

# Kooperative intelligente Infrastruktur Möglichkeiten, Chancen und Risiken

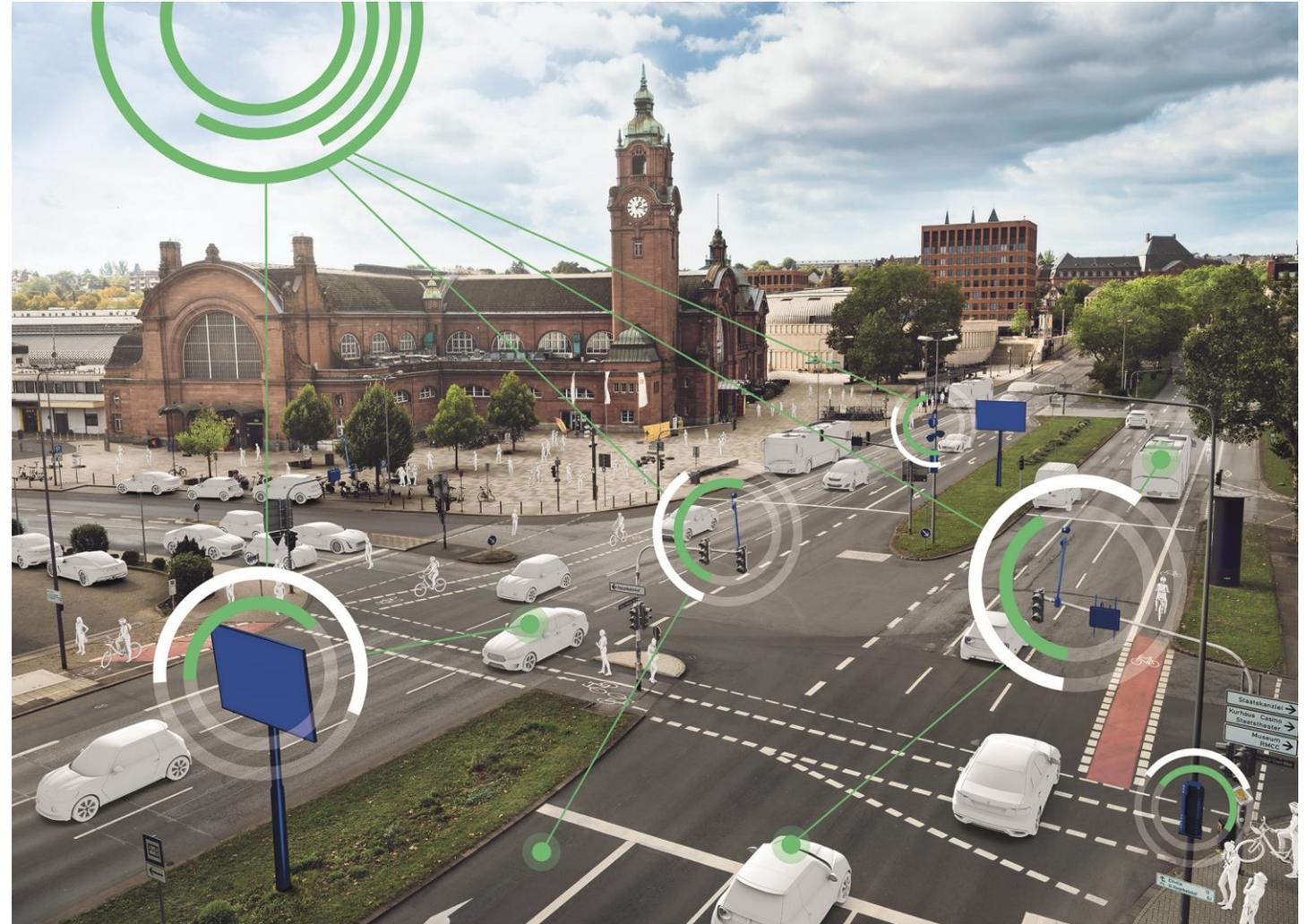
**AUTOMATICAR, 19. September 2023**



# C-ITS

C-ITS (**Cooperative Intelligent Transport Systems**) ermöglichen die Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen Fahrzeugen, Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsteilnehmern nach internationalen Standards (z.B. ISO/PDTS 19091, ETSI ITS-G5, IEEE 802.11p, SAE J2735)

C-ITS ist ein System, das Fahrzeuge und Infrastruktur miteinander verbindet, um Verkehrssicherheit, Effizienz und Nachhaltigkeit zu verbessern.



