	C940ES	OCIT 2.0	2012	FU	x				x		
	Neubau, eingeschaltet am 13.07.2012											
211	Unterneustädter Kirchplatz	C800V	OCIT 1.1	1999		x	T&B			x		
321	Schützenstraße / Am Werr / Wimmelstraße	C840XS	NCOM	2011	FU					x		
557	Am Auestadion B3 / Kegelzentrum	C800V	OCIT 1.1	2002		x	B			x		
558	Am Auestadion / Giesewiesen	MS	OCIT 1.1	1998		x	B			x		

Tabelle 1 Technische Details der Lichtsignalanlagen im Prüffeld Kassel

JAUT

Sämtlichen Lichtsignalanlagen in Kassel wird in einer Jahresautomatik (JAUT) ein Rahmen vorgegeben.

	06:00	06:35	07:00	07:30	08:00	08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30	19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	24:00
Mo-Do	SP4				SP1				SP2								SP3				SP4																
Fr	SP4				SP1				SP2				SP3				SP4																				
Sa	SP4				SP2												SP4																				
So + Fei	SP4				SP2												SP4																				

Abbildung 5 Übersicht über die JAUT am Knoten 051 – Kleiner Kreisel

	06:00	06:35	07:00	07:30	08:00	08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30	19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	24:00
Mo-Do	SP4				SP1				SP2								SP3				SP4																
Fr	SP4				SP1				SP2				SP3				SP2				SP4																
Sa	SP4				SP2												SP4																				
So + Fei	SP4				SP2												SP4																				

Abbildung 6 Übersicht über die JAUT am Knoten 005 - Trompete

	06:00	06:35	07:00	07:30	08:00	08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30	19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	24:00
Mo-Do	SP2				SP1				SP2								SP3				SP2																
Fr	SP2				SP1				SP2				SP3				SP2																				
Sa	SP2												SP2																								
So + Fei	SP2																																				

Abbildung 7 Übersicht über die JAUT am Knoten 018 - Auestadion

Im Wesentlichen wird unterschieden in

- SP 1: Frühprogramm
- SP 2: Normalprogramm
- SP 3: Nachmittagsprogramm
- SP 4: Spät- / Nachtprogramm

Beispielhaft ist der Zeitbereich der einzelnen Signalprogramme in Abbildung 5 ff. dargestellt. Werktags wird in der Regel um 5:30 Uhr in das Frühprogramm geschaltet, das bis 8:30 Uhr läuft. Das Nachmittagsprogramm startet montags bis donnerstags um 14:45; freitags bereits um 12:00 Uhr und endet um 18:30 Uhr.

Drei Anlagen werden nachts ausgeschaltet:

- LSA 172 zwischen 22:00 Uhr und 5:30 Uhr
- LSA 043 und LSA 121 zwischen 23:00 Uhr und 5:30 Uhr

Alle anderen Anlagen im Prüffeld Kassel laufen durchgängig.

Alle Anlagen im Prüffeld Kassel haben einen Umlauf von 100 s.

Steuerungsverfahren

Die Anlage LSA051 ist die einzige Anlage im Prüffeld mit einer reinen Festzeitsteuerung.

Die Freigabezeiten der Signalprogramme der verkehrsabhängig gesteuerten Lichtsignalanlagen werden durch die unterschiedliche Detektion von Verkehrsteilnehmern beeinflusst:

- Anforderung durch Fußgängertaster / Sondertaster für Sehbehinderte

- b) Anforderung durch Fahrzeuge auf Linksabbiegestreifen oder untergeordneten Zufahrten mittels Detektion in der Nähe der Haltlinie (Induktionsschleifen, Radar oder Video)
- c) Bemessung der Freigabezeiten durch Bemessungsdetektoren im Bereich der Zufahrt zum Knotenpunkt (Verlängern oder Verkürzen von Freigabezeiten), in der Regel 30 – 40 m vor der Haltlinie
- d) An- und Abmeldung von Bussen, Straßenbahnen oder Regiotrams mit Hilfe von Funktelegrammen, die das Passieren von festgelegten Punkten übermitteln (Vor-, Haupt- und Abmelder)

Mit Hilfe dieser Daten werden den einzelnen Verkehrsströmen die Freigabezeiten nach dem Prinzip Minimierung der Summe der Wartezeiten nach der Methode Kassel PDM zugeordnet. Anforderungen nach RiLSA werden dabei selbstverständlich beachtet (z.B. max. Sperrzeiten).

2.3 Technische Ausstattung der LSA-Zentrale (AP 5200/5400)

Die Lichtsignalanlagen in Kassel arbeiten zunächst einmal in dezentraler verkehrsabhängiger Steuerung. Die Zeitsynchronisierung erfolgt durch die Zentrale oder bei fehlender Kommunikationsmöglichkeit über den Zeitzeichenempfänger DCF77 bzw. GPS. Die Steuergeräte sind über Unterzentralen an die LSA-Zentrale angeschlossen. Über diese Zentrale werden Prozess- und Betriebsdaten der Steuergeräte gesammelt. Die Anlagen können damit überwacht und gesteuert werden. Fehler und Störungen werden von der Zentrale automatisch direkt in die Wartungsabteilung und den diensthabenden Wartungstechniker zur Störungsbehebung übermittelt. Daneben dient das Datenarchiv als Datenquelle um systematische Fehleranalysen oder Qualitätsanalysen durchzuführen. Eine Beeinflussung der LSA-Steuerungen aus der Zentrale im Sinne einer verkehrsadaptiven Netzsteuerung war vor Beginn des Projektes UR:BAN nicht vorgesehen. Entsprechende technische Einrichtungen waren ebenfalls nicht vorhanden. Das Ursprungssystem zum Projektbeginn wird als Verkehrssteuer- und -regelsystem (VSRS) der Stadt Kassel bezeichnet.

Servertechnisch besteht das VSRS aus den LSA-Steuergeräten und deren Anbindung an jeweils eine von drei LSA-Unterzentralen (vgl. Abbildung 8). In den Unterzentralen befinden sich jeweils sogenannte „Intelligent Gateways“ (IG), welche die Verbindung zur LSA-Zentrale im Straßenverkehrs- und Tiefbauamt der Stadt Kassel herstellen. Die Verbindung zwischen Unterzentralen und Zentrale erfolgt breitbandig per LWL. Das gesamte VSRS ist netzwerktechnisch über eine Firewall vom Netzwerk der Stadt Kassel getrennt. Die Mitarbeiter des Sachgebiets Verkehrssteuerung arbeiten im Verwaltungsnetzwerk der Stadt Kassel, haben per RDP aber auch Zugriff auf das VSRS.

Ergänzend dazu wird das ebenfalls bestehende Parkleitsystem betreut, welches netzwerktechnisch getrennt von den beiden anderen erwähnten Netzen betrieben wird.

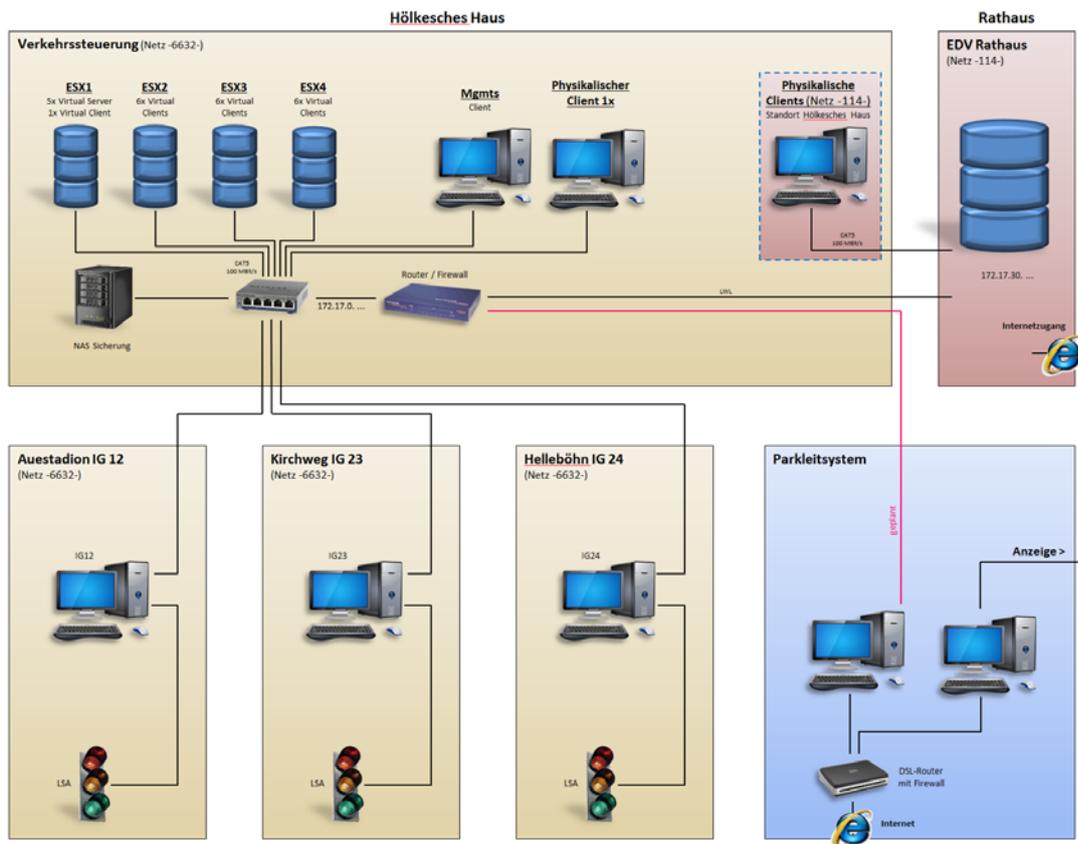


Abbildung 8 VRS-Netzwerk und Verwaltungssystem in Kassel

Im VRS ist die Prozesskontrolle durch Realisierung einer „durchgängigen Versorgungskette“ sichergestellt. Basis dieser Prozesskontrolle ist, dass jede Änderungen der Gerätesteuerung (z.B. Änderung eines Signalprogramms) durch die Vergabe einer Versionsnummer eindeutig gekennzeichnet wird. Dadurch ist gewährleistet, dass anhand der Versionsnummer eindeutig prüfbar und dokumentierbar wird, dass z.B. im Steuergerät im Feld dieselbe Version eingepflegt ist wie sie im Planungssystem in der Zentrale vorgehalten wird. Die „durchgängige Versorgungskette“ ist im SIEMENS-Office-System integriert, in dem Planungs- und Versorgungsdaten für die einzelnen Knotenpunkte verwaltet werden.

In dem Verwaltungssystem sind alle verkehrstechnisch relevanten Daten enthalten so zum Beispiel:

- Lageplan
- Signalprogramm
- Parameter
- Zuordnung der Signalgeber zu den Signalgruppen
- Sicherungsdaten der Signalsicherung

Im SIEMENS Scala System findet ein Monitoring und Qualitätsmanagement der Verkehrssteuerung statt. Über das System werden Betriebsmeldungen der an die Zentrale angebotenen LSA an Operatoren weitergegeben. Betriebsmeldungen können sein:

- Mitteilung über die Umschaltung in ein anderes Signalprogramm
- Hinweis auf Störungen
- Hinweis auf schwere Störungen, wie z.B. ein Rotlichtausfall mit der damit verbundenen LSA-Ausschaltung

Sämtliche Meldungen werden in einem Betriebsmeldearchiv gespeichert und stehen für statistische Auswertungen zur Verfügung.

Über das System können außerdem Signalzustände und die Belegung von Detektoren (sog. Prozessdaten) eingesehen und untersucht werden.

Über ein Qualitätsmanagementsystem können unterschiedliche Tests durchgeführt werden, wie z.B.:

- IV-Freigabezeitenkontrolle:
Damit wird geprüft, ob die Freigabezeit einer Signalgruppe im Zuge einer koordinierten Strecke im vorgesehenen Zeitbereich eines Umlaufs liegt
- IV-Zustandsdauerkontrolle:
Bei Festzeitsteuerungen wird der Zustand einer Signalgruppe auf eine mögliche Abweichung hin überprüft (z.B. Grünzeit).
- max. Zustandsdauerkontrolle:
bei Signalgruppen ohne Anforderungseinrichtungen wird geprüft ob max. Sperrzeiten eingehalten werden
- IV-Anforderungswartezeitenkontrolle:
bei Signalgruppen mit Anforderungseinrichtungen wird geprüft ob die max. Anforderungswartezeit eingehalten wurde (Zeit zwischen Detektion und Beginn der Freigabezeit)
- IV-Grünzeitvarianzkontrolle
Für die Verkehrsabhängigkeit wichtigen Signalgruppen wird geprüft, ob die Freigabezeiten variieren. Untersucht werden IV-Signalgruppen in der Hauptrichtung (bei reinen Fußgänger-Anlagen wird dieser Test nicht angewendet).
- IV-Detektorwertkontrolle
Es wird geprüft, ob für die Verkehrsabhängigkeit wichtige Detektoren eine Anzahl an Impulsen abgeben, die in einem vorgegebenen Rahmen liegen. Damit wird die Funktion des Detektors überprüft.
- ÖV-Meldepunkt Prozentkontrolle
Damit wird überprüft, ob Meldekettten vollständig empfangen werden (d.h. Voranmelder, Hauptanmelder und Abmelder)
- ÖV-Meldepunktanzahlkontrolle
damit wird die absolute Anzahl der Telegramme überprüft; werden keine Telegramme registriert oder zu viele kann von einer Störung oder einem Defekt ausgegangen werden

- ÖV-Fahrzeitkontrolle
Für die Fahrt zwischen einem Anmeldepunkt und einem Abmeldepunkt wird planerisch eine Fahrzeit geschätzt. Mit dem Test wird geprüft, ob die tatsächliche Fahrzeit davon abweicht.

Die Tests dienen dazu die Qualität der Signalisierung zu überwachen. Nur wenn die Grundfunktionalitäten der verkehrsabhängigen Steuerungen einwandfrei funktionieren, können die Anwendungsfälle aus dem Projekt UR:BAN sinnvoll darauf aufbauen.

Die Versorgung der LSA-Steuergeräte und der LSA-Zentrale mit Signalprogrammen, Zuordnung von Lampenschaltern und Schwellwerten für die Qualitätsüberwachung erfolgt mit der Software Siemens Sitraffic Office 4.6.1 Statistische Auswertungen und Qualitätsanalysen werden mit der Software Siemens Concert 6.5.2 (darin der Teil „Scala“) durchgeführt.

Durch die Prozesskontrolle ist der Zugriff auf die technische Signalprogrammsoftware und die Dokumentation (u.a. auch den gültigen Signallageplan) sichergestellt. So wird dort auch die Zuordnung von Signalgruppen zu einzelnen Baugruppen und Kanälen vorgenommen. Insbesondere diese Zuordnung ist von besonderem Interesse, wenn Schaltzeiten von Signalgruppen (z.B. an den MDM) gesendet werden sollen.

2.4 Technischer Aufbau des Verkehrsmanagementsystems (AP 5200/5400)

2.4.1 Serverstruktur

Für die geplanten Anwendungen im Projekt UR:BAN war eine Ergänzung des VSRS um ein Verkehrsmanagementsystem (VMS) erforderlich, dass im Folgenden auch UR:BAN-Serversystem genannt wird. Im Vergleich zu einem klassischen Verkehrsmanagementsystem umfasst das UR:BAN-Serversystem in das VMS integrierte UR:BAN-Anwendungen, Testbereiche und Datenaustauschbereiche speziell für die Projektbearbeitung.

Das UR:BAN-Serversystem besteht aus 5 einzelnen Rechnern mit einer unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV). Den Rechnern sind jeweils eigene Aufgabenbereiche zugeordnet:

- SKURBAN1 Operative DB:
 - Prozessor: 2x Intel Xeon 2,4GHz 16GB
 - Festplatten 8x 450GB. 2x2000GB (RAID)
 - Betriebssystem: Windows Server 2008 R2 Standard Service Pack 1
- SKURBAN2 Qualitätsanalyse DB:
 - Prozessor: 2x Intel Xeon 2,4GHz 16GB
 - Festplatten 2x 450GB. 8x600GB (RAID)
 - Betriebssystem: Windows Server 2008 R2 Standard Service Pack 1
- SKURBAN3 Schnittstellen:
 - Prozessor: 2x Intel Xeon 3,3GHz 16GB

- Festplatten 2x 450GB. (RAID)
- Betriebssystem: Windows Server 2008 R2 Standard Service Pack 1
- SKURBAN4 Verfahren:
 - Prozessor: 2x Intel Xeon 3,3GHz 16GB
 - Festplatten 2x 450GB. (RAID)
 - Betriebssystem: Windows Server 2008 R2 Standard Service Pack 1
- SKURBAN5 Terminalserver:
 - Prozessor: 2x Intel Xeon 3,3GHz 16GB
 - Festplatten 2x 450GB (RAID)
 - Betriebssystem: Windows Server 2008 R2 Standard Service Pack 1

Zusätzlich befindet sich zur Datensicherung ein netzgebundener Speicher (NAS) ausgelagert am Standort Auestadion.

