



ROLL-OUT: C-ITS FÜR BUSSE UND EINSATZFAHRZEUGE

Olaf Koch | C-ITS-Forum 2025: Session C-ITS zur Priorisierung von Blaulicht & ÖPNV



LSBG
Landesbetrieb Straßen,
Brücken und Gewässer
Hamburg

Frankfurt am Main, 26. Februar 2022



Hamburg



© Olaf Koch



Hochbahn

Olaf Koch

Freie und Hansestadt Hamburg
Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer
Geschäftsführung
Intelligente Verkehrssteuerung
Fachbereich ITS-Projekte
Teamleiter ÖPNV- u. Einsatzfahrzeug-Priorisierung

Telefon +49 40 428 26-22 54
E-Mail olaf.koch@lsbg.hamburg.de



© Hochbahn



Hochbahn



Vorstand



Anton Bauer

Stadt München
Vorstandsvorsitzender
OCA e.V.
+49 89 233 61314
anton.bauer@muenchen.de



Patric Stieler

Stadt Köln
Stellvertreter
Vorstandsvorsitzender OCA e.V.
+49 221 221 30647
patric.stieler@stadt-koeln.de

Weitere Vorstandsmitglieder:



Volker Kanngießer

Stadt Frankfurt am Main
Schatzmeister OCA e.V.
+49 69 212 70813
volker.kanngiesser@stadt-frankfurt.de



Olaf Koch

Stadt Hamburg
Vorstandsmitglied OCA e.V.
+49 40 428 26 22 54
olaf.koch@lsbg.hamburg.de



Ralf Poppenborg

Stadt Düsseldorf
Vorstandsmitglied OCA e.V.
+49 211 89 94698
ralf.poppenborg@duesseldorf.de

Anwenderkreise

Auf der Arbeitsebene der OCA sind derzeit acht Anwenderkreise aktiv, die sich mit verschiedenen Themen der Straßenverkehrstechnik befassen und zwar:

+ DIMAP

– Intelligente Verkehrssysteme (IVS)

Dieser Anwenderkreis dient der Information seiner Mitglieder (auch untereinander) über nationale und internationale IVS-Aktivitäten und deren Auswirkungen auf Städte und Kommunen und begleitet die Förderprojekte der OCA im Bereich IVS.

Anwenderkreisleiter ist Herr Olaf Koch
(Stadt Hamburg, Tel.: +49 40 428 26 22 54).

+ KritisV

+ OCIT

+ OCIT-Outstations

+ Straßenbeleuchtung

+ Tunnel-Zentralenbetreiber

+ Zentralen

AGENDA

- 1 Die Entwicklung der ÖPNV- und Einsatzfahrzeugbeschleunigung in Hamburg
- 2 Wie sieht die Kommunikation der Zukunft aus?
- 3 Wie haben wir uns in Hamburg auf die Zukunft vorbereitet?
- 4 Entwicklung einer Systemarchitektur im Rahmen von ITS-CUBE und der Roll-Out



DIE ENTWICKLUNG DER ÖPNV- UND EINSATZFAHRZEUGBESCHLEUNIGUNG IN HAMBURG

1

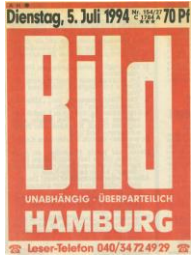


LSBG
Landesbetrieb Straßen,
Brücken und Gewässer
Hamburg



Hamburg

5. JULI 1994: OFFIZIELLER STARTSCHUSS DER BUSBESCHLEUNIGUNG IN HAMBURG



Hamburger Abendblatt

DIENSTAG
5
JULI 1994
Mennedorf, Lütten
188. Jg. - 173. Jggn. - 27. Woche

Wandsbeker Markt-Jenfeld Bahn frei! Hamburger-Busse schwimmen auf Grüner Welle

Von PHILIP GRASSMANN
der Bord-Computer-
„Grünphase verlängern“
oder „Auf Grün schalten“.
Der Wagen hat immer grün
auf einer grünen Welle
von Hottelstelle zu Hottel-
stelle schwimmen.
Verkehrsenator Eugen
Wagner (SPD) gab gestern
die erste Hamburger Bus-
Schnellstrecke frei. Sie
führt vom Wandsbeker
Markt bis nach Jenfeld.
Umbaukosten für das neue
System: 7,5 Millionen
Mark.
So funktionieren: In den
Bussen sind Finfmärktlich
große Computeraugen ein-
gebaut. Sie senden Signale
an hypersensible Sensoren
auf den Ampeln. Nicht
hört sich ein Bus, sendet



Von hier wird das neue System gesteuert. Verkehrsminister Eugen Wagner probierte den Bordcomputer selber aus. Foto: Schneider



Grüne Welle für Busse



Computer steuern Ampeln, um
Zeit und Geld zu sparen
Die Ampeln an der ersten Hamburger Schnellstrecke sind nun grün für Busse. Die Ampeln steuern Computer, die die Busse erkennen und die Ampeln für sie grün schalten. Dies spart Zeit und Geld. Die Ampeln sind an der ersten Hamburger Schnellstrecke zwischen Wandsbeker Markt und Jenfeld installiert. Die Ampeln sind an der ersten Hamburger Schnellstrecke zwischen Wandsbeker Markt und Jenfeld installiert. Die Ampeln sind an der ersten Hamburger Schnellstrecke zwischen Wandsbeker Markt und Jenfeld installiert.