# C-ITS Begriffe

Kooperative Systeme sind auch bekannt unter:

**V2X (Vehicle to everything):** Überbegriff für Kommunikation von Fahrzeugen, nicht auf C-ITS beschränkt

- V2V (Vehicle-to-Vehicle) Kommunikation zwischen Fahrzeugen
- V2I (Vehicle-to-Infrastructure) Fahrzeugen und Infrastruktur
- V2P (Vehicle-to-Pedestrian) Fahrzeugen und Fussgängern
- V2N (Vehicle-to-Network) Fahrzeugen und Netzwerken

Früher auch **C2X (Car to everything)** mittlerweile selten gebraucht



# C-ITS Kommunikation

Zwei Wege für die C-ITS Kommunikation

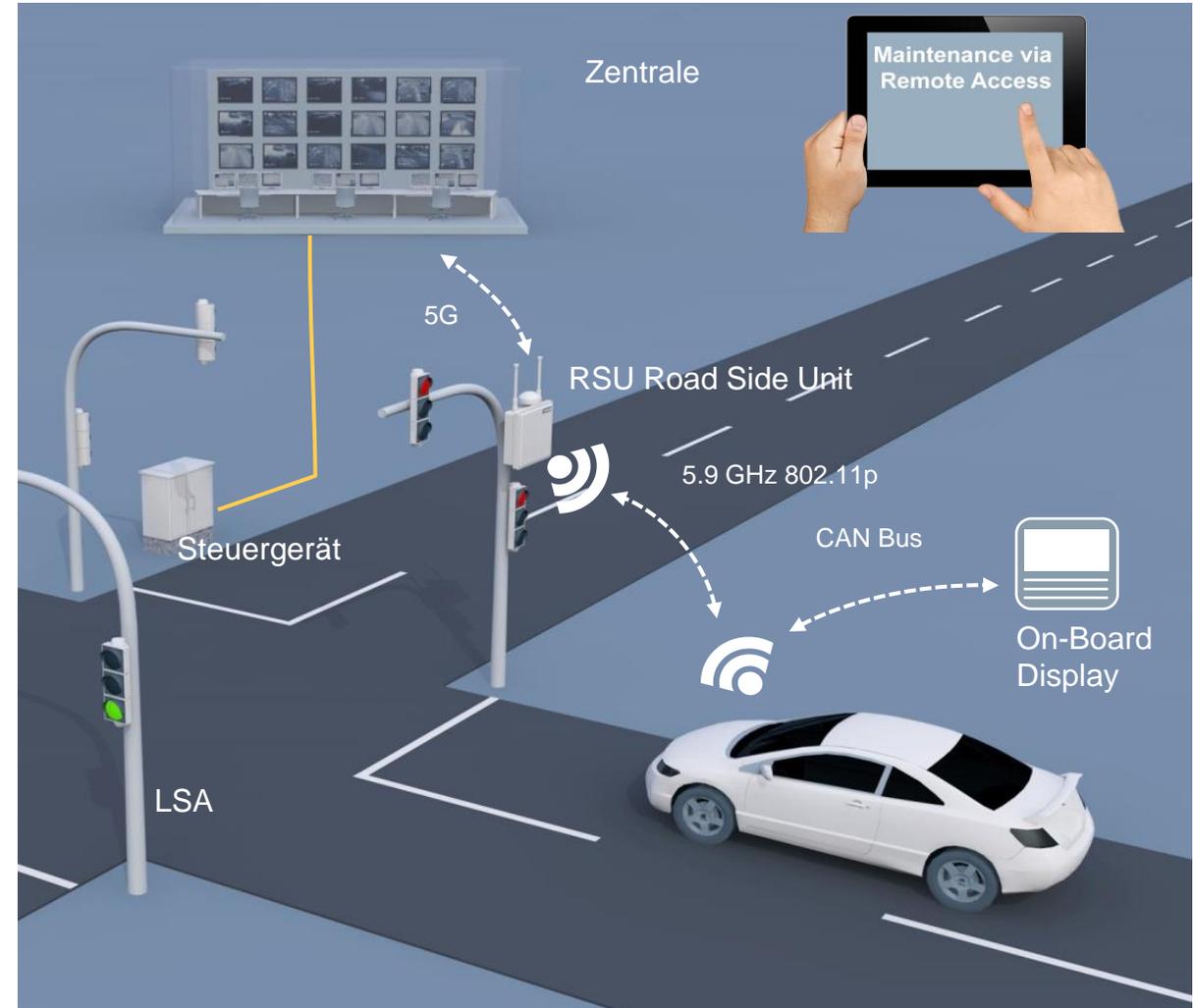
**Short Range: ITS G5** (802.11p 5.9 GHz)