- SKURBANNAS Datensicherung (ausgelagert über LWL-Verbindung; Auestadion)
 - NAS
 - 2TB

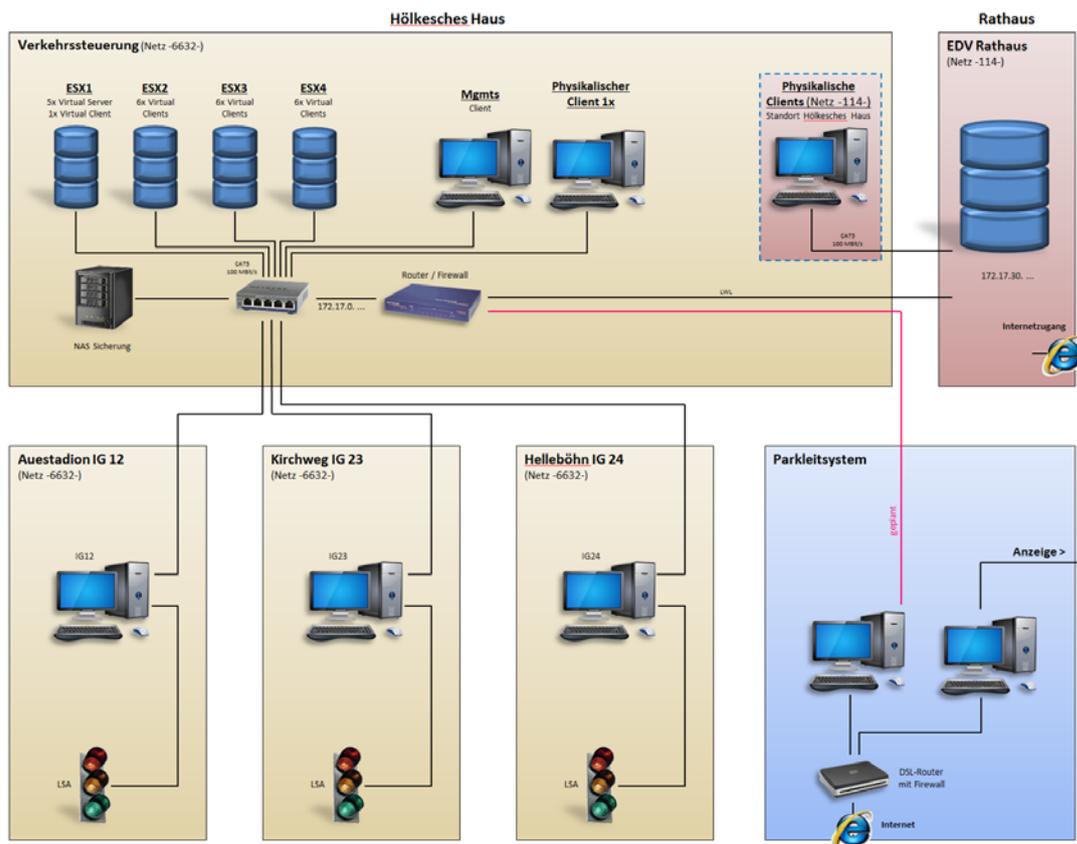


Abbildung 9 Serversystem Stadt Kassel vor Einrichtung von UR:BAN

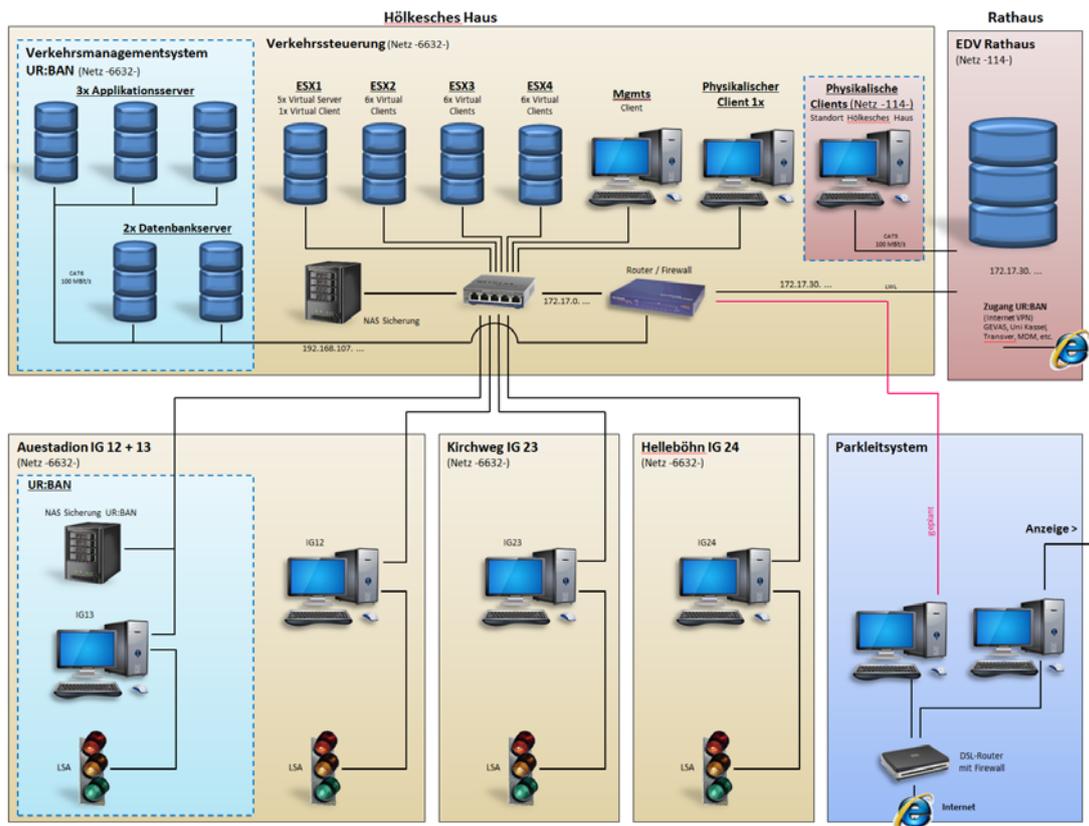


Abbildung 10 Serversystem Stadt Kassel nach Einrichtung von UR:BAN

In Ergänzung zu den bestehenden Netzwerken wurde im Rahmen des Projektes UR:BAN ein weiteres davon unabhängiges Netzwerk eingerichtet. Abbildung 10 zeigt die durch das UR:BAN-Netzwerk ergänzte Netzwerklandschaft im Straßenverkehrs- und Tiefbauamt der Stadt Kassel (türkisfarbene Bereiche). Dafür wurden Vereinbarungen mit dem IT-Amt der Stadt Kassel getroffen. U.a. wurde eine klare Abgrenzung der Netzwerke durch Firewalls installiert, insbesondere um den Schutz von sensiblen Daten in einer Stadtverwaltung zu gewährleisten (persönliche Daten, Personalausweis, Ausländerbehörde,...).

2.4.2 Softwarestruktur

Auf den einzelnen Rechnern der UR:BAN-Serversystems wurde unterschiedliche Software (Datenbanken und Applikationen) eingerichtet. Details können der Tabelle 2 entnommen werden.

Rechnername	Software
SKURBAN1	<ul style="list-style-type: none"> • Datenbank Oracle 10g Standard Edition One (2 CPU) <ul style="list-style-type: none"> ○ Messaging-System SwiftMQ ○ Middleware GEVAS VTmessenger inkl. operative Datenbank
SKURBAN2	<ul style="list-style-type: none"> • Datenbank Oracle 10g Standard Edition One (10 User) <ul style="list-style-type: none"> ○ GEVAS Traffic-IQ Qualitätsanalyse
SKURBAN3	<ul style="list-style-type: none"> • Schnittstellenapplikationen UR:BAN <ul style="list-style-type: none"> ○ Monitoring System KS HostMon Professional ○ Dienste für Auslieferung und Bezug von MDM-Daten ○ Dienste zur Bestellung und Abholen von Prozessdaten
SKURBAN4	<ul style="list-style-type: none"> • Applikationen UR:BAN <ul style="list-style-type: none"> ○ Applikation TransVer ○ Applikation Uni Kassel
SKURBAN5	<ul style="list-style-type: none"> • GEVAS Bedienoberfläche VTnet • ESRI ArcEditor (Version 10) • Datenaustauschverzeichnisse Projektpartnern

Tabelle 2 Übersicht der eingesetzten Software und Datenbanken auf den UR:BAN-Rechnern

2.4.3 Einbindung in das Datennetz der Stadt Kassel

Die 5 URBAN-Server sind über einen Switch und einen Router mit Firewall über eine LWL-Verbindung mit der Unterzentrale Auestadion und dem dort installierten Rechner (IG13) und der UR:BAN-Datensicherung (SKURBANNAS) verbunden.

Die berechtigten Benutzer arbeiten per Remotedesktop auf den UR:BAN-Servern.

Die Systemintegration der UR:BAN-Server und Software in das EDV-Netzwerk der Stadt Kassel wird in dem nicht öffentlichen Dokument „KS_Protokoll_UA_URBAN_IT-Integration_2012-08-27_<Version>“ beschrieben und bei Änderungen aktualisiert.

Folgende Schnittstellen zum EDV-Netzwerk der Stadt Kassel sind vorhanden:

- Schnittstelle zum VSRS (Siemens)
- Export- und Importschnittstelle zum Mobilitätsdatenmarktplatz
- RDP-Zugriff auf die UR:BAN-Server aus dem EDV-Netzwerk der Stadt Kassel
- Netzwerkzugriff (SMB) auf ein NAS für die Datensicherung
- Zugriff auf einen Mail-Server für das Monitoring System KS

- Fernzugriffe über Virtual Private Network (VPN) durch UR:BAN-Projektpartner (von mehreren Benutzern gleichzeitig)
 - GEVAS software (alle Server)
 - TransVer (ausgewählte Server)
 - Uni Kassel (ausgewählte Server)
 - Stadt Kassel (alle Server)
- Zugriff auf einen Windows-Update-Service zum Windows-Update der UR:BAN-Server
- Update des Symantec Virenschutz
- Zugriff auf einen Zeitserver der Stadt Kassel über NTP
- Zugriff auf den ESRI Lizenzserver der Stadt Kassel für eine ArcEditor Lizenz

Durch die Einbindung der UR:BAN-Server und des NAS in das Netzwerk der Stadt Kassel führt die EDV-Abteilung der Stadt die notwendigen Anpassungen der Firewall durch. Änderungen werden im Systemintegration-Konzept dokumentiert.

2.4.4 Datensicherung

Die Datensicherung der UR:BAN-Server findet bewusst in ein vom Straßenverkehrs- und Tiefbauamt unabhängiges Gebäude statt. Dazu wurde eine der LSA-Unterzentralen genutzt. Per Breitbandiger Datenleitung (LWL) wird folgendes automatisches Datensicherungskonzept durchgeführt:

- Datenbackup
 - Tägliche Oracle-Pumps (Sicherung der Prozessdaten des aktuellen Tages)
 - GIS-Datensicherung komplett (täglich, allerdings nur bei Änderungen)
 - Sonstige (Benutzerverwaltung, ...)
 - Konfigurationsdaten der einzelnen Anwendungen

Das Backup-Konzept geht bei den Datenbanken von zwei Ablaufschritten aus:

Backup-Schritt	Beschreibung	Durchführung
Vorbereitung	Datenbank-Exporte, Kopieren von Dateien	Windows Scheduler auf lokalem Rechner automatisch
Durchführung	Sicherung auf NAS	Robocopy automatisch oder manuell

Tabelle 3: UR:BAN-Backup-Konzept

Die Daten werden täglich nachts gezippt und anschließend auf das NAS verschoben. Den Zeitplan der Datensicherung zeigt Tabelle 4.

Quelle: Server 1	NAS	Bedeutung	Uhrzeit
D:\Oracle\KomK\Pmp\SitData	\share\ORACLE\KomK\Pmp\SitData	KOMK-Datenbank	03:01
D:\Oracle\KomK\Pmp\SupplyData	\share\ORACLE\KomK\Pmp\SupplyData	KOMK-Datenbank	02:00

D:\Programme\LDAP	\share\LDAP	Benutzerverwaltung	04:15
Quelle: Server 2	NAS	Bedeutung	Uhrzeit
D:\Oracle\QA\Pmp\SitData	\share\ORACLE\QA\Pmp\SITDATA-long	QA-Datenbank	03:11
D:\Oracle\QA\Pmp\SitData	\share\ORACLE\QA\Pmp\SITDATA-short	QA-Datenbank	03:31
D:\Oracle\QA\Pmp\SitData	\share\ORACLE\QA\Pmp\SITDATA-testresult	QA-Datenbank	03:01
Quelle: Server 5	NAS	Bedeutung	Uhrzeit
D:\Share\Daten\GISDB	\share\Daten\GISDB	Personal-geodatabase	04:30
\\192.168.107.12\d\$\hostmonconf	\share\Hostmon\hostmonconf	Hostmonitor (Überwachungs-tool)	06:00
\\192.168.107.12\d\$\Programme\HostMonitor5	\share\Hostmon\HostMonitor5	Hostmonitor (Überwachungs-tool)	06:00

Tabelle 4 Zeitplan der Datensicherung

2.5 Datengrundlagen (AP 5200/5400)

2.5.1 Straßennetz der Stadt Kassel (GIS)

Im GIS-Bestand der Stadt Kassel wurden bereits in den Jahren 2006 bis 2009 die Sachdaten für ein Straßennetz, bestehend aus Netzkanten (Linien) und Netzknoten (Punkte), beim Fachamt für Vermessung und Geoinformation (-62-) erfasst. Die Geometrie dieses Modells wurde anhand von Topografie, ALKIS-Daten und hochauflösenden Orthofotos erstellt. Die Netzkanten verlaufen dabei in der Regel auf der Mittelachse der Straße und enden immer in Netzknoten. An Einmündungen oder Kreuzungen befindet sich der Netzknoten in der Regel in deren Zentrum. Ursprünglich wurde dieses Knoten-Kanten-Modell (KKM) für ein Fußgängerouting erstellt, so dass sich in diesem Modell neben den öffentlichen Straßen und Wegen auch Zufahrten und Privatwege finden. Hin- und Rückrichtung einer Straße werden durch ein einziges Kantenelement dargestellt.

Im Zuge der Erstellung eines Verkehrsmodelles für den Verkehrsentwicklungsplan (VEP) 2030 der Stadt Kassel wurde dieses Knoten-Kanten-Modell (Netzgraph) überarbeitet, mit dem Ziel einen Netzgraphen für die Verkehrsfluss-Simulationssoftware "VISUM" zu erzeugen. Das Netz (Kanten / Knoten) wurde vervollständigt und die Attribute entsprechend angepasst.

2.5.2 Aufbereitung der Daten

Das überarbeitete Knoten-Kanten-Modell des VEP 2030 diente als Grundlage für das Traffic-Data-Model in der VTnet-Anwendung (GEVAS software) und bildet die Basis für die Anwendungen im Verkehrsmanagementsystem und in der Folge auch für die Anwendungen im Projekt *UR:BAN*. Hierzu wurde der Netzgraph aus dem VEP 2030 einer weiteren umfangreichen Modifizierung unterworfen. Neben der Anpassung der Attribute ist besonders die doppelte Kantenführung hervorzuheben, d.h. jede Fahrtrichtung einer Fahrbahn wird nun durch eine gesonderte Kante (Polylinie) dargestellt. Ein in beide Richtungen befahrbarer Straßenabschnitt zwischen den Punkten A und B wird nun durch eine Kante von A nach B und eine Kante von B nach A dargestellt, die deckungsgleich aufeinander liegen.

Die Attributliste des Netzgraphen wurde stark erweitert, nicht benötigte Attribute entfernt. In Teilbereichen wurde die Netzstruktur vereinfacht, d.h. Streckenabschnitte, die aus mehreren aufeinanderfolgenden Kanten bestehen und nicht abzweigen, wurden zu einer Kante zusammengefasst. Wegen der geometrischen Modifikation sind die Kanten nicht mehr deckungsgleich mit dem Ursprungsnetzgraphen aus dem VEP 2030.

Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen der Systeme „Visum (VEP2030)“ und „*UR:BAN*-Applikationen“ an den Netzgraphen ist es derzeit nicht möglich, ein gemeinsames KKM zu nutzen. Für die Stadt Kassel bedeutet dies, dass zwei routingfähige Knoten-Kanten-Modelle gepflegt werden. Die Möglichkeit eines von allen Systemen gemeinsam genutzten KKM wird derzeit überprüft, nicht nur hinsichtlich des Pflegeaufwandes, sondern auch in Hinblick auf die Konsistenz der Daten aus den unterschiedlichen Systemen, ist die Verwendung eines kongruenten KKM anzustreben.

Sämtliche von der Stadt Kassel verwendeten Knoten-Kanten-Modelle werden im Koordinatensystem "Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989 (ETRS89)" gehalten.

Tabelle 5 stellt die Attribute der einzelnen Knoten-Kanten-Modelle gegenüber.

Attributfeld	Beschreibung	Modelle		
		Geo-Info KS	VEP 2030	VT-Net
Shape	Geometrie des Zeichnungsobjektes (Polylinie)	x	x	x
OBJECTID	vom GIS-System automatisch vergebene, fortlaufende ID-Nummer	x	x	x
Description	Eine Beschreibung des Objekts	-	-	x
Eigentümer	Eigentümer der Fahrbahn	x	-	x
Name	Straßenname	-	x	x

Attributfeld	Beschreibung	Modelle		
		Geo-Info KS	VEP 2030	VT-Net
IsSplit	Der Netzgraph von VTcenter ist zwingend richtungsgetreunt, d.h. es existiert für jede Richtungsfahrbahn ein eigenes Objekt. Dieses Feld wird typischerweise bei der Erstversorgung gesetzt, wenn beim Import eines externen Netzes eine in zwei Richtungen befahrbare Kante in zwei Kanten aufgesplittet wurde.	-	-	x
PermanentIDNumber	vom Bearbeiter vergebene ID-Nummer	-	-	x
ModifiedBy	angepasst von (letzter Bearbeiter)	-	-	x
ModifiedLast	zuletzt angepasst (Datum)	-	-	x
Created	erstellt (Datum)	-	-	x
Source	Dieses Feld nimmt Informationen über die Herkunft der Daten auf. Wenn die einzutragenden Daten aus einer anderen Datenquelle stammen und es hilfreich oder sinnvoll ist, diese Datenquelle zu vermerken, dann sollte dafür das Feld [SOURCE] verwendet werden	-	-	x
SourceID	Quell-ID (Streckenschlüssel) im Ursprungsmodell	x	x	x
InOPDB	Das Feld wird für manche Tabellen vom Internet-Auftritt VTinfo gelesen, um festzustellen, welche Datensätze auch dem operativen System bekannt sind.	-	-	x
OCIT_UnitNR	Wenn das Objekt als OCIT-Unit angesprochen werden soll, dann muss hier die Nummer der Unit eingetragen werden	-	-	x
SubsystemPIDNumber	Wenn das Objekt als OCIT-Unit angesprochen werden soll, dann muss hier die Nummer des Subsystems eingetragen werden.	-	-	x
FromID	von Netzknoten (PermanentIDNumber des Netzknotens)	-	x	x
ToID	nach Netzknoten (PermanentIDNumber des Netzknotens)	-	x	x
Übergangsnetz	Dieses Feld kann zur Definition eines speziellen Netzes verwendet werden.	-	-	x
RoadPIDNumber	RoadElements können zu übergeordneten Roads zusammengefasst werden. Das Feld [RoadPIDNumber] verweist auf das zugeordnete Objekt vom Typ Road.	-	-	x
UndirRoadElementPIDNumber	Mit Hilfe dieses Feldes wird einem RoadElement ein ungerichtetes RoadElement zugeordnet.	-	-	x
Nummer	Dieses Feld wird gesetzt, wenn der nicht richtungsgetreunte Netzgraph (Tabelle UndirectedRoadElements) über OCIT angesprochen werden soll. Die Elemente der Tabelle RoadElement werden dann als OCIT-Objekte behandelt und im Feld [Nummer] wird die Objekt Nummer abgelegt. Entspricht das RoadElement der Hinrichtung des ungerichteten RoadElements, so wird als Objekt Nummer die 1 verwendet. Handelt es sich um die Gegenrichtung, so wird als Objekt Nummer die 2 versorgt.	-	-	x

