



Einführung von C-ITS aus Sicht der Verkehrsingenieure

**PTV-Anwenderseminar 2026
Forum für Verkehrstechnik und Lichtsignalanlagen
Mittwoch, 20. Mai 2026**

Vorwort

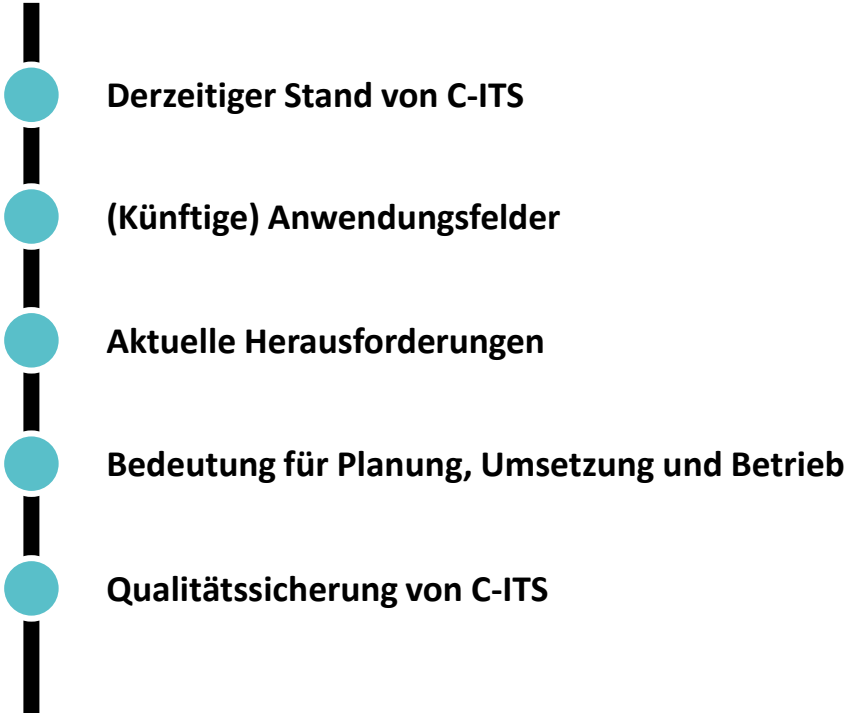
- **Konsens:**

**C-ITS bietet vielfältige Chancen und hat das Potenzial,
die Anwendungen in der Straßenverkehrstechnik zu revolutionieren.**

- **Herausforderungen:**

**Es liegen zahlreiche Herausforderungen vor uns
(technisch, personell, finanziell und organisatorisch),
auch kurzzeitige Rückschläge in Projektumsetzungen sind zu erwarten, ABER:
diese sind nicht als Hemmnis sondern als Chance zu sehen, C-ITS zum Erfolg zu führen.**