**Long Range: LTE oder 5G** (Network Slicing)

Short Range mit WLAN-Signal

Long Range über Mobilfunknetz

Beide Kommunikationsarten können parallel eingesetzt werden. Es ist möglich, dass beide Technologien in Zukunft nebeneinander verwendet werden.



# Was braucht es für C-ITS

Mit C-ITS G5 braucht es: Eine Road Side Unit (RSU) und eine Onboard Unit (OBU)

Mit Kommunikation über LTE / 5G braucht es zusätzlich noch eine Zentrale



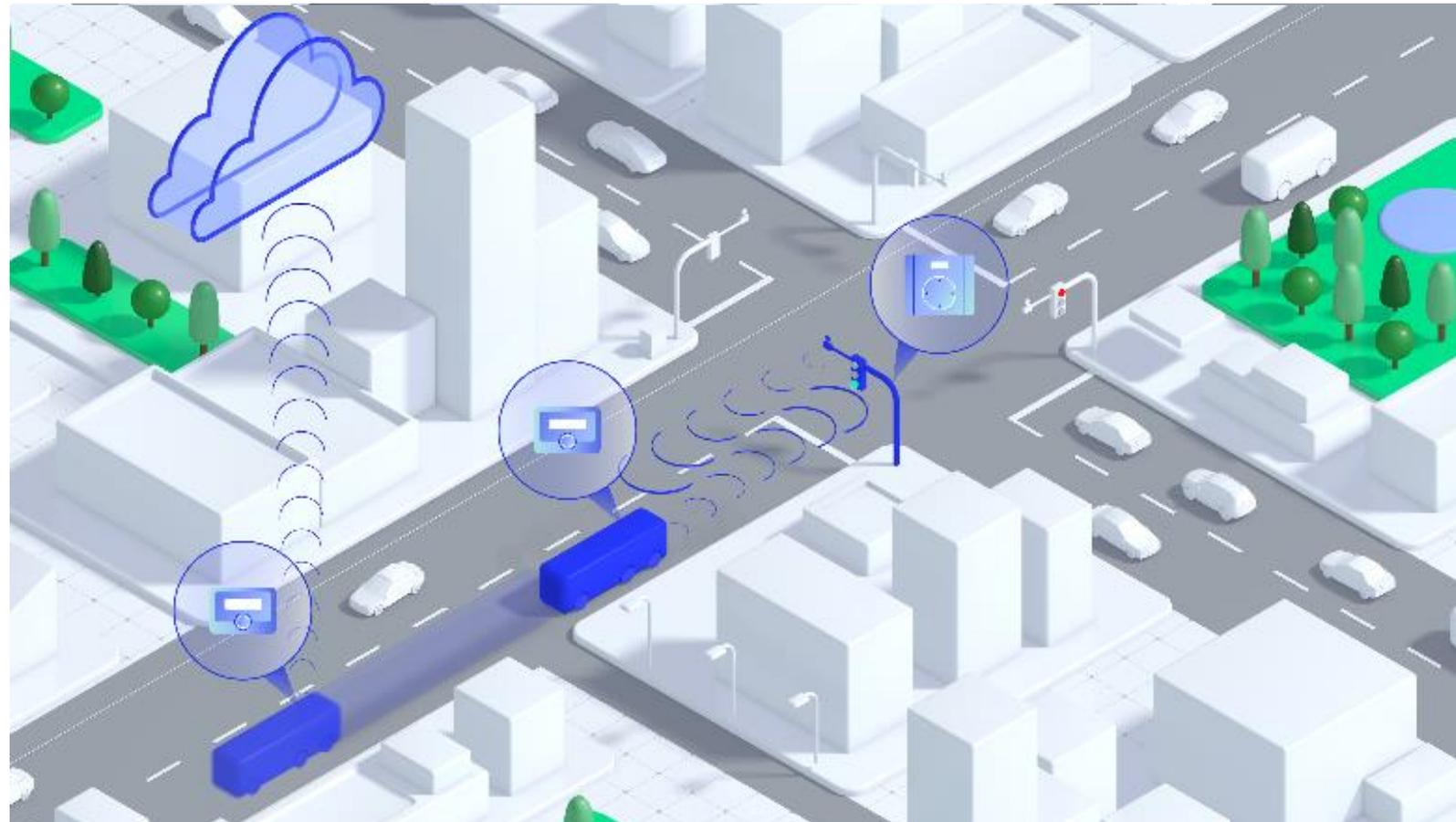
RSU (Infrastruktur)