Attributfeld	Beschreibung	Modelle		
		Geo-Info KS	VEP 2030	VT-Net
FunktionaleStrassenklasse	Der Wert dieses Feldes legt die funktionale Bedeutung des RoadElements im Verkehrsnetz fest.	-	-	x
Strassenklasse	Der Wert dieses Feldes legt die Kategorie der zugehörigen Straße fest.	x	-	x
Streckentyp	Der Wert dieses Feldes legt den Streckentyp der Kante für VISUM fest. Die existierenden Typen sind in der VISUM-Versorgung festgelegt.	-	-	x
Baulastträger	Legt den Baulastträger für das RoadElement fest.	-	-	x
Länge	Hier wird die gemessene Länge des RoadElements eingetragen. Im Gegensatz dazu steht die Länge der Polylinie im Feld [Shape.Length], welches von der GISDB automatisch erzeugt wird.	-	-	x
DTV	Die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke für das RoadElement in Kfz/Tag.	-	-	x
Schwerlastanteil	Der Anteil des Schwerverkehrs am DTV als Prozentwert	-	-	x
Spitzenstundenanteil	Der Spitzenstundenanteil am DTV in der Einheit Kfz/h	-	-	x
Parkregelung	Legt die Parkregelung des RoadElements in Form einer Aufzählung fest.	-	-	x
Stellplätze	Die Anzahl der Stellplätze entlang der Straße	-	-	x
Fahrbahntyp	Der Fahrbahntyp des RoadElements.	-	-	x
Normalgeschwindigkeit	Die durchschnittliche gefahrene Geschwindigkeit auf der Kante in km/h	-	-	x
Höchstgeschwindigkeit_Hin	maximal zulässige Höchstgeschwindigkeit in Richtung der Streckengeometrie	x	x	x
Höchstgeschwindigkeit_Rück	maximal zulässige Höchstgeschwindigkeit entgegen der Richtung der Streckengeometrie	x	x	-
Fahrspuren_Hin	Anzahl der Fahrspuren in Richtung der Streckengeometrie	-	x	x
Fahrspuren_Rück	Anzahl der Fahrspuren entgegen der Richtung der Streckengeometrie	-	x	-
Fahrbahnoberfläche	Oberflächenmaterial	x	-	x
MaximaleAchslast	maximale Achslast für den aktuellen Abschnitt	-	-	x
Maximale erlaubte Höhe	maximale erlaubte Fahrzeughöhe für den aktuellen Abschnitt	-	-	x
Maximale erlaubte Breite	maximale erlaubte Fahrzeugbreite für den aktuellen Abschnitt	-	-	x
Maximale erlaubte Länge	maximale erlaubte Fahrzeuglänge für den aktuellen Abschnitt	-	-	x
Maximale Gesamtlast	maximale Gesamtlast für den aktuellen Abschnitt	-	-	x
Steigung	Steigung im aktuellen Abschnitt	-	-	x
Ramp	Wenn das Feld auf 1 gesetzt wird bedeutet dies, dass es sich bei dem RoadElement um ein Auf/Abfahrtsrampe handelt.	-	-	x
Radweg	Beschreibt in Form eines Aufzählungswertes, ob ein Radweg für das RoadElement existiert.	-	-	x

Attributfeld	Beschreibung	Modelle		
		Geo-Info KS	VEP 2030	VT-Net
Richtungstrennungstyp	Beschreibt, ob es eine Richtungstrennung für das RoadElement gibt.	-	-	x
ForOPDB	Dieses Feld legt das Hauptstraßennetz fest, welches von VTnet gelesen und in die OPDB exportiert wird. Nur wenn das Feld auf "True" gesetzt wird bedeutet dies, dass das RoadElement zum Hauptstraßennetz gehört.	-	-	x
VTI_Verbergen	Soll das RoadElement im Internet Auftritt VTinfo nicht dargestellt werden, so muss der Wert des Feldes auf "True" gesetzt werden.	-	-	x
Verkehrsstärke	Legt den Wert für die Kapazität des RoadElements in Kfz/h fest.	-	-	x
StrassenKennziffer	Die Straßenkennziffer dient einer städtischen, amtsübergreifenden Identifizierung des RoadElements.	x	x	x
InPlanung	Legt fest, ob das RoadElement lediglich in Planung und noch nicht gebaut ist. Falls nichts angegeben ist wird angenommen, dass das RoadElement bereits existiert.	-	-	x
Modellkapazität	Legt für VISUM die Kapazität der Kante in Fz/h fest. Der Wert ist kantenbezogen	-	-	x
LOSGebiet	Über diese Eigenschaft kann gefiltert werden, ob der LOS dieser Kante angezeigt wird oder nicht.	-	-	x
Shape_Length	Länge des Zeichnungsobjektes (Polylinie)	x	x	x
Hauptstraße	Unterscheidung des Hauptstraßennetzes von den übrigen Wegen und Straßen	x	-	-
Kraftfahrzeugverkehr	Unterscheidung, ob Streckenstück vom motorisierten Individualverkehr befahren werden darf	x	-	-
Gehweg	Angabe über straßenbegleitende Gehwege	x	-	-
(Private) Zusatzwege	Informationen für das Fußgängerouting – Info wurde inzwischen in ein eigenes Netz ausgelagert	x	-	-
Schlüssel 66 Zustand	Zuordnungs-Schlüssel zur Tabelle Straßenzustand	x	-	-
Abschnitt 66 Wege	Zuordnungs-Schlüssel für die vom Straßenverkehrsamt betreuten Wege	x	-	-
Struktur	In dem Streckenteil überwiegend vorhandene Fahrbahnsituation	x	-	-
Gesperrt_Hin	Einbahnstraße in Richtung der Streckengeometrie (true / false)	-	x	-
Gesperrt_Rück	Einbahnstraße entgegen der Richtung der Streckengeometrie (true / false)	-	x	-
Datenquelle	von GGR bearbeitet (true / false)	-	x	-

x = Attribut vorhanden - = Attribut nicht vorhanden

* Fachamt für Vermessung und Geoinformation der Stadt Kassel (-62-)

Tabelle 5 Attributstruktur der unterschiedlichen Knoten-Kanten-Modelle

2.6 Einrichten und Betreiben des Verkehrsmanagementsystems (VMS) (AP 5200/5400)

Um Prozessdaten der Verkehrssteuerung verwerten zu können, ist deren räumliche Verortung notwendig. Im VTnet geschieht dies über das eingangs beschriebene georeferenzierte, routingfähige Knoten-Kanten-Modell.

Nachfolgend werden Arbeitsschritte und Anpassungen des Knoten-Kanten-Modells für die Zwecke des Verkehrsmanagementsystems und der Liefermöglichkeit für die UR:BAN-Anwendungen dargestellt.

1. Anpassung des Knoten-Kanten-Modells:
 - a. Das VMS-KKM benötigt für jede Fahrriktion eines Straßenabschnitts eine Kante. Dafür wird jeweils eine zusätzliche Kante mit entgegengesetzter Richtung generiert. Die Anzahl der Kanten wird im VMS-KKM verdoppelt.
 - b. Ein Straßenabschnitt kann, je nach Quelle des KKM durch weitere Objekte wie Brücken, private Einfahrten, Fußgänger- oder Radwege etc. weiter segmentiert sein. Eine Reduzierung der Segmentanzahl auf das für den Kfz-Verkehr Notwendige führt zu einer geringeren Anzahl der Kanten im KKN. Die Rechenperformance kann dadurch gesteigert werden. Fehlende Kanten müssen eingefügt werden, wenn benötigte Verkehrswege fehlen.
 - c. Straßenführungen im Knotenbereich (z.B. Rechtsabbieger mit eigener Signalgruppe, Kreisverkehr als ein Knotenpunkt...) müssen nachgearbeitet werden.
2. Jede Kante des VMS-KKM muss mit den Spurinformatoren (Anzahl und Länge von Spuren, IV, Bus, Bahn...) versehen werden.
3. Geo-Positionen der Knotenobjekte (Detektoren, Wirkungspunkt der Signalgruppen – z.B. Haltelinie, Taster, Schleifen) werden dem VMS-KKM separat mitgegeben, und sind nicht Bestandteil der Versorgungsdaten (VD) des Knotens. Hierzu werden aktuelle georeferenzierte Lagepläne des Knotens und aktuelle georeferenzierte Luftbilder genutzt.
4. Für die Verbindung zwischen Knoten-Design (Objektbezeichnungen) und den gelieferten Prozessdaten (Objektnummern) sowie weiteren Informationen (Schaltprogramme...) wird für jeden Knoten eine VD-Datei benötigt. Nach jeder Versorgungsänderung muss diese im VMS neu importiert werden. Bestehende Objektnamen müssen auf ihre Funktion und Verortung geprüft und gegebenenfalls neu eingepflegt werden.
5. Prozessdaten (PD), die den aktuellen Objektzustand am Knoten melden (z.B. Signalgruppen, Detektoren, ÖV (Bus u. Bahn), Takt) referenzieren sich über die Objektnummer. Der Objektzustand wird passend zur Objektnummer geliefert. Die Objektnummer wird mit der Knotenversorgung (VD) festgelegt und kann sich mit jeder neuen Versorgung ändern. Hier ist im Alltag ein sorgfältiger Pflegeprozess erforderlich.

2.6.1 Pflegeaufwand beim Einrichten und dem Betrieb des VMS

Die Tabelle 6 gibt einen Eindruck über den Aufwand der Datenbereitstellung für das VMS (+++: hoher Aufwand; ++: mittlerer Aufwand; +: geringer Aufwand; -: kein Aufwand).

Das Einrichten des VMS-KKM ist stark abhängig von der Qualität des Ursprungs-KKM und dem Umfang an Verkehrswegen, die versorgt werden sollen.

Für den Betrieb ergibt sich für das VMS-KKM ein Pflegebedarf, wenn Verkehrswege geändert werden (selten) oder zusätzliche Verkehrswege benutzt werden sollen.

Beim Einrichten müssen alle Fahrstreifeninformationen (Anzahl, Länge, Richtung..) eingepflegt werden. Im Betrieb ist bei entsprechender Änderung der Fahrstreifeneigenschaften eine Pflege notwendig. Die Versorgung der signalisierten Knoten und signalisierten Fußgängerüberwege werden durch den Import der jeweiligen VD-Datei und anschließender Verortung von Signalgruppen, Detektoren, Furten ausgeführt.

Für den Betrieb ist bei Versorgungsänderung die aktuelle VD-Datei zu importieren und Änderungen zwischen Alt und Neu zu prüfen und gegebenenfalls manuell einzupflegen.

Prozessdaten (PD) werden über einen Webservice vom VSRS bezogen. Diese Datenlieferung muss beim Einrichten des VMS eingestellt werden und bleibt für den laufenden Betrieb bestehen.

Arbeitsschritt	Aufwand beim Einrichten	Aufwand im Betrieb
KKM	+++	+
Spuren	+++	++
Knotenobjekte (VD)	+++	++
PD-Lieferung	+	-

Tabelle 6: Pflegeaufwand beim Bereitstellen der Daten für das VMS

Neben dem Aufwand, der bei Versorgung des KKM mit differenzierten Informationen erforderlich ist, entsteht ein Aufwand bei der täglichen Nutzung des Systems. Dabei ist in einem Baustellen und Veranstaltungssystem zu hinterlegen, wann z.B. Fahrstreifen nicht zur Verfügung stehen. Diese Informationen können in der Software VTnet verortet und zeitlich definiert werden.

2.6.2 Zuordnung der Prozess- und Versorgungsdaten

Die Abbildung 11 zeigt den Informationsfluss zwischen den unterschiedlichen Datenquellen und den Datenempfängern. Bei mit automatisch (a) gekennzeichneten Verbindungen erfolgt der Datentransport ohne weitere Eingriffe zwischen Quelle und Ziel.

Bei mit manuell (m) gekennzeichneten Verbindungen müssen Daten durch einen Benutzer von der Quelle abgeholt und zum Teil angepasst werden, um sie an das Ziel weiterzuleiten.

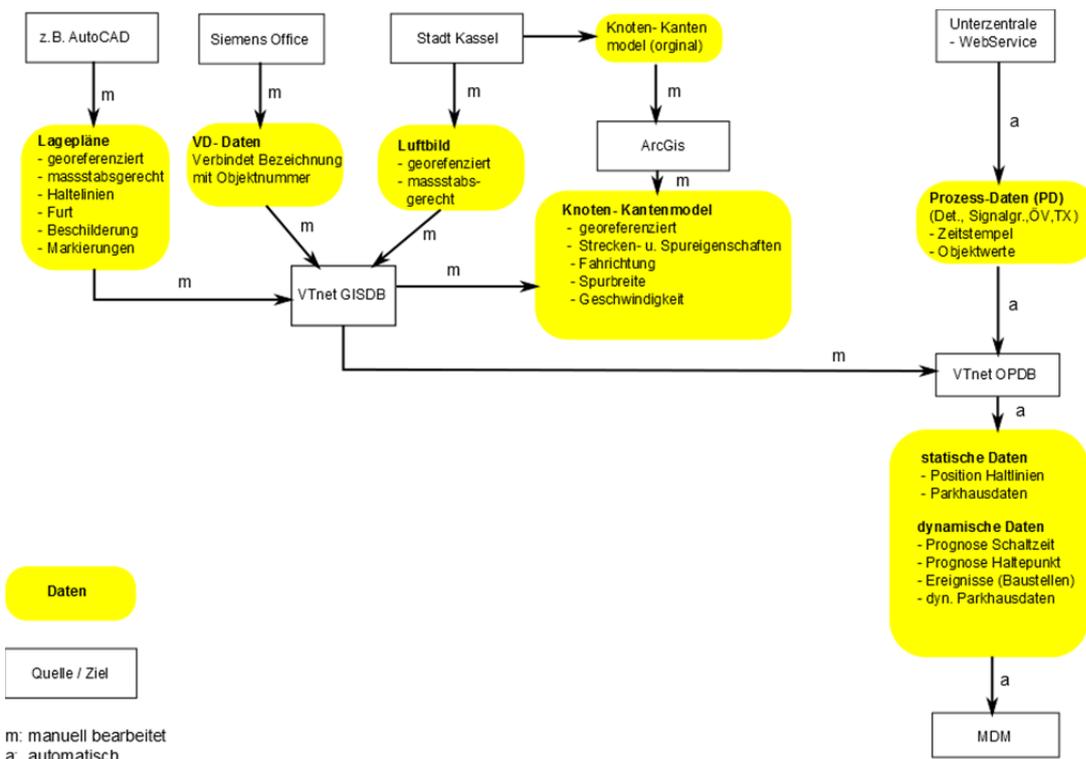


Abbildung 11 Informationsfluss und Bearbeitungsart

Deutlich wird, dass zahlreiche Bearbeitungsschritte noch nicht automatisiert ablaufen. Manuell müssen Daten transferiert, abgetippt oder eingepflegt werden. Hier besteht in Zukunft noch Optimierungsbedarf.

2.6.3 Anbindung zum MDM

Bereits zu Beginn des UR:BAN-Projektes wurde festgelegt, dass der Datenaustausch zwischen der Verkehrsmanagementzentrale und Endnutzern (Fahrzeugen, Verkehrsteilnehmern) über den Mobilitätsdatenmarktplatz (MDM) erfolgen soll.

Der MDM ist die Datenaustauschplattform für Verkehrsdaten in Deutschland. Die für das Projekt UR:BAN erforderlichen technischen Schnittstellen wurden von der Fa. GEVAS Software, dem Hersteller der verkehrstechnischen Software, umgesetzt. Die administrative Umsetzung erfolgte durch Mitarbeiter der Stadt Kassel.

Als Testdaten wurden zunächst die Daten aus dem Parkleitsystem der Stadt Kassel genutzt, um sie Dritten anbieten zu können. In diesem Zusammenhang wurde auch der Datenüberlassungsvertrag mit potentiellen Datennutzern juristisch mit dem Rechtsamt der Stadt Kassel abgestimmt.

Zunächst musste die Stadt Kassel als Datengeber beim MDM eingerichtet und eine erste Publikation eingestellt werden. Der Datenfluss funktioniert nach anfänglichen Startschwierigkeiten problemlos.

In weiteren Schritten wurden zusätzliche Publikationen beim MDM eingestellt:

- Geometrieinformationen der Knotenpunkte

Name*:	Haltlinien und Signalgruppen Kassel - statisch	ID:	2069005
Beschreibung*:	Verortung von Haltlinien im Verkehrsnetz Kassel und Zuordnung der Signalgruppen		
Gültig von:	22.07.2013	Gültig bis:	Unbegrenzt
Gültigkeit Datenpaket (Min.):		Recherchierbar:	<input type="checkbox"/>
Datenart*:	Verkehrsdaten	Vertragsfrei:	<input type="checkbox"/>
Format*:	DATEXII	Aktiv:	<input checked="" type="checkbox"/>
Protokoll*:	OTS2		
Anlieferungsmodus*:	PUSH_PERIODIC		
Aktualisierungsintervall*:	24 h		

- Prognose der Schaltzeiten

Name*:	Schaltzeitprognose Stadt Kassel	ID:	2321000
Beschreibung*:	Prognose des Freigabezeitpunkts für eine Signalgruppe		
Gültig von:	16.06.2014	Gültig bis:	Unbegrenzt
Gültigkeit Datenpaket (Min.):		Recherchierbar:	<input type="checkbox"/>
Datenart*:	Verkehrsdaten	Vertragsfrei:	<input type="checkbox"/>
Format*:	DATEXII	Aktiv:	<input checked="" type="checkbox"/>
Protokoll*:	OTS2		
Anlieferungsmodus*:	PUSH_PERIODIC		
Aktualisierungsintervall*:	1 min		

- Prognose der Haltepunkte

Name*:	Haltepunktprognose Stadt Kassel	ID:	2320000
Beschreibung*:	Prognose der Haltepunkte vor einer Haltlinie		
Gültig von:	16.06.2014	Gültig bis:	Unbegrenzt
Gültigkeit Datenpaket (Min.):		Recherchierbar:	<input type="checkbox"/>
Datenart*:	Verkehrsdaten	Vertragsfrei:	<input type="checkbox"/>
Format*:	DATEXII	Aktiv:	<input checked="" type="checkbox"/>
Protokoll*:	OTS2		
Anlieferungsmodus*:	PUSH_PERIODIC		
Aktualisierungsintervall*:	1 min		

- Baustelleninformationen

Name*:	Verkehrsdaten Kassel	ID:	2055006
Beschreibung*:	Verkehrsdaten der Stadt Kassel (Testdaten)		
Gültig von:	07.06.2013	Gültig bis:	Unbegrenzt
Gültigkeit Datenpaket (Min.):		Recherchierbar:	<input checked="" type="checkbox"/>
Datenart*:	Verkehrsdaten	Vertragsfrei:	<input checked="" type="checkbox"/>
Format*:	DATEXII	Aktiv:	<input checked="" type="checkbox"/>
Protokoll*:	OTS2		
Anlieferungsmodus*:	PUSH_PERIODIC		
Aktualisierungsintervall*:	1 min		

Die Daten werden im DATEXII-Format über ein OTS2-Protokoll zum MDM geschickt. Die statischen Daten der Haltelinien und Signalgruppen werden einmal täglich verschickt, alle anderen Daten mindestens im Minuten-Takt. Im MDM-Benutzerhandbuch steht für den Auslieferungsmodus PUSH_PERIODIC, der für die Publikationen zum Einsatz kommt:

„Bei **PUSH_PERIODIC** dient das Aktualisierungsintervall allein dem Informationszweck für den Datennehmer. Die Datenanlieferung zur Plattform wird durch Ihr datengebendes System initiiert, eine Überprüfung des Intervalls findet nicht statt.“ (Quelle: MDM-Benutzerhandbuch, Version 1.9.0 – 24.07.2014)

Im Rahmen von UR:BAN wurden auch Überlegungen zu höheren Frequenzen angestellt. So wäre die Zielgröße 1 Hz wünschenswert. Der MDM ist dafür aber aktuell nicht ausgelegt. Tests zu Latenzzeiten innerhalb des VSRS und des Verkehrsmanagementsystems Kassel haben gezeigt, dass eine mögliche Frequenz von 0,5 Hz technisch erreicht werden kann.

