ACI MOBILITY SUMMIT
AUTOMATION CONNECTIVITY INFRASTRUCTURE MOBILITY

21. und 22.09.2021

# AIM Referenzstrecke

## Anwendungsplattform Intelligente Mobilität

Christian Wille
22.09.2021

DLR

# Agenda

- Warum beschäftigen wir uns mit V2X?
- Testfeld Niedersachsen
- Referenzstrecke
  - Anwendungsplattform Intelligente Mobilität
  - Übersichtskarte
  - Systemarchitektur
  - Aufbau der Road Side Unit
  - Modernisierung
  - V2X Softwareframework
  - AIM Monitoring Tool
  - V2X Standards
  - Analysedaten
  - Projekthighlights
- Anwendungsbeispiel - VITAL Steuerverfahren

# Motivation für V2X(vehicle-to-everythingh)

## Roadmap

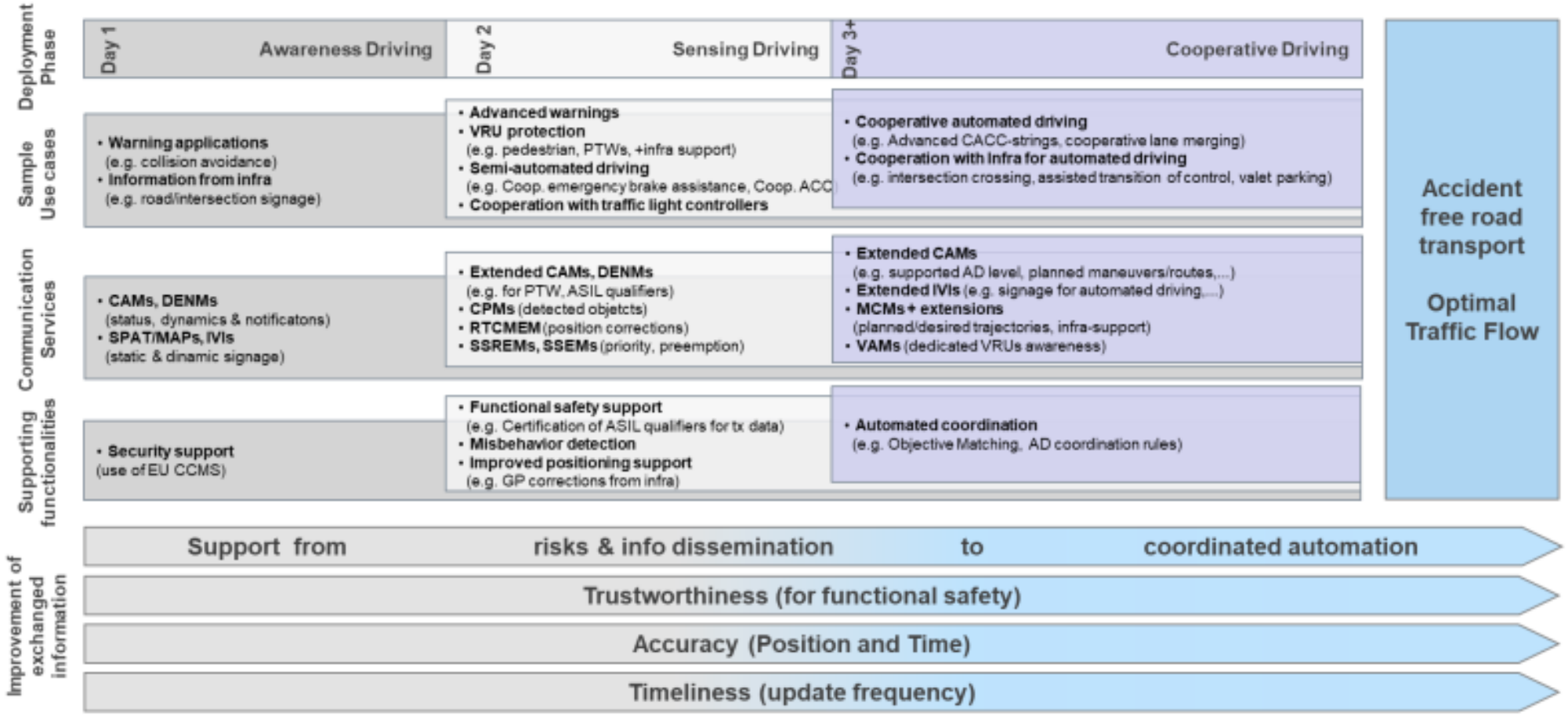



Abb.: V2X deployment roadmap (C2C-CC)

Quelle: C2C-CC, https://www.car-2-car.org/fileadmin/documents/General_Documents/C2CCC_WP_2072_RoadmapDay2AndBeyond_V1.2.pdf, letzter Zugriff 11.09.2021

# Testfeld Niedersachsen

TESTFELD NIEDERSACHSEN
Für automatisierte und vernetzte Mobilität

- Circa 280 km verschiedener Straßentypen mit Schwerpunkt auf Autobahnen erweitern zukünftig AIM. Technische Bausteine des Testfeldes Niedersachsen basieren auf etablierten Lösungen aus AIM.

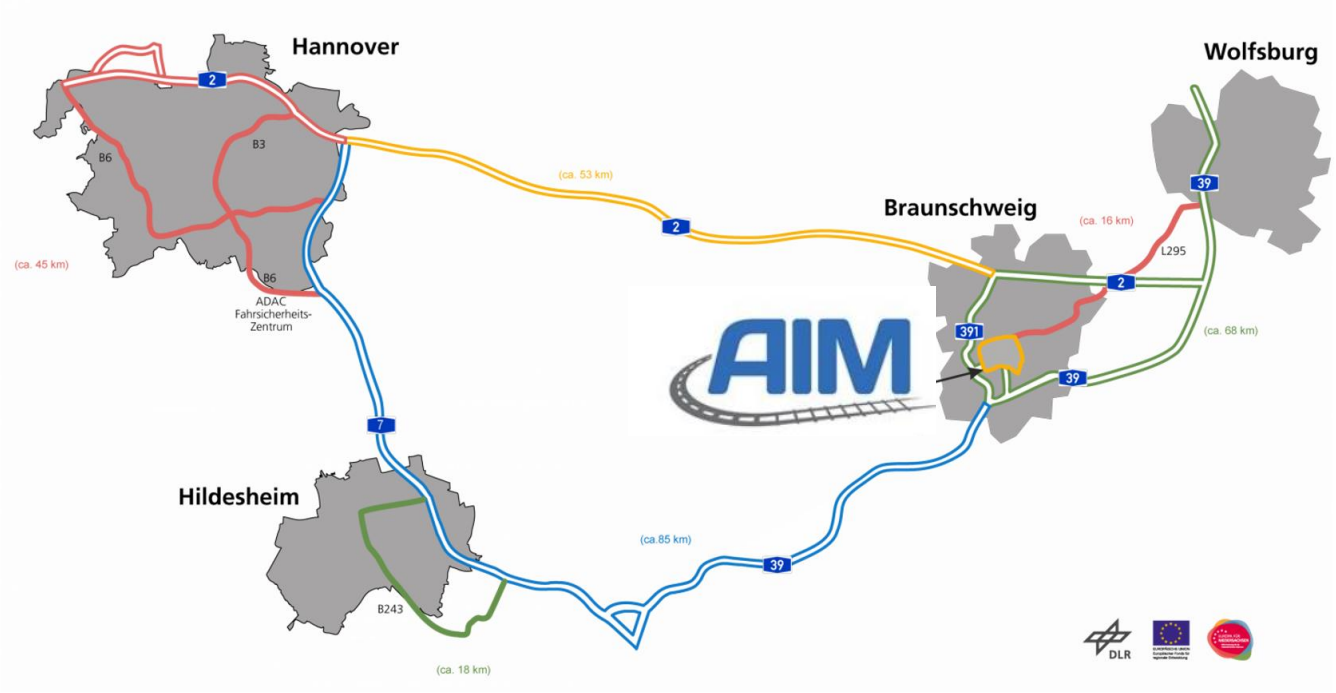



Abb.: Testfeld Niedersachsen
Quelle: https://verkehrsforschung.dlr.de/de/projekte/testfeld-niedersachsen-fuer-automatisierte-und-vernetzte-mobilitaet, letzter Zugriff 11.09.2021