Themenfelder

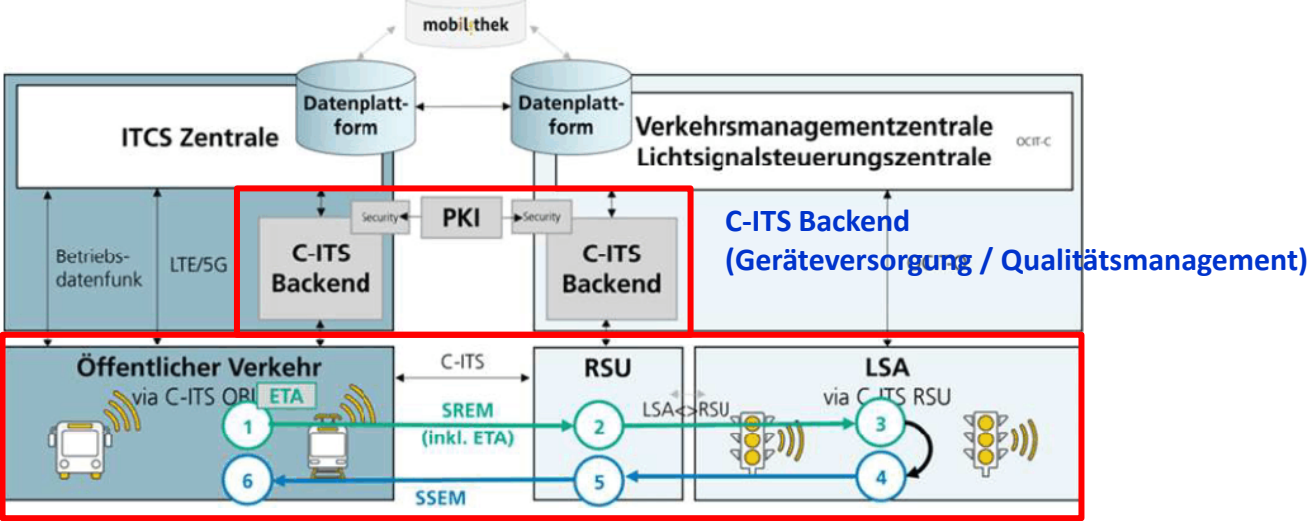


Forum
Verkehrstechnik
20. Mai 2026

Derzeitiger Stand von C-ITS

ÖPNV-Beschleunigung als „Beschleuniger“ von C-ITS

- Hintergrund: mittel- / langfristige Abkündigung des Analogfunks
- Zielsystem gemäß HwT LSA: C-ITS <-> OBU Direktkommunikation
- Wesentliche Merkmale:
 - Ausstattung der Lichtsignalanlagen mit Road-Side-Units (RSU)
 - Ausstattung der Fahrzeuge mit On-Board-Units (OBU)
- Direktkommunikation über ETSI-G5 – Standard (WiFi-Standard 802.11p)

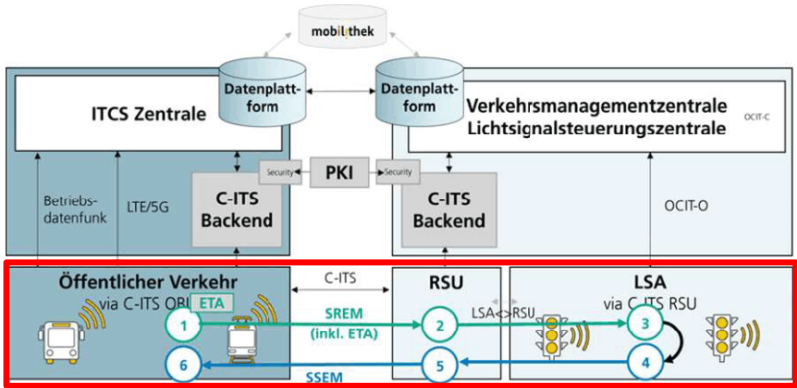


Bilder entnommen aus H TwLSA, FGSV (6)

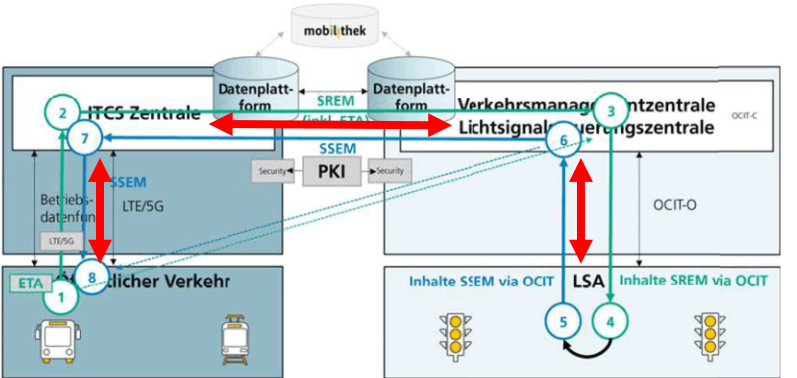
Direktkommunikation OBU <-> RSU („Vehicle-to-Infrastructure“ V2I)

Derzeitiger Stand von C-ITS

- Alternative / Ergänzung zur Direktkommunikation



Direktkommunikation OBU <->RSU
(„Vehicle-to-Infrastructure“ V2I)



C-ITS Kommunikation über Zentrale
RSU nur optional

- Netzkapazitäten / Latenzzeiten?
- Nutzung weiterer C-ITS Dienste?

