

Overview of Connected and Automated Driving Activities in Austria (and beyond)

Daniel Watzenig

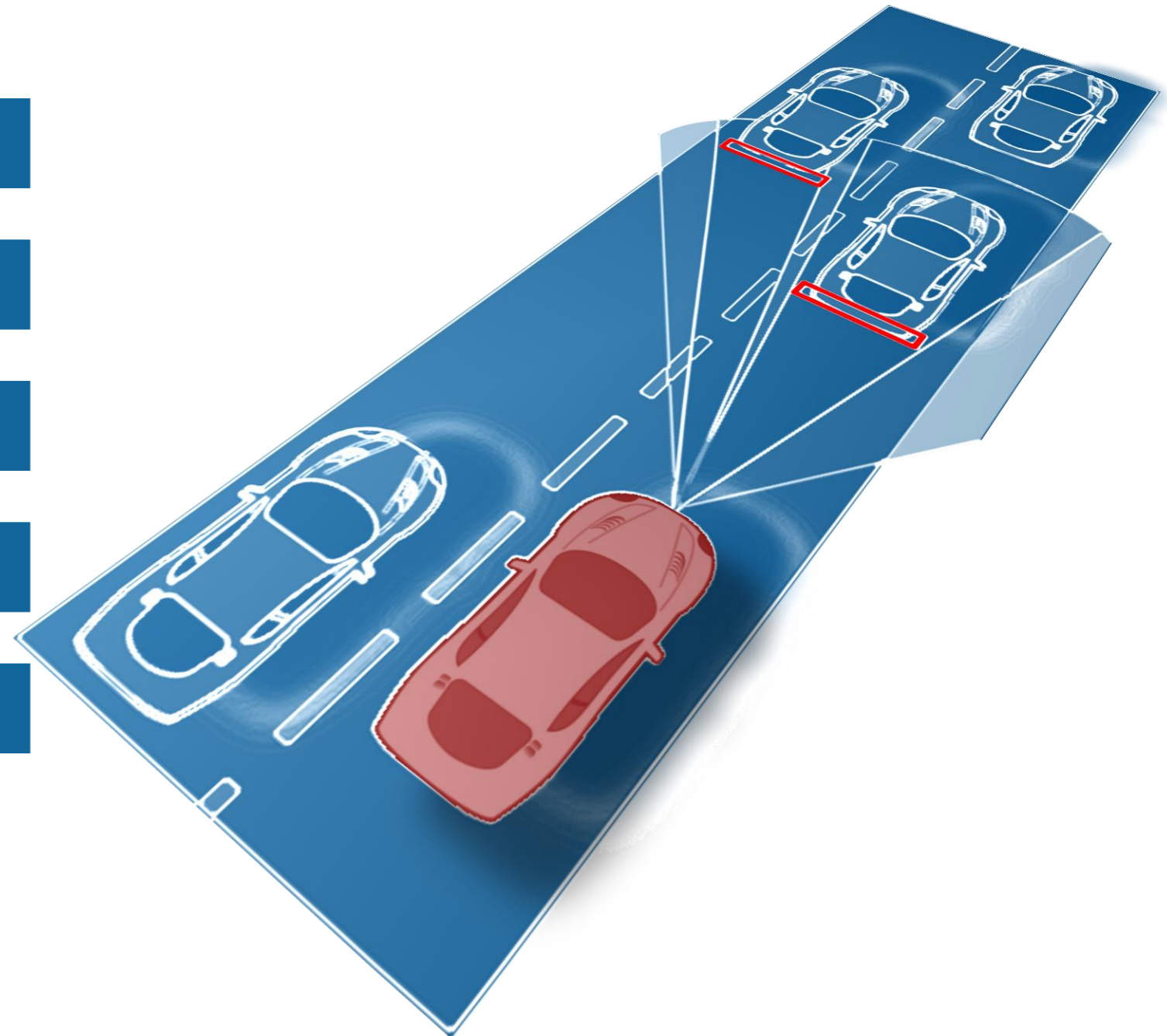
Virtual Vehicle Research Center

Graz University of Technology, Austria

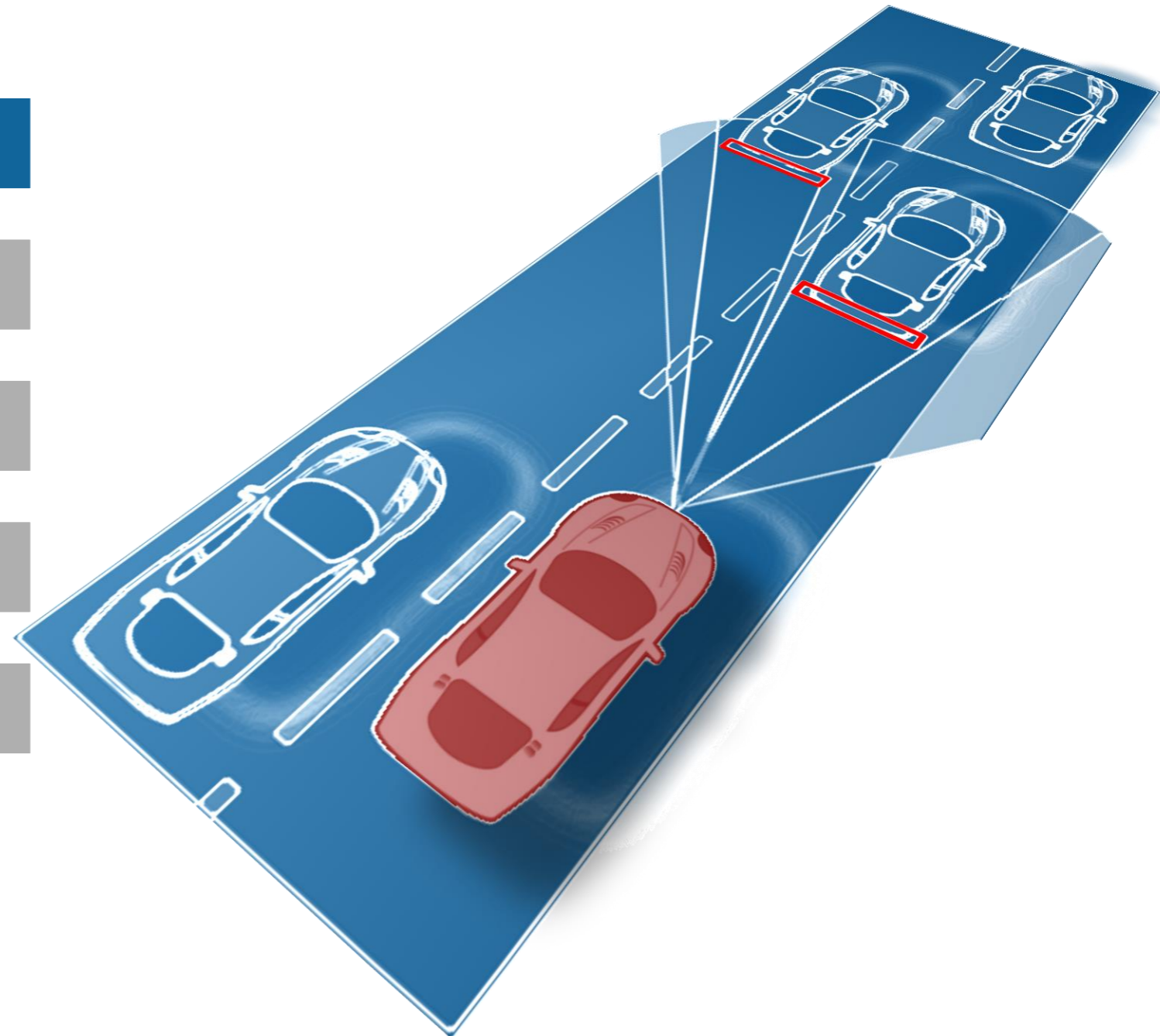
A3PS Future Propulsion Systems: Eco-Mobility 2018

