

C-ITS Forum

Vernetzt. Sicher. Harmonisiert.

FGSV H TwLSA 2024

Hinweise für den Technologiewechsel
C-ITS an Lichtsignalanlagen

Dr. Thomas Otto
thomas.otto@ivi.fraunhofer.de
+49 351 4640-813

Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und
Infrastruktursysteme IVI

FGSV H TwLSA 2024

Agenda

1. Motivation – Mein Weg zum C-ITS
2. C-ITS Hinweispapiere und Regelwerke
3. FGSV H TwLSA 2024
4. Fazit



FGSV H TwLSA 2024

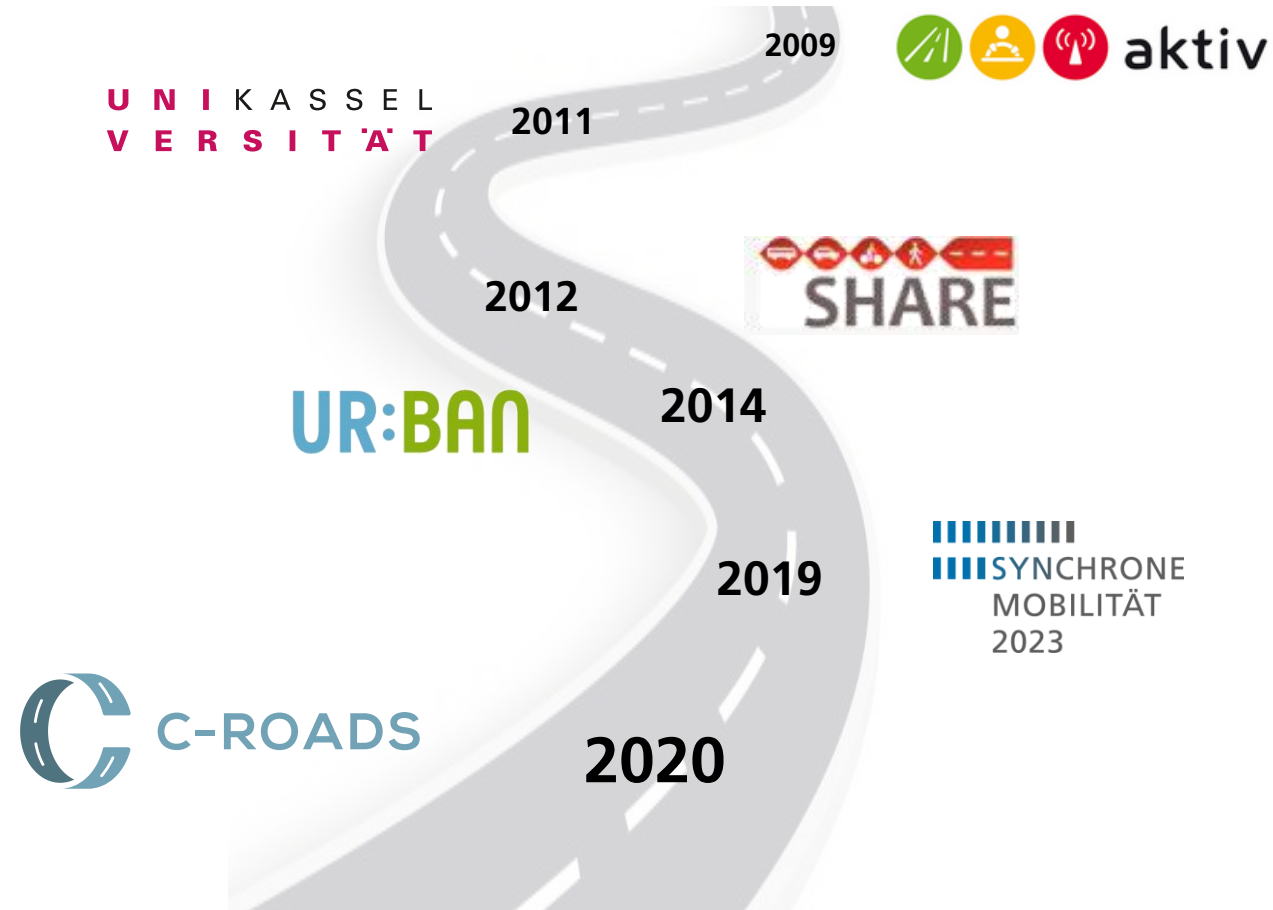
Agenda

1. **Motivation – Mein Weg zum C-ITS**
2. C-ITS Hinweispapiere und Regelwerke
3. FGSV H TwLSA 2024
4. Fazit



Der Weg zum C-ITS

Mein Weg zum C-ITS



Der Weg zum C-ITS

2007-2010 AKTIV

AKTIV - Adaptive und Kooperative Technologien für den Intelligenten Verkehr



2009:
Keine Standardisierung &
Harmonisierung!
Kein ETSI-G5 verfügbar!



Kooperative Lichtsignalanlage

01.09.2006 - 31.08.2010

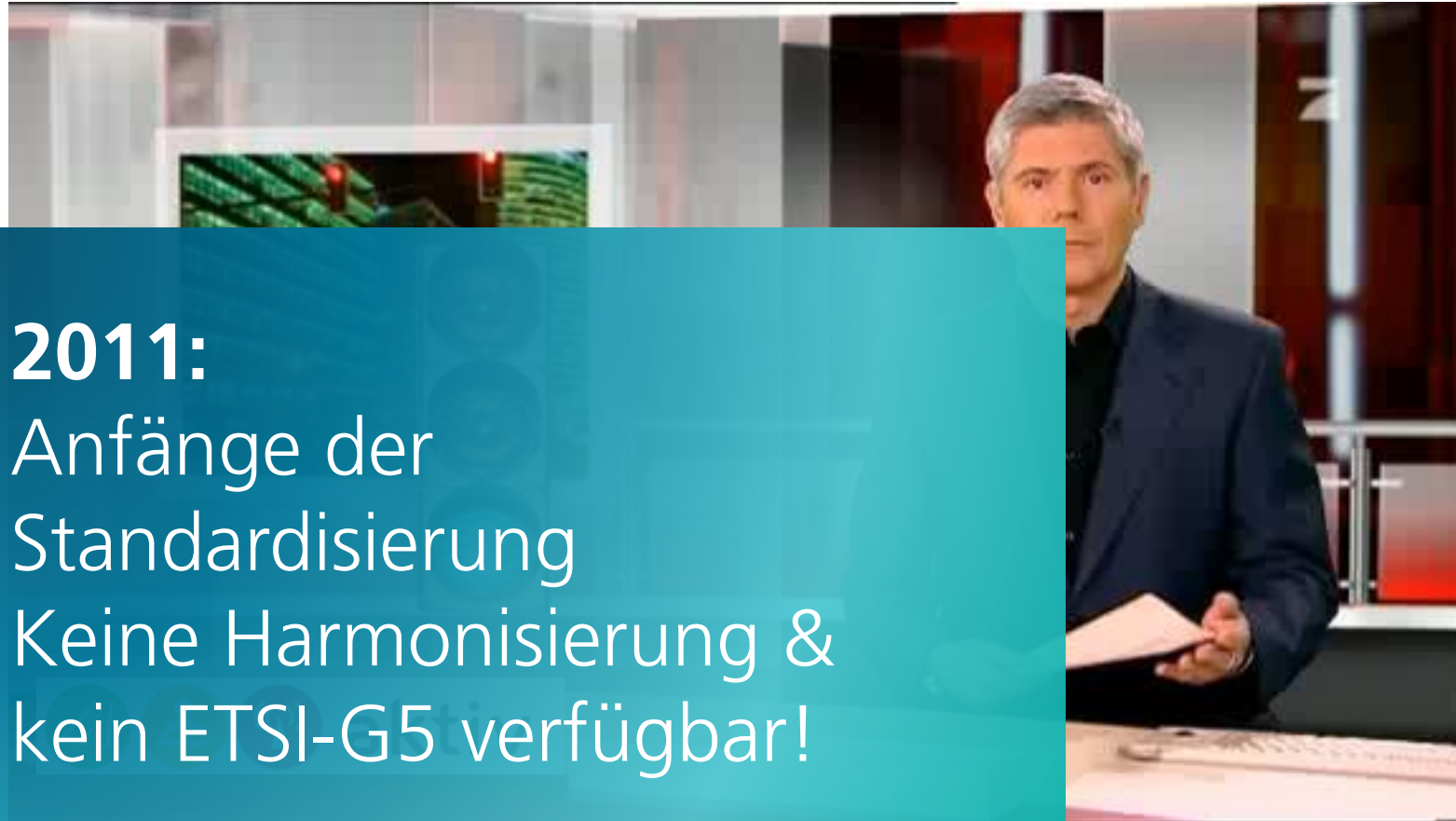
durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie

en: 19 P 6018 R

Adam Opel GmbH, BMW AG, DDG - Gesellschaft für Verkehrsdaten mbH, Ford Forschungszentrum Aachen GmbH, Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes, IBEO Automobile Sensor GmbH, Institut für Automation und Kommunikation e.V. Magdeburg, MAN Nutzfahrzeuge AG, PTV AG, Robert Bosch GmbH, Siemens AG, Technische Universität München, Teleatlas Deutschland GmbH, Transver GmbH, Universität Hannover, Volkswagen AG

Der Weg zum C-ITS

2011 Potenzial kooperativer Systeme



2011:
Anfänge der
Standardisierung
Keine Harmonisierung &
kein ETSI-G5 verfügbar!

Schriftenreihe
Verkehr
Heft 21

Thomas Otto

Kooperative Verkehrsbeeinflussung und Verkehrssteuerung
an signalisierten Knotenpunkten

Institut für Verkehrswesen
Fachgebiet Verkehrstechnik
und Transportlogistik
Universität Kassel

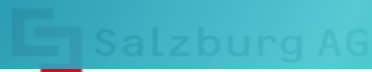
kassel
university
press

Der Weg zum C-ITS

SHARE: Salzburg Hybrid Advanced Road Efficiency



2012:
Zentraler GLOSA Service für
den ÖPNV in Salzburg

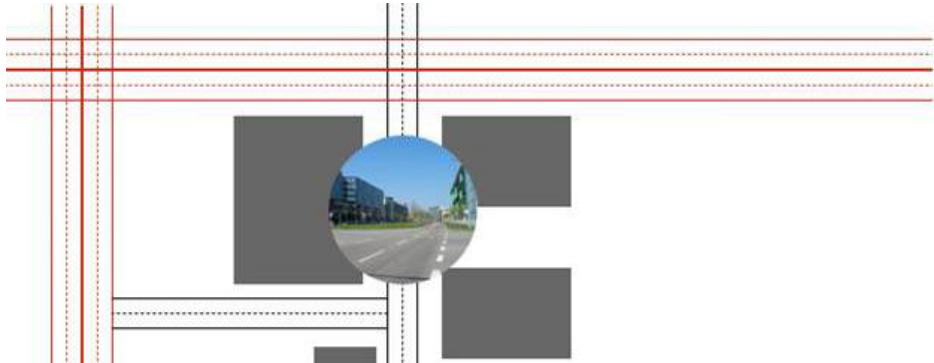


SALZBURG



Der Weg zum C-ITS

URBAN: Vernetztes Verkehrssystem



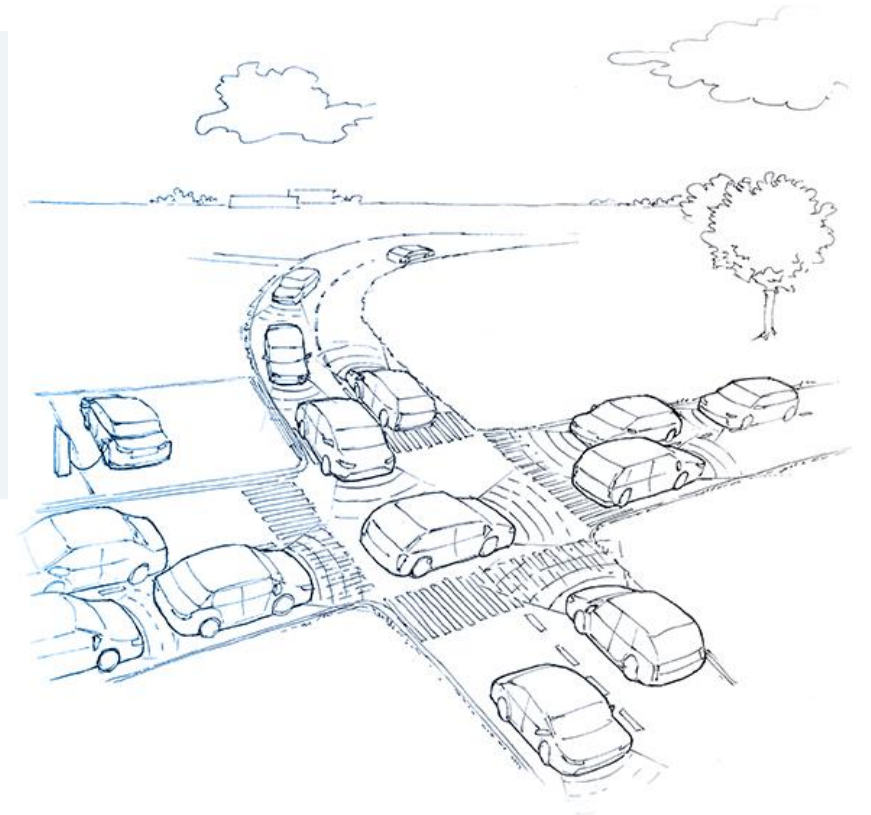
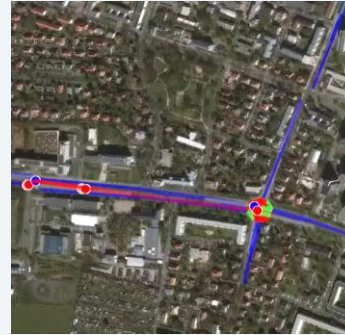
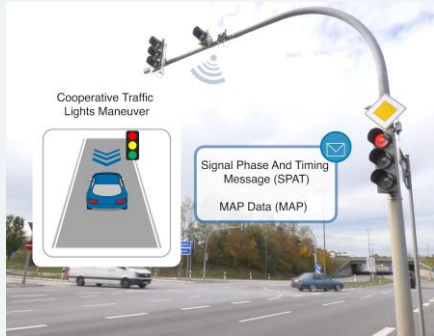
UR:BAN