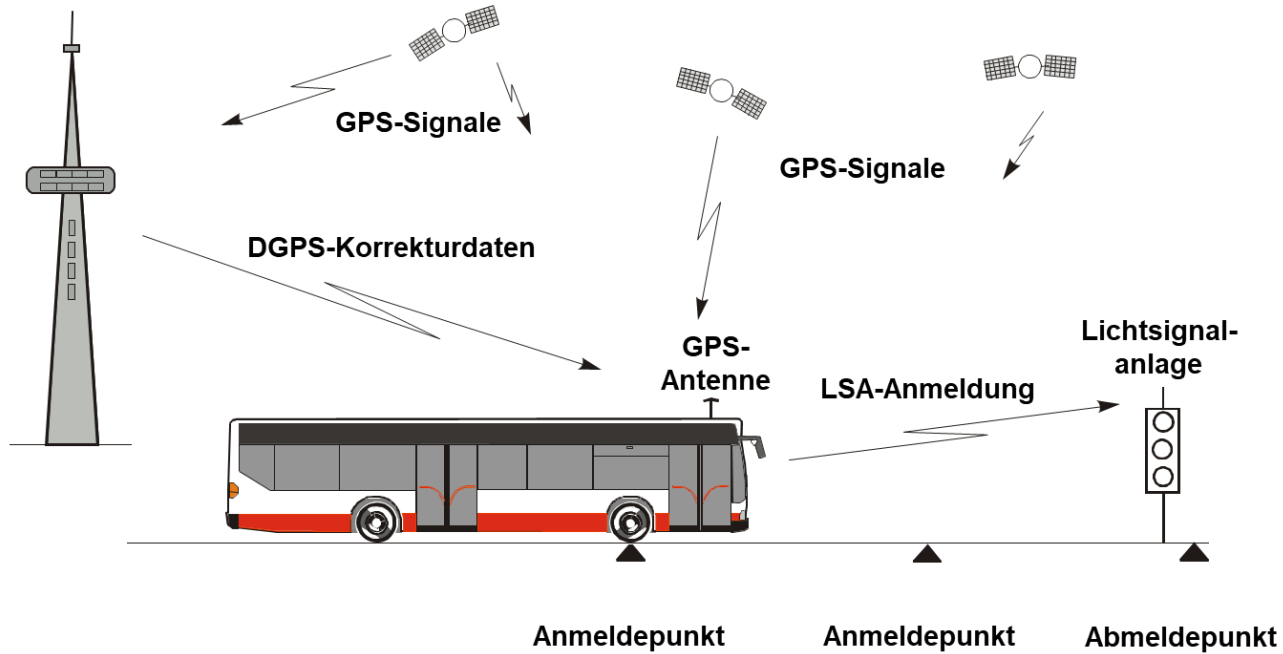
1996: INTEGRATION DER ELBTUNNELFEUERWEHR IN DIE ÖPNV-BESCHLEUNIGUNG

ANDERUNG UND WARTUNG	Gerätetyp : MSH Inbetriebnahme : Auf Blinken : Auf Bild :	Krzz. : Ko Abz. : Koch 06.11.96
Knotenpunkt : 2169		
LSA: Behringstraße/Johann-Mohr-Straße		06. Nov. 96

Status	V	Datum	Krzz.	Code	Änderung, Störung, Wartung	
Abstg.	1	11.12.90	Br		Neubau und Übernahme auf RSB 0-0667	0-0667
Abstg.	2	11.08.93	shö		Verkehrsabhängige Steuerung mit VS-PLUS	1-0595
Abstg.	3	11.05.94	Go		Getestete VS-PLUS-Version	1-0595
Bestand	4	05.11.96	Ho		Einarbeitung neue Buslinie u. Feuerwehr, Überarbeitung VS-PLUS (Umstellung von Ver. 1.0 auf Vers. 4.01)	6-0222
		.	.		Sg 10a entfällt; Sg 11 Vollsignal mit Streuscheibe Richtungspfeil rechts	



2001: EINFÜHRUNG DES DIGITALFUNKS IN HAMBURG



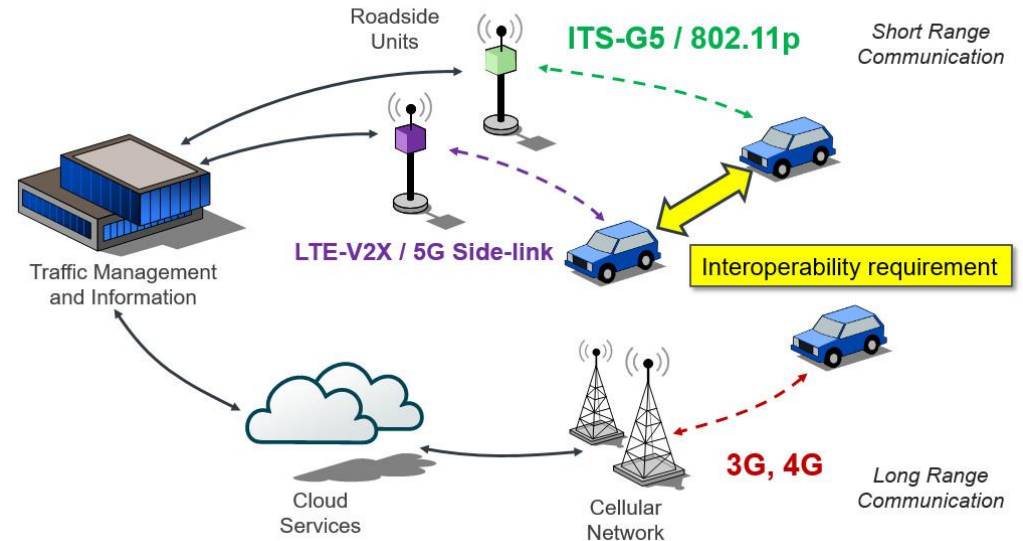
Quelle: HHA, BS02

WIE SIEHT DIE KOMMUNIKATION DER ZUKUNFT AUS?



FUNKTECHNOLOGIE IM VERNETZTEN FAHREN

- Es wird unterschieden in Nahfeld- und Fernfeldkommunikation
- Für die Nahfeldkommunikation wurden zwei Technologien standardisiert:
 - ITS-G5 / 802.11p (W-LAN)
 - C-V2X / LTE oder 5G (Mobilfunk)
- Für die Fernfeldkommunikation wird in der Regel Mobilfunk genutzt



Nahfeldkommunikation

Latenzarm

v.a. Sicherheitskritische Dienste

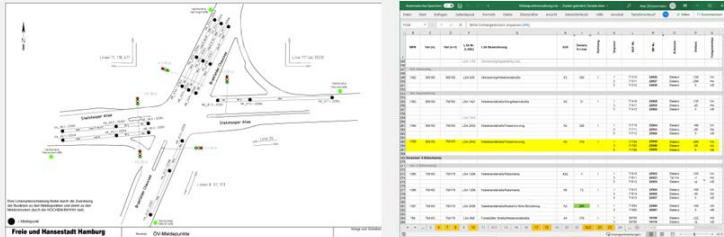
Fernfeldkommunikation

Latenzbehaftet

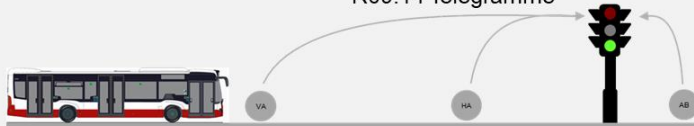
v.a. Infotainment Dienste

WAS BEDEUTET EIN TECHNOLOGIEWECHSEL?

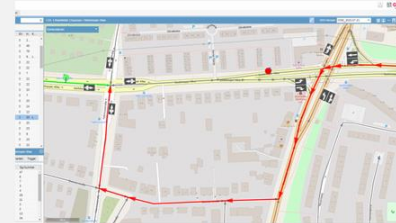
Meldepunktbasierte Bus-Priorisierung



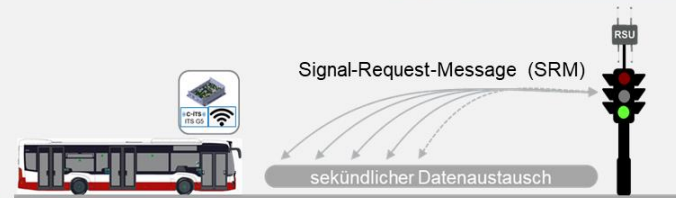
R09.14 Telegramme



C-ITS-basierte Bus-Priorisierung



Signal-Request-Message (SRM)



WIE HABEN UNS IN HAMBURG AUF DIE ZUKUNFT VORBEREITET?