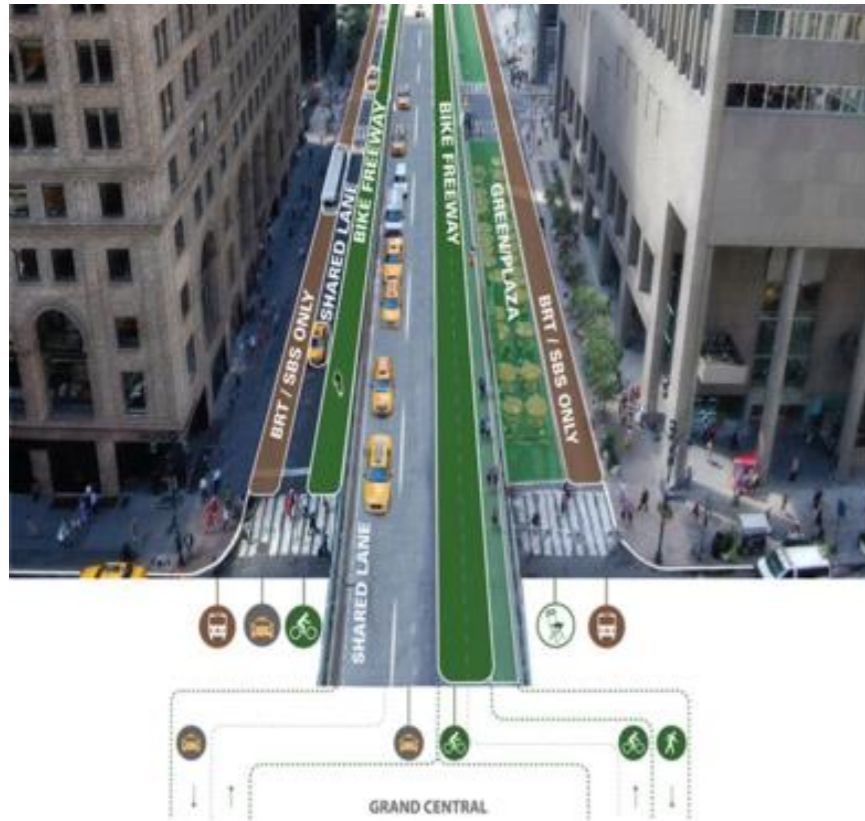
November 2018, Vienna

- Motivation
- Austrian Activities
- Proving grounds
- ISM TA
- SAE & IEEE



- Motivation**
- Austrian Activities
- Proving grounds
- ISM TA
- SAE & IEEE





Redesign of urban cores to support smart mobility



Source: Toyota

Develop new smart mobility ecosystems



Rethink V2X infrastructure development for large scale CV/AV/EV adoption

An important driver of the digital transformation will be the implementation of new international standards and regulations for CV/AV/EV mobility solutions which are both vehicle and infrastructure based

The complexity explodes:

- Highly-interacting vehicle functions
- Connected, cooperative, automated vehicle functions
- Context awareness
- New security and functional safety demands
- Several Mio km road vehicle tests are required to guarantee safety and reliability (cf. H. Winner, 2012)

Current gap

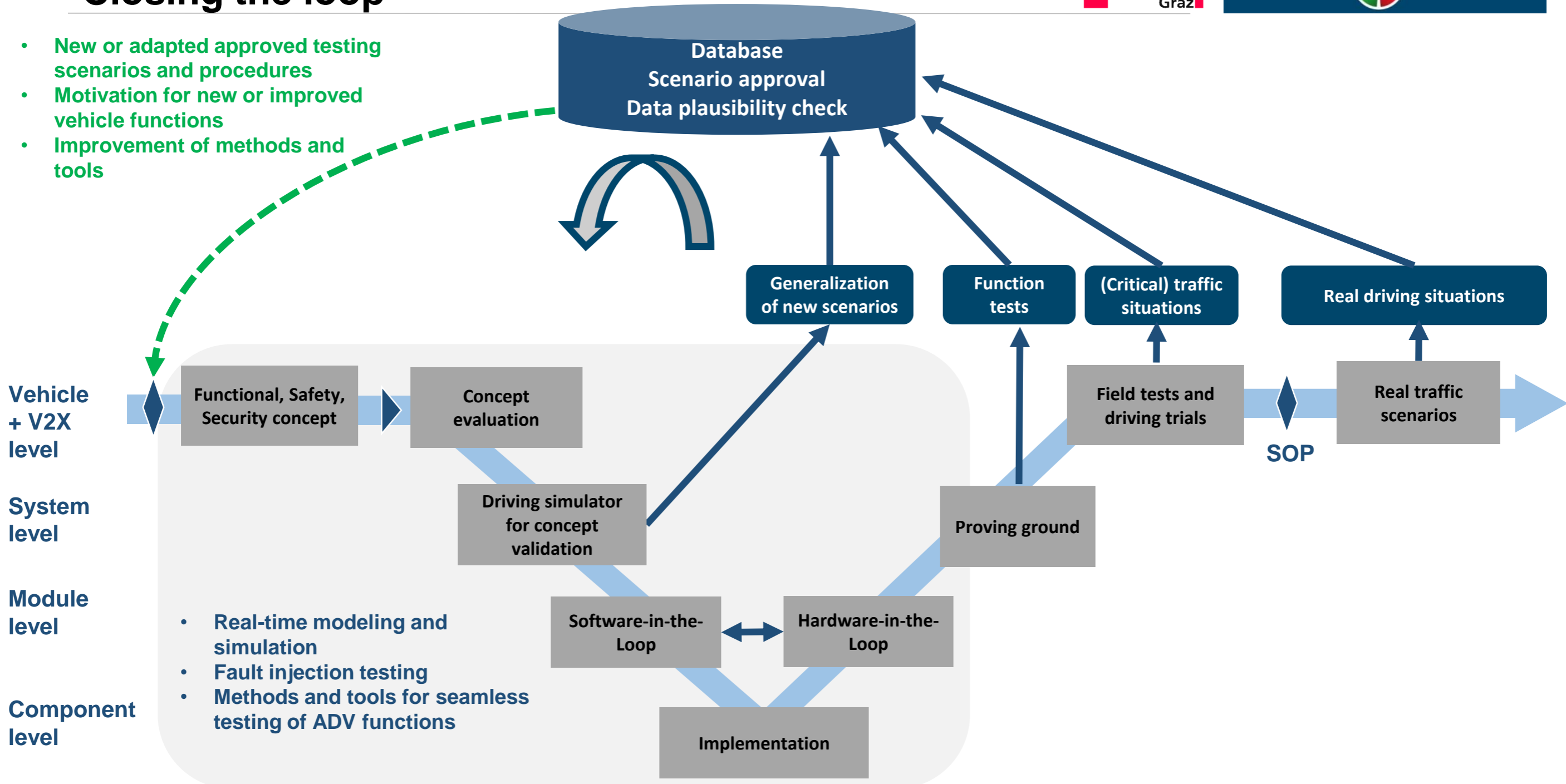
- Development and validation methods, tools, and processes are not sufficient anymore
- Brute force validation approaches are too expensive