2014:
Anfänge der
Standardisierung &
Harmonisierung

Laufzeit:	01.01.2012 - 31.12.2015
Förderung:	durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
Förderkennzeichen:	19 P 11007 R
Kooperation:	Bayerische Motorenwerke AG; Continental Automotiv GmbH; Daimler AG; Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.; GEVAS software GmbH; Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes - Forschungsgruppe Verkehrstelematik; ifak e. V. Magdeburg; MAN Nutzfahrzeuge AG; Adam Opel AG; PTV AG; Stadtverwaltung Düsseldorf, Amt für Verkehrsmanagement; Stadt Kassel, Strassenverkehrs- u. Tiefbauamt; TomTom Development Germany GmbH; TRANSVER GmbH; Technische Universität Braunschweig - Institut für Verkehr und Stadtbauwesen; Technische Universität München - Lehrstuhl für Verkehrstechnik; Universität Duisburg-Essen - Arbeitsgruppe Physik von Transport und Verkehr; Volkswagen AG;
Homepage:	www.urban-online.org

Der Weg zum C-ITS

Synchrone Mobilität Sachsen – Digitales Testfeld Dresden



2019:
Standardisierte Nachrichten
im Digitalen Testfeld Sachsen

Der Weg zum C-ITS

C-ROADS Germany – Urban Nodes

- 43 europäische Städte starteten 2019 mit der Installation von C-ITS-Services in Städten
- In Deutschland: Hamburg, Kassel, Dresden
- Projektlaufzeit 5 Jahre (2019-2023)

Day 1.0/1.5 – Applications

2020:

Standardisierte C-ITS
Nachrichten und
harmonisierte Services



FGSV H TwLSA 2024

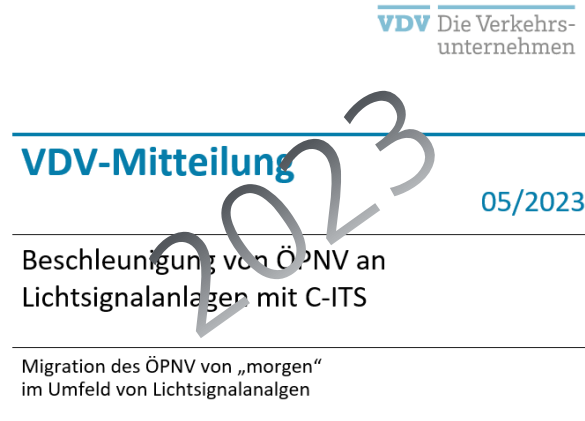
Agenda

1. Motivation – Mein Weg zum C-ITS
- 2. C-ITS Hinweis-papiere und Regelwerke**
3. FGSV H TwLSA 2024
4. Fazit



Hinweispapiere und Regelwerke

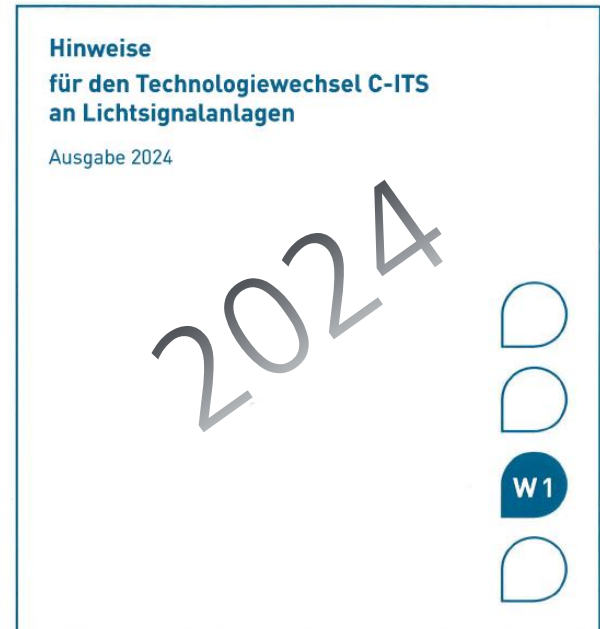
2021 BAST Studie



Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
Arbeitsgruppe Verkehrsmanagement

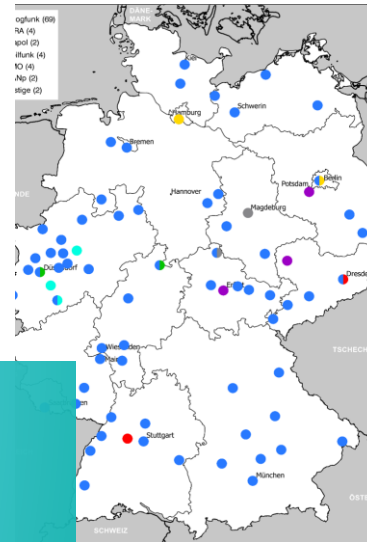
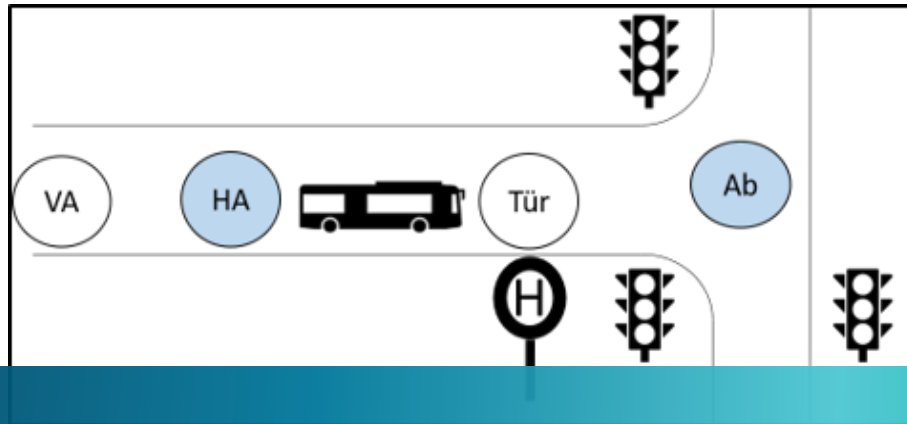


H TwLSA



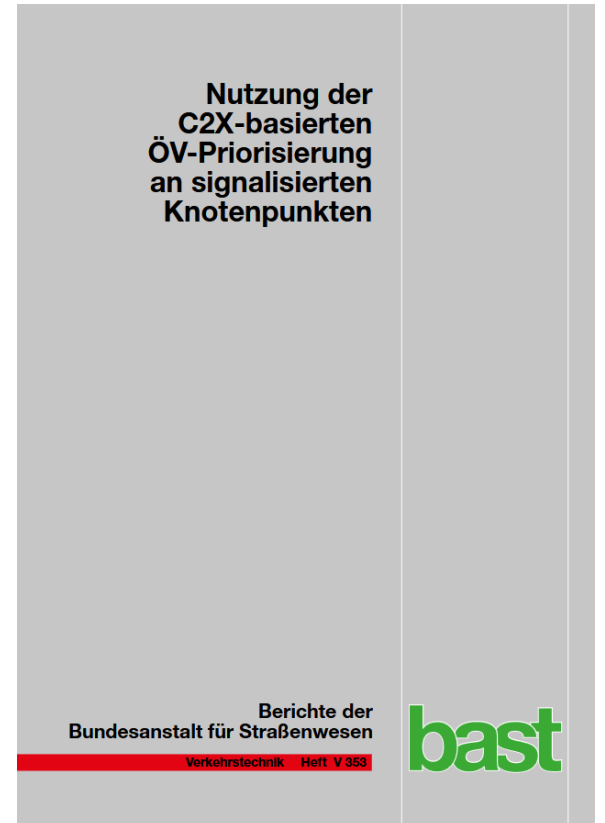
Hinweispapiere und Regelwerke

2021 BASt Studie



30 Jahre bewährte Praxis vs. C-ITS.

	Analog NEMO	Digital TETRA	Digital Tetrapol	Öffentlicher Mobilfunk	ETSI ITS-G5
Anzahl	4	4	2	4	2
Anteil in %	5,1 %	5,1 %	2,6 %	5,1 %	2,6 %