OBU (Fahrzeug)



Zentrale



# C-ITS Use Cases

Use Cases sind Anwendungen über die C-ITS Kommunikation.  
Es sind mehr als 100 Use Cases definiert (z.B. Norm ISO 19091).

Einige wichtige Uses cases sind zum Beispiel:

- **Cooperative Awareness Message (CAM)** Fahrzeug ID, Position, Geschwindigkeit
- **Decentralized Environmental Notification Message (DENM)** Warnmeldungen
- **Signal Phase and Timing (SPAT)** Lichtsignalanlage, Zustände und Restzeit
- **In-Vehicle Information (IVI)** Schilderinformationen
- **Emergency Vehicle Alert (EVA)** Notfallfahrzeuge Position, Fahrtrichtung und Geschwindigkeit
- **Highly Automated Driving (HAD)** Sensor- und Umgebungsdaten, geplante Aktionen Fahrt



# C-ITS Day One Use Cases Beispiel

Beispiel Lichtsignalanlage mit MAP / SPAT  
Selbstfahrender Postauto Shuttle in Sion  
Lichtsignalanlage beim Bahnhof Sion





# Beispiel Fahrradfahrer Bevorzugung / Grüne Welle

Anmeldung von Velos an  
Lichtsignalanlagen

Erkennung der Velofahrer mittels Sensoren  
(Videokamera, Infrarotkamera, Radar) oder  
Anmeldung der Velofahrer mittels App.

Schaltung optimierte dynamisch Grüne  
Wellen für Velofahrer von der Zentrale.

Praktisch keine Auswirkung auf den ÖV  
aber weniger Stopps und kürzere Reisezeit  
für Velofahrer

Installationen in Reutlingen und Marburg  
(D) und Fremont (USA)



# Beispiel Überwachung Fussgängerstreifen

Lichtsignalanlage überwacht den Fussgängerstreifen mit spezieller Kamera.

Wenn sich ein Fussgänger bei bevorstehender Rotschaltung noch auf dem Fussgängerstreifen befindet, wird automatisch die Grünphase für Fussgänger verlängert.

Wenn sich ein Fussgänger (oder Velofahrer) bei Rot auf den Fussgängerstreifen begibt, wird eine Warnung an alle Fahrzeuge versendet.

Bei Rechtsabbiegen mit gleichzeitigem Grün für Fussgänger wird eine Warnhinweis versendet, falls sich jemand im Warteraum aufhält.



## Beispiel Warnung bei Rotlichtübertretung

Dieser Use Case ermöglicht eine Warnung senden, wenn ein Fahrzeug ein Rotlicht missachtet und das Risiko eines Unfalls erhöht ist.

Lichtsignalanlage detektiert Durchfahrt bei Rotlicht (Standard in der Schweiz)

RSU an der Lichtsignalanlage sendet Rotlichtfahrer mit Angabe zu Spur (MAP) an alle umliegenden Fahrzeuge