Keys to succeed

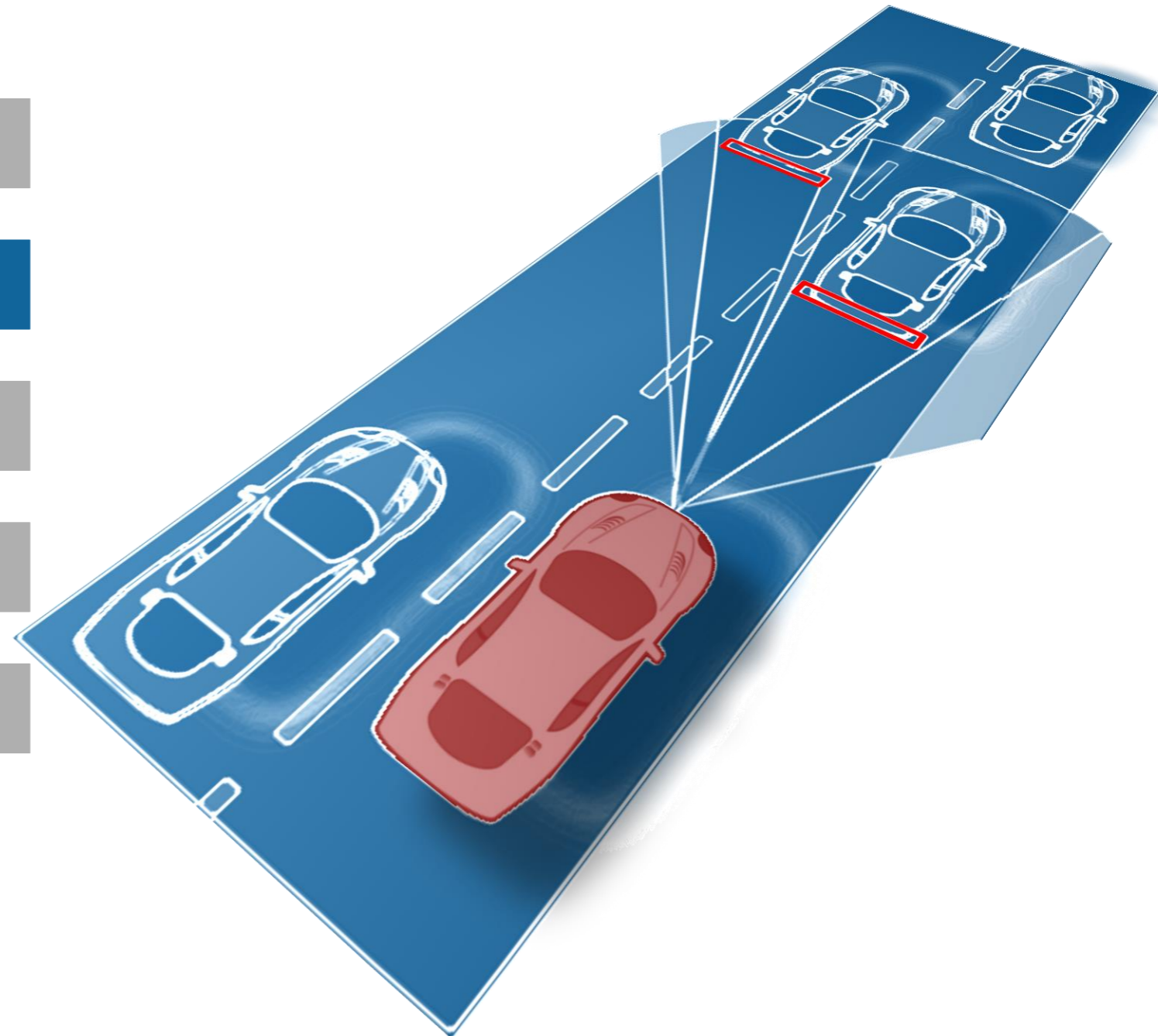
- Shift: Virtual development and validation
- Derive methods and tools: Type approval and certification (homologation)

Closing the loop

- New or adapted approved testing scenarios and procedures
- Motivation for new or improved vehicle functions
- Improvement of methods and tools



- Motivation
- Austrian Activities**
- Proving grounds
- ISM TA
- SAE & IEEE



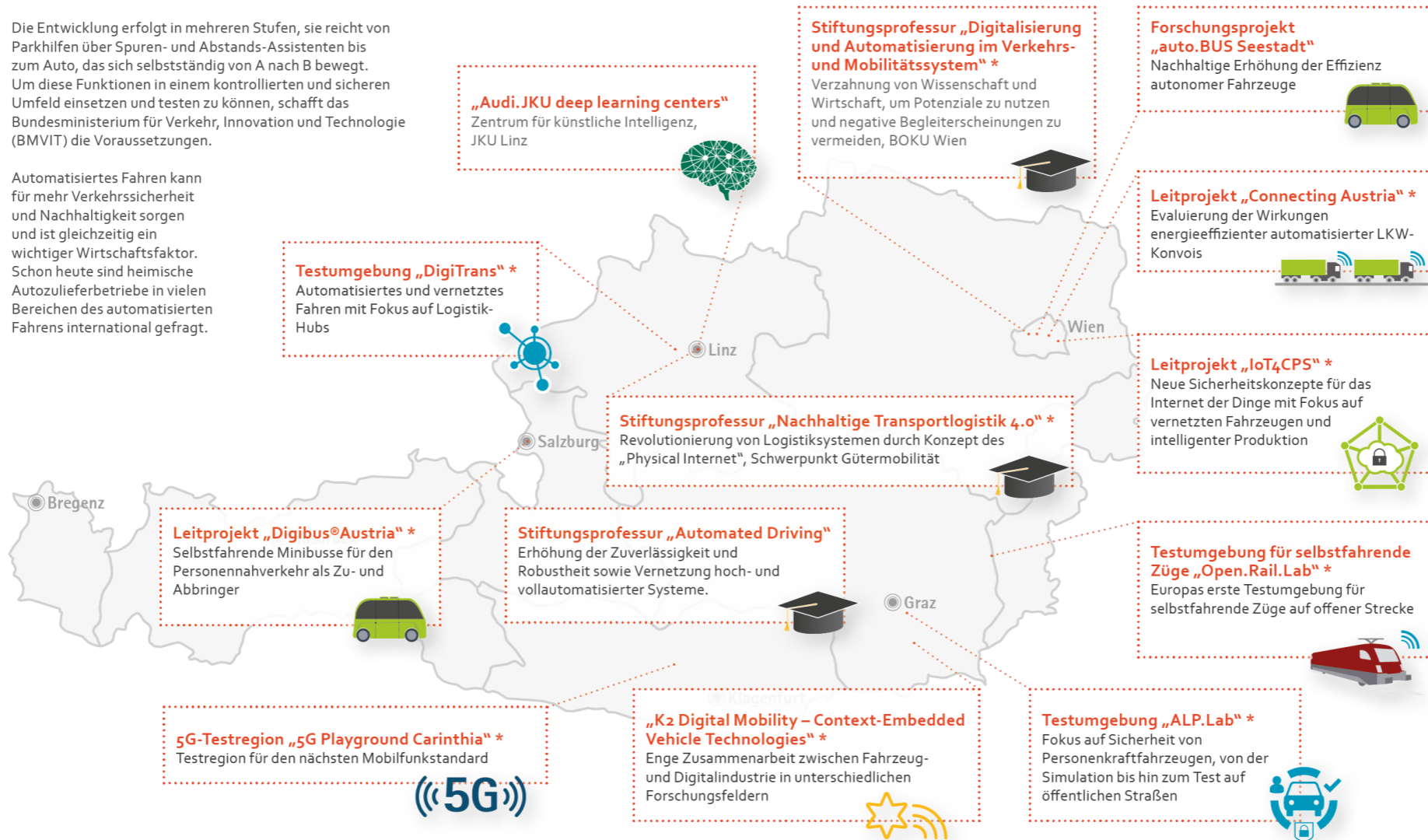
Bundesministerium Verkehr, Innovation und Technologie

Automatisiertes Fahren: Vorzeigeprojekte in Österreich

Autonome Fahrzeuge sind längst kein fantastischer Traum mehr, sondern werden unsere Straßen in den kommenden Jahren nach und nach erobern. Das wird Veränderung für das Verkehrssystem und unsere Mobilität mit sich bringen. Der technologische Fortschritt wird jedoch nicht von heute auf morgen passieren.