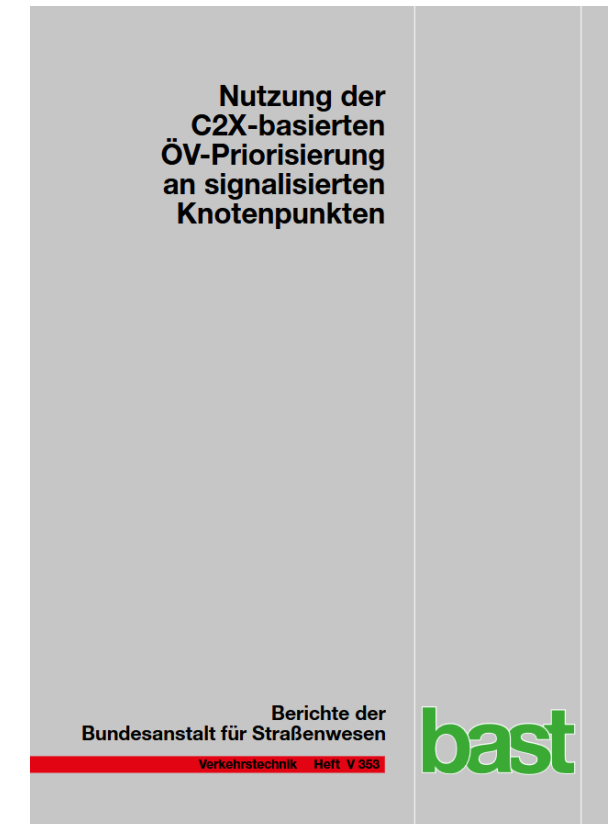
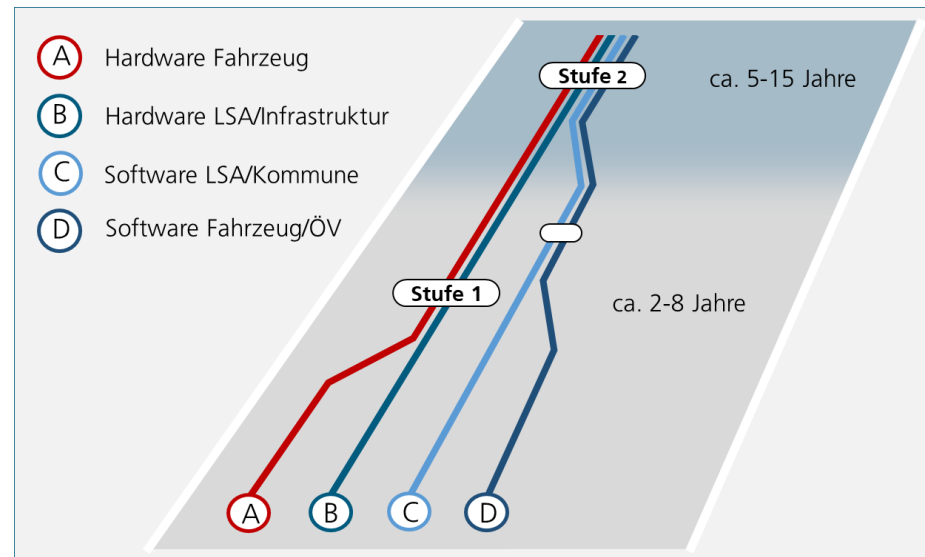


Hinweis-papiere und Regelwerke

2021 BAST Studie

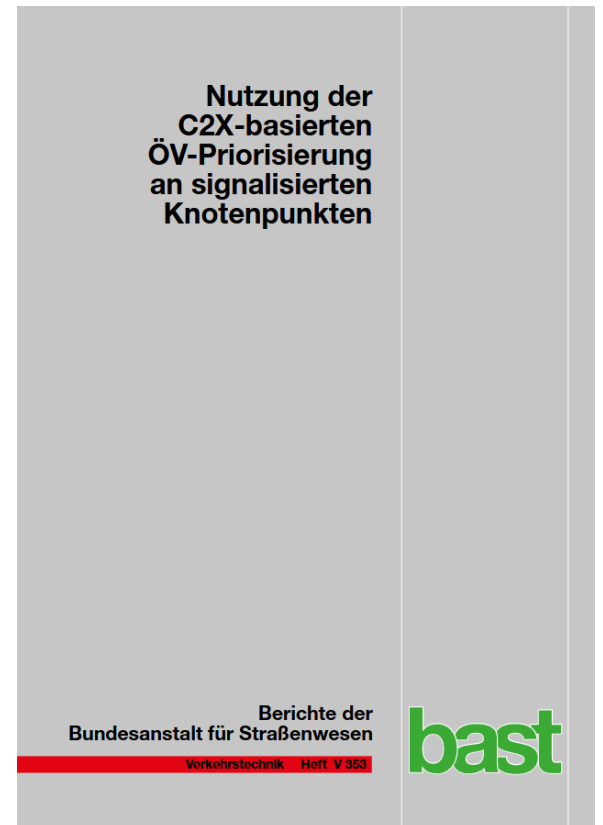
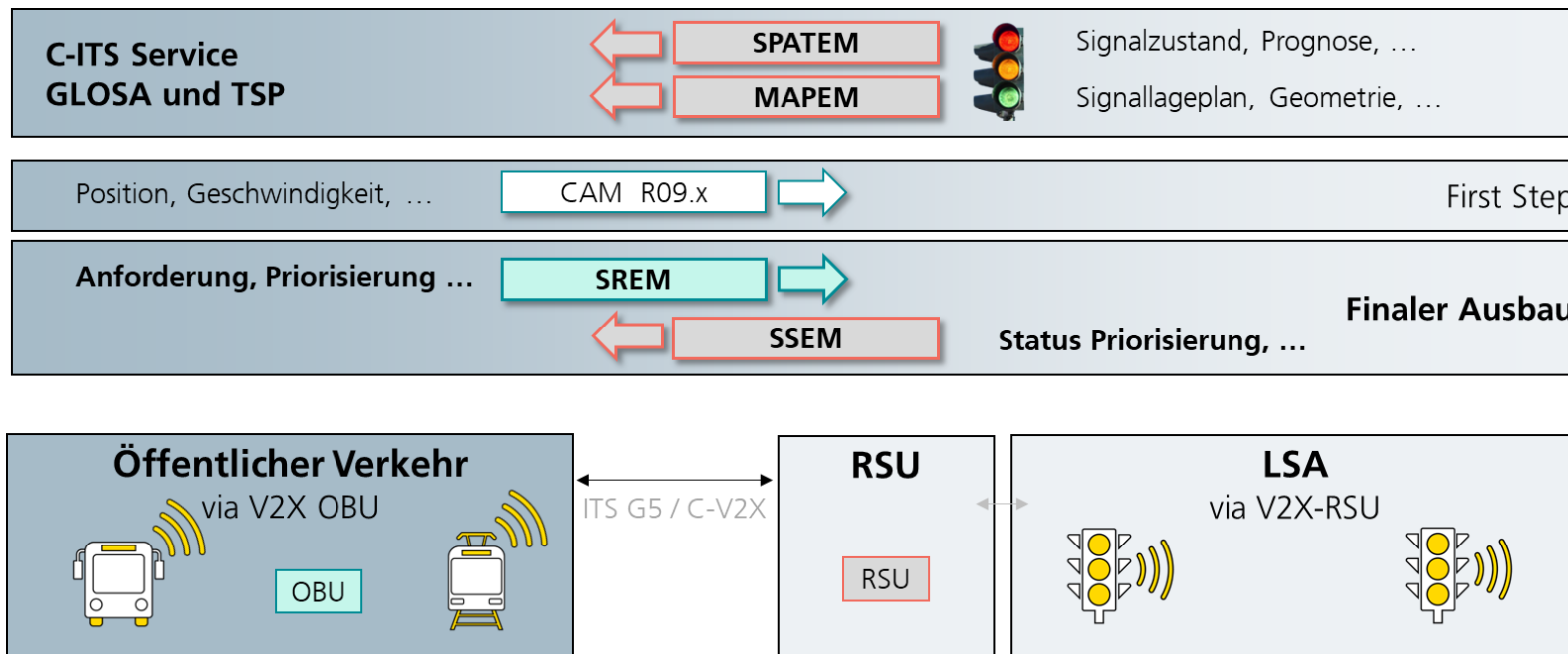
Nutzung der C2X-basierten ÖV-Priorisierung an signalisierten Knotenpunkten