Derzeitiger Stand von C-ITS

- **Übergangslösung in der Migration der analogen Busbeschleunigung zu C-ITS**

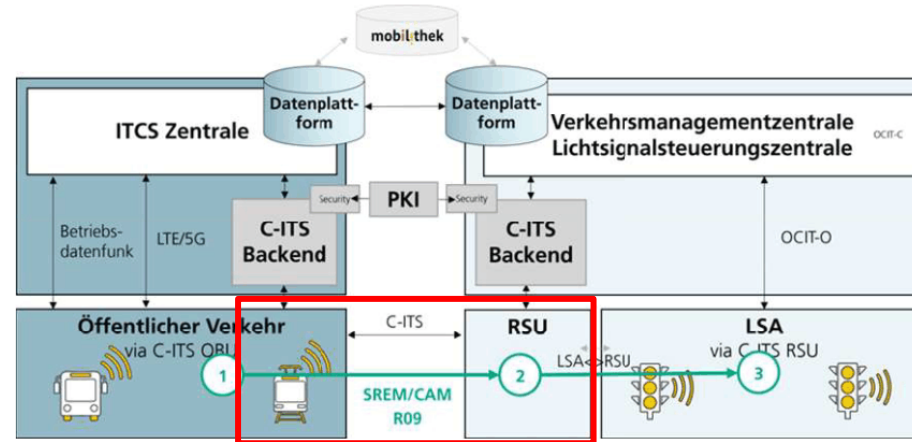


Bild entnommen aus H TwLSA, FGSV (6)

Übertragung klassisches R09-Telegramm über SREM (Datencontainer lt. OCIT-SREM-SSEM – Profil)

Vorteil:

- Softwareversorgungen der LSA weiter nutzbar
- Hardware kann vertieft getestet werden
- Sobald Hardware „sattelfest“ im Einsatz ist, kann die Weiterentwicklung der C-ITS – Funktionen erfolgen, einschließlich LSA-Software

(Künftige) Anwendungsfelder und Potenziale von C-ITS

Derzeit durch C-Roads definierte Dienste und Anwendungen:

- **„Traffic Signal Priority Request“** –
Beeinflussung von Lichtsignalanlagen von ÖPNV und Rettungsfahrzeugen
in einem einheitlichen System („Vehicle-to-infrastructure“)
- **„Maintenance Vehicle Warning“** –
Warnung vor Baustellenfahrzeugen ->
bereits durch die Autobahn GmbH des Bundes umgesetzt
- **„Vulnerable Road User Protection“** –
Warnung vor Kollisionen mit
nicht motorisierten Verkehrsteilnehmern
(Fußgänger- / Radverkehr)

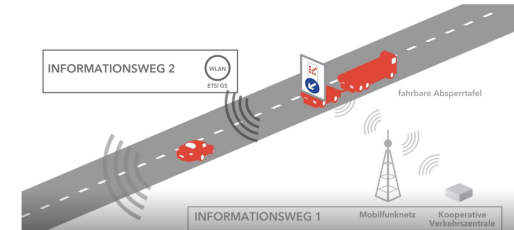


Bild: Autobahn GmbH des Bundes

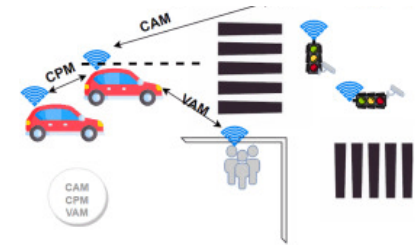


Bild: ScienceDirekt©

(Künftige) Anwendungsfelder und Potenziale von C-ITS

- **„Traffic Jam Ahead Warning“** –
Warnung vor Staus über Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation
- **„Emergency Vehicle Approaching“** –
Warnung vor Einsatz- / Rettungsfahrzeugen
- **„Probe Vehicle Data“ Verkehrsdatenerfassung über CAM-Nachrichten**
(z.B. Reisezeitmessungen, Verkehrslage, Verkehrsverflechtungen)
- Verkehrsabhängige Steuerung an Lichtsignalanlagen mit C-ITS Nachrichten (CAM)
Frage: Langfristig Ersatz der konventionellen Detektion?
- Betrieb von Schienenfahrzeugen
(Weichensteuerung, Signalsicherung)