Zur Georeferenzierung der Haltelinien werden innerhalb des DATEXII-Formats OpenLR-Datenstrukturen genutzt. Damit soll es ermöglicht werden, die in den Datenstrukturen der Stadt Kassel georeferenzierten und an einem Knoten-Kanten-Modell angeordneten Objekte an Knoten-Kanten-Modelle anderer Datenstrukturen zu übertragen.

Abbildung 12 zeigt den Datenfluss im Prüffeld Kassel über den MDM.

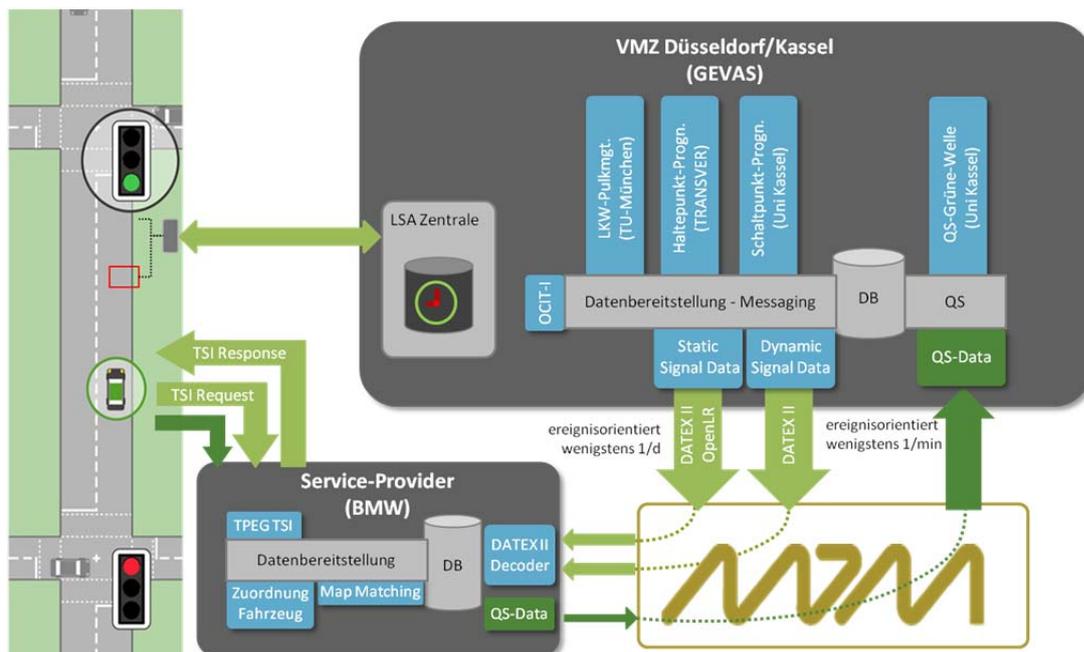


Abbildung 12 Datenfluss vom LSA-Steuergerät zum Verkehrsteilnehmer im Prüffeld Kassel

Die unterschiedlichen Datenlieferungen an den MDM werden technisch durch Export-Dienste auf dem Server SKURBAN3 ausgeführt. Ein Dienst versorgt sich mit seinen Lieferdaten aus der Operativen Datenbank und bereitet diese für den Transport zum MDM auf. Jeder Dienst überträgt die Daten in einem DATEX II definierten XML-Format mit einem gewählten Aktualisierungsintervall (PUSH_PERIODIC) an eine Liefer-URL des MDM.

Die eindeutige Liefer-URL wird beim Einrichten einer Publikation vom MDM vergeben. Eine

Strukturbeschreibung für den jeweiligen Datenlieferung-Typ wird als XSD-Datei vom MDM bereitgestellt.

Eine Übersicht der aktuellen MDM-Publikationen der Stadt Kassel zeigt Abbildung 13.

Übersicht Publikationen

Organisation:	Stadt Kassel	Internetseite:	http://www.kassel.de			
Meine Publikationen						
ID	Publikations-Name	Gültig bis	Rech.	Aktiv	Aufgabe	Konfiguration
2055006	Verkehrsdaten Kassel	Unbegrenzt	✓	✓		Details >
2069005	Haltlinien und Signalgruppen Kassel - statisch	Unbegrenzt		✓		Details >
2175000	Dynamische Parkdaten	Unbegrenzt	✓	✓		Details >
2176000	Statische Parkdaten	Unbegrenzt	✓	✓		Details >
2248002	Dynamische Parkdaten (SOAP)	Unbegrenzt	✓	✓		Details >
2249000	Statische Parkdaten (SOAP)	Unbegrenzt	✓	✓		Details >
2320000	Haltepunktprognose Stadt Kassel	Unbegrenzt		✓		Details >
2321000	Schaltzeitprognose Stadt Kassel	Unbegrenzt		✓		Details >

Abbildung 13 MDM-Publikationen der Stadt Kassel

Neben der Datenbereitstellung werden auch Daten für das VMS vom MDM bezogen. Ein Import-Dienst auf dem Server SKURBAN3 bezieht im Minutenabstand Verkehrsdaten vom Projektpartner TomTom zur Anzeige der Reisezeitverluste im städtischen Verkehrsnetz.

Nähere Informationen zu Standards, Schnittstellen und Datenmodellen (z.B. DATEX II, OTS-2) können dem Anhang A des „Leitfadens für die Einrichtung kooperativer Systeme auf öffentlicher Seite“ entnommen werden.

Die Datenlieferungen können als einmalige, zyklische oder ereignisorientierte Lieferung beauftragt werden, und die Kommunikationsteilnehmer können als Bezieher (subscriber), Herausgeber (publisher) oder Verteiler (distributor) wirken.

2.7 Berücksichtigung von Veränderungen im Prüffeld (AP 5200/5400)

2.7.1 Austausch von Steuergeräten (Modernisierung)

Das Prüffeld Kassel befindet sich nicht in einem abgeschlossenen Bereich unter Laborbedingungen sondern ist Teil des städtischen Straßennetzes. Damit ist es auch den üblichen Veränderungen in einer Stadt unterworfen. Baustellen, Veranstaltungen und Modernisierungen verändern die Verkehrssituation und die Möglichkeiten der Datenübertragung.

Turnusmäßig betrifft dies auch die Lichtsignalanlagen und deren Technik. Bei einigen Lichtsignalanlagen wurde während der Projektlaufzeit das Steuergerät ausgetauscht und die LSA-Steuerung angepasst. Dies hat zum Teil erhebliche Folgen für die Daten, die für die UR:BAN-Anwendungen zur Verfügung gestellt werden.

Wird ein gesamter Knotenpunkt neu gestaltet, ist zu überprüfen, ob die Lage der Haltlinien sich gegenüber dem bisherigen Zustand verändert hat. Auch die den Haltlinien zugeordneten Signalgruppen können sich geändert haben, ggf. sind neue Signalgruppen hinzugekommen, andere weggefallen. Von besonderer Relevanz ist die Kanalbelegung der Signalgruppen im Steuergerät. Diese müssen bei einer Modernisierung überprüft werden. Selbst bei identischer Lage der Haltlinien und Zuordnung der Signalgruppen kann es passieren, dass durch eine veränderte Kanaluordnung im Steuergerät die Signalzustände einer bestimmten Signalgruppe fehlerhaft zugeordnet sind. In diesem Fall würden völlig falsche Informationen nach außen gegeben obwohl sich der Lageplan des Knotens für den menschlichen Betrachter nicht verändert hat.

Während der UR:BAN-Projektlaufzeit wurden folgende Lichtsignalanlagen modernisiert:

- LSA 002 - Katzensprung
- LSA 043 - Steinweg / Du-Ry-Straße
- LSA 050 - Steinweg / Oberste Gasse (Staatstheater)
- LSA 003 - Altmarkt (alte Anlage ausgeschaltet 06/2014; neue Anlage wird in 2015 in Betrieb gehen)
- LSA 004 - Frankfurter Straße / Schöne Aussicht (AOK) (in Planung)

Eine Lichtsignalanlage wurde bereits zu Projektbeginn zusätzlich installiert (07/2012):

- LSA 172 - Dresdener Straße / SMA

2.7.2 Baustellen

Sperrungen von einzelnen Fahrstreifen, Abbiegebeziehungen oder ganzen Fahrbahnen im städtischen Verkehrsnetz lassen sich über den VTnet- Eventmanager im VMS einpflegen.

Notwendig sind ein Startzeitpunkt und ein Name für die Störung. Ein Endzeitpunkt kann gewählt oder offen gelassen werden (automatisches Ende 2099).

Die Art der Störung (Unfall, Baustelle, Veranstaltung..) wird aus einer umfangreichen Liste ausgewählt und kann zusätzlich mit Textinformation ergänzt werden.

Eine zyklische Meldung an den MDM kann auf Wunsch aktiviert werden. Für die Meldung an den MDM ist der Zeitrahmen für die Meldung anpassbar.

Eine grafische Verortung der Störung ist über eine hinterlegte Stadtkarte mit der im VMS freigeschalteten Strecken möglich. Die Verortung kann auf Teilstrecken und/oder Fahrspuren weiter eingeschränkt werden.

Auswählen lässt sich:

- Vollsperrung (beide Fahrtrichtungen)
- Einseitige Sperrung oder Kapazitätseinschränkungen für eine Fahrtrichtung
- Sperrungen oder Kapazitätseinschränkungen von Spuren
- Kapazitätseinschränkungen für einen Teil einer Strecke

Die Eigenschaft der Störung kann weiter durch Angabe von Restkapazität oder einer Geschwindigkeitsbeschränkung beschrieben werden.

Bei entsprechender Datenpflege lassen sich Strecken auch im LCL-Code beschreiben.

Die eingepflegte Baustelleninformation wird für die Weiterleitung an den MDM genutzt.

2.7.3 Einrichtung einer Mobilfunkanbindung

Mit Ausnahme einer Lichtsignalanlage sind alle über das eigene Telekommunikationsnetz des Straßenverkehrs- und Tiefbauamts der Stadt Kassel an die Zentrale angebunden. Die LSA 321 (Schützenstraße /Am Werr) war zu Beginn des Projektes über eine GSM-Mobilfunkanbindung mit der Zentrale verknüpft. Diese Datenverbindung ermöglicht es jedoch nicht kontinuierlich Daten über Signal- und Detektorzustände an die Zentrale zu übermitteln. Tests haben ergeben, dass die Datenübertragung regelmäßig abbrach. Um die erforderliche Datenqualität zu erreichen musste deshalb eine Anbindung über das leistungsfähigere UMTS-Mobilfunknetz erfolgen. Dazu waren Anpassungen im LSA-Steuergerät und in der LSA-Unterkentrale Auestadion erforderlich.

Die Daten werden vom LSA-Steuergerät per OCIT-O-Protokoll über UMTS-Mobilfunk in einem VPN-Tunnel an einen DSL-Anschluss übermittelt (vgl. Abbildung 14). Dort werden die Daten innerhalb des VSRS bis zum Intelligent Gateway (IG) 13 weitergeben. Von dort werden die Daten abgerufen und an das Verkehrsmanagementsystem für die UR:BAN-Anwendungen weitergeleitet. Die Prozessdaten stehen dann auf dem Rechner SK-URBAN 3 für die UR:BAN-Anwendungen zur Verfügung.

Die Einrichtung und Inbetriebnahme der UMTS-Anbindung erfolgte im November 2014.

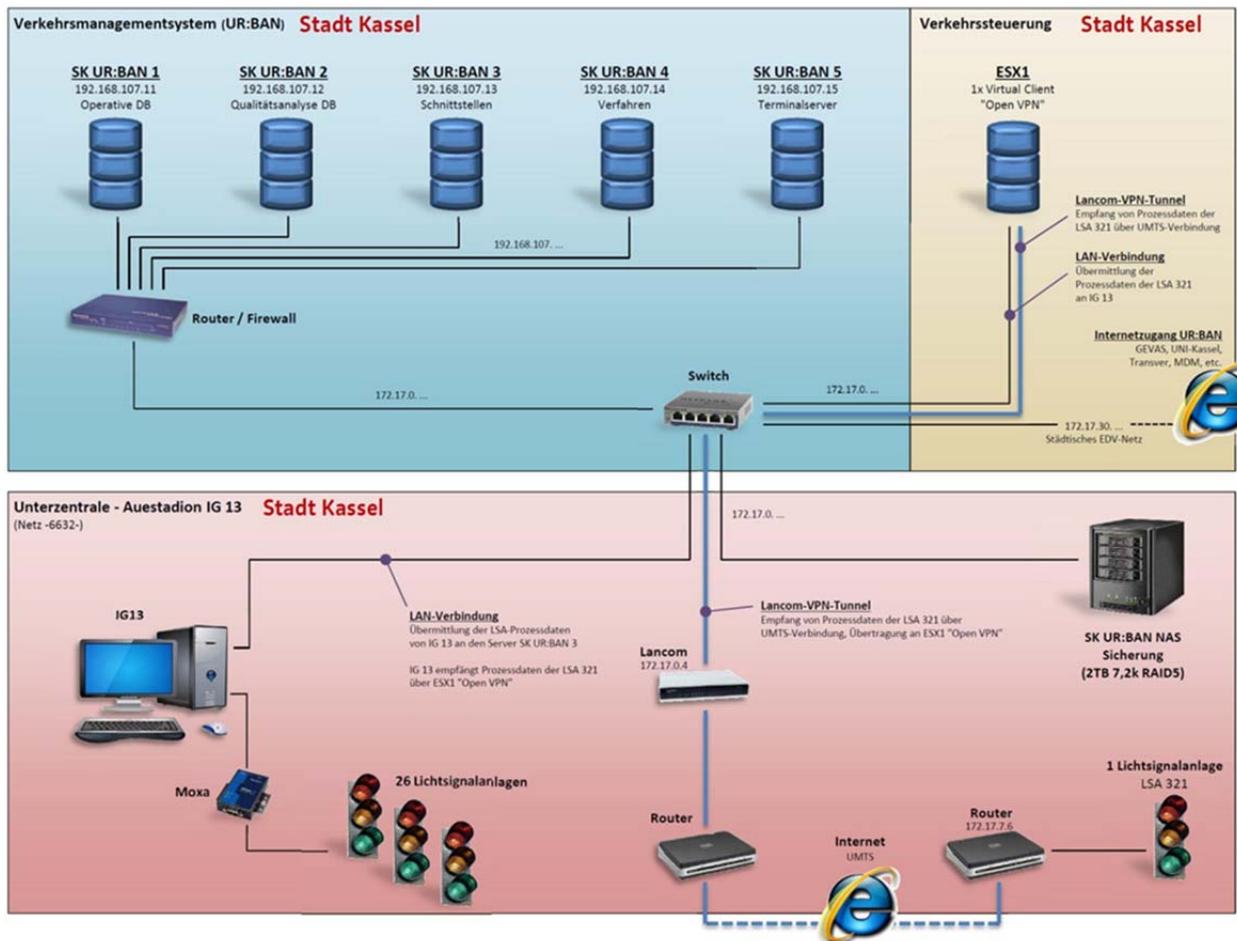


Abbildung 14 Anbindung der LSA 321 per UMTS an das VSRS Kassel

2.8 Datenflusstests (AP 5200/5400)

2.8.1 Latenzzeiten der Datenlieferung

In Abhängigkeit vom Zeithorizont für den z.B. eine Schaltzeitprognose erstellt werden soll, muss gewährleistet sein, dass Daten innerhalb kurzer Zeit zur Verfügung stehen. Im Prüffeld Kassel wurden daher zunächst umfangreiche Untersuchungen angestellt, wie groß die aktuellen Latenzzeiten zwischen der Generierung der Daten am LSA-Steuergerät und dem Empfang im Verkehrsmanagementsystem in der Zentrale sind. Anschließend wurden Maßnahmen ergriffen, die Latenzzeiten zu minimieren. Die Erkenntnisse aus diesen Untersuchungen sollten dabei helfen zu entscheiden, in wie weit „Echtzeitdaten“ für die Schaltzeitprognose genutzt werden können.

Folgender Ablauf wurde eingerichtet und betrachtet:

Die Prozessdaten (Detektorflanken, Signalgruppenzustände, ÖV (Vor Anmeldung, Hauptan-

meldung und Abmeldungen von Bus und Bahn) und TX (Umlaufsekunde)) werden bei der Unterzentrale bestellt und in einem gewählten Intervall bezogen.

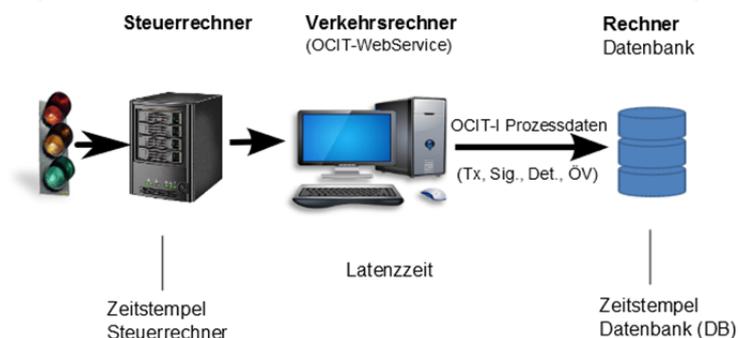
Die Unterzentrale liefert die Prozessdaten über eine Webservice-Schnittstelle (Software-schnittstelle zur Kommunikation über ein Netzwerk) nach OCIT-I/OTS 1.1 an den Besteller aus.

Zum Lieferungsbeginn wird durch eine OCIT-Bestellung der Umfang (Knoten, Datenarten) und die Lieferparameter (Lieferintervall, Datenformat) festgelegt. Mit dem bei der Bestellung festgelegten Lieferintervall wird der Webservice zyklisch zur Lieferung aufgefordert.

Die Lieferung der Prozessdaten erfolgt nach OCIT-I-Spezifikation in einer XML-Datei und wird vom VMS in die OPDB auf SKURBAN1 übernommen.

Jeder Prozesswert (Detektorflanke, Signalgruppezustand, ÖV-Meldung, TX) wird vom Knotensteuergerät mit einem aktuellen Zeitstempel versehen und ist Bestandteil der Datenlieferung an das VMS.

Zur Untersuchung der Latenzzeit (Zeitdifferenz zwischen Zeitstempel des Steuerrechner und der Verfügbarkeit im VMS, vgl. Abbildung 15 Definition der untersuchten Latenzzeit) wurden Auswertungen mit unterschiedlichen Lieferintervallen (1s, 2s, 3s, 4s, 5s) mit einer Bestellung über alle Knoten und Datenarten (Detektoren, Signalgruppen, ÖV, TX) durchgeführt.



$$\text{Latenzzeit} = \text{Zeitstempel_DB} - \text{Zeitstempel_Steuerrechner}$$

Abbildung 15 Definition der untersuchten Latenzzeit

Die Auswertung zeigte, dass die Latenzzeit bei Detektoren, Signalgruppen und TX unabhängig vom gewählten Lieferparameter 3s bis 10s (max. Häufigkeit bei 6-7s) beträgt und die Daten bei der Signalart ÖV zwischen 5s bis 20s benötigen um im VMS zur Verfügung zu stehen.

Resultat: Die vom Steuergerät erzeugten Prozessdaten (Signalgruppe, TX) und die externen Signale (Detektoren, ÖV) benötigen ohne zusätzliche Optimierungsmaßnahmen bis zu 10s (ÖV 20s) um das VMS zu erreichen.