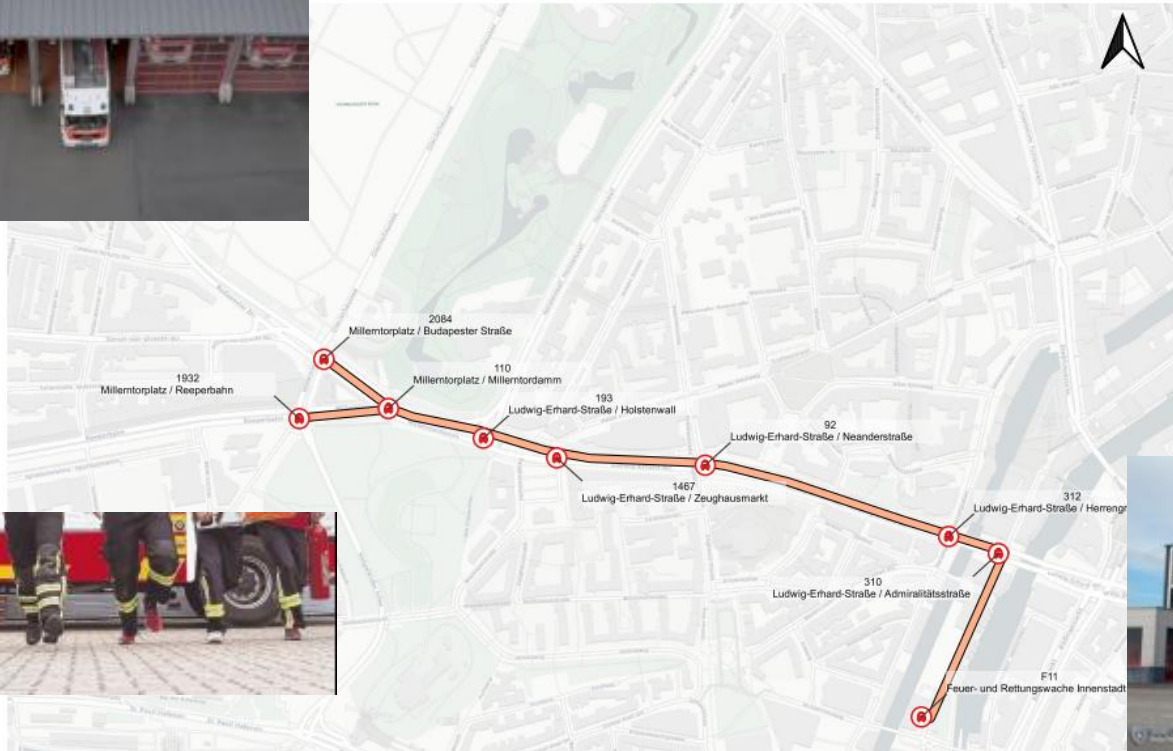


LSBG
Landesbetrieb Straßen,
Brücken und Gewässer
Hamburg



Hamburg

FEUERWEHRPRIORISIERUNG MIT R09-CAM

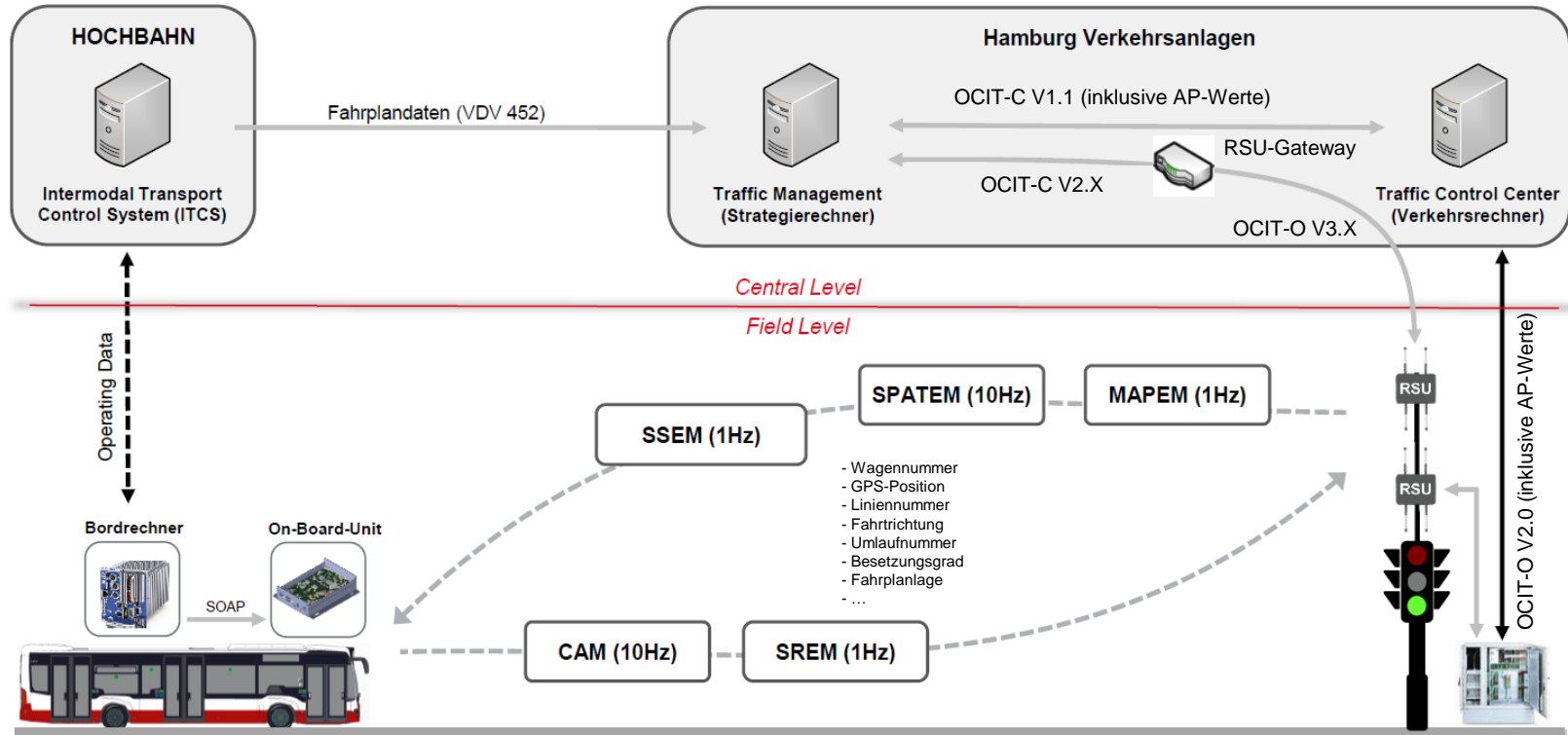


Projekt BOS-Realtime Routing

- Streckenabschnitt
- ⓐ Lichtsignalanlagen

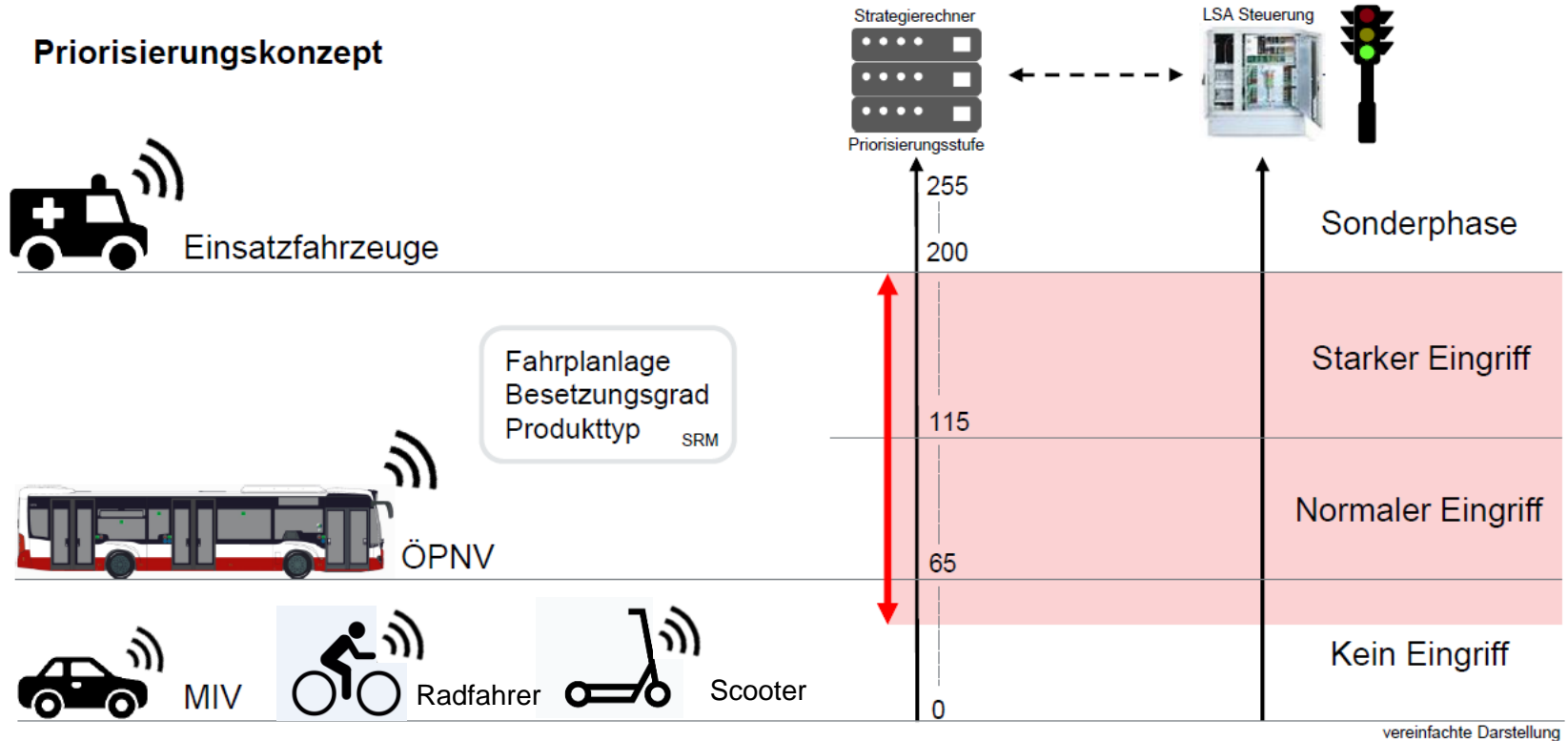


UMGESETZTE SYSTEMARCHITEKTUR BIDIMOVE



FUNKTIONEN

Priorisierungskonzept

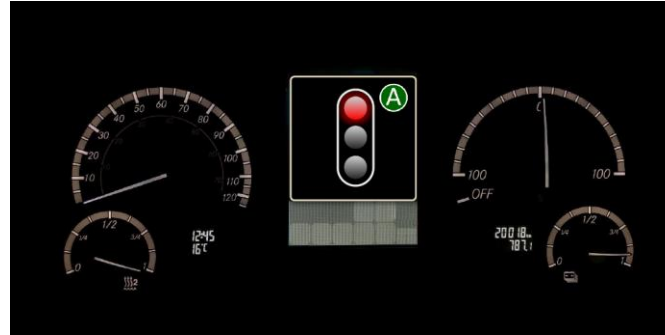


TSP – SERVICES IN BIDIMOVE (BUS)

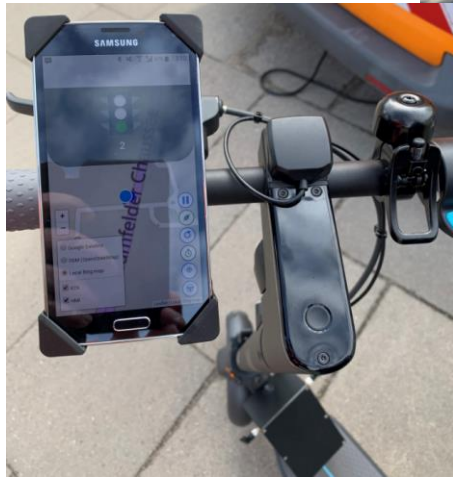
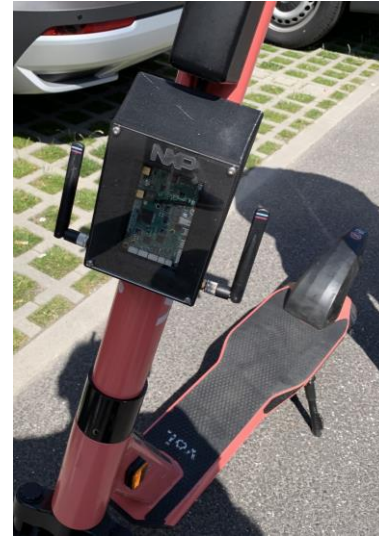
Die angezeigten Informationen

Die Anzeige befindet sich im Display des Kombiinstrument. Dort können je nach Situation folgende Informationen angezeigt werden:

Anzeige	Bedeutung
 	<p>Vor einem Dienst auf der Linie 26 erscheint die Begrüßung „Gute Fahrt mit BiDiMoVe“ für 10 Sekunden im Display. Auf Strecke vor der ersten BiDiMoVe-Lichtsignalanlage (LSA) wird zur Erinnerung für ca. 3 Sekunden das BiDiMoVe-Logo eingeblendet.</p>
 	<p>Rest-Rot/Rest-Grün und A-Signal für aktive Bevorrechtigung: Der eingeblendete Signalgeber zeigt den aktuellen Zustand (Rot, Gelb, Grün) der nächsten LSA an. Der Balken links daneben läuft ab, wenn die LSA in 10 oder weniger Sekunden umschaltet. Das A-Signal erscheint, wenn der Bus an der LSA angemeldet ist und wird Grün hinterlegt, wenn er die höchste Priorität hat.</p>
 	<p>Türschließ- und Abfahrtsempfehlungen in Haltestellen: Es wird eine Abfahrtsempfehlung ausgegeben, wenn der Bus mit geöffneten Türen in einer Haltestelle vor einer BiDiMoVe-LSA steht. Wenn der rote Balken erscheint, können die Türen geöffnet bleiben, bis der optimale Abfahrtszeitpunkt kommt. Der grüne Balken zeigt einen guten Zeitpunkt zum Verlassen der Haltestelle, sodass man an der nächsten LSA genau bei Grün ankommt und nicht vorher anhalten muss. Bei Verfrühung bleibt der rote Balken und es erscheint kein A-Signal, bis die Abfahrtszeit gekommen ist.</p>