1. Bestandsaufnahme
ÖPNV-Priorisierung
2. C2X-basierte ÖPNV-Priorisierung
3. Rahmenkonzept und Leitfaden
4. Wechselwirkungen
5. Pilotierungskonzept und Handlungsempfehlung



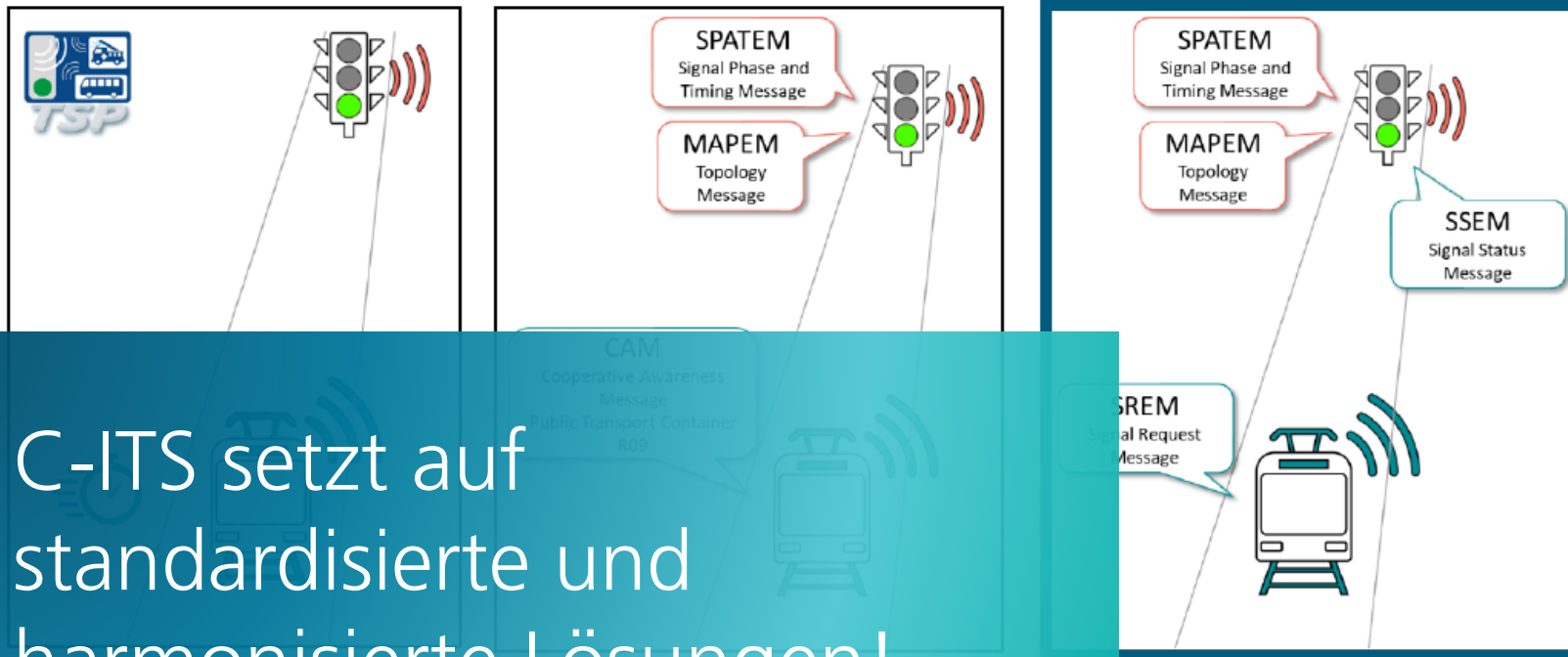
Hinweis-papiere und Regelwerke

2021 BAST Studie



Hinweispapiere und Regelwerke

2023 VDV Mitteilung



C-ITS setzt auf standardisierte und harmonisierte Lösungen!

VDV-Mitteilung

4022

05/2023

Beschleunigung von ÖPNV-Fahrzeugen an Lichtsignalanlagen mit C-ITS

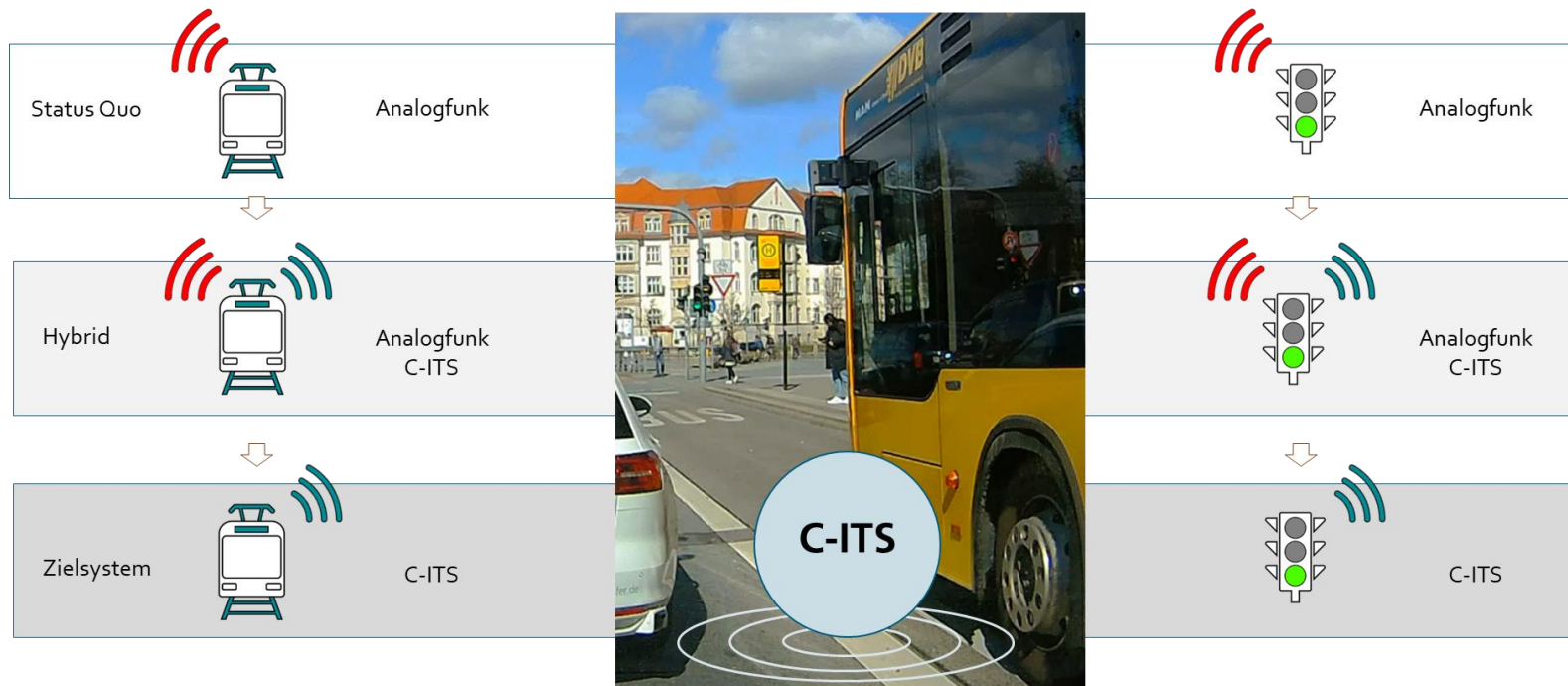
Migration des ÖPNV von „morgen“ im Umfeld von Lichtsignalanlagen