Auswertungen zu Datenlieferungen für nur einen Knoten oder für eine eingeschränkte Knotenzahl führten zum gleichen Zeitverhalten.

Es wird vermutet, dass der Webservice für die Bereitstellung der Prozessdaten für kurze Zeitintervalle nicht optimiert ist. Mit dem Hersteller des VSRS wurde deshalb nach Lösungs-

möglichkeiten gesucht, die Latenzzeiten zu minimieren. Verschiedene Einstellungen im VSRS und updates führten dazu, dass die Latenzzeiten minimiert werden konnten.

In den darauf folgenden Untersuchungen wurden folgende Randbedingungen berücksichtigt:

- Datenlieferungen über 24 Stunden
- Auswahl von Knoten mit unterschiedlichen Steuerverfahren und unterschiedlichen Steuergerätetypen
- Bestellung aller Signaldatenarten (Tx, Signalgruppen, Detektoren, ÖV) im 1 Hz-Takt
- Abholung der OCIT-Lieferungen im 1 Hz-Takt beim Web-Service

Im Ergebnis kann festgehalten werden, dass die Latenzzeit der gelieferten Signalwerte weitgehend unabhängig von der Wahl des Knotens (d.h. des Steuerverfahrens und des Steuergerätetyps) und der Signaldatenart (Tx, Signalgruppen, Detektoren) bei ca. 2-9 Sekunden liegt (vgl. Abbildung 16 und Abbildung 17). Die mittlere Latenzzeit aller untersuchten Steuergeräte liegt zwischen 4 und 5 Sekunden. Die maximalen Latenzzeiten betragen – abgesehen von einzelnen Spitzenwerten – 7 – 8 Sekunden. Lediglich für die Signaldatenart „ÖV“ wurden Latenzzeiten bis zu 20 Sekunden registriert.

Im Vergleich zur Vorher-Untersuchung konnten die Latenzzeiten um 2-3 Sekunden reduziert werden. Dies kann zu einer Verbesserung der zentralen basierten Schaltzeitprognose beitragen.

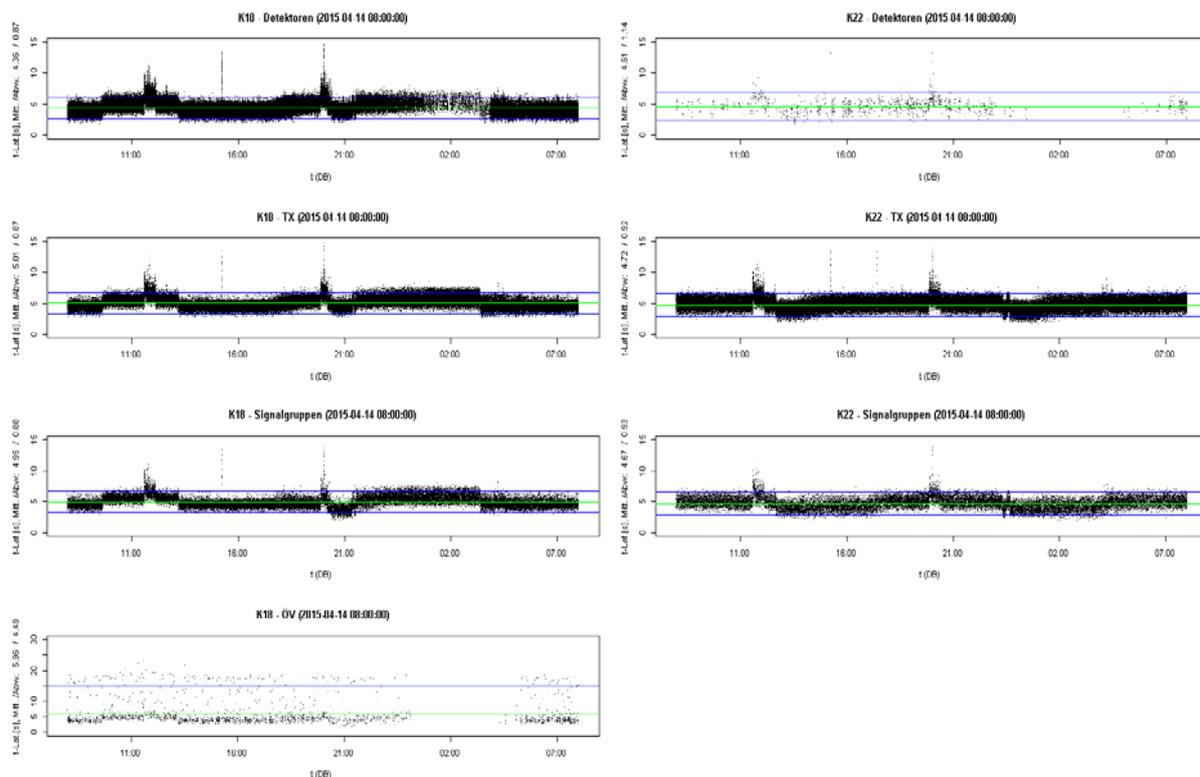


Abbildung 16 Latenzzeiten am Beispiel der Knotenpunkte K018 und K022 (ein Punkt = 1 Datenpaar)

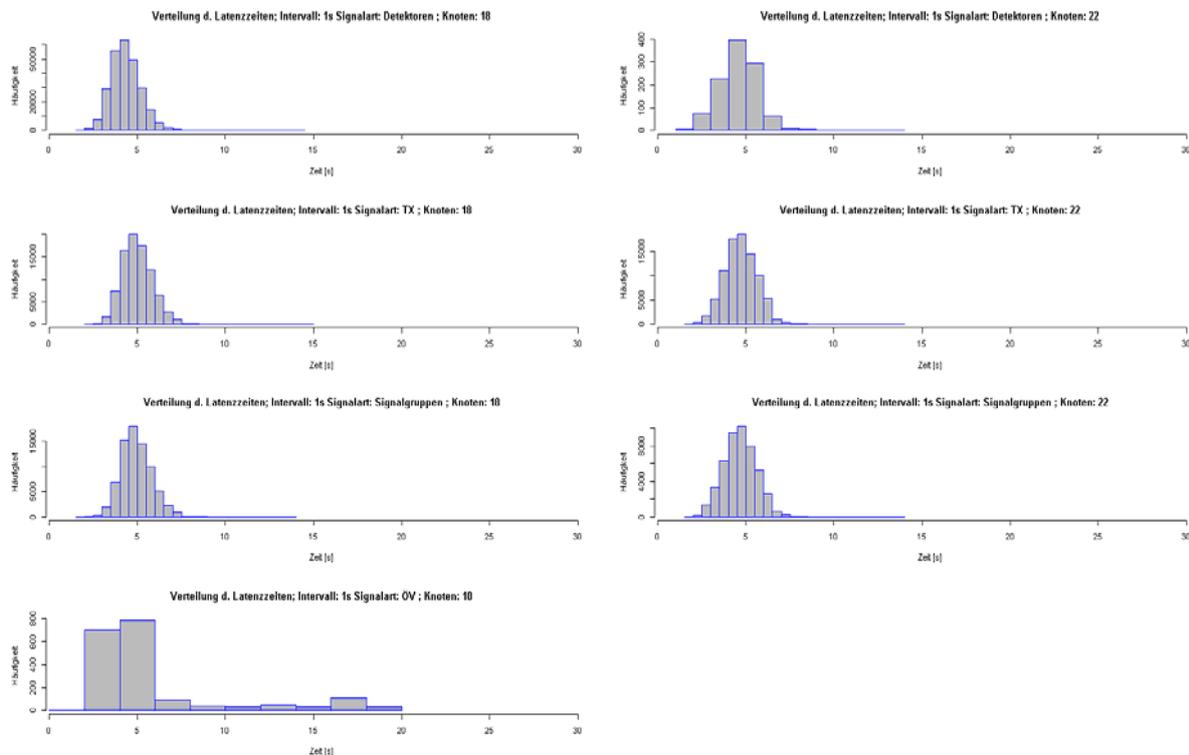


Abbildung 17 Verteilung der Latenzzeiten am Beispiel der Knotenpunkte K018 und K021

2.8.2 Datenmengen

Die Lieferung der Prozessdaten erfolgt per LWL-Verbindung von der Unterzentrale Auestadion zum VMS im Hölkschen Haus. Das VMS fordert die Prozessdaten an und bezieht diese im 2-Sekundenrhythmus.

Jede Datenlieferung enthält die sich veränderten Prozessdaten (Delta-Lieferungen) aller URBAN-Knoten und der Signalarten Detektoren, Signalgruppen, ÖV und TX.

Über einen Tag werden ca. 86400 Dateien mit einem Datenvolumen von 2,6 GByte (abhängig von der Verkehrslage) über die LWL-Verbindung ausgetauscht.

Eine mittlere Datenrate von ca. 30KByte/s ist so für den Austausch der Prozessdaten zwischen VMS und VSRS notwendig.

2.8.3 Störungen

Im alltäglichen Betrieb des VSRS treten zwangsläufig auch Störungen auf. Dies können Kommunikationsstörungen zwischen LSA-Steuergerät und LSA-Zentrale oder –Unterzentrale sein, Lampenausfälle und Ausfälle von anderen technischen Komponenten. Für diese Fälle ist jeweils zu definieren, wie einzelne UR:BAN-Anwendungen darauf reagieren. Die genaue

Festlegung der Störungstypen zu geeigneten Aktionen ist für einen funktionalen Alltagsbetrieb unerlässlich. Im Rahmen des Projektes UR:BAN konnte dies nicht abschließend geklärt werden.

2.9 Testbetrieb (AP 5200/5400)

Seitens des Prüffeldmanagements Kassel endet die Datenbereitstellung jeweils mit der Übermittlung der Daten an den MDM. Dort werden die Daten z.B. vom Projektpartner BMW abgeholt.

Der Testbetrieb wurde 2013/2014 in Betrieb genommen.

Seit Juli 2013 werden Daten zur Haltlinien- und Signalgruppen-Verortung zum MDM gesendet. Diese werden aus der Verkehrsmanagementsoftware VTnet entnommen. Seit Juni 2014 werden Signalzeitenprognosen und Haltepunktprognosen an den MDM abgegeben. Zunächst wurden nur Testdaten zur Verfügung gestellt. Nach und nach wurden unterschiedliche Versionen der Softwarekomponenten zur Prognose der Schaltzeiten und der Haltepunkte im UR:BAN-System in Kassel implementiert. Rückmeldungen von Datennehmern wurden entgegen genommen und mündeten in Verbesserungen.

Im Rahmen des Testbetriebs mussten auch einzelne Anpassungen von Regeln in Firewalls oder Rechtevergaben durchgeführt werden. Dabei konnten wertvolle Erfahrungen gesammelt werden, wie ein modernes Verkehrsmanagementsystem mit Anwendungen für C2X-Kommunikation sicherheitstechnisch mit dem Verwaltungs-EDV-Netz einer Stadt und dem Verkehrssteuer- und -regelsystem der Stadt Kassel verknüpft werden kann.

2.10 Schaltzeitprognose im Prüffeld Kassel (AP 2300/3300/4300/5300)

Die Schaltzeitprognose im Prüffeld Kassel wird in einem Modul des Verkehrsmanagementsystems berechnet und über einen MDM-client als MDM-Publikation „Schaltzeitprognose Kassel“ auf dem MDM bereitgestellt. Die dafür erforderlichen Algorithmen und das Verfahren wurden vom Projektpartner Universität Kassel entwickelt. Die technische Umsetzung im Verkehrsmanagementsystem erfolgte vom Projektpartner GEVAS Software.

Um die Schaltzeitprognosen für einzelne Signalgeber georeferenzieren zu können, sind Georeferenzierungsarbeiten und Zuordnungstätigkeiten im Verkehrsmanagementsystem erforderlich. Außerdem müssen die Versorgungsdaten aus der Verkehrssteuerung als Datei mit den Geoinformationen verknüpft werden. Diese Aufgaben wurden im Straßenverkehrs- und Tiefbauamt der Stadt Kassel durchgeführt. Abbildung 18 zeigt als Beispiel für die geometrische Versorgung den Knotenpunkt Altmarkt in Kassel.

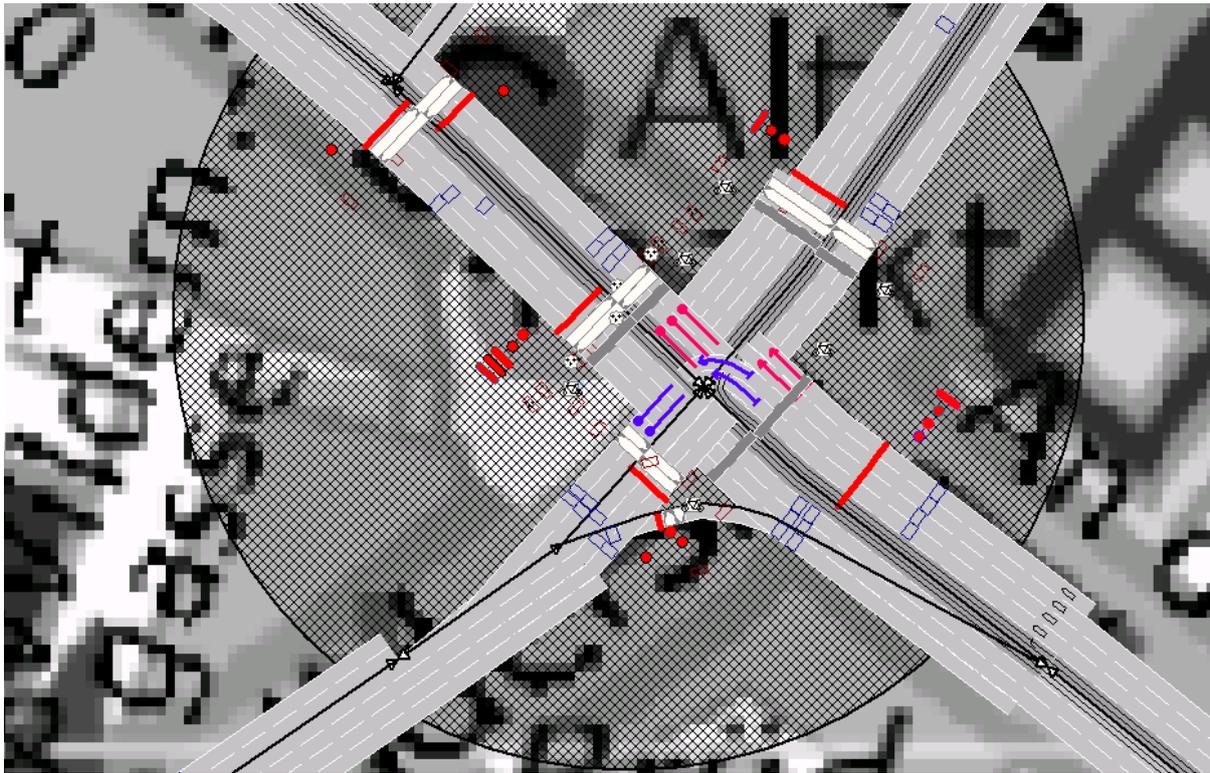


Abbildung 18 Versorgung der geometrischen Informationen (Fahrstreifen, Haltlinien, Detektoren, Fußgängerfurten, Abbiegebeziehungen) am Beispiel Altmarkt, Kassel

Die geometrischen Informationen werden über eine weitere MDM Publikation mit der Bezeichnung „Haltlinien und Signalgruppen Kassel“ auf dem MDM zur Verfügung gestellt. Als Referenzierungsmethode wurde OpenLR verwendet.

Beide Publikationen gemeinsam müssen vom Datennehmer (Service-Provider) verwendet werden, um einen Ampelphasen-Assistenten betreiben zu können.

Für sämtliche LSA im Prüffeld Kassel wurden die Daten zur Verfügung gestellt.

Die Qualität der Schaltzeitprognose in Kassel wurde von den Projektpartnern Universität Kassel und GEVAS Software untersucht. In einem iterativen Prozess wurden zunächst mögliche Fehlerquellen in der Datenversorgung geprüft und ggf. behoben und ggf. die Algorithmen angepasst.

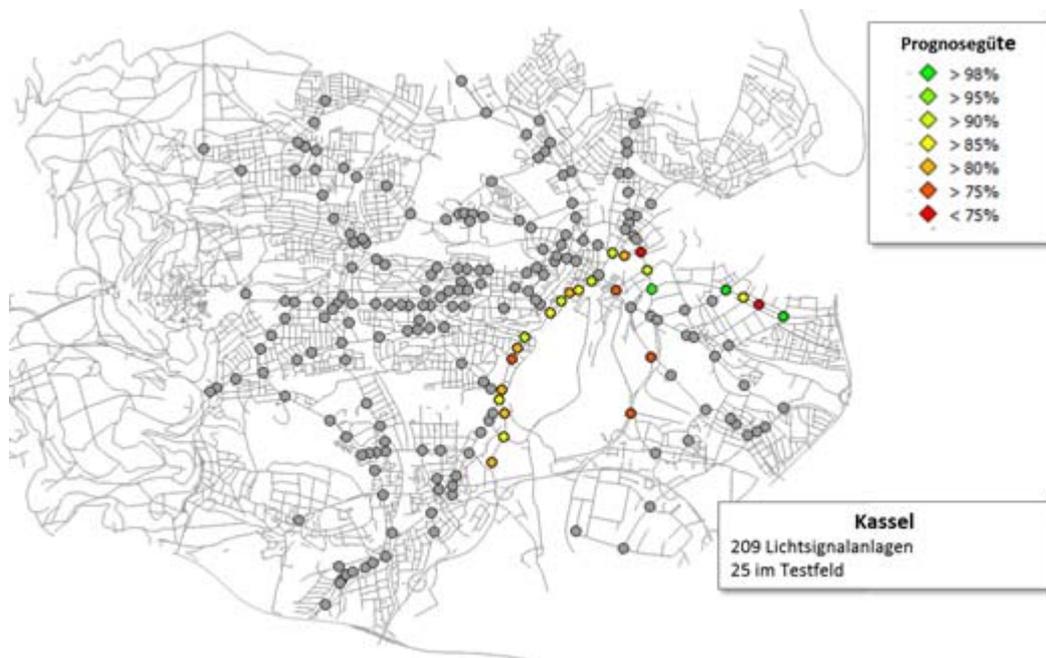


Abbildung 19 Güte der Schaltzeitprognosen für das Prüffeld Kassel.

Das Prüffeld Kassel zeigt sich bzgl. der Schaltzeitprognose als deutlich schwieriger als das Testfeld Düsseldorf. Die LSA-Steuerungen – gerade im untersuchten Testgebiet – sind erheblich flexibler und erschweren damit die Prognose. Abbildung 19 zeigt die Güte der Schaltzeitprognose für die 27 LSA im Prüffeld Kassel.

Im Prüffeld Kassel reichen für viele Lichtsignalanlagen die rein auf Häufigkeitsverteilungen basierten Verfahren nicht mehr aus und es werden verschiedene Varianten von Support Vector Machines eingesetzt (Detaillierte Informationen zur Prognoseerstellung mit Support Vector Machines können dem Schlussbericht der Universität Kassel entnommen werden). Diese liefern teilweise klare Verbesserungen, jedoch nicht in jedem Fall. Weitere Verbesserungsideen konnten aber gesammelt werden. Auch hier hat sich die Einbindung der Stadt Kassel bewährt, da so die Qualität des Prognosealgorithmus deutlich verbessert werden konnte.