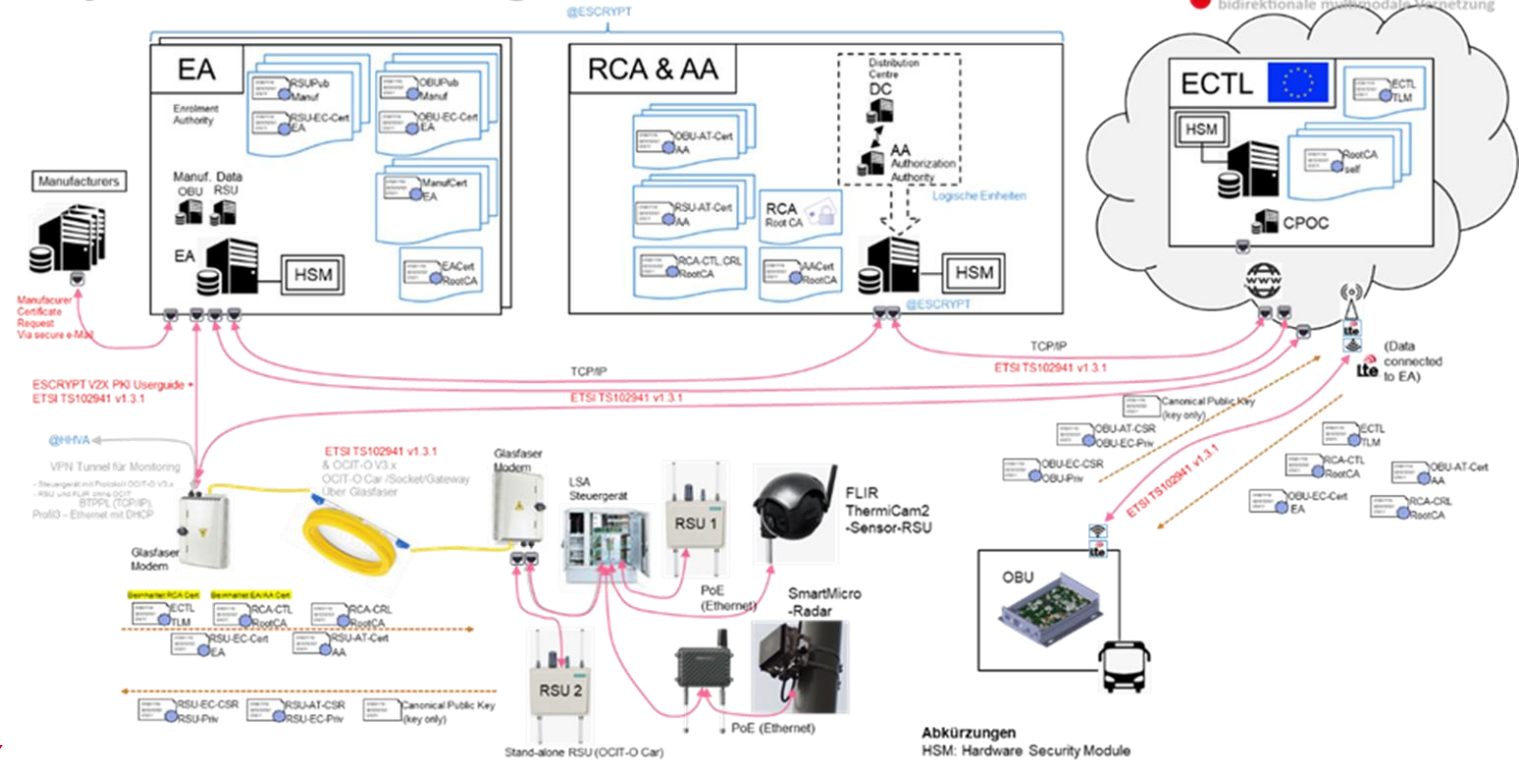


TSP – SERVICES IN BIDIMOVE (VRU)



BIDIMOVE PKI IN HAMBURG

System PKI Technologie Architektur



Abkürzungen
HSM: Hardware Security Module

ENTWICKLUNG EINER SYSTEMARCHITEKTUR IM RAHMEN VON ITS-CUBE UND DER ROLL-OUT



AUSGANGSLAGE

Analogfunk der VHH:

- Das Frequenzband wird 31.12.2028 neu aufgeteilt, Austausch von vielen Funkkomponenten wäre notwendig.
- Die Technik wird als kritisch angesehen, da sie manipuliert werden kann. Siehe Panorama Bericht.

Digitalfunk der Hochbahn:

- Betrieb ist nur bis 2032 sichergestellt.
- Kleinserientechnologie, die nur in Berlin und HH im Einsatz ist.
- Geringe Reichweite aufgrund der Wellenlänge.

BiDiMoVe (2018-2021):

Bus-Priorisierung mit ITS-G5 auf Teststrecke erfolgreich realisiert.



Kritische Infrastruktur: Wie leicht Ampeln manipuliert werden können

Stand: 07.12.2022 06:00 Uhr

Viele Ampelsysteme im Norden können offenbar manipuliert werden. Das haben IT-Experten NDR, BR und der Computerzeitschrift "c't" in Hannover gezeigt. Durch künstlich verlängerte Ampelphasen könnten so Staus erzeugt oder Chaos verursacht werden. Denn fast alle Städte setzen auf eine Technik, die 40 Jahre alt ist.