Gesamtbearbeitung

Ausschuss für Telematik und Informationssysteme (ATI)

Hinweispapiere und Regelwerke

2023 VDV Mitteilung



VDV-Mitteilung

4022

05/2023

Beschleunigung von ÖPNV-Fahrzeugen an
Lichtsignalanlagen mit C-ITS

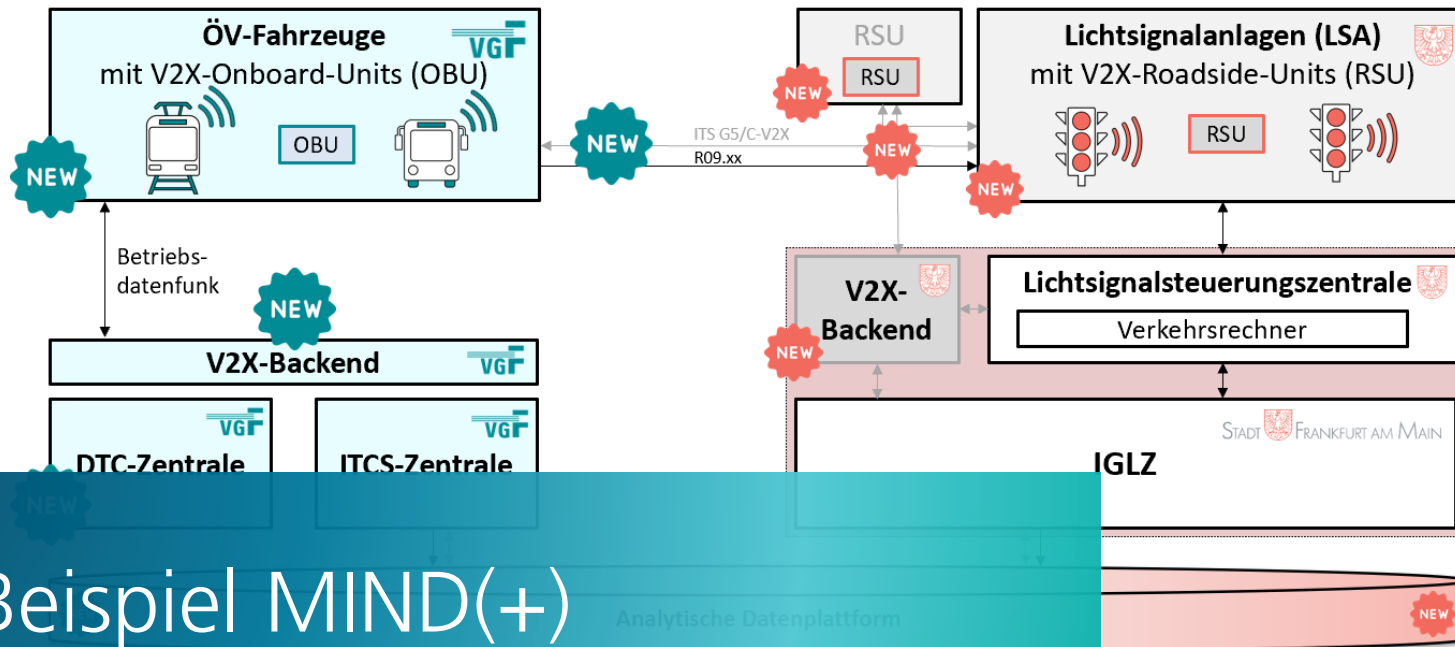
Migration des ÖPNV von „morgen“
im Umfeld von Lichtsignalanlagen

Gesamtbearbeitung

Ausschuss für Telematik und Informationssysteme (ATI)

Hinweispapiere und Regelwerke

2023 VDV Mitteilung



Beispiel MIND(+)

VDV-Mitteilung

4022

05/2023

Beschleunigung von ÖPNV-Fahrzeugen an Lichtsignalanlagen mit C-ITS

Migration des ÖPNV von „morgen“ im Umfeld von Lichtsignalanlagen

Gesamtbearbeitung

Ausschuss für Telematik und Informationssysteme (ATI)

FGSV H TwLSA 2024

Agenda

1. Motivation – Mein Weg zum C-ITS
2. C-ITS Hinweispapiere und Regelwerke
- 3. FGSV H TwLSA 2024**
4. Fazit



FGSV H TwLSA 2024

Arbeitskreis

Leitung:

Dr.-Ing. Thomas Otto, Dresden

Mitarbeitende:

Dr.-Ing. Dominik Bieland, München

Dipl.-Ing. Olaf Czogalla, Magdeburg

Dipl.-Ing. Michael Düsterwald, München

Eduard Hepner, M. Sc., Kassel

Olaf Koch, Hamburg

Matthias Künzelmann, M. Sc., Berlin

Dipl.-Ing. Markus Mahler, Kassel

Dipl.-Ing. Tobias Matschek, Dresden

Dipl.-Ing. Bernd Noll, Kassel

Dr.-Ing. Robert Oertel, Berlin

Alexander Pütz, Düsseldorf

Jan Schappacher, M. Eng., Bergisch Gladbach

Dr.-Ing. Martin Schmotz, Berlin

Dr. Bernd Schober, Hamburg

Dipl.-Math. Florian Weichenmeier, München

Dipl.-Ing. (FH) Markus Weißenborn, München

Dipl.-Ing. Alex Zimmermann, Hamburg

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
Arbeitsgruppe Verkehrsmanagement



H TwLSA

Hinweise

**für den Technologiewechsel C-ITS
an Lichtsignalanlagen**

Ausgabe 2024



FGSV H TwLSA

Inhalt und Aufbau

	Seite
1 Einleitung	5
1.1 Zweck des Wissensdokuments	5
1.2 C-ITS im ÖPNV	6
1.3 Bezug zu FGSV-Dokumenten und Arbeitskreisen	7
1.4 Aufbau des Wissensdokuments	7
2 Grundlagen und Potenziale	8
2.1 C-ITS-Definition	8
2.2 C-ITS-Services Allgemein	8
2.3 C-ITS-Services an LSA in Städten	9
2.3.1 Beschreibung der Services	9
2.3.2 Interaktionen zwischen GLOSA und TSP	10
2.3.3 Bevorrechtigung Status Quo und C-ITS	10
2.3.4 Weitere C-ITS-Services	12
2.4 C-ITS-Nachrichten	13
2.5 Bezug zu bestehenden Veröffentlichungen	13
3 C-ITS-Projekte	15
3.1 Projektübersicht und Deployment	15
3.2 Abgeschlossene Projekte	16
3.3 Aktuelle Projekte	22
3.4 Internationale Projekte	25
4 Systemintegration	26
4.1 Systemarchitektur	26
4.1.1 Allgemein	26
4.1.2 ÖPNV-Betreiber	26
4.1.3 Infrastrukturbetreiber	27
4.2 Bevorrechtigung und Kommunikationsweg	27
4.2.1 Zielsystem: C-ITS-Direktkommunikation	28
4.2.2 Zentralenkommunikation via Backend	29
4.2.3 Übergangslösung via Meldepunkt in C-ITS-Nachrichten	30
4.3 Anforderungen an SREM	32
4.3.1 ETA-Definition	32
4.3.2 ETA-Information	32
4.3.3 Priorität der Anforderung	33
4.4 C-ITS-Sicherheit	34