Die Entwicklung erfolgt in mehreren Stufen, sie reicht von Parkhilfen über Spuren- und Abstands-Assistenten bis zum Auto, das sich selbstständig von A nach B bewegt. Um diese Funktionen in einem kontrollierten und sicheren Umfeld einsetzen und testen zu können, schafft das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) die Voraussetzungen.

Automatisiertes Fahren kann für mehr Verkehrssicherheit und Nachhaltigkeit sorgen und ist gleichzeitig ein wichtiger Wirtschaftsfaktor. Schon heute sind heimische Autozulieferbetriebe in vielen Bereichen des automatisierten Fahrens international gefragt.



* Die aufgelisteten Projekte stellen einen Auszug aller bmvit-unterstützten Projekte zum automatisierten Fahren in Österreich dar. Darüber hinaus unterstützt das bmvit eine Vielzahl an interdisziplinären Projekten aus den Bereichen Informations- und Kommunikationstechnologien, Mobilität und Sicherheitsforschung.

Leitprojekt „Digibus®Austria“



Ziel ist die Erforschung und Erprobung von Methoden, Technologien und Modellen für einen zuverlässigen und verkehrssicheren Betrieb von automatisierten Fahrzeugen für den Personennahverkehr als Zu- und Abbringer in einem regionalen, intermodalen Mobilitätssystem. Salzburg Research koordiniert ein hochkarätiges Partnerkonsortium, in das führende Unternehmen sowie Forschungsinstitute entlang der gesamten Wertschöpfungskette des ÖPNVs vom Fahrzeuganbieter bis zum Mobilitätsdienstleister zu den Ergebnissen beitragen.

Leitprojekt „Connecting Austria“



Hauptziel im Leitprojekt „Connecting Austria“ ist es, wissenschaftlich fundierte Bewertungsgrundlagen zu schaffen, um die Wirkungen energieeffizienter automatisierter LKW-Konvois als Voraussetzung für die Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit österreichischer Leitindustrien (Logistik, Telematikinfrastrukturlieferanten, Automobilzulieferer, Fahrzeugentwicklung und angeschlossene Forschung) evaluieren zu können. Weiters wird die Verbindung von effizienterem und automatisiertem Güterverkehr von der Autobahn in die Stadt adressiert.

Leitprojekt „IoT4CPS“



Im nationalen Leitprojekt „IoT4CPS“ wird die österreichische Hightech-Industrie gemeinsam mit Forschungseinrichtungen und Universitäten neue Sicherheitskonzepte für das Internet der Dinge entwickeln. Der Fokus des Projekts liegt dabei auf vernetzten Fahrzeugen sowie auf intelligenter Produktion. Mit den angepeilten Projektergebnissen sollen österreichische Hersteller und Zulieferer im Bereich vernetzter Fahrzeuge bei der Entwicklung und Produktion von neuen Lösungen unterstützt werden. Dazu werden im Rahmen des Projekts - ausgehend von den Anforderungen in den betrachteten Anwendungsfeldern - spezifische Methoden und Werkzeuge zur Entwicklung, Produktion und der Überwachung von vernetzten Systemkomponenten entwickelt.

Testumgebung „DigiTrans“



„DigiTrans“ verfolgt das Ziel, im Zentralraum Österreich-Nord (Linz – Wels – Steyr) eine Testregion für automatisiertes und vernetztes Fahren zu errichten. Das Projekt greift dabei Anforderungen aus der Industrie und von Infrastrukturbetreibern unter Einbeziehung von Digitalisierungs- und Logistikaspekten auf. DigiTrans fokussiert dabei auf Bedarf und Anwendungsfälle von Nutz- und Sonderfahrzeugen, besonders im Bereich von Logistik-Hubs und auf die gemeinsame Infrastrukturnutzung von Testumgebungen für autonomes Fahren. Durch die enge Abstimmung mit „ALP.Lab“ soll eine interdisziplinäre Abdeckung sichergestellt werden.

Stiftungsprofessur „Nachhaltige Transportlogistik 4.0“



Der beabsichtigte Lehrstuhl wird das Konzept des „Physical Internet“ aufgreifen, ein Konzept, das zum Ziel hat, das Logistiksystem nach dem Vorbild des Internets zu revolutionieren. Im neuen Forschungsschwerpunkt soll aufbauend auf dem Konzept erforscht werden, wie die Gütermobilität in Ballungszentren zukünftig nachhaltiger im Interessensausgleich von Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft gestaltet werden kann.

„K2 Digital Mobility – Context-Embedded Vehicle Technologies“



Das Mitte 2017 genehmigte K2-Kompetenzzentrum am Grazer Forschungszentrum VIRTUAL VEHICLE (Im Rahmen des Forschungsprogramms COMET) zielt auf eine enge Zusammenarbeit der Fahrzeug- und Digitalindustrie ab. Disruptive Digitalisierung, Mensch-zentrierte Ansätze und Context-embedded Vehicle Technologies werden im Fokus der zukünftigen Forschungsaktivitäten sein. Die Palette an Forschungsfeldern reicht von selbstfahrenden Fahrzeugen über Sicherheit, Funktionen- und Daten-Nutzung bis hin zu innovativen Prototypen-Tests und wegweisenden Mobilitäts-Konzepten.

Forschungsprojekt „auto.BUS Seestadt“



Im Projekt auto.BUS Seestadt wird an der technologischen und rechtlichen Weiterentwicklung von autonomen Kleinbussen gearbeitet. Ziel ist die nachhaltige Erhöhung der Effizienz und der Betriebssicherheit autonomer Fahrzeuge, um letztlich eine Buslinie in der Seestadt unter realen Bedingungen betreiben zu können - mit Haltestellen, Fahrplan und echten Fahrgästen.

Zentrum für künstliche Intelligenz „Audi.JKU deep learning center“



Die Johannes Kepler Universität hat gemeinsam mit dem Automobilhersteller Audi ein Zentrum für künstliche Intelligenz gegründet. Das Zentrum startet mit fünf Projekten. Diese beschäftigen sich beispielsweise mit der Umwelterfassung in komplexen Verkehrssituationen oder mit der Optimierung der Gefahrenerkennung und der Reaktion darauf. Ein Projekt widmet sich speziell der Auswertung der Sensordaten mittels künstlicher Intelligenz.

Stiftungsprofessur „Automated Driving“



Mit Ende 2017 wurde an der TU Graz gemeinsam mit AVL, Infineon und dem Virtuellen Fahrzeug eine Stiftungsprofessur mit dem Fokus auf automatisiertes Fahren initiiert. Diese widmet sich unter anderem dem Entwurf und Modellierung automatisierter Systeme/Architekturen, intelligente Daten- und Sensorfusion sowie der Vernetzung von „System-on-Chip“, „Electronic Components“ und „Systems and Intelligence“ im Kontext Automated Driving.

Testumgebung „ALP.Lab“



Die Testumgebung bündelt die gesamte Testkette von den ersten Simulationen bis hin zu Tests auf Prüfständen und Realversuchen auf Straßen. Der Fokus wird hierbei auf die Sicherheit von Personenkraftfahrzeugen gelegt. Testfahrten sollen künftig auf der A2 zwischen Graz-West und Laßnitzhöhe und von St. Michael bis zur steirisch-slowenischen Grenze (A9) stattfinden, auch das Leobener „Zentrum im Berg“ ist in die Testumgebung eingebunden, so dass auch Tests in Tunnels stattfinden können. Diese Vielfalt macht „ALP.Lab“ zu einer der umfassendsten Testumgebungen Europas.