(<https://www.ndr.de/fernsehen/sendungen/panorama3/Kritische-Infrastruktur-Wie-leicht-Ampeln-manipuliert-werden-koennen%2campeln120.html>)

ZIELE VON ITS-CUBE

- Hochinnovative, zukunftssträngige Bus- und Einsatzfahrzeug-Priorisierung für Hamburg mit C-ITS Technologie
- Logiken, die eine Priorisierung für jeden Verkehrsstrom ermöglichen und erweiterte Protokolle für die Überprüfung der Verkehrstechnik



- Zeitplan für einen Roll-Out auf neue Technologie bis 2030:

- 2.000 Busse: 1.200  + 800 
-  600 Lichtsignalanlagen:
 -  ca. 250 neue Technologie
 -  ca. 350 Konverterlösung



Hamburg

Behörde für Verkehr
und Mobilitätswende



LSBG

Landesbetrieb Straßen,
Brücken und Gewässer
Hamburg



vhh.mobility



HOCHBAHN



Hamburg
Verkehrsanlagen

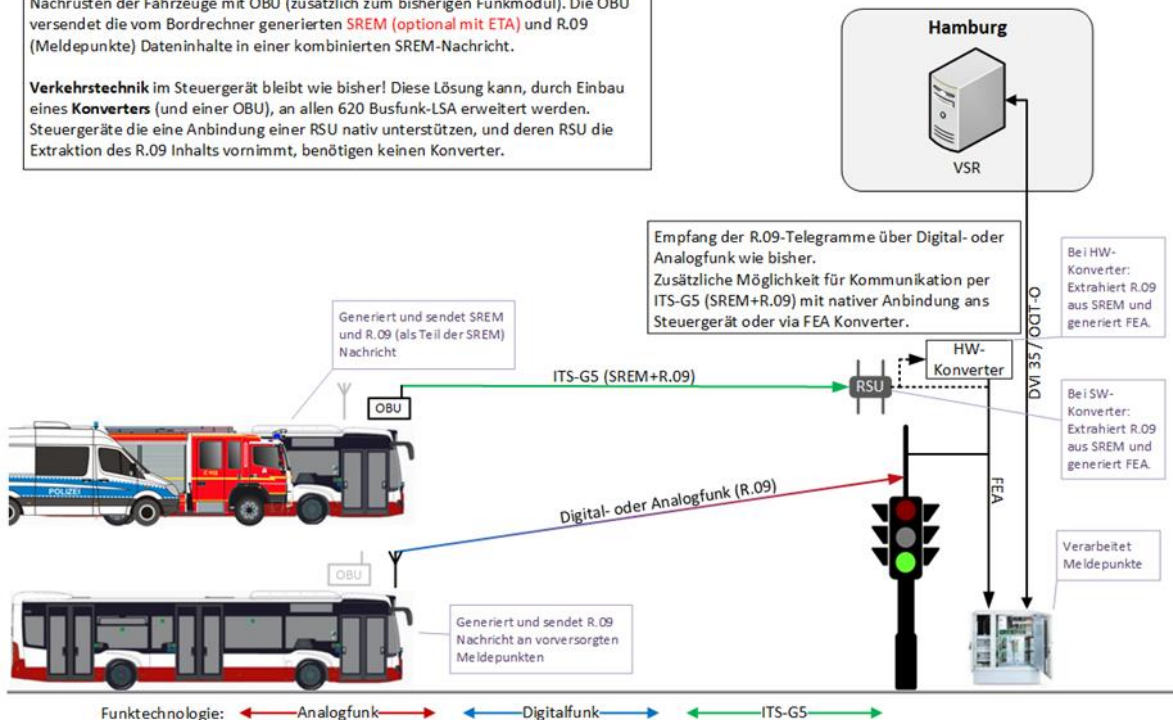
KONVERTERLÖSUNG ZUR ABLÖSUNG DES ANALOGFUNK BIS ENDE 2028

Konverter (Meldepunkt) ÖPNV- und Einsatzfahrzeug-Priorisierung (Realisierung ab 2024) für alle Steuergeräte, die nicht nativ mit SREM Nachrichteninhalten oder RSUs umgehen können.



Nachrüsten der Fahrzeuge mit OBU (zusätzlich zum bisherigen Funkmodul). Die OBU versendet die vom Bordrechner generierten SREM (optional mit ETA) und R.09 (Meldepunkte) Dateninhalte in einer kombinierten SREM-Nachricht.

Verkehrstechnik im Steuergerät bleibt wie bisher! Diese Lösung kann, durch Einbau eines **Konverters** (und einer OBU), an allen 620 Busfunk-LSA erweitert werden. Steuergeräte die eine Anbindung einer RSU nativ unterstützen, und deren RSU die Extraktion des R.09 Inhalts vornimmt, benötigen keinen Konverter.



GRUNDAUSBAU DER ZIEL-SYSTEMARCHITEKTUR MIT DEZENTRALE PRIORISIERUNG ÜBER ITS-G5 (INKL. R09-TELEGRAMME)

ÖPNV- und Einsatzfahrzeug-Priorisierung mit SREM inkl. R09-Erweiterung (Realisierung ab Verfügbarkeit*) für alle Steuergeräte, die nativ mit SREM Nachrichteninhalten umgehen können und eine RSU besitzen.

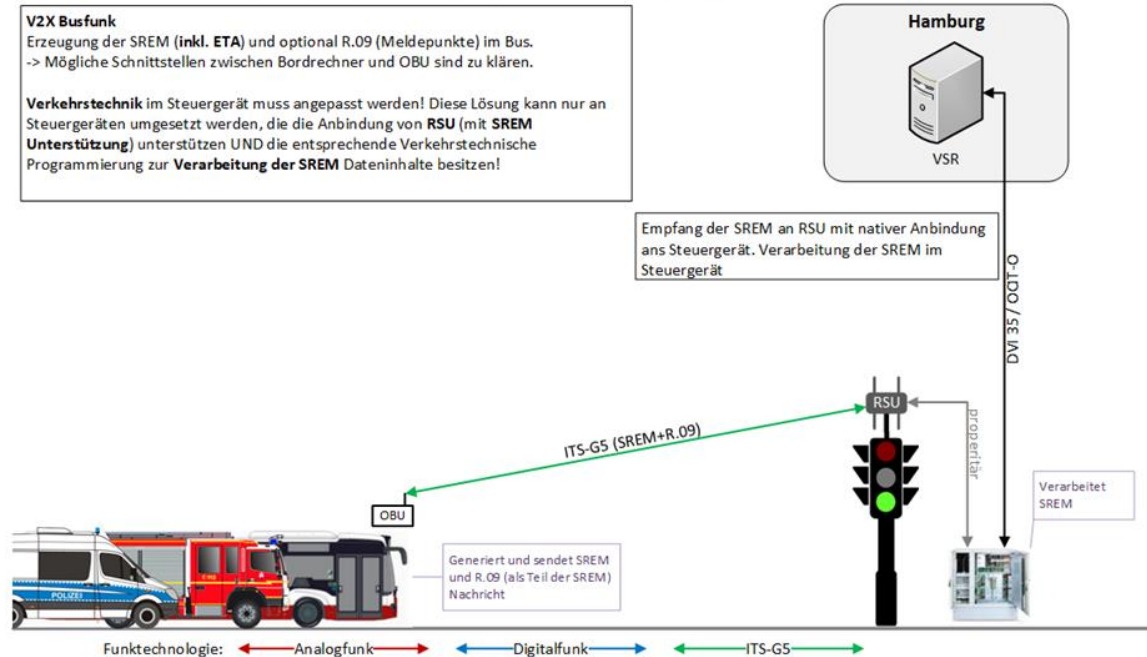


*Möglichst erst wenn alle Busse SREM(ETA+R.09) aussenden können. Erst dann kann die VT angepasst werden.