OBU verifiziert ob sich das Fahrzeug auf einer feindlichen Spur befindet

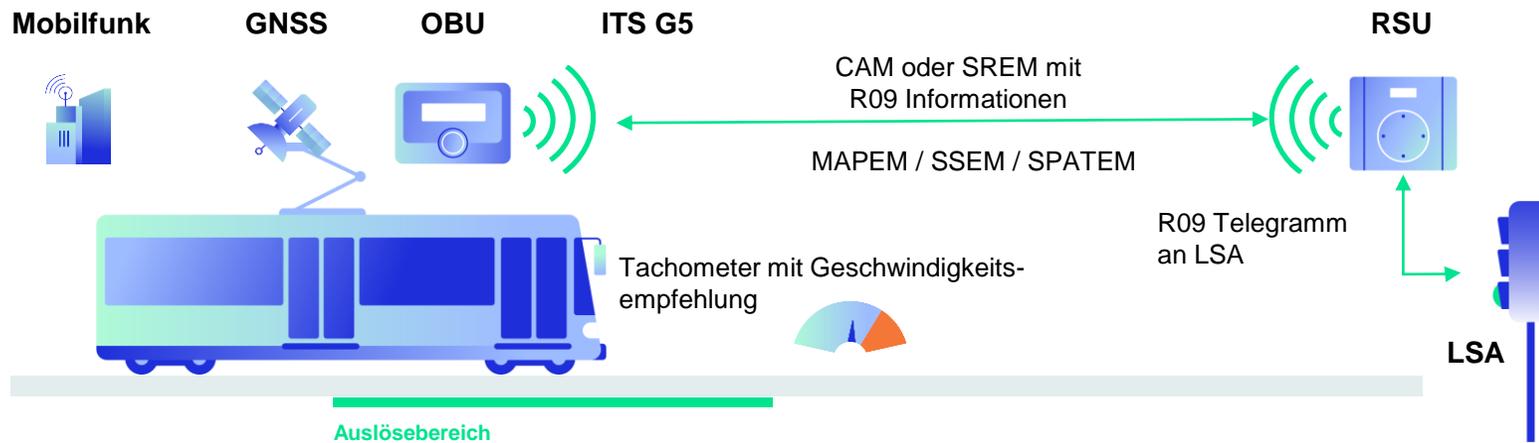
Warnung an Fahrer oder automatische Bremsung bei SDV Fahrzeugen



# Beispiel Rail2X Lösung

Digital Train Control (DTC) in Frankfurt mit C-ITS: 43km Streckennetz (oberirdisch), 610 OBU, 163 RSU

Neben ÖV-Priorisierung verschiedene Use Cases bis hin zu Weichensteuerung



## C-ITS basierte ÖV Use Cases

-  **ÖV-Priorisierung**
-  **Ampelphasenassistent**
-  **Virtuelle Fahrsperr**
-  **Bahnübergänge**
-  **Virtuelles Andreaskreuz**
-  **Fahrsignalanlagen**
-  **Weichensteuerungen**
-  **Geschwindigkeitsassistent**

# Chancen mit C-ITS

Neben den Chancen

- Verbesserte Verkehrssicherheit
- Integration automatischer Fahrzeuge
- Energieeffizienz und Umweltschutz
- Notfallkommunikation und Unfallvermeidung
- Verkehrsoptimierung und reduzierte Verkehrsstaus

ist vor allem eine Chance entscheidend für C-ITS...