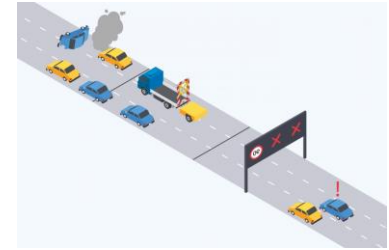


Bild: be-mobile.com



Bild: be-mobile.com

Aktuelle Herausforderungen – Hardware

- **Road-Side-Units RSU:** Geräte zahlreicher Hersteller am Markt verfügbar, aber:
 - Reichweite in der V2I-Kommunikation, stark abhängig von Topografie
 - Fehlende Interoperabilität zu Steuergeräten (Gefahr Vendor Lock-in)
 - Einheitliches C-ITS Backend für verschiedene RSU-Typen
 - Lebensdauer, Hardware-Pflege (Firmware-Updates)
 - i.d.R. Tiefbau für nachträgliche Einrichtung
- **On-Board-Units OBU:** Marktverfügbarkeit ebenfalls gut, aber:
 - Einbauort im Fahrzeug (Platzverhältnisse, Sende- / Empfangsleistung)
 - Schnittstelle zum Bordrechner (PTX)
 - Einheitliches C-ITS Backend für verschiedene OBU-Typen
 - Generierung ETA (Estimated Time Of Arrival) - Im Fahrzeug? Wer?

Aktuelle Herausforderungen

- **Softwareumsetzung an Lichtsignalanlagen:**
 - Stand heute: Verkehrsabhängige Steuerung reagiert auf aktuelle Verkehrssituationen meist im lokalen Steuerungsansatz
 - Mit C-ITS kann auch auf anstehende Verkehrssituationen im Netz reagiert werden.
 - CAM-Nachrichten zur Fahrzeugdetektion in der Steuerungslogik verarbeitbar (zzgl. SREM für ÖPNV / DENM für Einsatzfahrzeuge)
 - C-ITS als Ergänzung oder Ersatz der konventionelle Fahrzeugdetektion
 - Mehrwert bisher überwiegend im Labor nachgewiesen, wenig Erfahrungen über Nutzen im Feldeinsatz
„Wir Verkehringenieure nutzen doch schon 4.000 Sekunden pro Stunde aus“.
- **Frage: Nutzenpotenzial vs. Komplexität / Fehleranfälligkeit vs. Kosten?**

Aktuelle Herausforderungen

- **Public-Key-Infrastructure (PKI):**
 - **Grundgedanke: Nur zertifizierte Fahrzeuge dürfen mittels C-ITS kommunizieren**
 - Derzeit keine deutschlandweit einheitliche PKI verfügbar (-> C-Roads / BSI)
 - Realisierung größtenteils über Projekt-PKIs
 - Gegenseitige Zulassung verschiedener PKIs über Trust-Zertifikate
 - Im Sinne einer EU-weiten Harmonisierung sollen aber Fahrzeuge von Polen über Deutschland nach Portugal einheitlich und zuverlässig kommunizieren
 - PKI-Zertifizierung darf nicht Aufgabe der Betreiber (Kommunen/ Fahrzeugbetreiber) sein
- **Ablösung Analogfunk:**
 - Verlängerung von analogen Funkfrequenzen über 2028 / 2038 hinaus?
 - Umstellung analog / C-ITS funktioniert nicht auf Knopfdruck
 - Migrationsphase mit Parallel-Betrieb Analogfunk / C-ITS erforderlich
 - Optimierung der Ankunftsprognose durch ETA (Estimated Time of Arrival)