V2X Busfunk

Erzeugung der SREM (inkl. ETA) und optional R.09 (Meldepunkte) im Bus.
-> Mögliche Schnittstellen zwischen Bordrechner und OBU sind zu klären.

Verkehrstechnik im Steuergerät muss angepasst werden! Diese Lösung kann nur an Steuergeräten umgesetzt werden, die die Anbindung von RSU (mit SREM Unterstützung) unterstützen UND die entsprechende Verkehrstechnische Programmierung zur Verarbeitung der SREM Dateninhalte besitzen!



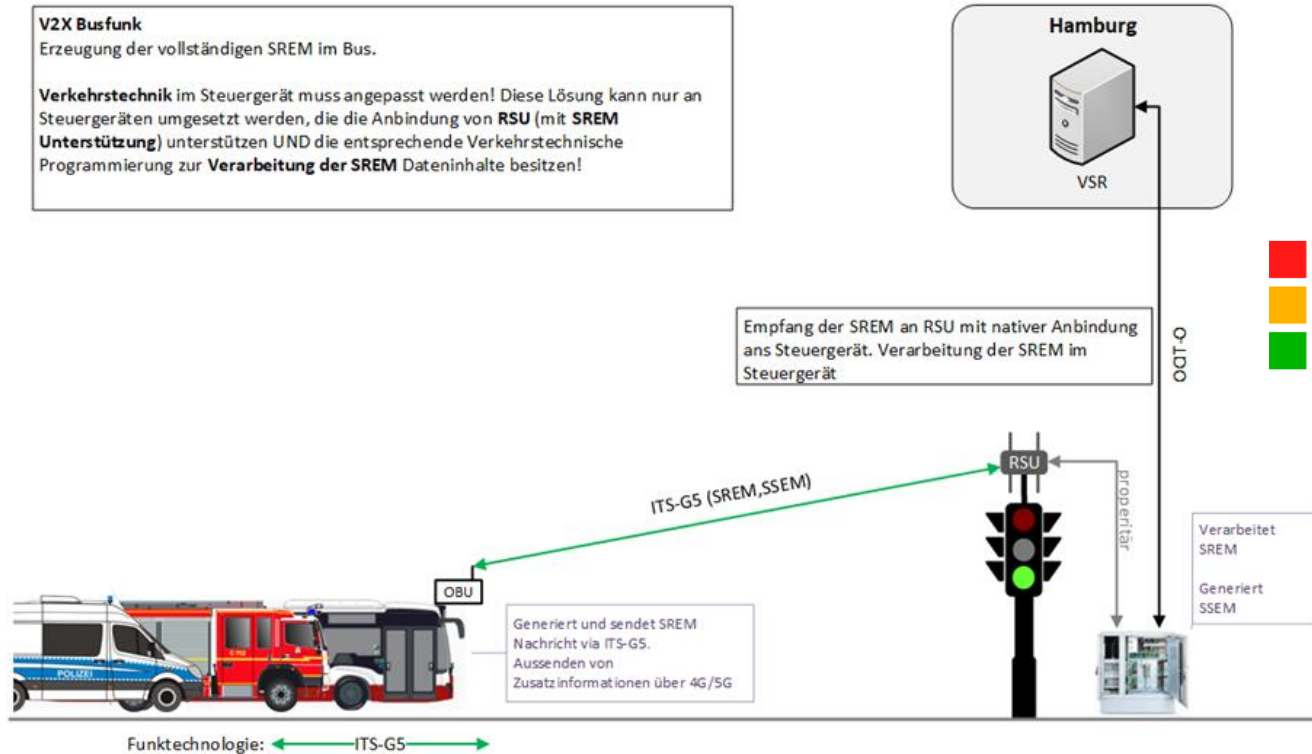
GRUNDAUSBAU DER ZIEL-SYSTEMARCHITEKTUR MIT DEZENTRALE PRIORISIERUNG ÜBER ITS-G5 (OHNE R09-TELEGRAMME)

ÖPNV- und Einsatzfahrzeug-Priorisierung mit SREM ohne R09-Erweiterung

V2X Busfunk

Erzeugung der vollständigen SREM im Bus.

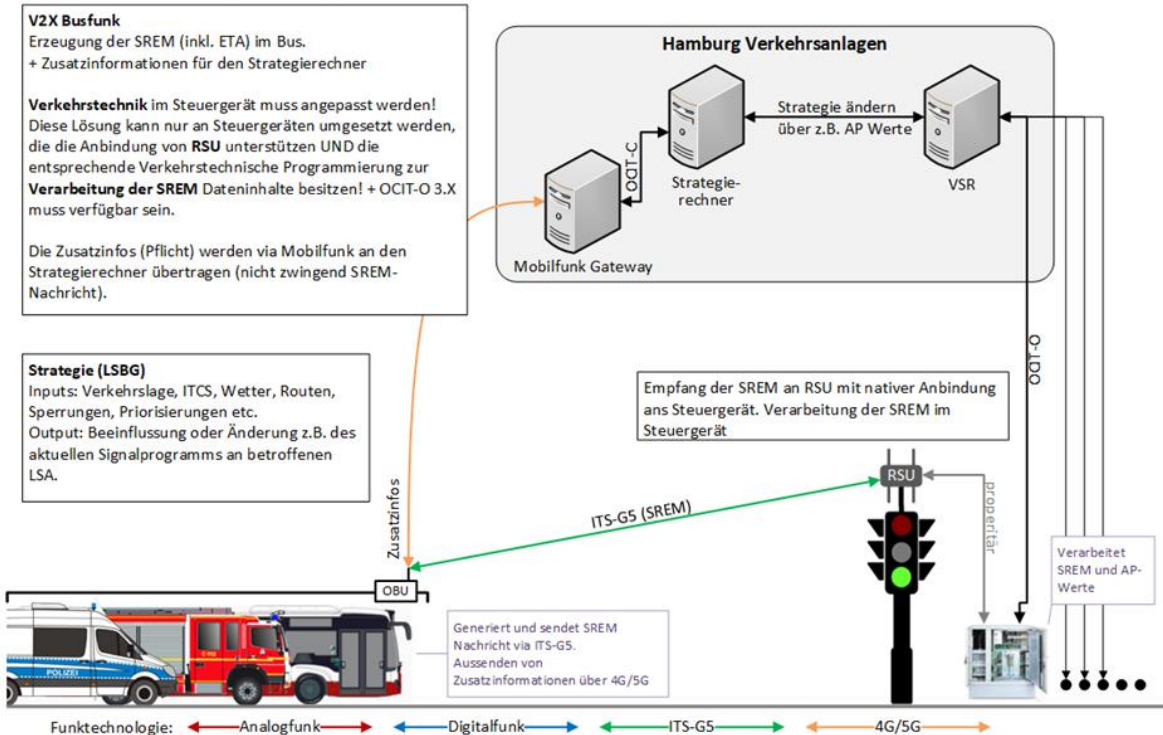
Verkehrstechnik im Steuergerät muss angepasst werden! Diese Lösung kann nur an Steuergeräten umgesetzt werden, die die Anbindung von **RSU** (mit **SREM Unterstützung**) unterstützen **UND** die entsprechende Verkehrstechnische Programmierung zur **Verarbeitung der SREM** Dateninhalte besitzen!