Testumgebung für selbstfahrende Züge „Open.Rail.Lab“



Europas erste Testumgebung für selbstfahrende Züge auf offener Strecke entsteht in Österreich. Im „Open.Rail.Lab“ erproben Unternehmen und Forschungseinrichtungen neue Eisenbahntechnologien wie etwa Loks, die Eisenbahnkreuzungen oder Hindernisse auf den Schienen automatisch erkennen. Die Teststrecke zwischen Friedberg in der Steiermark und Oberwart im Burgenland ist über 25 Kilometer lang. Es kann die gesamte Entwicklung der Technik für selbstfahrende Züge durchlaufen werden – von ersten Simulationen am Computer bis zu Testfahrten im normalen Bahnbetrieb.

5G Testregion „5G Playground Carinthia“



Gemeinsam mit dem Land Kärnten errichtet das bmvit die erste Testregion für den kommenden Mobilfunkstandard 5G in Österreich mit dem Namen „5G Playground Carinthia“. Sie dient heimischen Betrieben als Versuchslabor unter Realbedingungen, in dem sie neue Technologien und Anwendungen entwickeln und erproben können. Dazu gehören etwa selbstfahrende Fahrzeuge, die mit ihrer Umgebung kommunizieren. Die 5G-Testregion wird am Lakeside Park in Klagenfurt, eingerichtet.

Stiftungsprofessur „Digitalisierung und Automatisierung im Verkehrs- und Mobilitätssystem“



Mit Sommer 2017 fiel der Startschuss für eine systemische Stiftungsprofessur an der Universität für Bodenkultur (BOKU). Die Stiftungsprofessur untersucht ab 2019 die systemischen Wirkungen und Anforderungen des Automatisierten und Digitalisierten Fahrens und somit Zusammenhänge, (Wechsel-)Wirkungen und Anforderungen des Digitalisierten und Automatisierten Fahrens von und an NutzerInnen, Wirtschaft, Gesellschaft, Raum und Umwelt. Dabei wird ein ganzheitlicher Ansatz umgesetzt. Das Ziel ist es, Entwicklungspfade aufzuzeigen, die es ermöglichen, die Potentiale der Technologie zu nutzen und negative Begleiterscheinungen zu vermeiden.



Many more...

Cornerstone project: AutoDrive

Lighthouse Mobility.E

- Bundling activities and projects in the field of future mobility
- Creating an ECS-driven implementation roadmap (**ECA2030**)

COSMOS (CSA)

- Lead: Gereon Meyer, VDI/VDE
- 24 months
- Start: November 2018
- VDI/VDE, AVL, Infineon, Virtual Vehicle, Vedecom, Valeo, STMicro, NXP

LIASE (Lighthouse Advisory Service)

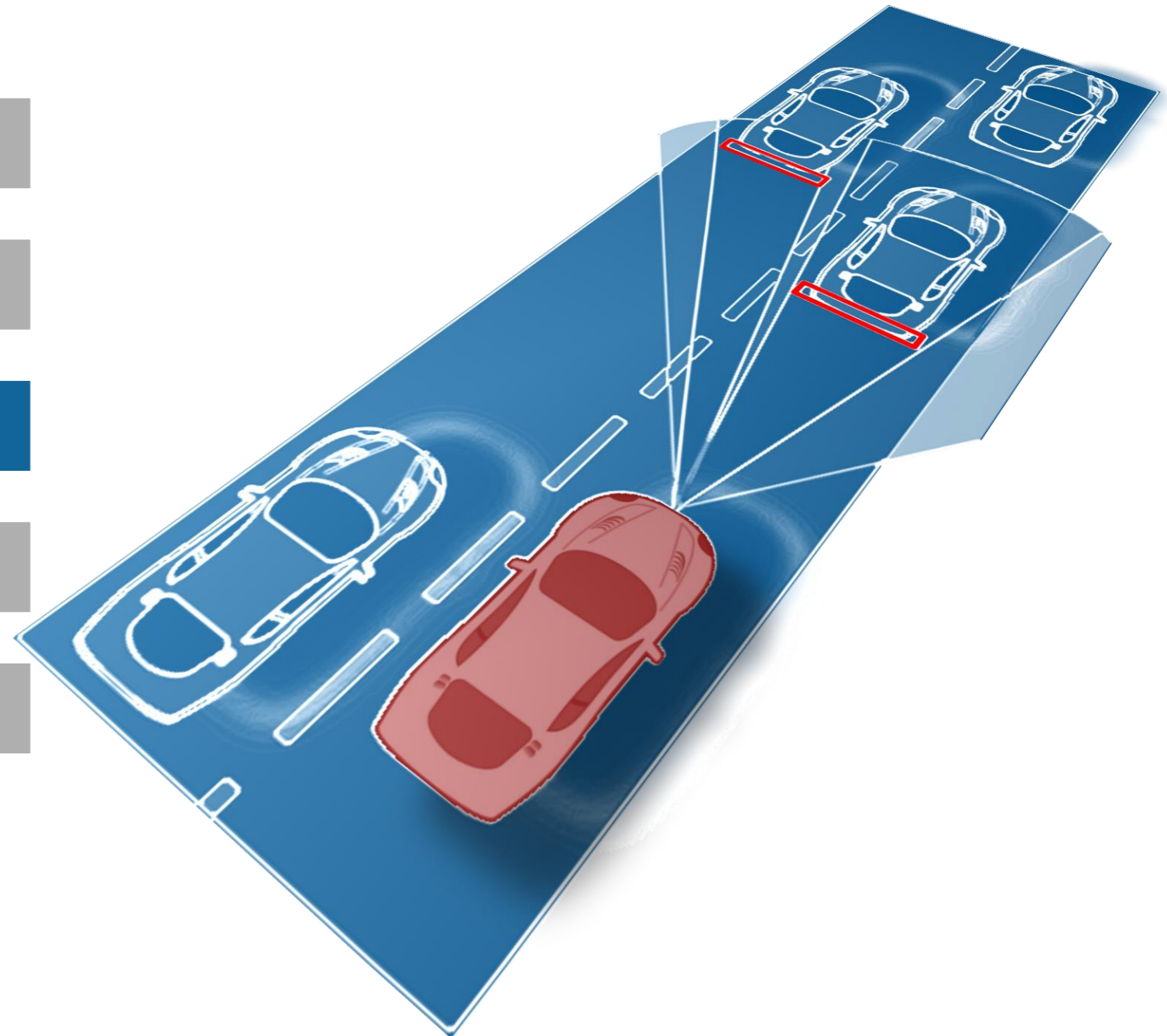
- Lead: Anton Chichkov (ECSEL)
- Committee: EC, EUCAR, EARPA, ERTRAC, EGVI, Valeo, Infineon, KIT, Virtual Vehicle

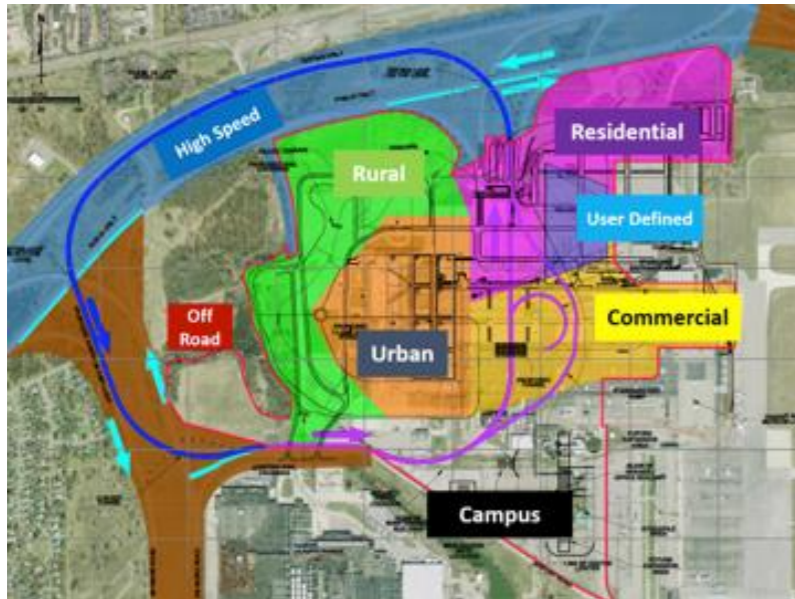


[<https://www.ecsel.eu/mobilitye>]