# Chance: Internationaler Standard

C-ITS ist ein globaler Standard

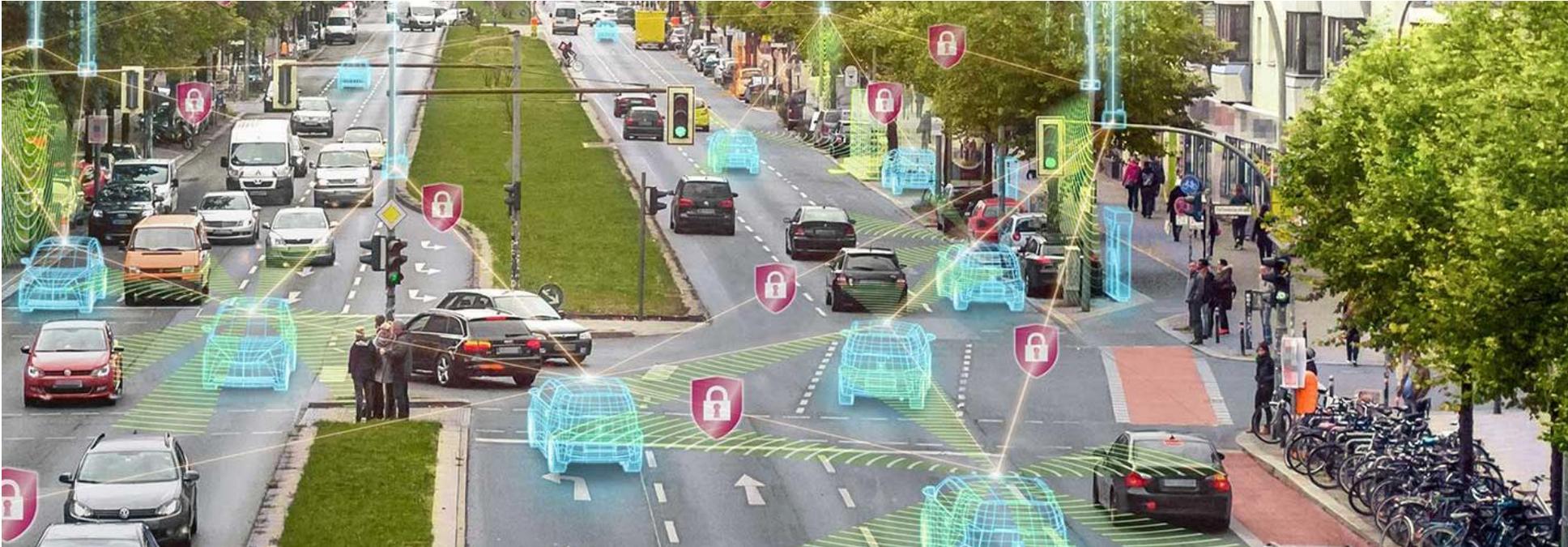
Viele Anwendungen sind auch mit proprietären Systemen möglich. Diese sind aber immer lokale Lösungen und bieten keine Interoperabilität.

C-ITS vereinheitlicht die Kommunikation und Anwendungen der Verkehrstechnik zwischen allen Verkehrsteilnehmern und Infrastruktur.

The image shows a collage of standard documents. On the left, a large vertical watermark reads "802.11p™". The top left document is the IEEE logo and the start of the IEEE Standard for Information and Telecommunications Technology, Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications, Amendment 1: 60 GHz Operation. The top right document is the ETSI TS 102 894-1 V1.1.1 (2013-08) cover, featuring a globe and the ETSI logo. The bottom right document is the ISO/TC 204/SC N cover, dated 2015-11-13, titled "Intelligent transport systems — Cooperative ITS — Using V2I and I2V communications for applications related to signalized intersections". It also lists "ISO/PDTS 19091" and "ISO/TC 204/SC /WG 18" with the secretariat "ANSI". A "Warning" box is visible at the bottom right of the ISO document.

## Risiken mit C-ITS

Die Sicherheit von C-ITS ist von zentraler Bedeutung. C-ITS berücksichtigt eine robuste Verschlüsselung, Authentifizierung, kontinuierliche Überwachung und Datenschutz, um mögliche Cyberangriffe zu verhindern. Dennoch, auch wenn C-ITS ein sicheres System bietet, bleibt immer ein Risiko bestehen



C-ITS erhöht die Systemabhängigkeit. Eine Störung oder Ausfall kann weitreichende Konsequenzen auf den Verkehr haben.

## Christoph Tschudin

Yunex AG  
Freilagerstrasse 40  
8047 Zürich

Telefon: +41 79 212 83 54

[christoph.tschudin@yunextraffic.com](mailto:christoph.tschudin@yunextraffic.com)

© Yunex AG 2023

Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Die Informationen in diesem Dokument enthalten lediglich allgemeine Beschreibungen bzw. Leistungsmerkmale, welche im konkreten Anwendungsfall nicht immer in der beschriebenen Form zutreffen bzw. welche sich durch Weiterentwicklung der Produkte ändern können. Die gewünschten Leistungsmerkmale sind nur dann verbindlich, wenn sie bei Vertragsschluss ausdrücklich vereinbart werden.

Alle Produktbezeichnungen können Marken oder sonstige Rechte der Yunex GmbH, ihrer verbundenen Unternehmen oder dritter Gesellschaften sein, deren Benutzung durch Dritte für ihre eigenen Zwecke die Rechte der jeweiligen Inhaber verletzen kann.