Aktuelle Herausforderungen
Nutzung der ETA (Estimated Time of Arrival) in der ÖPNV-Beschleunigung

Kommunikation Fahrzeug -> LSA im konventionelle Analogfunk



Einwege-Kommunikation zur LSA
Nur drei Möglichkeiten der
Re-Kalibrierung der Anmeldung
(VA/HA/AFB)

Nutzung rechnerischer Restfahrzeiten bei der Vor- / Hauptanmeldung

Kommunikation Fahrzeug <-> LSA mit C-ITS / V2I



Zweiwege-Kommunikation
Theoretisch sekundliche
Re-Kalibrierung
Fragen:
Wie (oft) kann die LSA-Steuerung
reagieren?
Praktischer Nutzen?

Fortlaufender Datenaustausch möglich

Bedeutung für Planung, Umsetzung, Betrieb

- **Zieldefinition:** Welche Funktionen soll das System erfüllen?
(Blick über den „Tellerrand“, auch über die ÖPNV-Beschleunigung hinaus)
- **Bestandsanalyse:** Umfassende Aufnahme der bestehenden Komponenten,
Migrationsfähigkeit für C-ITS-Anwendungen
Ableiten Beschaffungsbedarf von Ersatz- und neuen Komponenten
- **Systemarchitektur:** Aufstellung herstellerneutraler und interoperabler Konzepte
Zukunftsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit mit Blick aus Betreibersicht
- **Projektierung:** Spezifikation der Komponenten und Produkte (Lastenheft)
Funksystem / RSU / LSA / Fahrzeuge / Zentrale / Backend
LSA-Steuerungsverfahren
- **Vergabe:** Beschreibung der Liefer- und Bauleistungen
(C-ITS-Komponenten, aber auch „klassische“ Bauteile und Tiefbau)
- **Systemintegration:** Pflichtenheftprüfung, Funktionsprüfungen und Abnahme
- **Qualitätssicherung:** Funktionsüberwachung, Qualitätsoptimierung, Weiterentwicklung

Qualitätssicherung von C-ITS; speziell in der ÖPNV-Beschleunigung

- Welche Qualitätsanforderungen gibt es?
z.B. Güte der Fahrzeugortung und -verfolgung, Annäherungszeiten, Wartezeiten, QSV
- Bei welchen Komponenten können Fehler auftreten?
z.B. Funkausrüstung, Versorgung/Fahrplan, LSA-Soft- und -Hardware, QS-System
- Wer macht was? Wer kann welches Problem lösen? z.B.
 - LSA: Kommune / Baulastträger
 - Fahrzeuge: Verkehrsunternehmen
 - Versorgung / Qualitätssicherung: Verkehrsunternehmen / Ingenieurbüro
- Wie definiert sich betriebliche Qualität? Welche Kenngrößen sind sinnvoll?
z.B. Reisezeiten, Verlustzeiten, Meldungsverarbeitung in LSA
- Welche statistischen Auswertungen sind zweckmäßig? In welchem Turnus?
z.B. wöchentliches Monitoring, quartalsmäßige Statistik

Schlussfolgerungen zur Realisierung von C-ITS

- **Betreiber , Planer und Hersteller sollten die Herausforderungen und Chancen von C-ITS annehmen und positiv sehen.**
- **Primäres Ziel:**
Abseits der Hochglanz-Broschüren:
Die Hardware (OBU/RSU/C-ITS Backend) muss im Feld zuverlässig funktionieren, damit eine hohe Qualität der Dienste überhaupt realisierbar ist.
- Zunächst **C-ITS als Basissystem** einführen (z.B. ÖPNV mit R09 über SREM), noch nicht auf alle Funktionalitäten / Dienste „stürzen“
- Bis zum stabilen Betrieb der Hardware: Testen, testen, testen
- Sobald die Hardware im Regelbetrieb mit hoher Qualität funktioniert, ist die „Zeit reif“ für die Vielfalt der C-ITS – Dienste