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
Arbeitsgruppe Verkehrsmanagement



H TwLSA

Hinweise
für den Technologiewechsel C-ITS
an Lichtsignalanlagen

Ausgabe 2024



FGSV H TwLSA 2024

Inhalt und Aufbau

5 Migrationspfade und Roadmap	36
5.1 Einleitung	36
5.2 Motivation	36
5.3 Migration zur Zielarchitektur	36
5.4 Realisierte Migrationspfade	37
5.4.1 Kassel	37
5.4.2 München	37
5.4.3 Speyer	38
5.4.4 Frankfurt am Main	38
5.4.5 Rüsselsheim	39
5.4.6 Hannover	39
6 Zusammenfassung und Ausblick	40
6.1 Mobilitätswende und C-ITS	40
6.2 C-ITS an LSA	40
6.2.1 Innovationspotenziale	40
6.2.2 Organisatorische Voraussetzungen	41
6.2.3 Technisch-organisatorische Konsequenzen	41
6.2.4 Betrieb in der Übergangsphase	41
6.2.5 Konzeption einer C-ITS-Lösung	42
6.3 C-ITS und Day2.0-Services	42
6.3.1 Verkehrsmanagement	42
6.3.2 Assistenz durch Infrastruktur	42
6.3.3 Automatisiertes Fahren	42
6.4 Fazit	43
7 Abkürzungsverzeichnis	44

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
Arbeitsgruppe Verkehrsmanagement



H TwLSA

Hinweise
für den Technologiewechsel C-ITS
an Lichtsignalanlagen

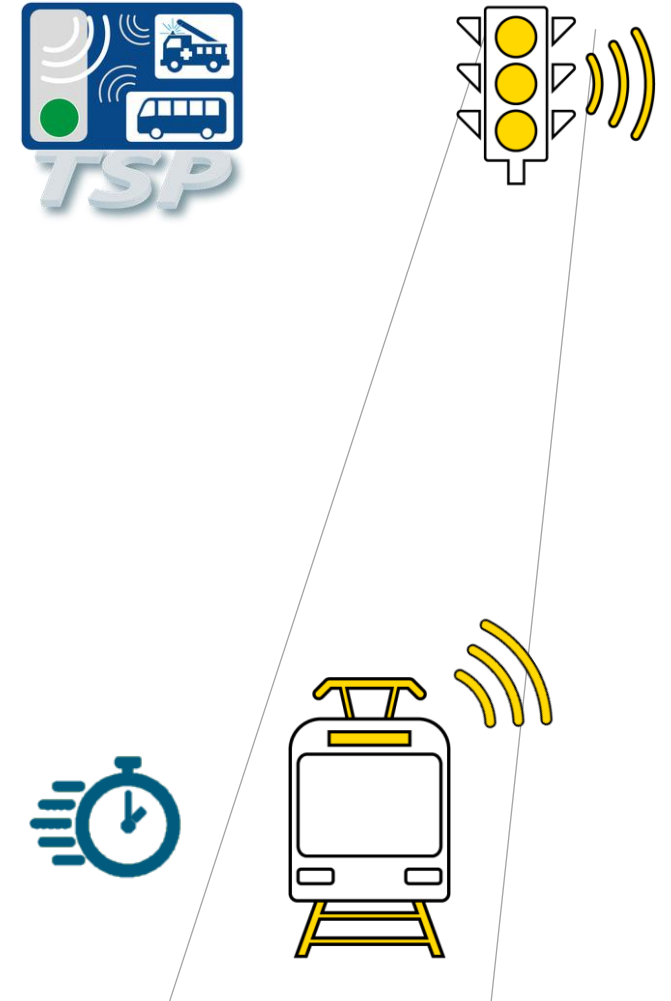
Ausgabe 2024



Nutzung des Services TSP

- Status der Ampeln einem Fahrzeug mit hoher Priorität (z. B. einem Fahrzeug des öffentlichen Verkehrs, Einsatzfahrzeug) zu beeinflussen
- Verkürzung der Reaktionszeiten und zur Erhöhung der Verkehrssicherheit
- Erzeugung von Fahrplanstabilität und Sicherstellung der Umlaufzeiten

Unter idealen Bedingungen, d.h. vollständiger Kommunikation, ergibt sich, dass für alle anfragenden Verkehrsströme in Echtzeit das kürzest mögliche, passende Freigabezeitfenster berechnet wird, welches zu einer Effizienzsteigerung des Verkehrsablaufs am LSA-Knotenpunkt führt.



FGSV H TwLSA 2024

C-ITS Service GLOSA

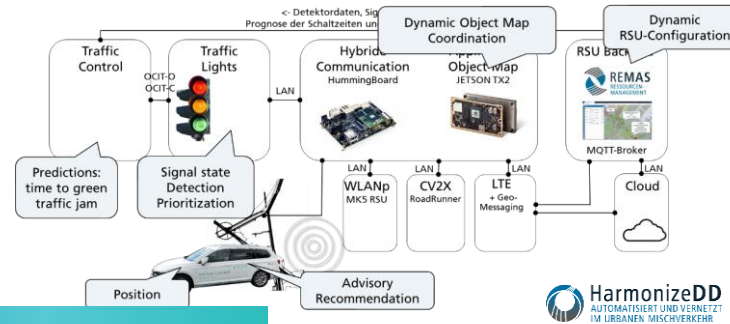
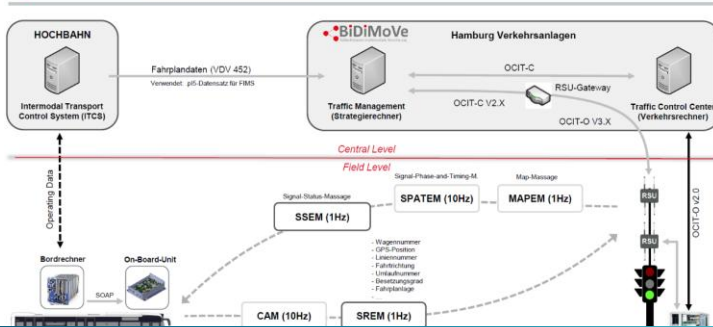
Nutzung des Services GLOSA

- Grünphasen vorherzusagen für ein effizientes und komfortables Fahren
- Übertragung über ETSI G5 in das Fahrzeug
- Sinnvolle Verlagerung von nicht vermeidbaren Wartezeiten an Haltestellen
- Optimierung der Fahrgeschwindigkeit in Zufahrten von Lichtsignalanlagen
- Restzeitanzeige direkt vor Lichtsignalanlagen

Weniger Halte führen zu einer Verstetigung des Verkehrsflusses sowie zur einer Erhöhung der Kapazitäten innerhalb der Grünen Welle.