- **Erfassungstechnik** – anonymisierte Erfassung von Verkehrsobjekten und deren Trajektorien
- **Kommunikationstechnik** – V2X über WiFi 802.11p und Mobilfunk
- **Karten** – hochgenau und aktuell für Simulationen und Fahrzeuge
- **Szenarien und Modelle** – Parametrisierungen und Teilmodelle zum Aufbau ökologisch valider Simulationen
- **Schnittstellen zur Signal- und Erfassungstechnik und zu Informationssystemen** – Anbindung an Verkehrsleittechnik bzw. Verkehrsmanagement
- **Hintergrundsysteme –** Datenmanagement und Bereitstellung von Online-Diensten
- **Kataster zum Testfeldzustand** – Dokumentation der Testfeldqualität

# Referenzstrecke

## Anwendungsplattform Intelligente Mobilität

- AIM fokussiert als Forschungsschwerpunkte
  - die Verkehrsflussoptimierung
  - intermodale Mobilität
  - zukünftige Mobilitätskonzepte
  - das Mobilitätsbewusstsein

- führt auf einem Ring um das Zentrum herum & Zufahrtsstraßen zu Autobahnen

- weist Straßen mit mindestens zwei Fahrspuren in jede Richtung, sowie eine hohe Verkehrslast auf

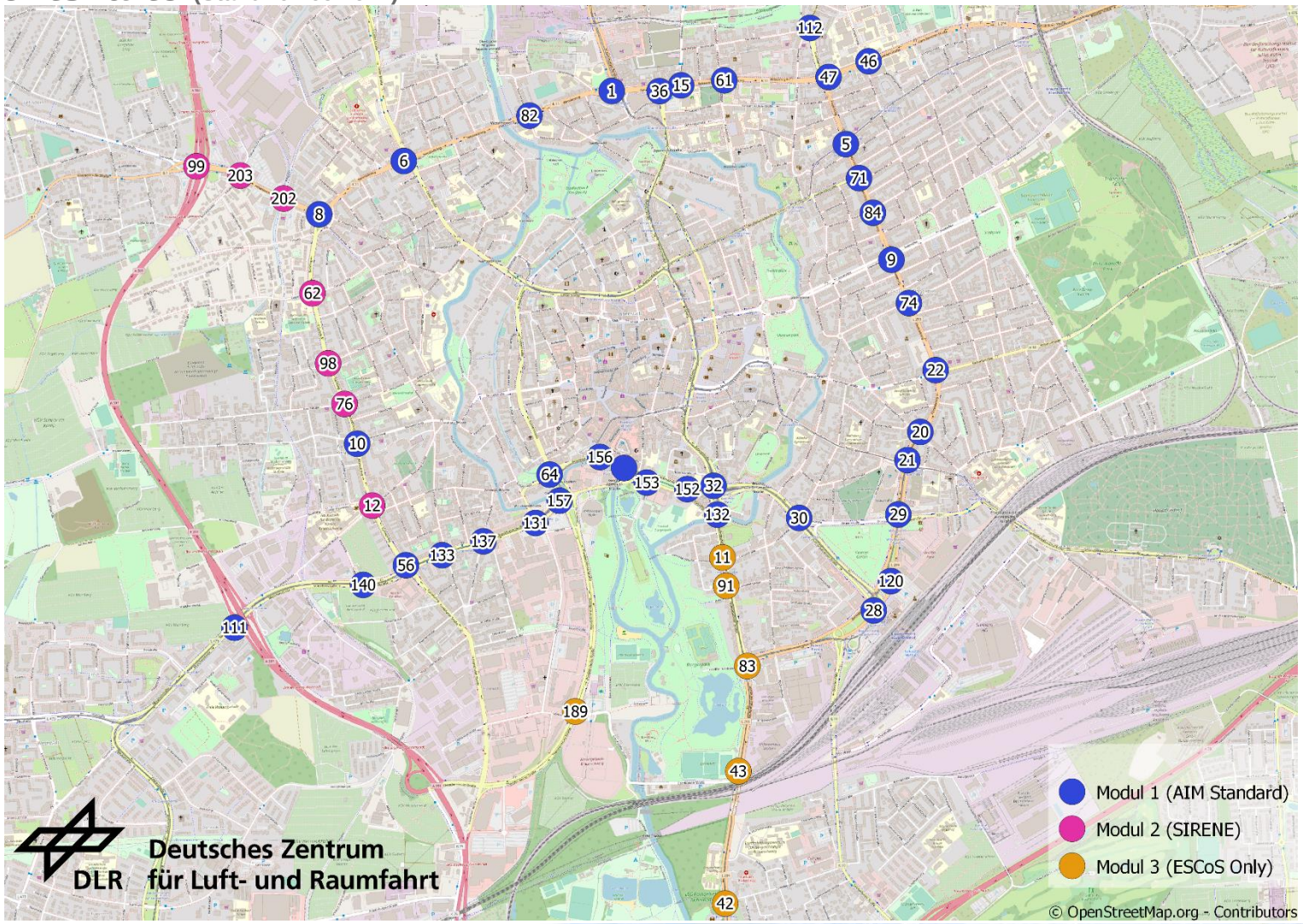
- seit 2013 stehen 35 Kreuzungen zur Verfügung, die mit V2X-Kommunikationstechnologie ausgestattet sind

- Modernisierung im letzten Jahr, so dass nun über 50 Kreuzungen zur Verfügung stehen

- aktuell Stand der Technik, der derzeit für V2X angenommen werden kann

# AIM-Referenzstrecke

## Übersichtskarte (Stand: 07.09.2021)



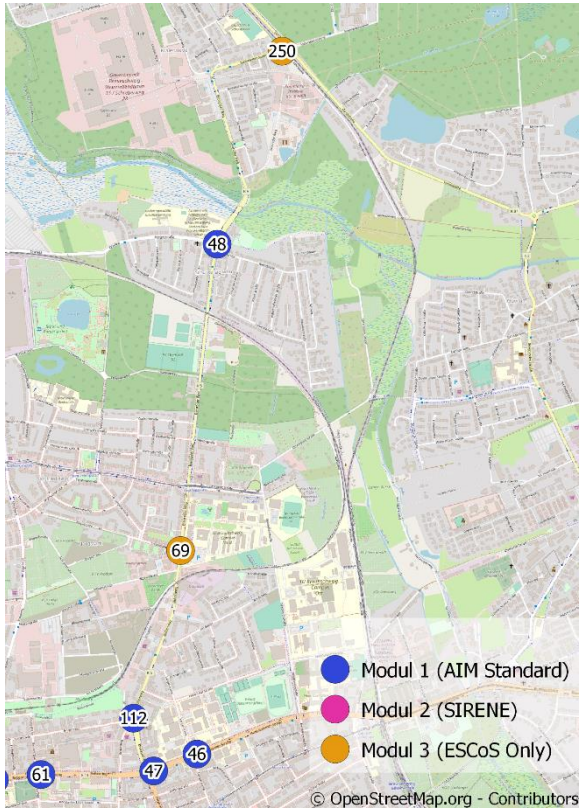




Abb.: AIM-Referenzstrecke Braunschweig (links: Innenstadt, rechts: Anbindung Nord)

Quelle: DLR, Kartenmaterial © OpenStreetMap-Mitwirkende

# Systemarchitektur

- Innenanlage
  - Innenanlage befindlichen Application Unit (AU) Industrie-PCs
  - verfügbaren Rechenleistung ist der Einsatz von aufwendigen Algorithmen, sowie die Vorverarbeitung der anfallenden Daten möglich
- Außenanlage
  - befindlichen Komponenten dienen hauptsächlich der Kommunikation über V2X
  - Communication Control Unit (CCU)
    - Siemens Sitraffic ESCoS
    - Cohda Wireless MK5
    - Nordsys WaveBEE®road

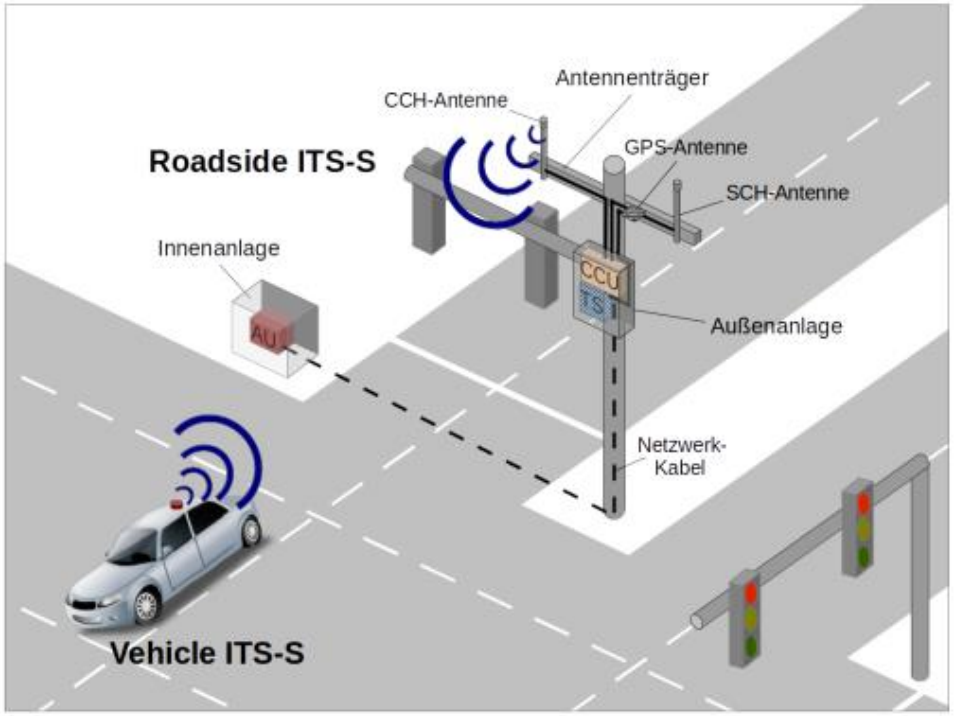



Abb.: Aufbau Außenanlage
Quelle:: DLR, Alexander Burmeister

# Systemüberblick

## Aufbau der Road Side Unit

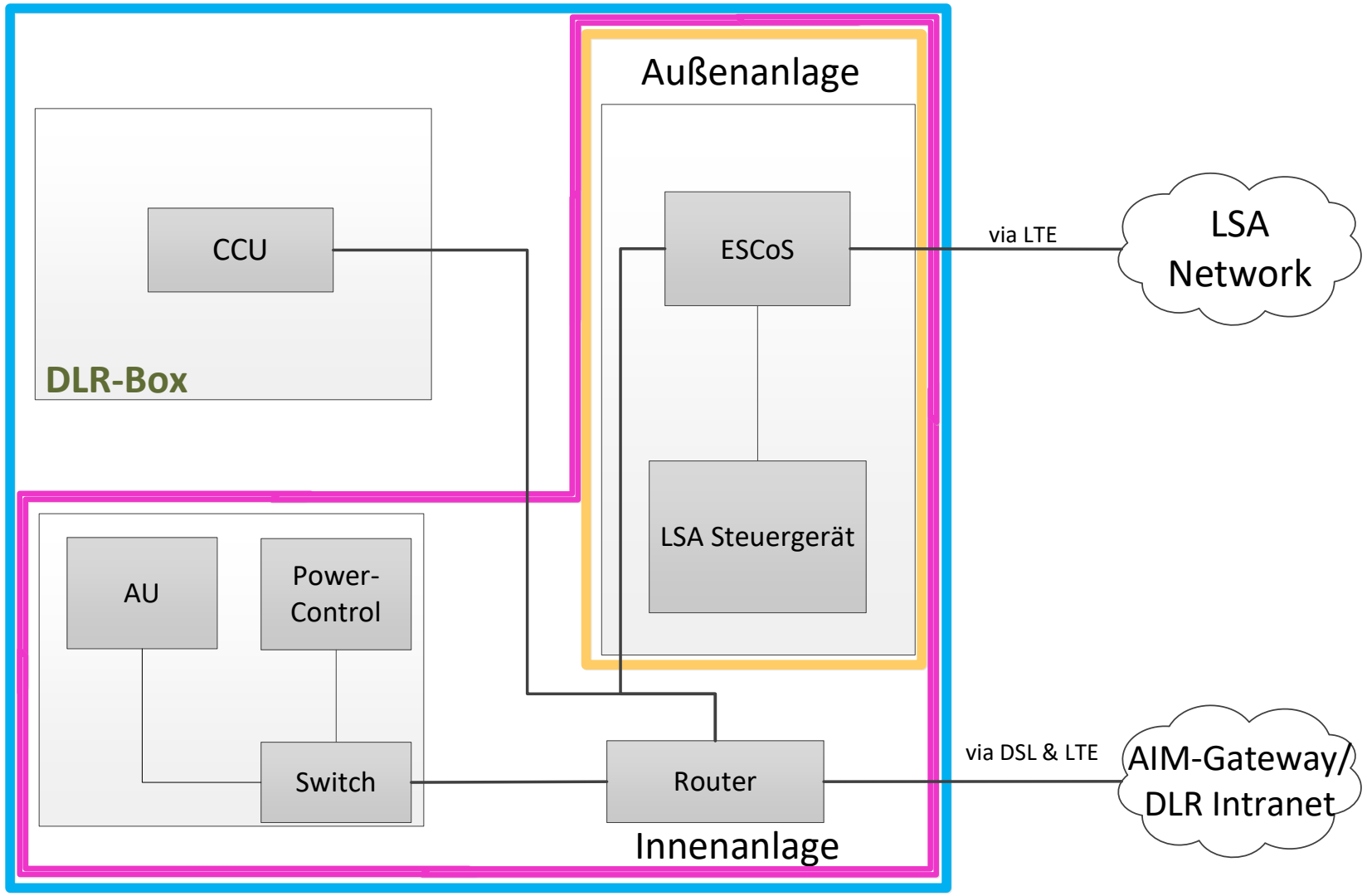



Abb.: Überblick Systemaufbau
Quelle:: DLR, Christian Wille

# Modernisierung AIM Referenzstrecke

Abb.: Modernisierungsarbeiten in Braunschweig
Quelle:: DLR, Christian Wille

# V2X-Softwareframework

- V2X-Framework ist eine Rahmenstruktur für die Einbindung bestehender V2X Nachrichten
- Kernfunktion des Frameworks ist die Erstellung von Anwendungen zum Senden und Empfangen von V2X Nachrichten
- Framework erstellte Anwendungen (V2X-TxRx-Apps) verbergen die Komplexität
- Die Framework-API kann an die Anforderungen jedes Anwendungsfalls angepasst werden.
- Anwender API zu ROS, Java und C++

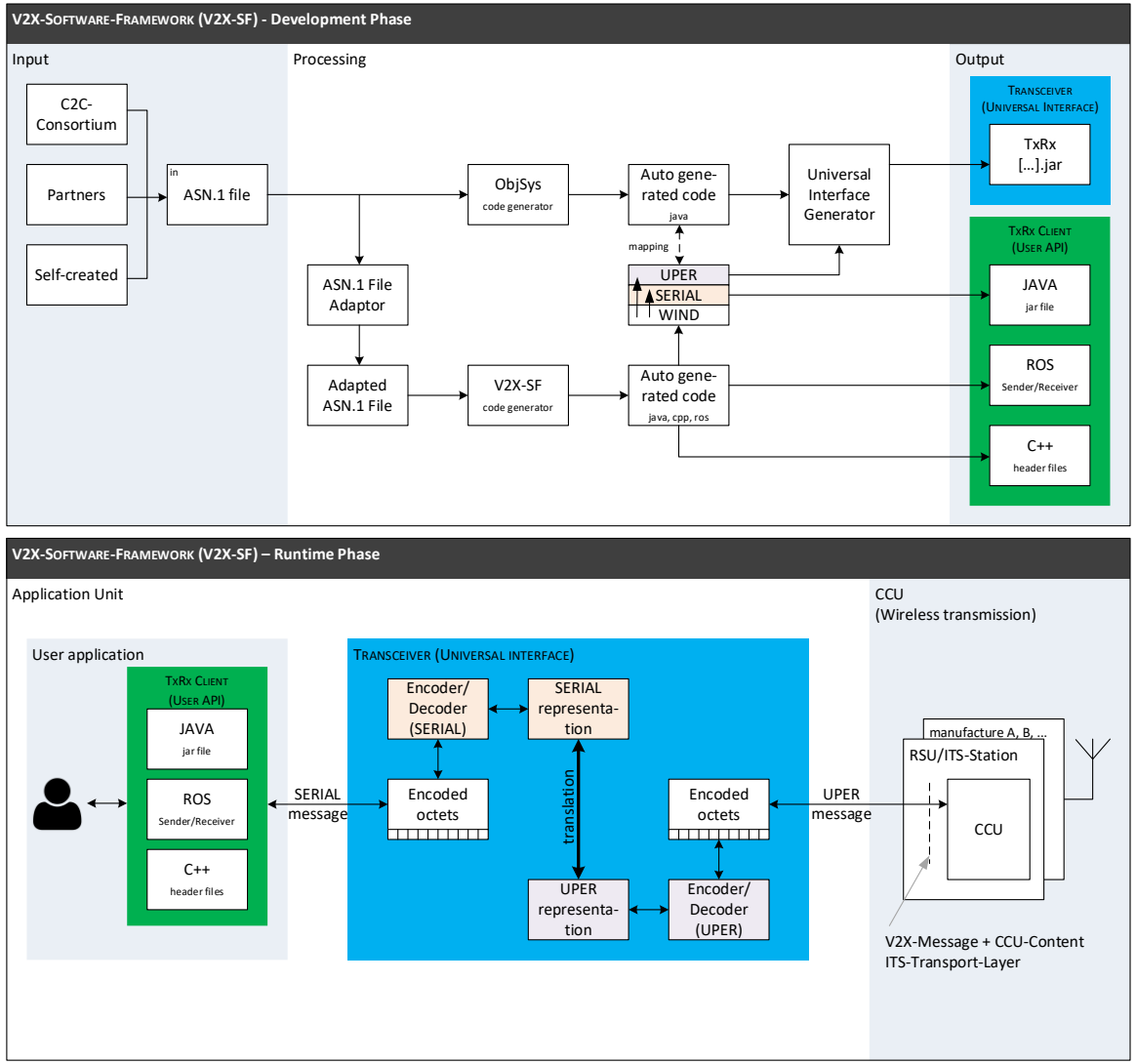
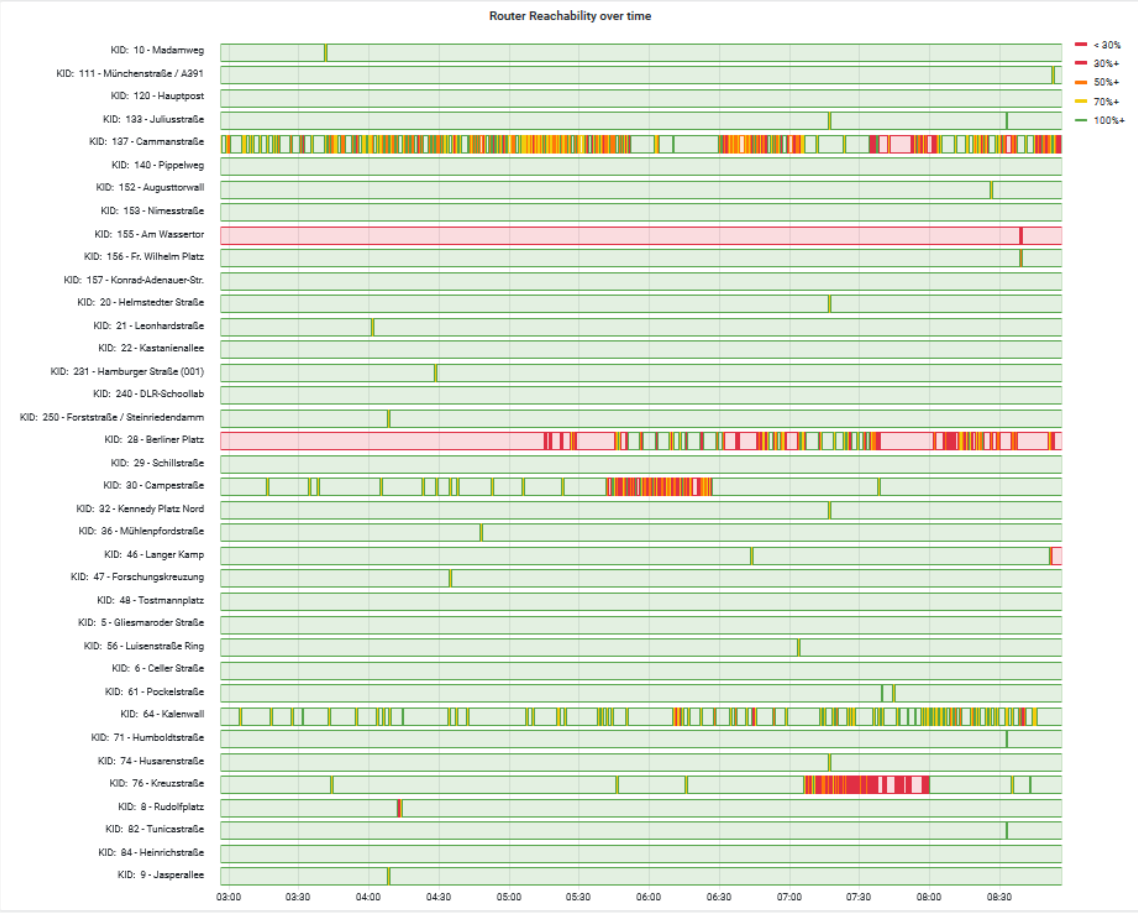
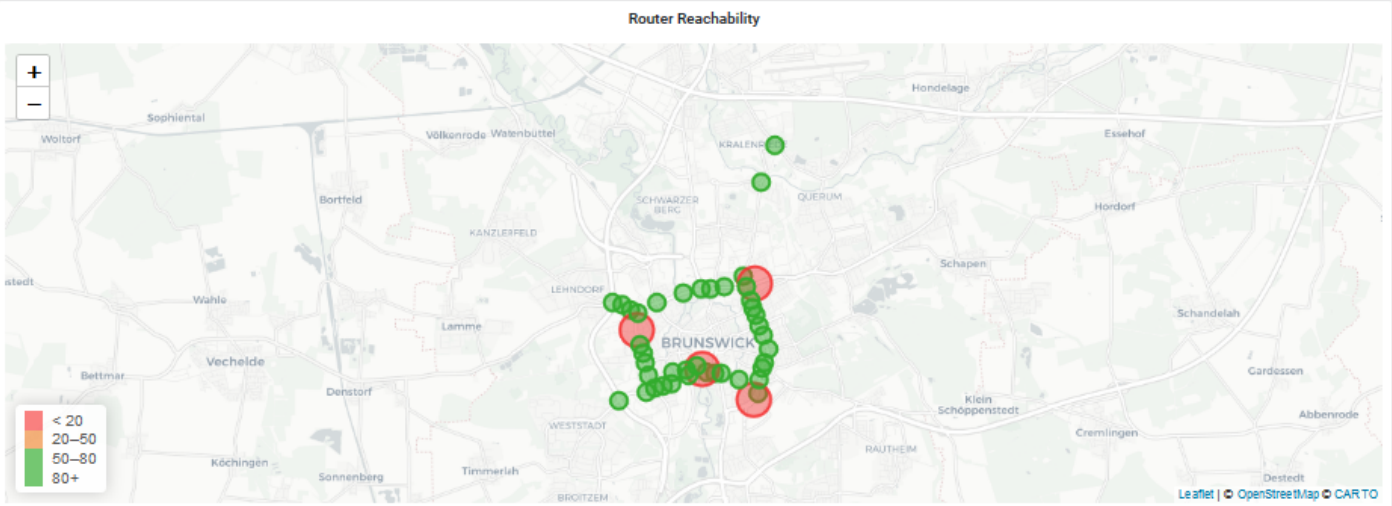



Abb.: V2X - Softwareframework

Quelle: Maximiliano Bottazzi et al., DLR V2X Software Framework: A CCU-agnostic solution for transceiving V2X messages (unveröffentlicht), 27th ITS World Congress, 11-15 October 2021, Hamburg, Germany

# AIM Monitoring Tool



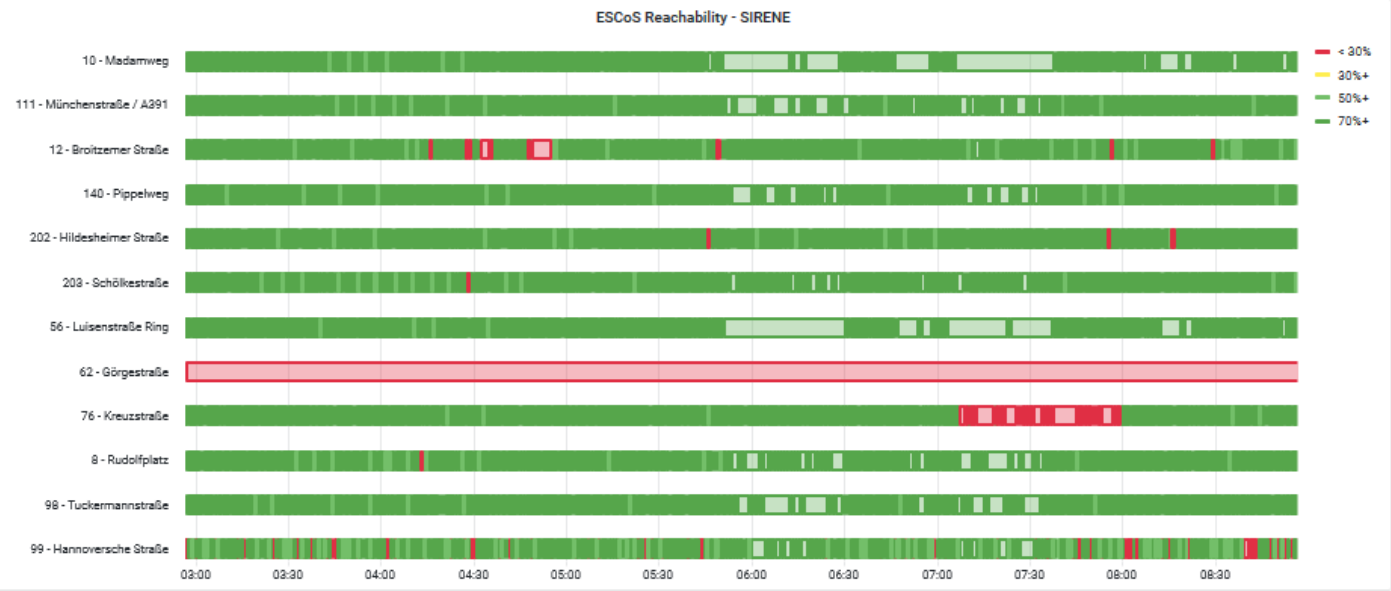




Abb.: Monitoring Tool

Quelle:: DLR

# V2X Standards – verwendete Standards im DLR

Tab.: Auflistung der unterstützten V2X-Nachrichten der AIM-Referenzstrecke

Quelle: eigene Darstellung

| Name | ETSI Standard | Inhalt |
|---|---|---|
| Cooperative Awareness Message (**CAM**) | ETSI EN 302 637-2 v1.4.1 (2019-04) | Informationen über die Anwesenheit, Position sowie grundlegender Status |
| Decentralized Environmental Notification Message (**DENM**) | ETSI EN 302 637-2 V1.4.1 (2019-04) | Informationen zu einem bestimmten Fahrumgebungs- oder Verkehrsereignis, besonders Applikationen der kooperativen Road Hazard Warning (RHW) stehen im Vordergrund |
| Signal Phase and Timing (**SPAT**) (in ETSI: **SPATEM**) | ETSI TS 103 301 v1.3.1 (2020-02) | Informationen über Status und Signalzeiten von Lichtsignalanlagen (LSA) |
| MAP Data (**MAP**) (in ETSI: **MAPEM**) | ETSI TS 103 301 v1.3.1 (2020-02) | Informationen über Topologie der Kreuzung/Strecke |
| Infrastructure to Vehicle Information (**IVI**) (in ETSI: **IVIM**) | ETSI TS 103 301 V1.1.1 (2016-11), ISO/CEN 19091 | Informationen über Straßenschilder wie beispielsweise Geschwindigkeitsbegrenzung, virtuelle Kennzeichen |
| Signal Request Message (**SRM**) (in ETSI: **SREM**) | ETSI TR 103 562 v2.1.1 (2019-12) | Anfrage über Signalisierungsänderung (Beispielsweise bei Einsatzfahrzeugen, ÖPNV, …) |
| Signal Status Message (**SSM**) (in ETSI: **SSEM**) | ETSI TR 103 562 v2.1.1 (2019-12) | Status der Signalsierungsanfrage |
| Cooperative Perception Message (**CPM**) | ETSI TR 103 562 v2.1.1 (2019-12) | Kooperative Wahrnehmung Objekterkennung – und Weiterleitung |

# Analysedaten
## Reichweitenmessung

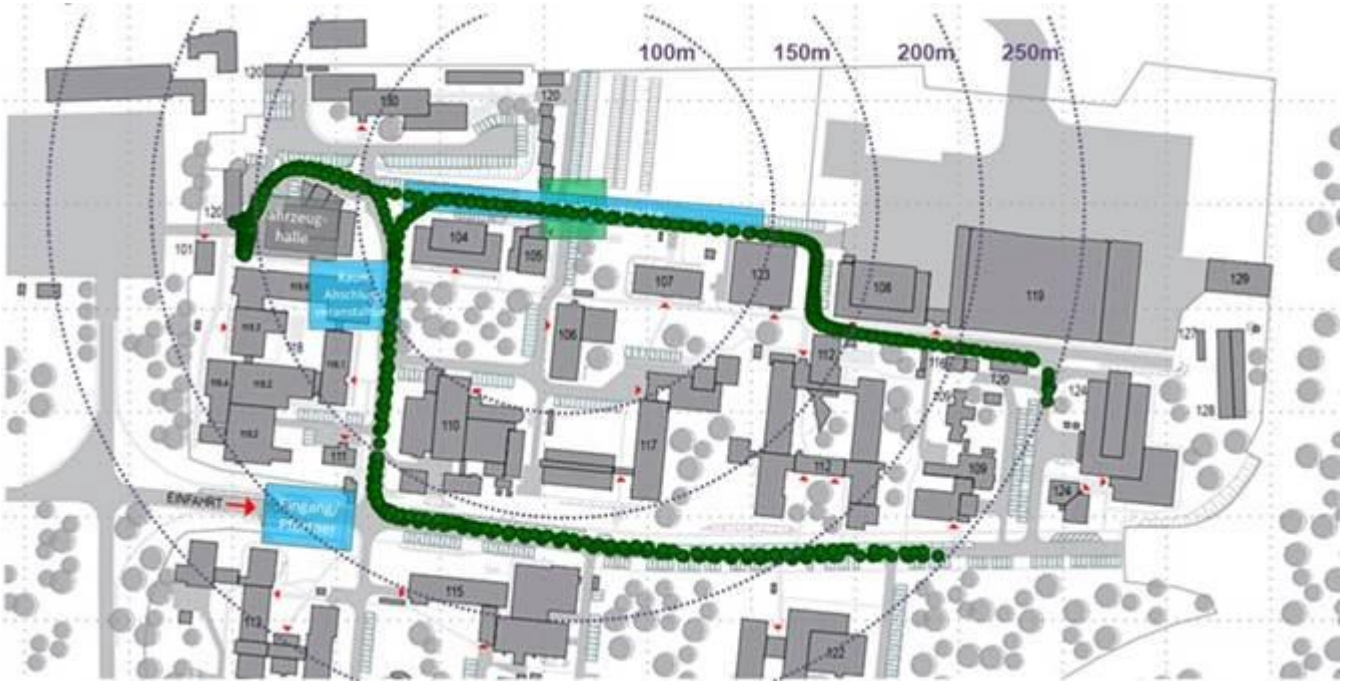



Abb.: RSU-Reichweitenmessung DLR Gelände (RSU 1,7m, Fahrzeug 2,2m, Sommer 2020)
Quelle: Sten Ruppe und Ronald Nippold, SIRENE-Abschlusspräsentation, 20.01.2021

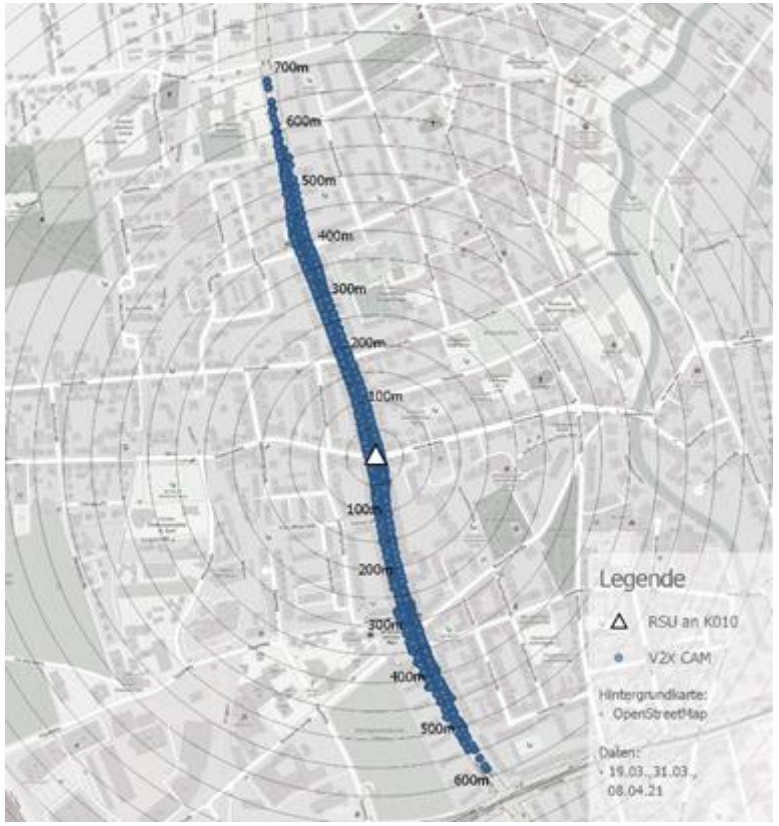



Abb.: RSU-Reichweitenmessung Testfeld (RSU ~5m)
Quelle: Sten Ruppe und Ronald Nippold, SIRENE-Abschlusspräsentation, 20.01.2021

# Analysedaten an ausgewählten Kreuzungen

## V2X Nachrichten (Daten 16.9.2021)

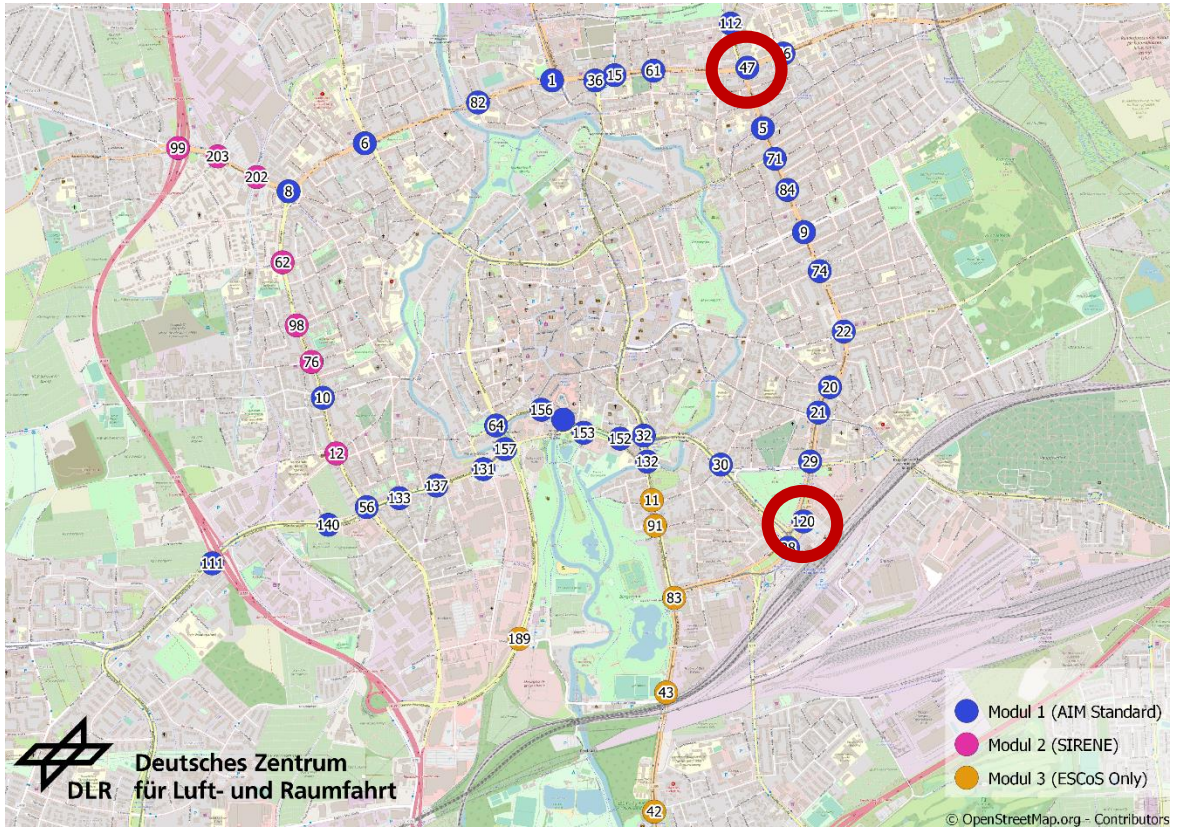



Abb.: AIM-Referenzstrecke Braunschweig Innenstadt – Analysierte Kreuzungen

Quelle: DLR, Kartenmaterial © OpenStreetMap-Mitwirkende

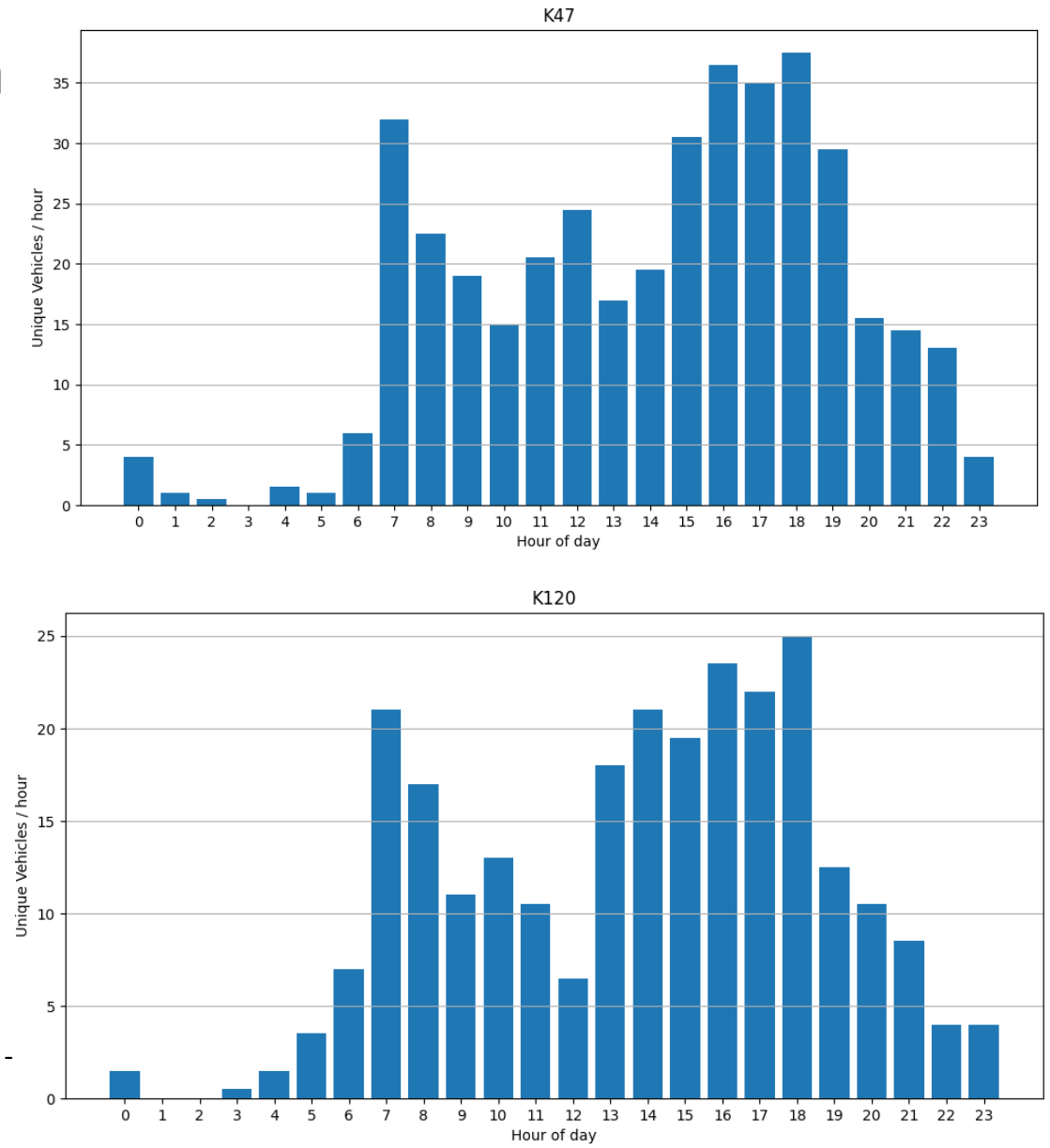
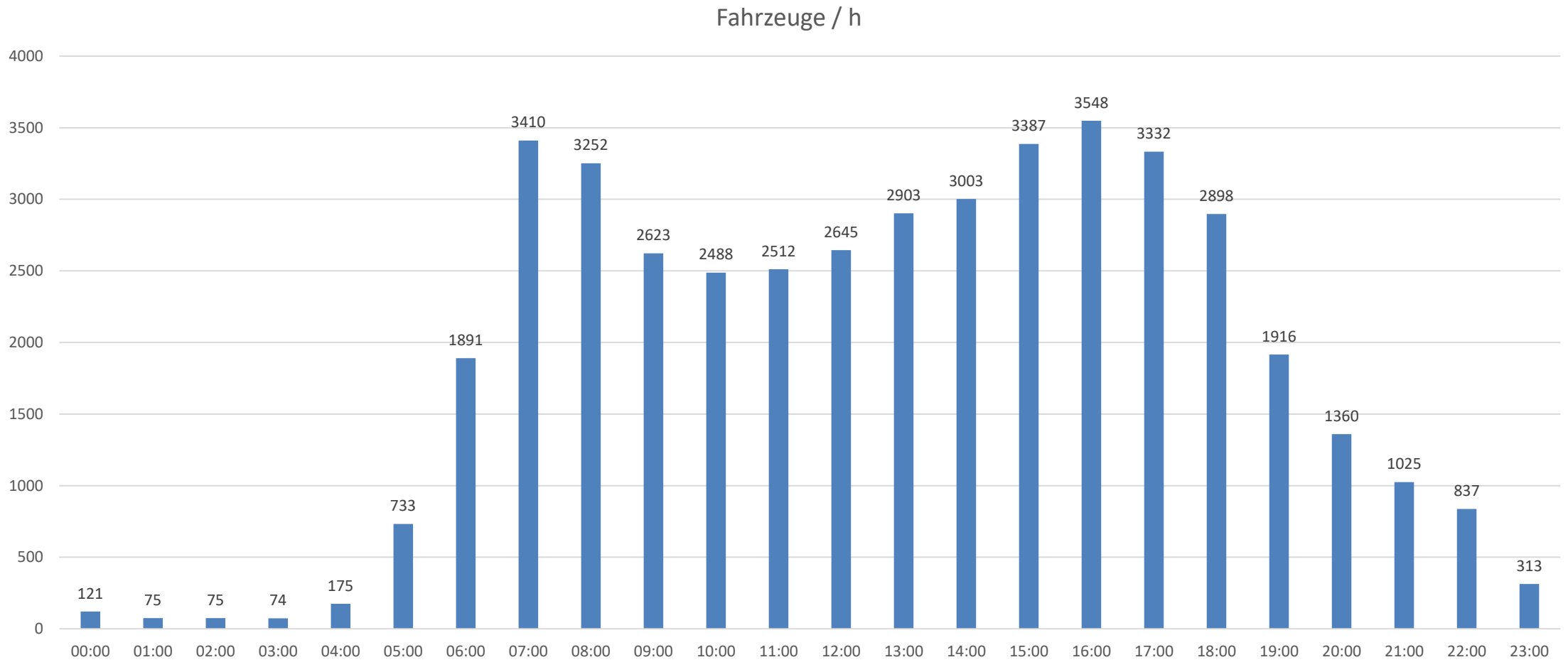



Abb.: V2X Fahrzeuge pro Kreuzung - Analysierte Kreuzungen

Quelle: DLR

# Analysedaten an ausgewählter Kreuzung K047

## Fahrzeuge/h (Daten 16.9.2021)



# Projekthighlights

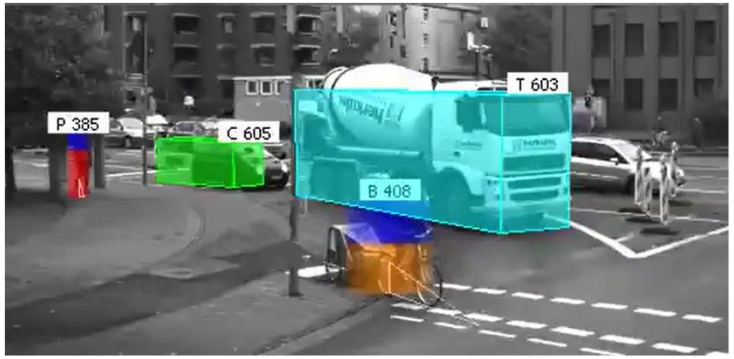


Abb.: Mars / Xcycle

- Mars/ Xcycle
- Maven/ Transaid
- Sirene
- Vital

MAVEN

TransAID

SIRENE

VITAL

# Vital

## Steuerverfahren

- Die Schaltung von Lichtsignalanlagen hat eine erhebliche Auswirkung darauf, wie flüssig der Verkehr abläuft und wie hoch die Staugefahr ist.

  - **Verlustzeitbasiertes VITAL-Steuerungsverfahren**
  - **Kooperatives VITAL-Steuerungsverfahren**

- erstmals werden die Verlustzeiten bzw. prognostizierte Ankunftszeiten Berücksichtigen mit Hilfe der eingebauten Erfassung- und Kommunikationstechnik (V2X) erstmals möglich

- Verbesserung des Verkehrsflusses
- Reduzierung von Warte- und Reisezeiten für die Verkehrsteilnehmer
- Vermeidung von Schadstoffemissionen im Sinne des Klimaschutzes
- Flexible LSA-Intergration durch Hersteller- und Geräteunabhängigkeit
- Anwendbarkeit im vernetzten und automatisierten Verkehr

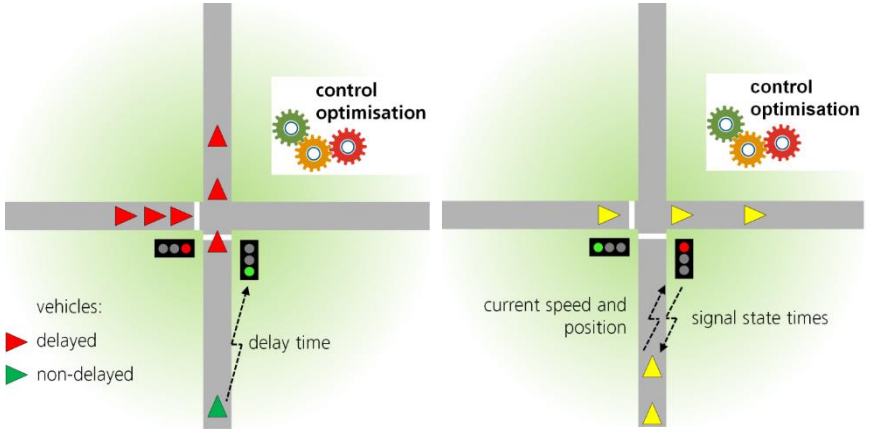



Abb.: Vital Verfahren

Quelle: https://verkehrsforschung.dlr.de/de/projekte/vital-verkehrsabhaengig-intelligente-steuerung-von-lichtsignalanlagen, letzter Zugriff 11.09.2021

# Alleinstellungsmerkmale der Referenzstrecke

- Steuergeräte beeinflussen
- Verschiedene Hersteller von V2X Geräten
- V2X Software Framework
- Verbund mit Operativen- und Forschungsbetrieb
- Flexibilität bei den V2X Nachrichten über den Standard hinaus
- Offen für Forschungs- und Industrieprojekte

# Ansprechpartner

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontaktdaten:

Giancarlo Rizzo
(Referenzstrecken Verantwortlicher)
Ts-referenzstrecke@dlr.de

Christian Wille
christian.wille@dlr.de

*https://www.dlr.de/ts/aim*
*https://verkehrsforschung.dlr.de/de/projekte/testfeld-niedersachsen-fuer-automatisierte-und-vernetzte-mobilitaet*