- **Intelligence on board**
- **Sensors and sensor fusion**
- **De-carbonization**
- **Connectivity and Connected node driving**
- **Safety and security validation**
- **Infrastructure and services for smart personal mobility and logistics**

- Motivation
- Austrian Activities
- Proving grounds**
- ISM TA
- SAE & IEEE





Source: American Center for Mobility



Source: Suntrax



Source: NICE CITY

- Cyber-physical testbeds are needed to validate smart mobility PoC projects, to test the interaction of mobility ecosystem components and **to determine the operational risk level**
- They are also required to be used **for certification of vehicle and infrastructure system components**

Straight forward approach → **FIT rate**

- “**Good enough means rare enough**, i.e. FP rate $< 10^{-n} / \text{h}$ ”
- If somehow an adequate n can be argued then demonstrate adequate safety (“validate system”) by testing/driving representatively in the order of 10^n hours.

SAE Level 2: **400.000 up to 1.000.000 km** (for FP)

SAE Level 4: FN and FP!

Different FIT rates for different layers:

- **Sense** ($10^{-4} / \text{h}$) – **plan** ($10^{-6} / \text{h}$) – **(act)** $10^{-8} / \text{h}$
- **Vehicle level:** $10^{-8} / \text{h}$ to $10^{-9} / \text{h}$

Challenge

- For $n > 5$ this becomes effectively **infeasible**
- Hazard Probability is the sum of HW failures (ISO26262) and sensor errors (SOTIF) probabilities

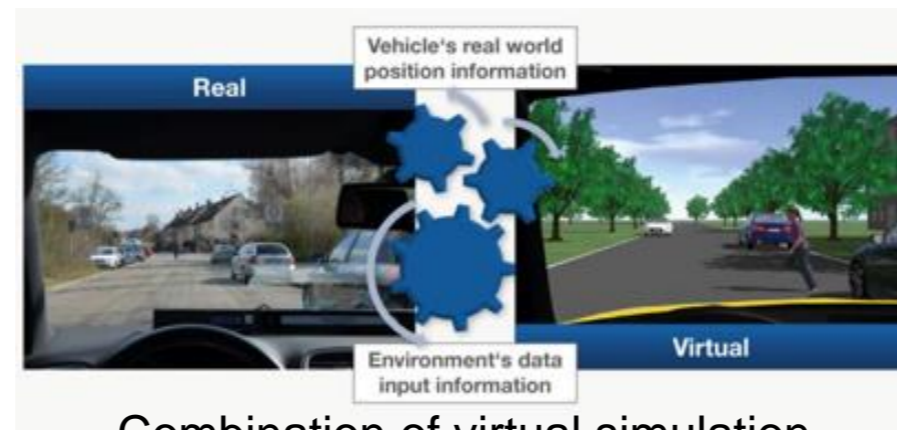
What is the process to validate the operational risk of a multi-modal mobility service model?



Understanding the operational risk of each mobility service standalone as well as in its interaction with other mobility ecosystem stakeholders



Fully simulated environment

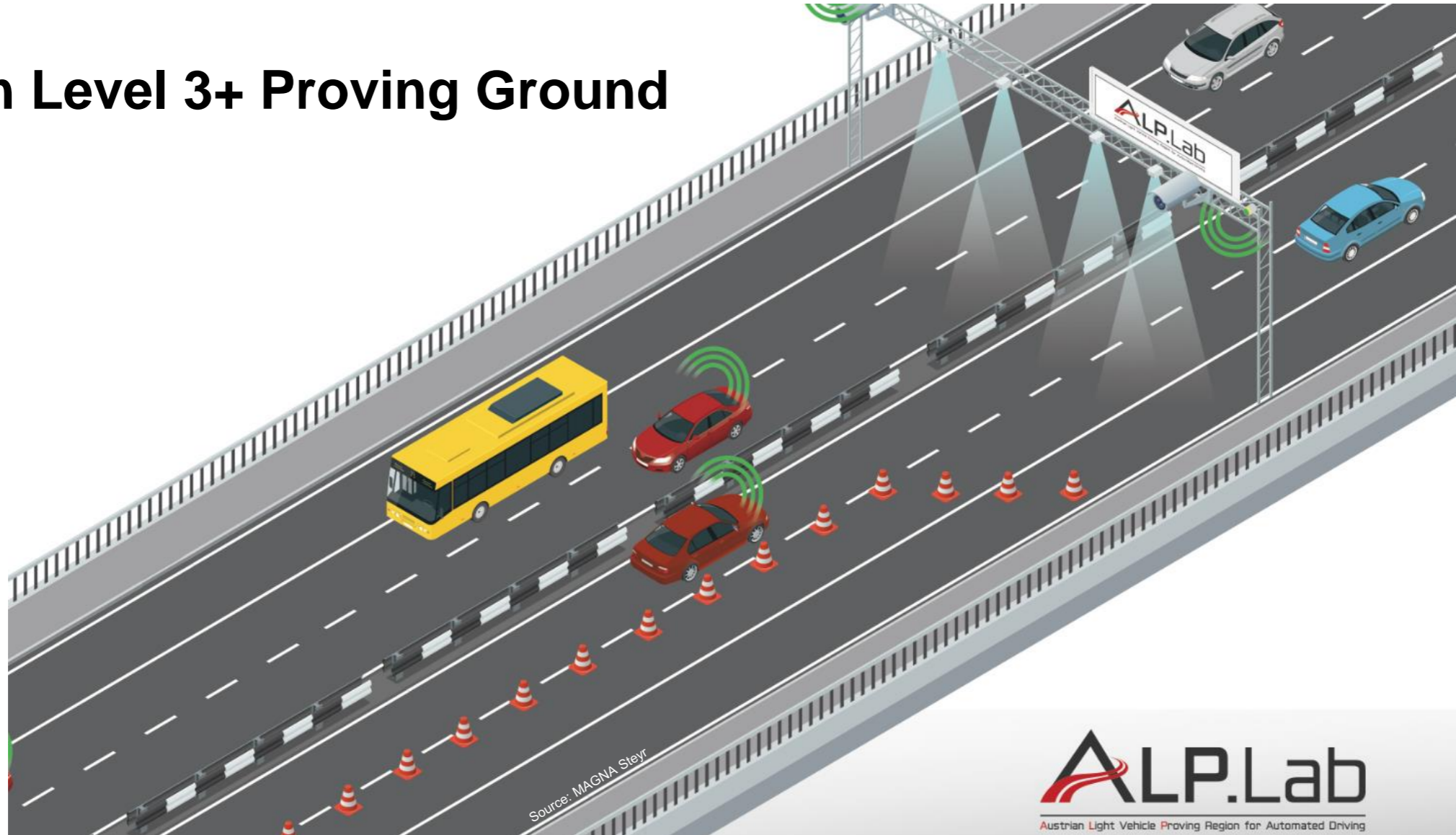


Combination of virtual simulation and real vehicle testing



Real world testing

Austrian Level 3+ Proving Ground



Shareholder



Core Partner



Proving Ground

available	available	available	in preparation	in preparation	planned
MAGNA & AVL proving grounds, Graz/ Styria	The Red Bull Ring, Spielberg/ Styria	Various air fields, Styria	Zala Zone Test Track, Zalaegerszeg / Hungary	Lungau proving grounds, Salzburg (tunnel, toll station, snow)	Research@ZaB, Eisenerz/ Styria (tunnel)