BiDiMoVe Systemarchitektur



Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
Arbeitsgruppe Verkehrsmanagement

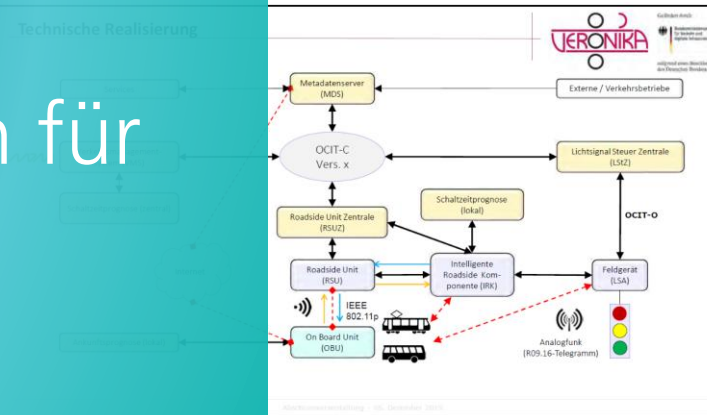


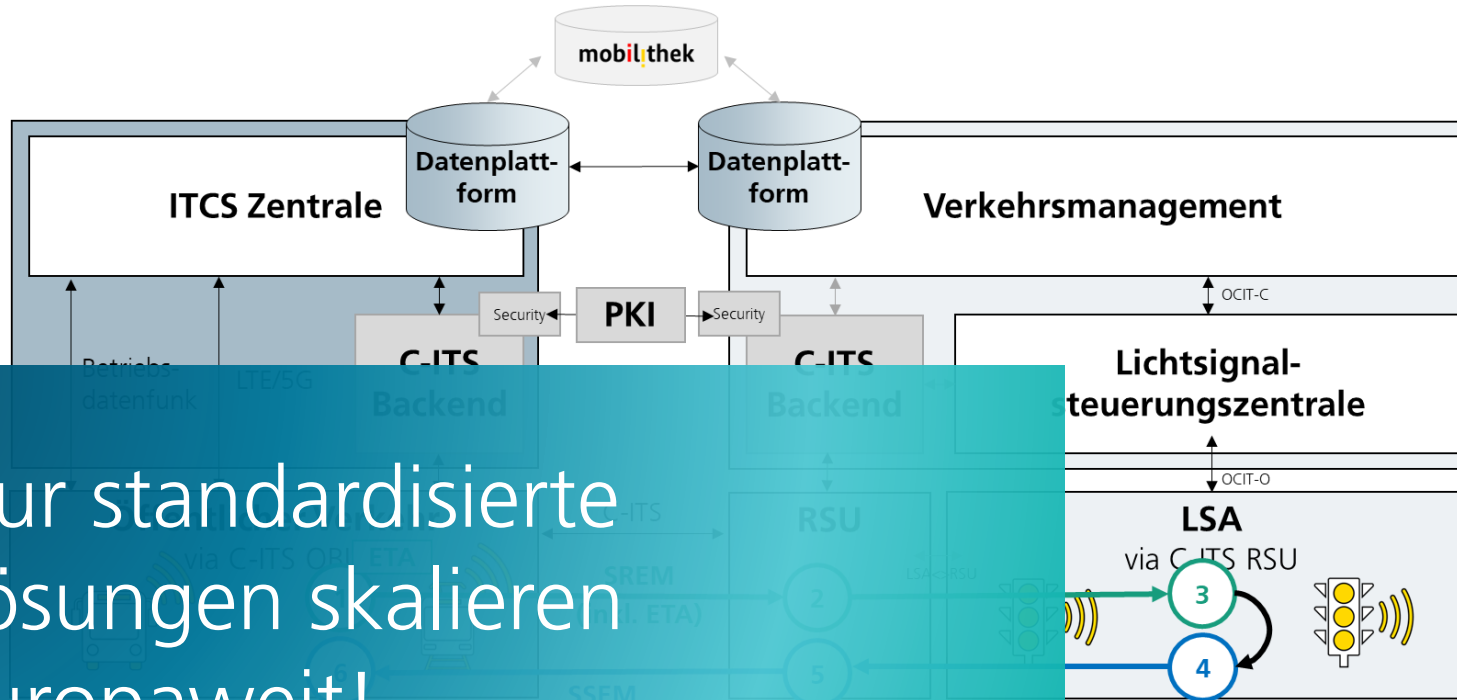
H TwLSA

Hinweise
für den Technologiewechsel C-ITS
an Lichtsignalanlagen

Ausgabe 2024

Vor- und Nachteile
der Systemarchitekturen für
die Migration.





Nur standardisierte
Lösungen skalieren
europaweit!

H TwLSA

Hinweise
für den Technologiewechsel C-ITS
an Lichtsignalanlagen

Ausgabe 2024



FGSV H TwLSA 2024

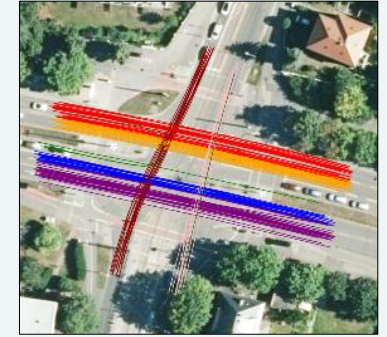
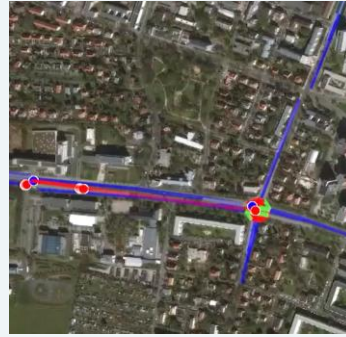
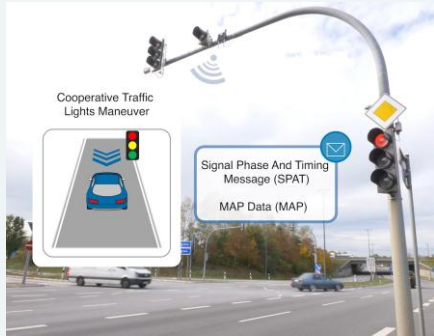
Agenda

1. Motivation – Mein Weg zum C-ITS
2. C-ITS Hinweispapiere und Regelwerke
3. FGSV H TwLSA 2024
- 4. Fazit**



Fazit

C-ITS enables automatisiertes Fahren

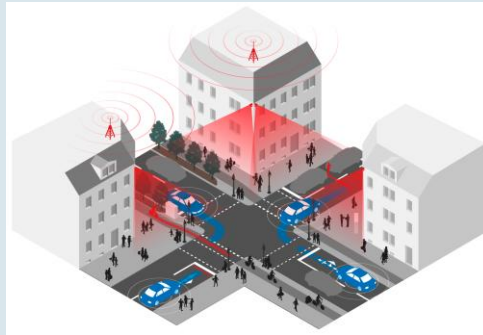


Information

Unterstützung von kooperativen Fahrzeugen durch Informationen aus der Infrastruktur (I2V).

Fazit

C-ITS enables automatisiertes Fahren



Assistance

Assistenz & Automatisierung der automatisierten Fahrfunktion durch Infrastruktur-assistiertes Fahren.

C-ITS Forum

Vernetzt. Sicher. Harmonisiert.

FGSV H TwLSA 2024

Hinweise für den Technologiewechsel
C-ITS an Lichtsignalanlagen

Dr. Thomas Otto
thomas.otto@ivi.fraunhofer.de
+49 351 4640-813

Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und
Infrastruktursysteme IVI

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit