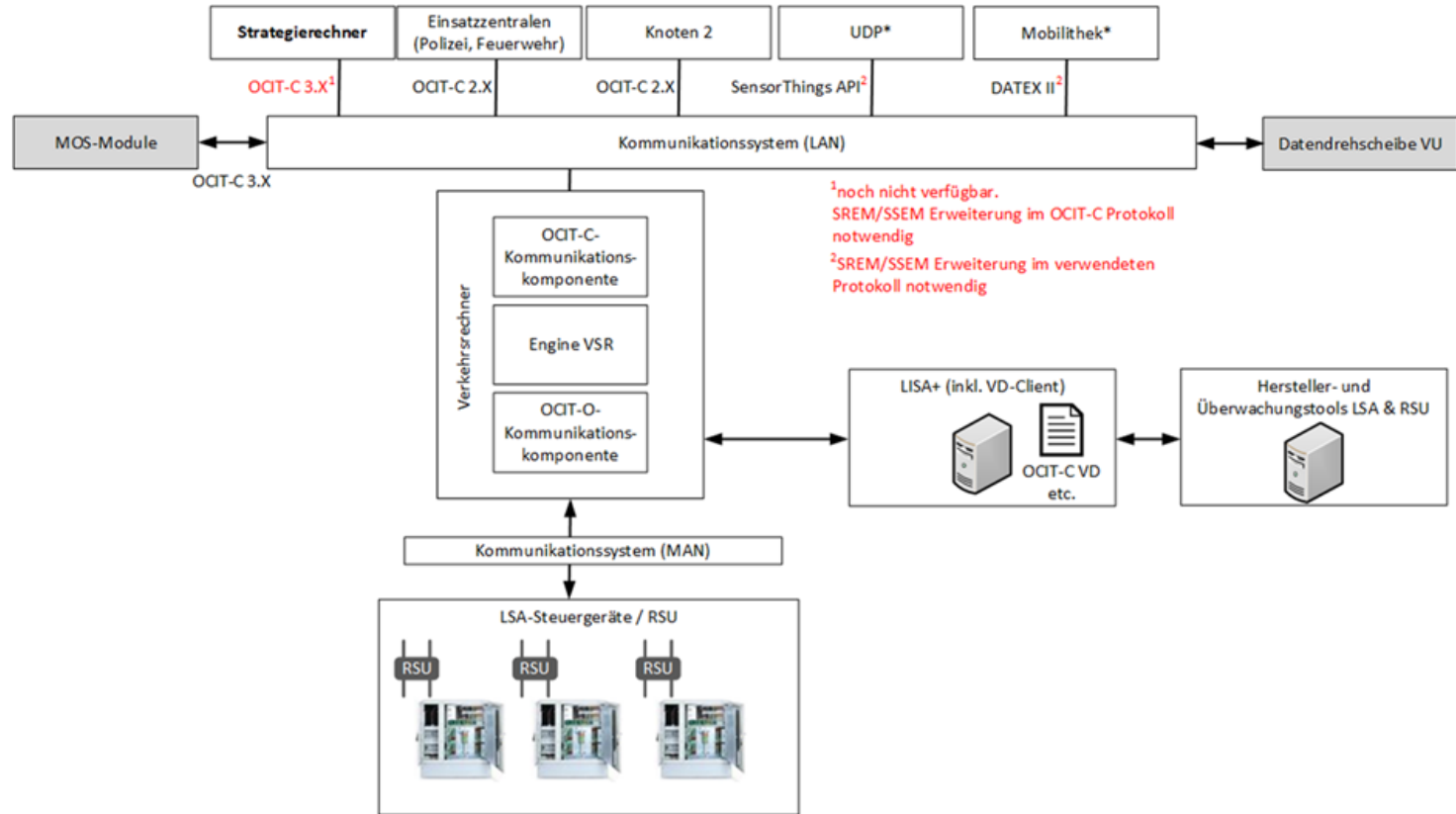
ITS-CUBE

ZIEL-SYSTEMARCHITEKTUR MIT ERGÄNZUNG DURCH ZENTRALEN STRATEGIERECHNER FÜR NICHT-ZEITKRITISCHE ZUSATZINFORMATIONEN

Ziel-Systemarchitektur: ÖPNV- und Einsatzfahrzeug-Priorisierung inkl. Strategierechner
 Technik aktuell nicht verfügbar!



SYSTEMARCHITEKTUR AB 2026



ÜBERBLICK ZUR PKI-HAMBURG

Laufzeit: 01.06.2022 - 31.05.2027

1. Stufe: Projekt-PKI (Level 0)

- PKI für Testanwendungen, nicht auf L0 ECTL registriert (Hamburg lokal)
- Nutzung: Innovationsprojekte, Testplattform für Anpassungen in der PKI-Struktur (Prozesse, Permissions, etc.) für Produktiv-PKI

2. Stufe: Produktiv-PKI (Level 1/2)

- PKI für Betrieb in der FHH, zertifiziert nach EU-Vorgaben, auf L1 ECTL registriert (interoperabel)
- Nutzung: Produktivbetrieb
- Aktuell Betrieb L1 angestrebt, perspektivisch auch Nutzung unter L2 möglich
 - PKI-Infrastruktur (Root-CA, EA und AA) erfüllen bereits L2
 - Stationen aktuell der limitierende Faktor für L1 und L2 Betrieb

ÜBERBLICK PKI-HAMBURG

Rollen der Hamburger Projekt-PKI

Freie und Hansestadt Hamburg

LSBG

Freigabe Nutzung,
Berechtigungen und
Kontingente

HHVA

Manufacturer /
Operator für alle
LSA-RSUs in der FHH

ETAS

Bereitstellung des
PKI-Services im
Auftrag der HHVA

Verkehrsbetriebe, etc.

Manufacturer /
Operator für OBU

Andere Städte und Kommunen

Mitnutzung der Projekt-PKI als Manufacturer /
Operator durch andere Städte und Kommunen über
Nutzervereinbarung mit dem LSBG
(perspektivische Mitnutzung der Produktiv-PKI ist aktuell in Klärung)

„Freie Wirtschaft“ (z.B. Signalbauunternehmen, Verkehrs-
betriebe, etc.) als Manufacturer / Operator nur als
Dienstleister der Städte und Kommunen
(eine unabhängige Mitnutzung der PKI ist nicht vorgesehen!)

Keine privaten Nutzer auf der PKI!

VIELEN DANK FÜR IHRE
AUFMERKSAMKEIT

Die Beschleunigung
der Zukunft.

HOCHBAHN



Hochbahn Hamburg

Olaf Koch

Freie und Hansestadt Hamburg
Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer
Sachsenfeld 3-5 • 20097 Hamburg
Telefon +49 40 428 26-22 54

E-Mail Olaf.Koch@LSBG.Hamburg.de



LSBG
Landesbetrieb Straßen,
Brücken und Gewässer
Hamburg



Hamburg