Public Road

available	available	available	planned	planned	...with more testing grounds that will follow
Motorway A2, Graz-West – Laßnitzh.	Motorway A9, A2 St. Michael – Graz-Ost (tunnel, toll station)	Motorway S6, S35, A9 Leoben – SLO (border crossing)	City of Graz, Graz/ Styria	Various mountain roads, Carinthia / Styria	



✓ Model/Software/Hardware in the Loop

Bring in scenarios from road tests into virtual environment to test SW and HW functions

✓ Driving Simulator

Test the Human-Machine Interface (HMI) for ADAS/AD specific situations, e.g. hand-over from vehicle to driver

✓ Vehicle in the Loop (Driving Cube™)

Automated system evaluation of a complete vehicle in a reproducible environment on a test bed

✓ Proving Ground Tests

Individual desired scenarios and manoeuvres, e.g. EuroNCAP Tests

✓ Public Road Tests

Test in regional specific real-world scenarios

✓ Data and Cloud Services

Data processing and management
Analysing and reporting
Simulation environment

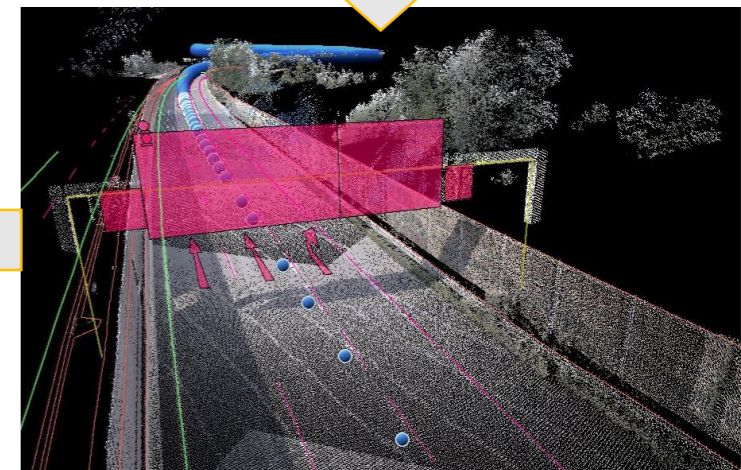
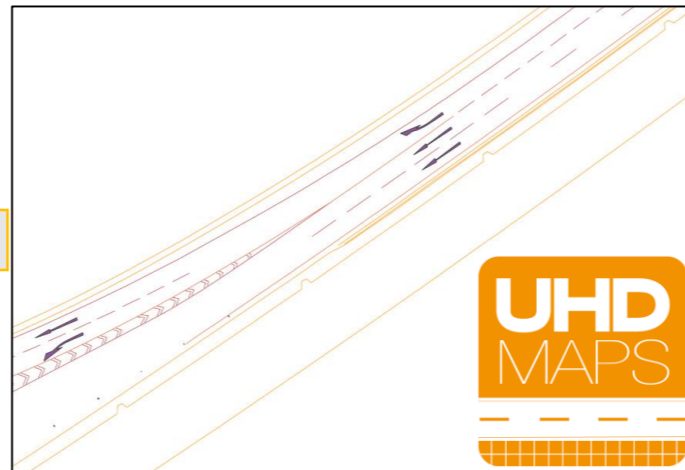


Leica Pegasus 2 Ultimate Dual Head



UHD Exports

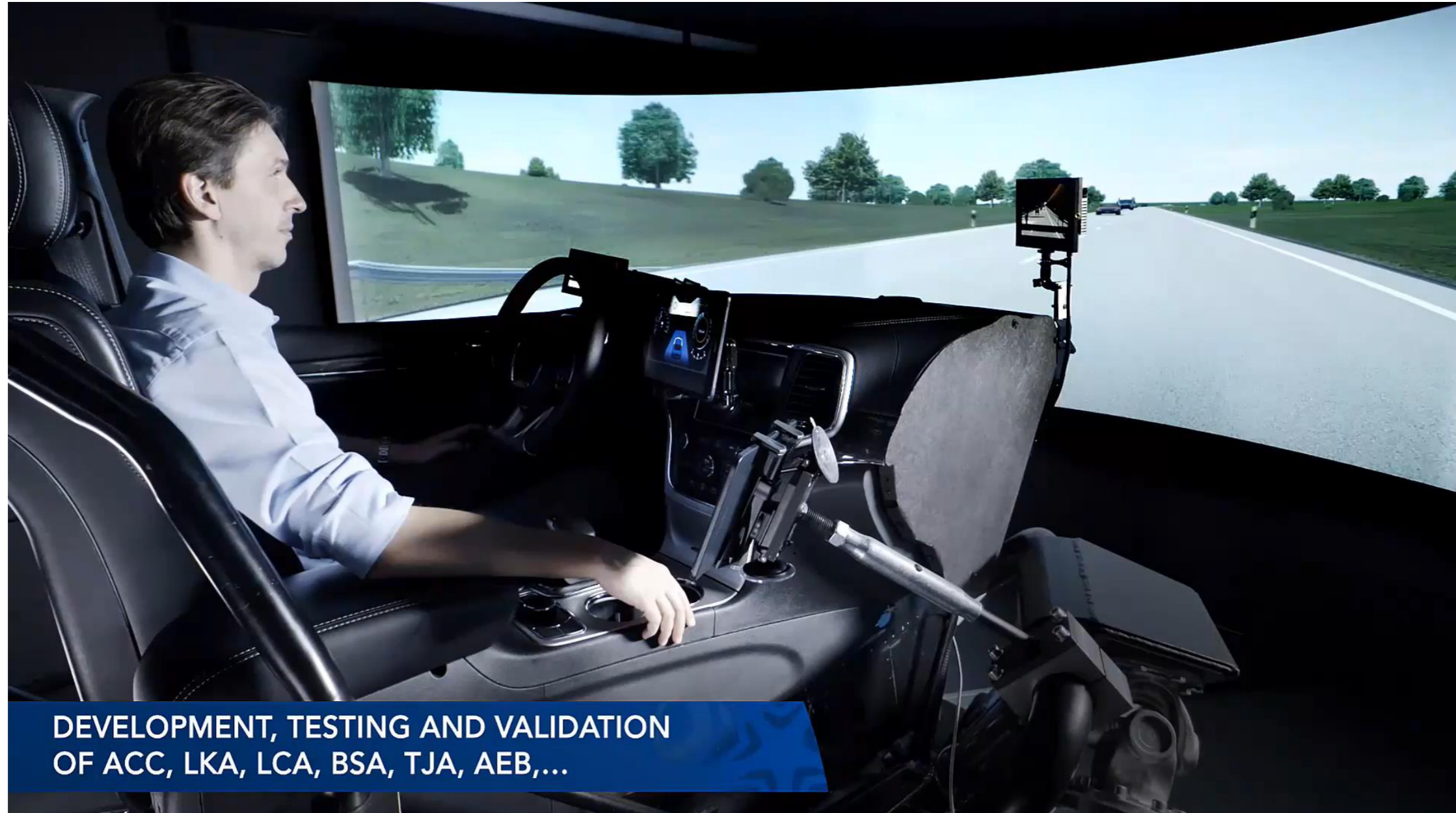
- Road5
- OpenDrive
- Road2Simulation
- Cloud Service