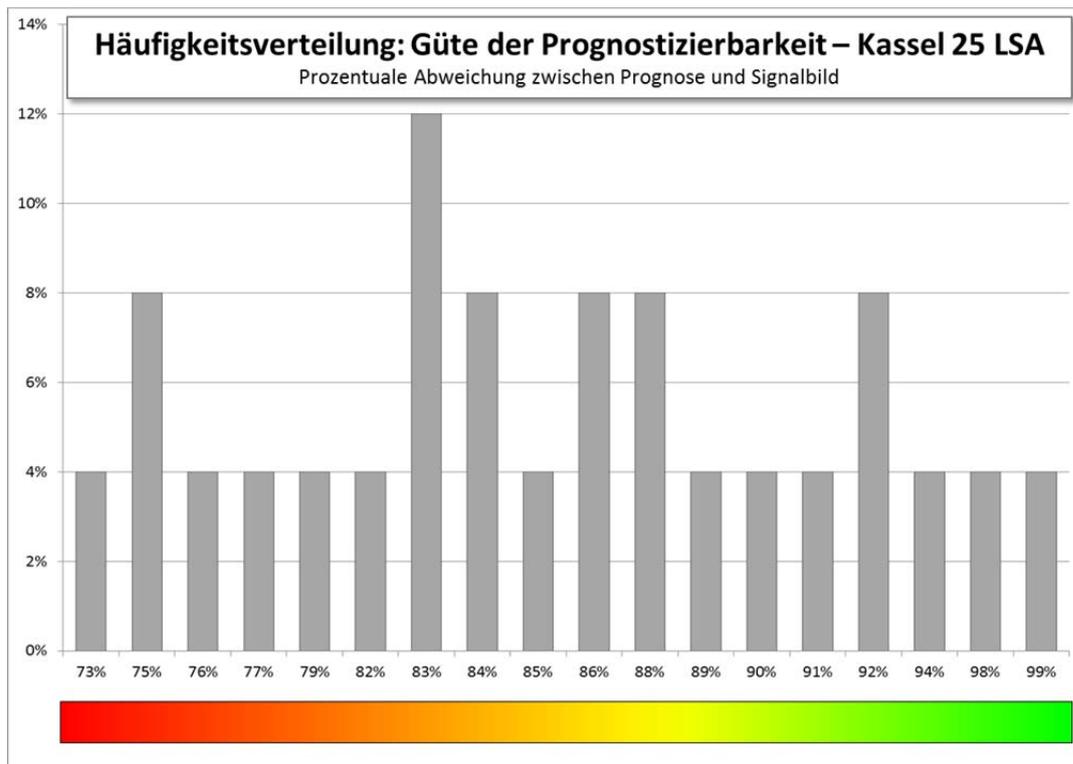


Abbildung 20 Darstellung der Prognosegüte für die verschiedenen Lichtsignalanlagen im Prüffeld Kassel in Form einer Häufigkeitsverteilung

Als problematisch beim Einsatz von Support Vector Machines sieht der Projektpartner Universität Kassel im Rahmen eines automatisierten Betriebsprozesses die Rechenzeit für den Lernprozess. Hier wird weiteres Optimierungspotential gesehen.

Die Prognostizierbarkeit der Signale ist für stark verkehrsabhängig gesteuerte LSA, wie in Kassel teilweise schwierig. Überlegungen, wie ggf. auch Signalprogramme für eine bessere Prognose angepasst werden können, werden über das Projekt UR:BAN hinaus die Mitarbeiter des Straßenverkehrs- und Tiefbauamtes der Stadt Kassel beschäftigen.

2.11 Haltepunktprognose (AP 2400/3400/4400/5400)

In US-4 wurde eine Applikation zur Prognose der Haltepunkte und Haltedauern entwickelt. Diese Komponente benötigt vom VMS statische Versorgungsinformationen und online LSA-Daten. Umgekehrt liefert die Komponente Prognosen für Haltepunkte und Haltedauern an das VMS zurück, welche dann den Forschungspartnern zur Verfügung gestellt werden mussten.

Das vom Projektpartner TRANSVER entwickelte Modul wurde vom Projektpartner GEVAS Software als Applikation in das Verkehrsmanagementsystem Kassel implementiert. Dies erfolgte analog zur Vorgehensweise bei der Applikation Schaltzeitprognose. Die Applikation Haltepunktprognose setzt auf die Geoinformationen, die in das Verkehrsmanagementsystem

eingepflegt ist und auf Detektionsdaten auf, um eine Haltepunktprognose zu berechnen. Diese wird über das Verkehrsmanagementsystem Kassel via MDM im DATEX II-Format den Projektpartnern für weitere Untersuchungen und Tests zur Verfügung gestellt. Die zugehörige MDM-Publikation „Haltepunktprognose Stadt Kassel“ wurde dazu in Betrieb genommen.

Wie bei der Schaltzeitprognose ist auch hier wieder für die Nutzung der Daten die Versorgungsgrundlage notwendig. Diese wird über eine Haltlinien-Info-Komponente und den zugehörigen MDM-Client einmal täglich an den MDM geschickt.

Die Haltepunkt-Prognose-Komponente ist bezüglich der Online-Daten per OTS ans System angeschlossen. GIS-Versorgungsdaten bezieht sie über eine XML-Export-Datei, die aus den Daten des Kartenpflegeplatzes erzeugt wird. Die Daten werden über MDM-Clients im Datex II Format an die externen Partner weitergegeben. Die notwendigen Versorgungsinformationen sind in der statischen MDM Publikation für die Schaltzeitprognose enthalten.

Die Komponenten der „Haltezeitprognose“ wurde im Prüffeld Kassel am Streckenzug „A49 AS Kassel/Auestadion – Frankfurter Straße – Steinweg – Katzensprung“ vom Projektpartner TRANSVER untersucht. Die Stadt Kassel hat TRANSVER über die LSA-Steuerprogramme informiert und die erforderliche Unterstützung, in ähnlichem Inhalt und Umfang wie bei den Arbeitspaketen zur Schaltzeitprognose und zum Grüne Welle-Qualitätsmanagement beschrieben, angeboten.



Abbildung 21 Untersuchter Streckenzug für die Anwendung Haltepunktprognose im Prüffeld Kassel

2.12 Grüne Welle Qualitätsmanagement (AP 2600/3600/4600/5600)

Die Anwendung Grüne-Welle-Qualitätsmanagement wurde federführend von der Universität Kassel und GEVAS Software entwickelt und als Werkzeug in das Verkehrsmanagementsystem in Düsseldorf und Kassel implementiert.

In mehreren Workshops mit Beteiligung der Stadt Kassel wurden die Anforderungen an ein solches Werkzeug formuliert, Algorithmen diskutiert und die Bedienoberfläche gestaltet.

Auf den Funktionsumfang und die Bedienung des Werkzeugs „Grüne Welle Qualitätsmanagement“ wird an dieser Stelle nicht eingegangen. Auf Details dazu wird auf die Schlussberichte der Universität Kassel und GEVAS Software verwiesen.

2.12.1 Ergebnisse – Kassel

Zur Einschätzung der Ergebnisse der Applikation Grüne Welle-Qualitätsmanagement wurden die in Abbildung 22 dargestellten koordinierten Streckenabschnitte im Prüffeld Kassel untersucht. Dabei wurde unterschieden in:

- a. lange Strecke mit 6-8 Knotenpunkten (möglichst geringe Verkehrsabhängigkeit, nur FG und/oder einzelner IV-Strom)
- b. Abschnitt 002 (Katzensprung aus Ri Westen) – 023 (Dresdener/Speeler Weg) und umgekehrt
- c. kurze Strecke mit 4-5 Knotenpunkten (möglichst geringe Verkehrsabhängigkeit, nur FG und/oder einzelner IV-Strom)
- d. 063 (B83/Nürnberger) – 022 (Dresdener/Sandershäuser) und umgekehrt
- e. lange Strecke mit 6-8 Knotenpunkten (möglichst hohe Verkehrsabhängigkeit, ÖV und IV)
- f. 169 (Credéstraße) – 006 (Frankfurter/Tischbein) und umgekehrt
- g. kurze Strecke mit 4-5 Knotenpunkten (möglichst hohe Verkehrsabhängigkeit, ÖV und IV)
- h. 063 (B83/Nürnberger) – 211 (Unterneustädter Kirchplatz) und umgekehrt
- i. Sonderfälle (ggf. besonders lange Strecke, die iterativ untersucht werden muss, d.h. z.B. Streckenteilung an geeigneter Stelle und anschließende Untersuchung der Teilabschnitte)
- j. 169 (Credéstraße) – 043 (Steinweg/Du-Ry) und umgekehrt

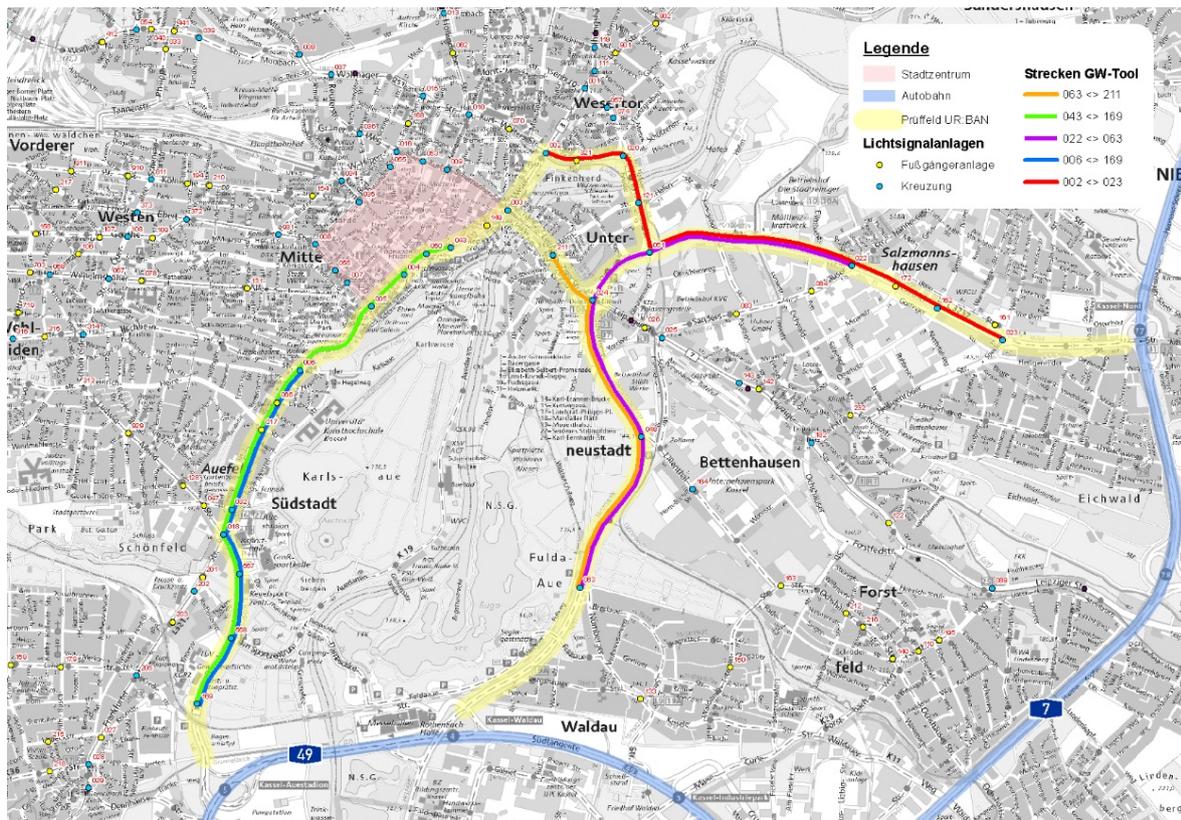


Abbildung 22 Übersicht über die mit der Anwendung Grüne-Welle-Qualitätsmanagement untersuchten koordinierten Strecken im Pruffeld Kassel

Die Beurteilung der koordinierten Streckenzüge wurde für unterschiedliche Tageszeiten vorgenommen, zu denen unterschiedliche Tagespläne zum Einsatz kamen.

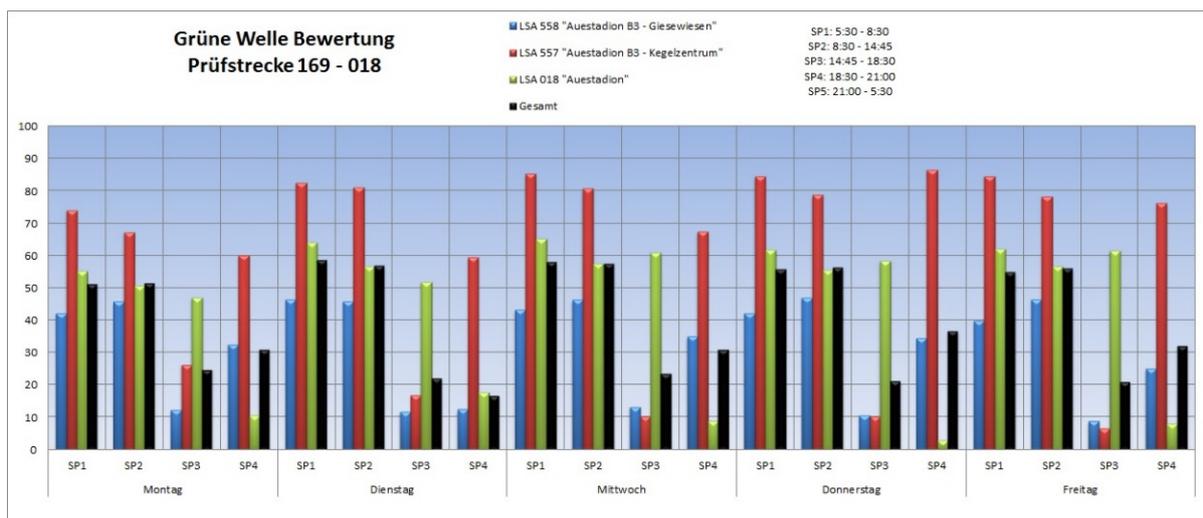


Abbildung 23 Gegenüberstellung der Bewertungsergebnisse der Anwendung Grüne-Welle-Qualitätsmanagement in Abhängigkeit von der betrachteten LSA, dem geschalteten Signalprogramm und dem Wochentag

Aus Abbildung 23 lässt sich erkennen, dass in der betrachteten stadteinwärtigen Richtung im

morgendlichen Spitzenprogramm SP1 die besten Ergebnisse erzielt wurden. Dies entspricht dem planerischen Ziel den stadteinwärtigen zur Morgenspitze zu koordinieren. Eine Koordination in stadtauswärtiger Richtung ist für das nachmittägliche Spitzenprogramm eingerichtet. Folglich sind die Bewertungsergebnisse für die in Abbildung 23 dargestellte stadteinwärtige Richtung vergleichsweise schlecht. Dies ist nachvollziehbar, weil die Gegenrichtung zu dieser Zeit koordiniert ist. Die Schwankungen in den Wochentagen lassen sich mit unterschiedlicher Verkehrsnachfrage erklären und bestätigen, dass die Steuerungen auch im Realbetrieb tatsächlich verkehrabhängig schalten.

Einen wesentlichen Einfluss auf die Bewertungsgröße hat die Auswahl der zu einer koordinierten Strecke gehörenden Knotenpunkte. In dem oben angeführten Beispiel aus Kassel (Abschnitt LSA 169 – LSA 018; vgl. Abbildung 22) wurde die LSA 169, die der LSA 558 eigentlich noch vorgelagert ist, bei der Betrachtung weggelassen. Nur so konnte die Qualität der koordinierten Strecke durch die Applikation wirklich beurteilt werden. Die Priorität des Steuerverfahrens der LSA 169 zielt – bedingt durch ihre Lage an einer Autobahnanschlussstelle – auf die Vermeidung des Rückstaus auf die Autobahn. Daneben bietet die geringe Anzahl an Konfliktströmen für den durchgehenden Verkehrsstrom – die Möglichkeit relativ lange Freigabezeiten zu schalten. Es gibt demnach einen Teil der Verkehrsteilnehmer, die aus Kapazitätsgründen an der zweiten LSA 558 einen Bruch der Koordinierung erleben. Es obliegt nun dem Anwender zu entscheiden, ob die Anlage bei der Betrachtung unberücksichtigt bleibt oder ob die Freigabezeiten für die durchgehenden Ströme reduziert werden sollten (ähnlich wie bei einer Pfortneranlage), um eine bessere Bewertung zu erreichen. Dies ist ein Abwägungsprozess. Da die Verkehrsteilnehmer alle LSA im Zuge der Strecke befahren (also auch die LSA 169), wird auch das Empfinden einiger Verkehrsteilnehmer der schlechteren Bewertung der Grüne-Welle-Qualitätsmanagement-Applikation entsprechen.

Die Anwendung Grüne-Welle-Qualitätsmanagement wurde von Signalplanern des Straßenverkehrs- und Tiefbauamtes der Stadt Kassel in unterschiedlichen Entwicklungsstadien getestet. Dabei wurde zum einen die Bedienungsfreundlichkeit der Anwendung getestet, zum zweiten aber auch die Verwertbarkeit der Ergebnisse beleuchtet.

Die Anmerkungen zur Bedienungsfreundlichkeit wurden zu wesentlichen Teilen in den weiteren Entwicklungsstadien der Anwendung berücksichtigt und dort umgesetzt.

2.12.2 Fragenkatalog zum Grüne-Welle-Tool

Die Städte Kassel und Düsseldorf haben ein gemeinsames Bewertungsschema erstellt, auf dessen Grundlage die Alltagstauglichkeit des der betrieblichen Applikation von den für Signalplanung zuständigen Mitarbeitern in der Verwaltung geprüft wurden.

Die betriebliche Applikation wurde von fünf Signalplanern getestet und anhand des erstellten Fragebogens in einem Interview im Mai 2015 bewertet (vgl. Tabelle 7).

1. Bedienung		2. Bewertung	
Frage		Frage	
1.1 Ist das Programm übersichtlich gestaltet?		2.1 Ist die im Programm gegebene Bewertungsgröße für einzelne Knotenpunkte hilfreich?	
1.2 Sind die Beschriftungen und Beschreibungen eindeutig?		2.2 Ist die im Programm gegebene Bewertungsgröße für den gesamten Streckenzug hilfreich?	
1.3 Ist die Strecke / die einzelnen Parameter nachvollziehbar?		2.3 Ist die Bewertung nachvollziehbar?	
1.4 Sind die gesuchten Informationen schnell zu finden?		2.4 Ab wieviel % ist eine Koordinierung wirklich gut/schlecht? Stimmt die Farbskala überein?	
1.5 Fehlen wichtige Informationen?		2.5 Ist es möglich, an Hand der Bewertung des Tools schlechte Koordinierungen zu finden?	
1.6 Wie nützlich ist die programmeigene Hilfeseite?		Legende: trifft überhaupt nicht zu trifft weniger zu trifft zu trifft voll zu	

Tabelle 7 Fragenkatalog zum Grüne Welle Tool & Antworten der Signalplaner aus Kassel

Für den Signalplaner ist es nicht immer einfach die ermittelten Werte für die „Störintensität (SI)“ zu interpretieren. Die Applikation führt die Größe „Störintensität“ zwar in eine Bewertungsgröße über; hier scheinen jedoch Erfahrungswerte nötig, um diese Werte genau interpretieren zu können. Vorteilhaft ist, dass jedes Koordinierungsband einzeln bewertet wird. Damit lassen sich die Streckenzüge finden, die im Vergleich zu anderen Strecken schlechtere Koordinierungen aufweisen.

Neben der Analyse von einzelnen Koordinierungsbändern, die dazu führen können, die LSA-Steuerung im Detail zu überprüfen, bietet die Applikation Grüne-Welle-Qualitätsmanagement weitere Funktionen, um einen schnelleren Überblick über die Qualität verschiedener koordinierter Strecken im Stadtgebiet zu erhalten. Diese Funktionen können die Entscheidung unterstützen, in welcher Reihenfolge einzelne koordinierte Strecken analysiert und ggf. überarbeitet werden sollten. Im Einzelnen sind dies die Band-Statistik und die Häufigkeitsverteilung. Statistisch kann so über sämtliche Koordinierungsbänder eines Zeitraums, in dem dasselbe Signalprogramm geschaltet war (z.B. SP2, Frühprogramm (Morgenspitze)) die Qualität der Koordinierung im Mittel überprüft werden.

Für einen kommunalen Betreiber von verkehrsabhängigen LSA-Steuerungen im Zuge von koordinierten Strecken kann mit Hilfe der Anwendung Grüne-Welle-Qualitätsmanagement erstmals auf der Basis der tatsächlich geschalteten Freigabezeiten aus dem LSA-Prozessdatenarchiv untersucht werden. Folglich kann sehr schnell erkannt werden, wie die Koordinierung durch verkehrsabhängige Anpassungen der Signalprogramme an den im Zuge der koordinierten Strecke gelegenen LSA gestört wird.

Die Verwertbarkeit der Ergebnisse wurde aus Planer-Sicht zunächst kritisch gesehen. Problematisch erscheint, dass die planerischen Vorgaben bei der Erstellung der koordinierten Strecke keine Rolle bei der Bewertung spielt. Dies ist im Grunde aber nicht nötig, denn der Maßstab für die Bewertung sollte die Erwartungshaltung des Verkehrsteilnehmers sein. Wie empfindet er – unabhängig von den Vorgaben, die der Signalplaner gemacht hat – die Signalsteuerung.

Als Fazit lässt sich festhalten, dass die Applikation Grüne-Welle-Qualitätsmanagement Signalplaner, aber auch die für das Qualitätsmanagement zuständigen Mitarbeiter bei der täglichen Arbeit unterstützen kann. Die angeführten hilfreichen Anmerkungen der Signalplaner im Rahmen der durchgeführten Befragungen halfen dabei die Bedienungsfreundlichkeit und die Funktionalitäten der Applikation zu optimieren.

Das Werkzeug „Grüne Welle Qualitätsmanagement“ ist für die Signalplaner des Straßenverkehrs- und Tiefbauamts der Stadt Kassel über die Projektlaufzeit hinaus verfügbar und wird genutzt. So wurde nach anfänglicher Skepsis außerhalb des Projektes UR:BAN bereits der erste Streckenzug („Steinweg“) mit Hilfe des Werkzeugs untersucht und die Steuerungen der LSA wurden optimiert.

2.13 Leitfaden für die Einrichtung kooperativer Systeme auf öffentlicher Seite (AP 5400)

Im AP6000 wurde ein „Leitfaden für die Einrichtung kooperativer Systeme auf öffentlicher Seite“ erstellt und in Form eines Dokuments für Dritte zur Verfügung gestellt. Der Leitfaden kann auch über Web bezogen werden (<http://www.vt.bgu.tum.de/urban-leitfaden/>). Der Leitfaden enthält insbesondere die Wesentlichen Erkenntnisse aus dem AP2000 des Teilprojekts „Kooperative Infrastruktur“. Die Stadt Kassel hat die Erfahrungen und Erkenntnisse im Zusammenhang mit dem Aufbau des Verkehrsmanagementsystems, der Implementierung der UR:BAN-Applikationen und dem Betrieb für den Leitfaden zusammengestellt (AP 5200 und AP 5400).

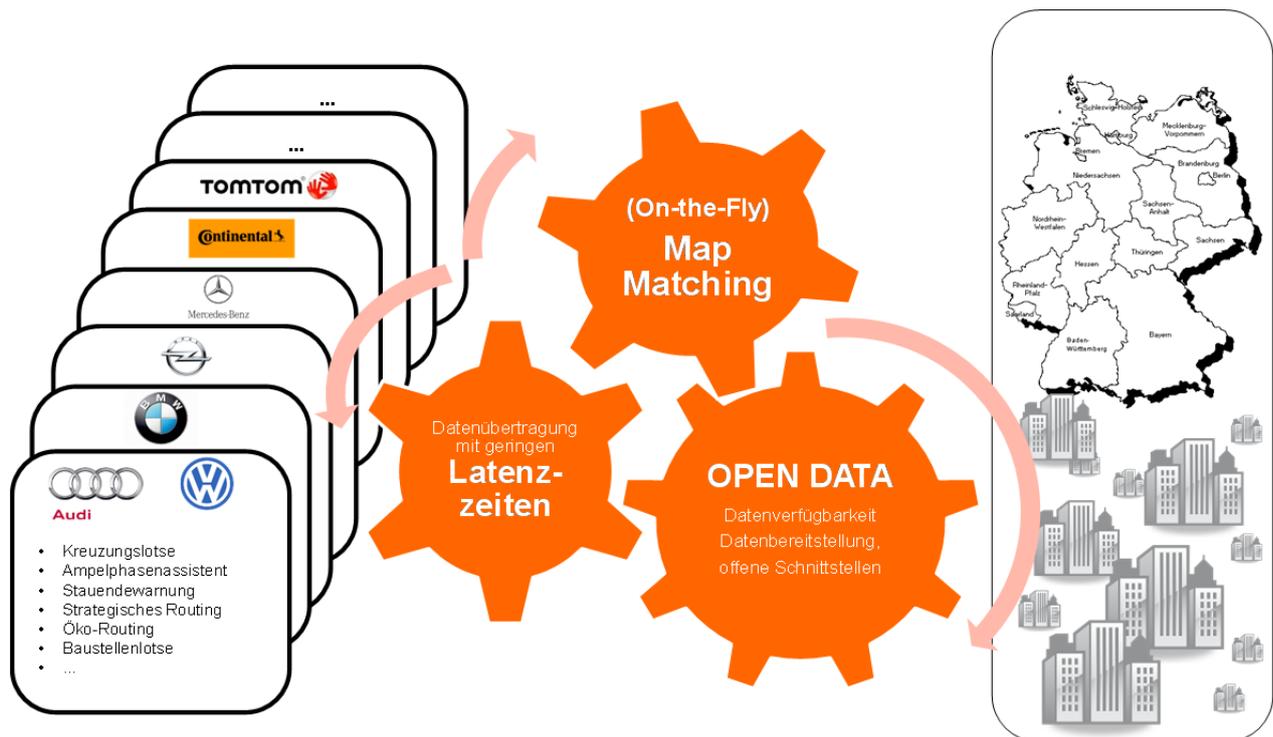


Abbildung 24 Kernanforderungen an das kooperative Verkehrsmanagement

Der Leitfaden verfolgt das Ziel, Entscheidungsträgern, die Investitionen im Bereich der Verkehrsinfrastruktur steuern sowie Planern und Betreibern von Verkehrsinfrastruktur eine Hilfestellung für die Einrichtung kooperativer Systeme zu bieten, welche im urbanen Raum zum Einsatz kommen können. Dazu wurden die im Forschungsvorhaben UR:BAN Vernetztes Verkehrssystem (UR:BAN-VV) gewonnen Erkenntnisse in einer speziell auf die Belange der öffentlichen Hand zugeschnittenen Form aufbereitet. So soll eine gemeinsame Wissensbasis über kooperative Systeme geschaffen werden.

Kooperative Systeme sind derzeit in unterschiedlichen Ausbaustufen und Entwicklungsstadien vorzufinden, sodass noch nicht von Standardlösungen gesprochen werden kann. Dies ist der Komplexität mancher Systeme, den diversen Einsatzgebieten und den konstanten Weiterentwicklungen geschuldet. Aus diesem Grund werden dem Leser exemplarische Szenarien für typische urbane Anwendungen im Bereich kooperativer Systeme vermittelt. Dies geschieht auf Grundlage des Forschungsvorhabens UR:BAN-VV.

Hierzu beinhaltet der Leitfaden zum einen Erfahrungen zur Einrichtung und dem Betrieb von kooperativen Applikationen, die in den Teilprojekten Regionales Netz, Urbane Straße, Smarte Kreuzung und Kooperative Infrastruktur entwickelt wurden sowie Ergebnisse bezüglich der zu erwartenden verkehrlichen Wirkung dieser Applikationen. Zum anderen beinhaltet der Leitfaden über diese Anwendungen hinausgehende Informationen über Systemarchitekturen, Datenstandards oder auch den Bezug zu rechtlichen Rahmenbedingungen. Die aus den verschiedenen Teilprojekten vorgestellten Szenarien können als Beispiele verstanden werden. Diese Beispiele zeigen unterschiedliche Aspekte auf, die bei Einführung derartiger Systeme auftreten.

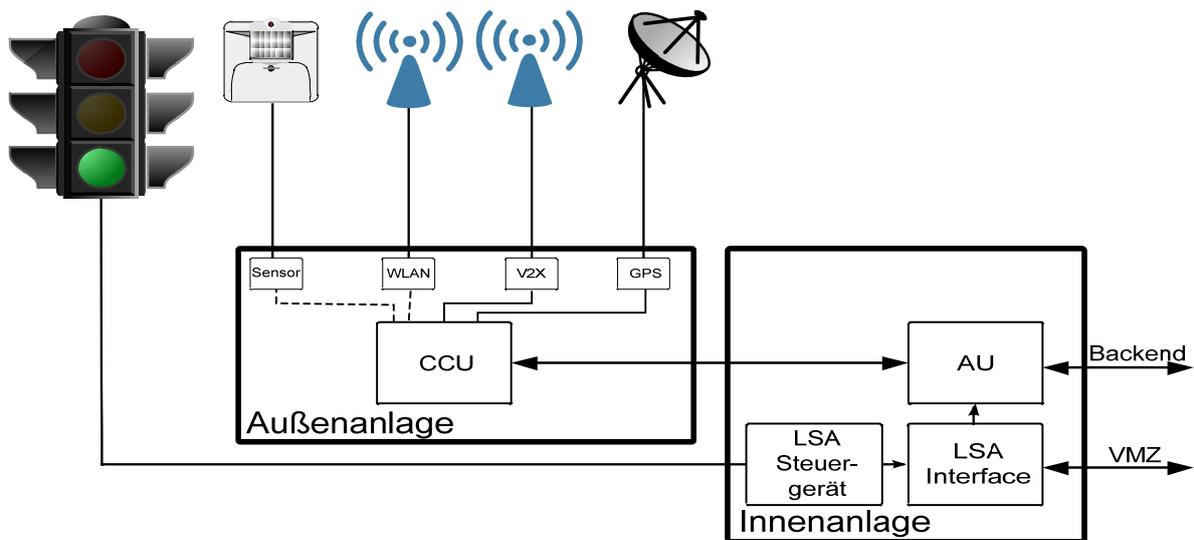


Abbildung 25 Komponenten einer ITS Roadside Station mit Aussenanlage, Innenanlage, LSA-Komponenten und Erfassungssensoren

Der Leitfaden hat in erster Linie einen informativen Charakter und gibt einen Überblick über die Möglichkeiten und den Einsatzbereich kooperativer Systeme im städtischen Umfeld. Er liefert somit Informationen, welche die Kommunen in den Prozess der Entscheidungsfindung für eine bestimmte Lösung eines verkehrlichen Problems einfließen lassen können.

Der Leitfaden stellt die dargelegten Systeme nicht den konventionellen und etablierten Lösungen gegenüber. Weiterhin macht der Leitfaden keine Angaben zu konkreten Kosten oder Kostensätzen, da diese aufgrund der Dynamik der Entwicklung kooperativer Systeme und der dazu benötigten Technologien nicht abzuschätzen sind. Eventuelle Skaleneffekte in der Herstellung einzelner Systemkomponenten bzw. Verbundeffekte bei der Bereitstellung von Komplettsystemen sind nicht vorhersehbar und deren Auswirkungen auf Preisentwicklungen somit nicht darstellbar. Dahingegen werden auf Grundlage der Erfahrungen, die im Rahmen des Forschungsvorhabens UR:BAN-VV in den Städten Düsseldorf und Kassel gesammelt wurden, Aufwände in Form von Personal und technischen Komponenten zur Einführung und zum Betrieb kooperativer Systeme erläutert.

Dadurch, dass der Leitfaden auf den Ergebnissen des Forschungsvorhabens UR:BAN-VV basiert, werden vornehmlich den Individualverkehr im städtischen Umfeld betreffende, infrastrukturbasierte kooperative Systeme behandelt. Es handelt sich also um V2I und I2V Systeme. Die durch das Forschungsvorhaben gegebene Beschränkung auf infrastrukturbasierte Systeme ist insofern für diesen Leitfaden nicht maßgeblich, als dass rein fahrzeuggesteuerte V2V Systeme ohnehin nicht im direkten Verantwortungsbereich der Städte liegen. Dagegen sind auch speziell auf den öffentlichen Verkehr zugeschnittene kooperative Systeme möglich, die jedoch nicht Teil dieses Leitfadens sind.

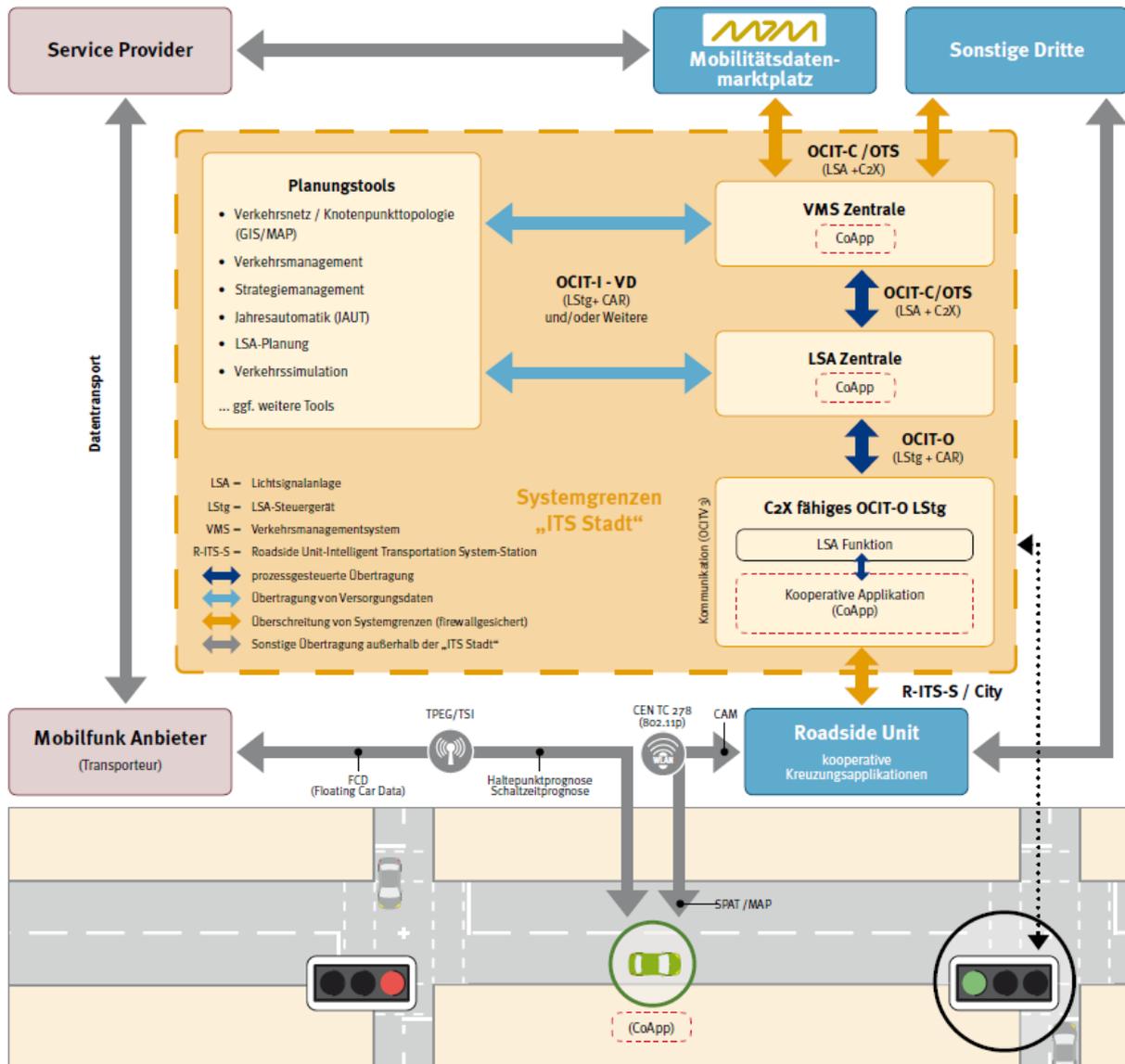


Abbildung 26 Übersicht zur Verwendung von OCA und ODG-Standards

Für den Betreiber der Verkehrsinfrastruktur stellt sich die Frage, wie Komponenten kooperativer Verkehrssysteme mit der bestehenden technischen Infrastruktur verknüpft werden können. Welche Schnittstellen sind erforderlich? Welche internen und externen Partner und Komponenten können wie Daten austauschen? Die Stadt Kassel hat daher einen Entwurf einer Komponenten- und Schnittstellenübersicht erstellt, der mit den UR:BAN-Partnern diskutiert und schließlich auch in den Gremien von OCA und ODG abgestimmt werden konnte (vgl. Abbildung 26). Die Übersicht ist Bestandteil des Leitfadens.

Die Inhalte des Leitfadens zielen darauf ab, die im Folgenden dargestellten Kernfragen zu beantworten. Die Fragen dienen an dieser Stelle auch als kompaktes Inhaltsverzeichnis, weshalb zur einfacheren Navigation beim Auswählen der Fragen direkt auf das entsprechende Kapitel verwiesen wird.

- Was sind kooperative Systeme? Welche Applikationen und Standards gibt es?
- Welche Gründe gibt es für die Einführung kooperativer Systeme?
- Wie verändern sich Verantwortlichkeiten und Rollen durch die Einführung kooperativer Systeme?
- Wo kann der Ist-Stand meiner Kommune eingeordnet werden?
- Wie lässt sich eine für meine Kommune geeignete Systemarchitektur für kooperative Systeme aufbauend auf einer Referenzarchitektur ermitteln?
- Welches sind geeignete Standards und Datenmodelle?
- Welche Anforderungen ergeben sich an das kommunale System für die Einrichtung bestimmter kooperativer Applikationen?
- Welche Aufwände in Form von Personal und technischen Komponenten werden benötigt für Einführung und Betrieb von knotenpunktbasierten kooperativen Systemen?
- Welche Aufwände in Form von Personal und technischen Komponenten werden benötigt für Einführung und Betrieb von zentralenbasierten kooperativen Systemen?
- Welche Aufwände in Form von Personal und technischen Komponenten werden benötigt für Einführung und Betrieb von cloudbasierten kooperativen Systemen?
- Wie lassen sich kooperative Systeme testen?
- Wie können verkehrliche Wirkungen von kooperativen Systemen ermittelt werden? Welche Wirkungen können von den vorgestellten *UR:BAN* Applikationen erwartet werden?

Der Leitfaden enthält einen Anhang B, in dem die Erfahrungen bei der Einrichtung kooperativer Systeme am Beispiel Kassel zeigt.

Da in dem Leitfaden auch Aussagen zu den Wirkungen der *UR:BAN*-Applikationen getroffen werden, konnte die Veröffentlichung bereits stadintern als wichtiges Bezugsdokument für einen Stadtverordnetenbeschluss zur Umsetzung eines Ampelphasenassistenten in Kassel genutzt werden. Von der Nutzung des Ampelphasenassistenten wird ein effizienterer und flüssigerer Verkehr erwartet. Somit kann mit einer Reduktion von Luftemissionen durch die Verkehrsteilnehmer gerechnet werden. Da es an wirkungsvollen Maßnahmen zur Luftreinhaltung im städtischen Verkehr mangelt, wird der Ampelphasenassistent nun auch als eine neue mögliche Maßnahme gesehen.

2.14 Baustelleninformationssystem

Im Rahmen des Teilprojektes „Kooperative Infrastruktur“ wurde – exemplarisch für das Leitbild einer kooperativen Toolbox – ein Baustelleninformationssystem (BIS) basierend auf Web-Technologie prototypisch umgesetzt. Die grundlegende Idee hinter dem BIS ist, dass ein Operator geplante Baustellen mit entsprechenden Attributen in das System einpflegen kann und die potentielle Auswirkung dieser Baustelle automatisch im BIS ermittelt wird. Die eingepflegten Baustellen bleiben mit dem Status „geplant“ versehen, bis diese durch eine Verifizierungsmeldung bestätigt wird, welche basierend auf Floating Car Daten erzeugt wur-

de. Erst dann erhält die Baustelle den Status „aktiv“. Auf gleichem Wege wird die Baustelle wieder deaktiviert.

Detaillierte, fahrstreifenbezogene Daten zu geplanten Baustellen oder gar der Baustelle zugeordnete Umleitungen können in Verbindung mit aktuellen Störungsinformationen relevant für Routenempfehlungen für Navigationshersteller sein. Die Baustellen werden mit ihren aussagekräftigen Attributen in einem Kartenlayer graphisch dargestellt und DATEX II-Meldungen mit entsprechenden Informationen über die Baustelle werden an den Mobilitätsdatenmarktplatz (MDM) versendet.

Das BIS wurde vom Projektpartner Heusch Boesefeldt entwickelt. Mitarbeiter der Stadt Kassel haben das Werkzeug getestet. Durch die Erfahrungen mit der Eingabe von Baustellen und Veranstaltungen in das Verkehrsmanagementsystem Kassel konnte das Werkzeug quasi von Experten getestet werden.

Detailansicht

ID	Name	Typ	Status	Start	Ende
120	Parkplatz	Fahrbahnbelag	in Planung	14.04.15 00:00	30.04.15 00:00
280	Ampl./Stl./Frem	Fahrbahnbelag	in Ausführung	11.05.15 00:00	30.07.15 00:00
314	Elisener Straße	Fahrbahnbelag	in Planung	05.05.15 00:00	09.05.15 00:00
388	BAW Test Ausst.	Kanalarbeiten	geplant	05.05.15 00:00	05.11.15 00:00
430	Teut 1	RIVT 1	in Planung	16.05.15 00:00	24.06.15 00:00
436	Teut 2	Gis	in Planung	12.05.15 00:00	25.05.15 00:00

Abbildung 27 Kartenfenster des Baustelleninformationssystems

Die Eingaben erfolgen über einen Webbrowser, eine Installation der Anwendung ist also nicht erforderlich. Der Betreiber des BIS hat die Möglichkeit, die eingegebenen Meldungen z.B. auf dem MobilitätsDatenMarktplatz (MDM) anzubieten.

Eine Baustelle lässt sich komfortabel auf der Karte verorten und folgende Attribute eingeben:

- Name
- Start, Ende und Aktivierung (Datum / Uhrzeit)
- Status (Planung, Ausführung, beendet)
- Beschreibung

3 Termine

Mitarbeiter der Stadt Kassel (UR:BAN-Projektteam) haben während der Projektlaufzeit an folgenden Terminen teilgenommen. Die Liste beinhaltet projektinterne Termine ebenso wie Termine, an denen Projektinhalte Dritten präsentiert wurden.

- 14./15.02.12: Kick-Off-Treffen (Karlsruhe)
- 27.03.12 TP Urbane Straße: Workshop Schaltzeitprognose & Qualitätsmanagement
Grüne Welle (Kassel)
- 05.04.12 TP Urbane Straße / Kooperative Infrastruktur: Workshop Kommunikationskette
(Düsseldorf)
- 17./18.09.12: UR:BAN (VV) Projekttreffen (Düsseldorf)
- 24.09.12 BMWi-Halbzeitpräsentation (Berlin)
- 30.10. Abstimmungsgespräch Stadt Kassel / Uni Kassel Use Cases
- 14./15.11.12: MDM-Nutzerkonferenz (Berg. Gladbach)
- 19.11.12: Abstimmungsgespräch Städte / BMW (Düsseldorf)
- 04./05.12.12: UR:BAN-Plenum (Wolfsburg)
- 05./06.12.12: UR:BAN (VV) Projekttreffen (Wolfsburg)

- 18.01.13 Schulung VT-Manager (als Basis für die Versorgung von Geoinformationen
und LSA-Informationen)
- 05.02.13 Abstimmungsgespräch „Thema: Berücksichtigung von Einsatzfahrzeugen in
der Signalsteuerung“ mit Vertretern der Gruppe SK (AP 2140, SK-14) (Kassel)
- 15.03.13 Abstimmungsgespräch mit dem Amt für Vermessung und Geoinformation der
Stadt Kassel bzgl. Nutzung und Aktualisierung der Geoinformationen für das
Verkehrsnetz Kassel
- 20./21.03.13: UR:BAN (VV) Projekttreffen (Sindelfingen)
- 20.03.13 Vortrag „Schnittstellenbedarf im kooperativen Verbund“ (Vortrag: Noll im
Rahmen der KI-TP-Sitzung, Sindelfingen)
- 22.03.13 Vortrag „Das Prüffeld Kassel im Projekt UR:BAN“ (Weiterbildungsseminar des
Lehrstuhls für Verkehrswesen, Ruhr-Universität Bochum; Vortrag: Dr. Miltner)
- 11.04.13 UR:BAN adhoc-AK US-3 (Prognose der LSA-Schaltzeitpunkte) und US-6
(Grüne Welle Qualitätsmanagement), Uni Kassel
- 23.04.13 internes Abstimmungsgespräch zum Thema OpenLR
- 25.04.13 Vortrag „Schnittstellenbedarf im kooperativen Verbund“ (Vortrag: Noll im
OCTS-Harmonisierungsgremium inkl. Vorstellung des Projektes UR:BAN,
Frankfurt am Main)
- 11.06.13 Schulung VT-Ereignismanagement (zur Versorgung von Streckensperrungen
infolge von Baustellen oder Veranstaltungen im Verkehrsnetz der Stadt Kas-
sel)
- 20.06.13 simTD-Abschlussveranstaltung, Frankfurt am Main
- 22./31.05.13 Abstimmungsgespräche „KI-Präsentation Halbzeitkonferenz“
- 07.06.13 Abstimmungsgespräch Anbindung VSRS Kassel an den UR:BAN-Server mit
Siemens
- 01./02.07.13 UR:BAN (VV) Projekttreffen (München)
- 10.07.13 Abstimmungsgespräch „Lastenheft zur Anbindung des Siemens Verkehrs-
rechners der Stadt Kassel an das UR:BAN-Verkehrsmanagementsystem“
- 30.08.13 Filmaufnahmen im Prüffeld Kassel für UR:BAN (VV)-Film und UR:BAN (VV)-
KI-Film für die Halbzeitpräsentation

-
- Sept. 13 Installationsarbeiten Schnittstelle UR:BAN-Verkehrsmanagementsystem/VRS und Erweiterungen am VRS Kassel
- 16./17.10.13 UR:BAN (VV) Projekttreffen (Berlin)
- 29.10.13 OpenLR-Konferenz (Berg. Gladbach)
- 05.11.13 Vortrag „Das Prüffeld Kassel im Projekt UR:BAN“ (OCA-Arbeitskreis Intelligente Verkehrssysteme, München; Vortrag: Dr. Miltner)
- 13./14.11.13 Workshop SPAT/MAP der Amsterdam Group (Frankfurt am Main)
- 03./04.12.13 Annual POLIS Conference – Innovation in Transport for Sustainable Cities and Regions (Brüssel)
- 12.12.13 Vortrag „Das Prüffeld Kassel im Projekt UR:BAN“ (Planungsgespräch Stadt Kassel – Kasseler Verkehrsgesellschaft; Vortrag: Dr. Miltner)
- 20./21.01.14 UR:BAN (VV) Projekttreffen (Duisburg) - Teilnahme
- 29.01.14 Vortrag „Das Verbundprojekt UR:BAN“ (Referenten: Patric Stieler, Dr. Thorsten Miltner) bei der OCA-Mitgliederversammlung in Frankfurt am Main
- 14.02.14 Teilnahme am Converge-Workshop, Berlin
- 18./19.03.14 UR:BAN (VV) Projekttreffen (Kassel) – Organisation gemeinsam mit Uni Kassel + Teilnahme
- 19.03.14 UR:BAN – US-ad hoc AK US-3/US-6 Schaltzeitprognose / Grüne Welle QM (Kassel)
- 26./27.03.14 Präsentation UR:BAN auf der Intertraffic, Amsterdam (gemeinsam mit LH Düsseldorf und Fa. Gevas Software)
- 02./03.04.14 Teilnahme an der HEUREKA, Stuttgart
- 09.04.14 Vortrag „Das Verbundprojekt UR:BAN – Kooperative Infrastruktur in Städten“ im Rahmen des better mobility forum der Hannover Messe (Referent: Dr. Thorsten Miltner)
- 10.04.14 Teilnahme an der Sitzung „Interoperabilität von öffentlichem Verkehrsmanagement und individuellen Navigationsdiensten“, VZH, Frankfurt am Main
- 10.04.14 Teilnahme an der Sitzung des OCTS-Gremiums (Frankfurt am Main)
- 13./14.05.14 UR:BAN – Halbzeitpräsentation (Braunschweig)
- 11./12.06.14 UR:BAN – KI-Sitzung AP 6000 Leitfaden (München)
- 11.09.14 Abschlusskonferenz LENA4ITS, Bergisch Gladbach
- 02.10.14 OCA IVS-Konferenz, Düsseldorf
- 14.10.14 1. MDM-Anwendertreffen, Frankfurt am Main
- 16./17.10.14 UR:BAN (VV) Projekttreffen (München) – Teilnahme
- 4./5.11.14 OCA AK IVS
- 6.11.14 Sitzung des OCTS-Harmonisierungsgremiums, Frankfurt am Main
- 10./11.11.14 MDM-Verkehrsdatenkonferenz, Berlin
- 15.12.14 2. MDM-Anwendertreffen, Kassel
- 20./21.01.15 UR:BAN (VV) Projekttreffen, Wetzlar
- 05.02.15 9. OCA-Mitglieder-Fachdiskussion, Frankfurt am Main, Vortrag Thorsten Miltner: „Projekt UR:BAN – Anwendungsfälle und erste Erfahrungen in der Stadt Kassel“
- 19.02.15 UR:BAN Workshop „Grüne-Welle-Tool“, Kassel
- 03./04.03.15 UR:BAN Plenum, Dresden
- 11./12.03.15 OCA AK IVS, Kassel
- 17./18.03.15 FGSV-Arbeitsausschuss „Telematik“; Teilnahme und Vortrag gemeinsam mit Universität Kassel, Kassel
- 24.03.15 3. MDM-Anwendertreffen, Weimar
-

-
- 25.03.15 CEN/TC 278 ITS Workshop, Delft
25.03.15 ITS Germany-Mitgliederversammlung; Vortrag gemeinsam mit Universität Kassel, Kassel
- 26.03.15 Workshop Anforderungen an IVS-Diensten an Straßendaten, Köln
- 27.03.15 ESTI 7th ITS Workshop, Helmond
- 15./16.04.15 UR:BAN (VV) Projekttreffen, Düsseldorf
- 29.04.15 OCA Workshop „Städtischer Anforderungen an C-ITS“, Kassel
- 07.05.15 AVT-Verkehrsinformationstag, Hanau, Vortrag Thorsten Miltner (gemeinsam mit Peter Maier (GEVAS Software))
- 11.06.15 Abstimmungstermin AP KI 5400, Düsseldorf
- 13.06.15 Präsentation des UR:BAN Prüffelds Kassel im Rahmen des Tags der offenen Tür im Rathaus Kassel (mit Unterstützung der Universität Kassel)
- 18.06.15 Kick off-meeting des Horizon 2020-Projektes CIMEC „Cooperative ITS for Mobility in European Cities“, Brüssel
- 18.06.15 OCA/ODG-Workshop „Kommunale Anforderungen an OCIT 3 und OCIT-Car“, Frankfurt am Main
- 24./25.06.15 OCA AK IVS, Hamburg
- 9.7.15 Vortrag und short paper Dr.-Ing. Thorsten Miltner „LSA-Schaltzeitprognose über den MDM“ anl. der agit in Salzburg; AGIT – Journal für Angewandte Geoinformatik 1-2015
- 30.09.15 Vortrag „Das Verbundprojekt UR:BAN“ in der Sitzung des FGSV AA 3.1 „Telematik“ Dr.-Ing. Thorsten Miltner gemeinsam mit Vertretern der Universität Kassel
- 6.-8.10.15 UR:BAN Abschlusspräsentation Düsseldorf
- 14.10.15 UR:BAN-Pressetermin im Rathaus Kassel, gemeinsam mit Prof. Hoyer (Universität Kassel)
- 28.10.15 Präsentation von Ergebnissen aus UR:BAN bei der Sitzung der MDM user group in Berlin
- 15./16.12.15 UR:BAN (VV) – Treffen, Magdeburg
- 18./19.02.16 UR:BAN – Abschlusskonferenz, München; dort Vortrag: „Lösungsmöglichkeiten für die Unterstützung kooperativer intelligenter Verkehrssysteme durch kommunale Verkehrsbetreiber am Beispiel des UR:BAN Prüffelds Kassel“ (Dr.-Ing. Thorsten Miltner)

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht
3. Titel UR:BAN: Urbaner Raum: Benutzergerechte Assistenz und Netzmanagement – Teilprojekt „Vernetztes Verkehrssystem (VV)“ Aktivitäten im Prüffeld Kassel	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Noll, Bernd Dr. Miltner, Thorsten, Wetzel, Ralf Hartung, Klaus	5. Abschlussdatum des Vorhabens Dezember 2015
	6. Veröffentlichungsdatum -
	7. Form der Publikation -
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Stadt Kassel Straßenverkehrs- und Tiefbauamt Friedrichsstraße 36 34117 Kassel	9. Ber. Nr. Durchführende Institution -
	10. Förderkennzeichen 19 P 11007L
	11. Seitenzahl 67
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 53107 Bonn	13. Literaturangaben -
	14. Tabellen 7
	15. Abbildungen 28
16. Zusätzliche Angaben -	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) -	
18. Kurzfassung Im Verbundforschungsvorhaben UR:BAN wurde in Kassel ein Prüffeld zum Testen verschiedener Anwendungen aus dem Bereich kooperativer Verkehrssysteme eingerichtet. Die UR:BAN-Anwendungen Schaltzeitprognose, Haltepunktprognose sowie das Werkzeug Grüne-Welle-Qualitätsmanagement wurden auf mehreren städtischen Streckenzügen mit insgesamt 27 Lichtsignalanlagen getestet. Dazu waren der Aufbau eines Verkehrsmanagementsystems und die Einarbeitung von erforderlichen Geoinformationen erforderlich. Außerdem musste der Datenaustausch zwischen dem bestehenden Verkehrssteuer- und -regelsystems der Stadt Kassel und dem Verkehrsmanagementsystem hergestellt und betrieben werden. In das Verkehrsmanagementsystem wurden die UR:BAN-Applikationen implementiert. Die Daten wurden über eine Schnittstelle zum Mobilitäts Daten Marktplatz für die Fahrzeuganwendungen bereitgestellt. Der „Leitfaden für die Einrichtung kooperativer Systeme auf öffentlicher Seite“ ist für Kommunen gedacht. Darin enthalten sind Hinweise zur Einrichtung der technischen Infrastruktur und Angaben zu Arbeitsabläufen und dem Aufwand, basierend auf den Erfahrungen des Prüffeldbetriebs in Kassel.	
19. Schlagwörter UR:BAN, Verkehrsmanagement, Lichtsignalanlagen, Ampelphasenassistent, Grüne Welle, Kassel	
20. Verlag -	21. Preis -

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN	2. type of document (e.g. report, publication) Final Report
3. title UR:BAN: User Oriented Assistance Systems And Network Management – Topic: Networked Traffic System (VV) Actions in the test area of the city of Kassel	
4. author(s) (family name, first name(s)) Noll, Bernd Dr. Miltner, Thorsten, Wetzel, Ralf Hartung, Klaus	5. end of project December 2015
	6. publication date -
	7. form of publication -
8. performing organization(s) (name, address)	9. originator's report no. -
	10. reference no. 19 P 11007L
	11. no. of pages 67
12. sponsoring agency (name, address) Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 53107 Bonn	13. no. of references -
	14. no. of tables 7
	15. no. of figures 28
16. supplementary notes -	
17. presented at (title, place, date) -	
18. abstract In the joint research project UR:BAN Kassel offered a testing area for different C-ITS applications. In a part of the city traffic network covering 27 traffic controlled intersections the applications signal state prediction, stop point prediction and the tool green wave quality management were tested in real traffic situations. Therefore a traffic management system had to be implemented. Additionally the required geographical information had to be digitalized in the system. Interfaces between the existing central traffic control system of the city of Kassel and the traffic management system had to be installed. The UR:BAN applications were directly implemented into the traffic management system. Another interface supports the mobility data marketplace (MDM). This is the national single point of access for traffic data in Germany. The traffic management system of Kassel serves the required data for the UR:BAN applications via this marketplace. A guide for cities to implement C-ITS applications in their systems was developed. It includes both technical and organizational requirements. Especially the work flows and the required input (time and effort) is described, taken into account the experiences of the test area operation in Kassel.	
19. keywords UR:BAN, traffic management, traffic signals, signal state prediction, GLOSA, green wave, Kassel	
20. publisher -	21. price -