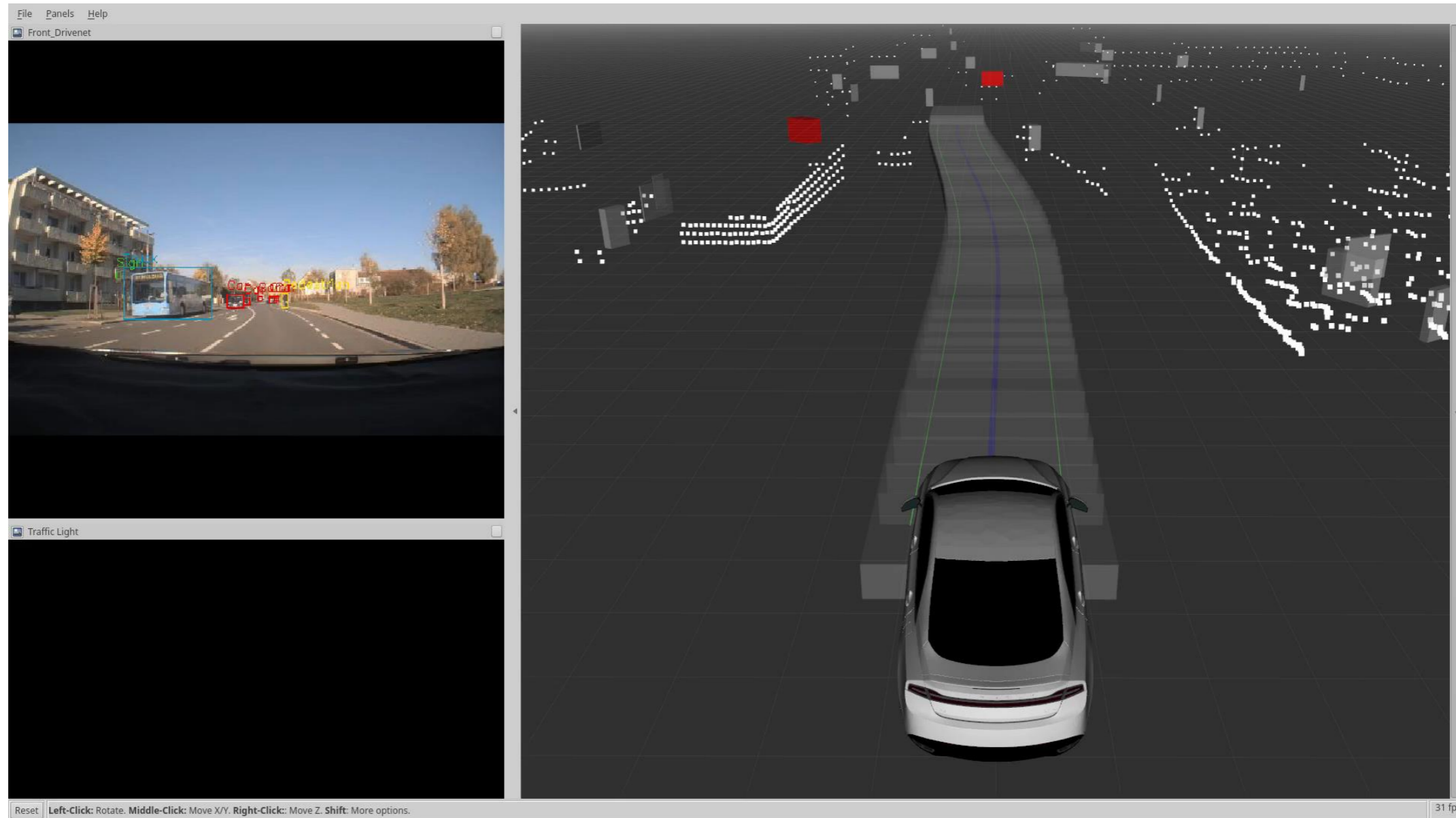




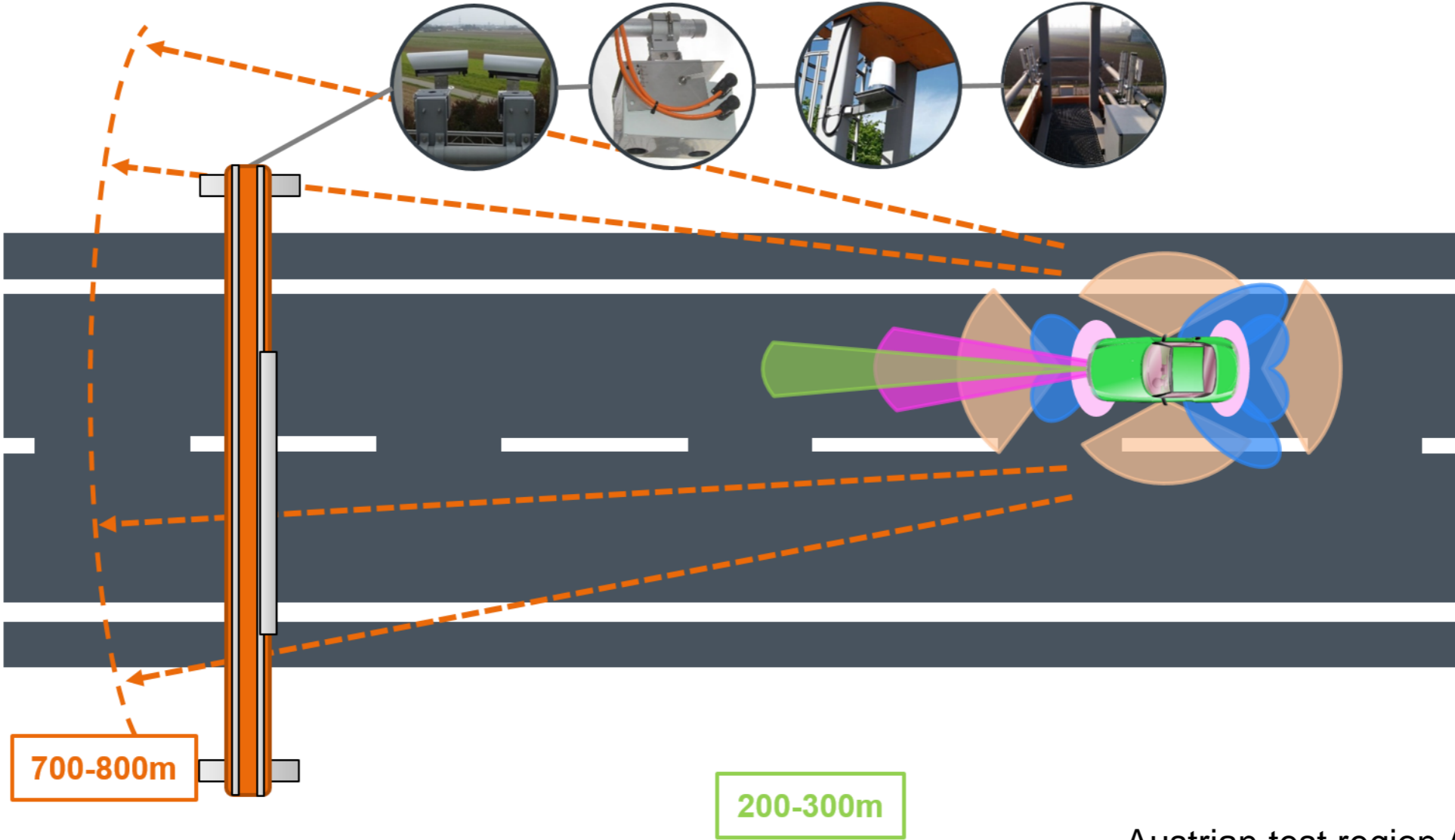
Proving ground



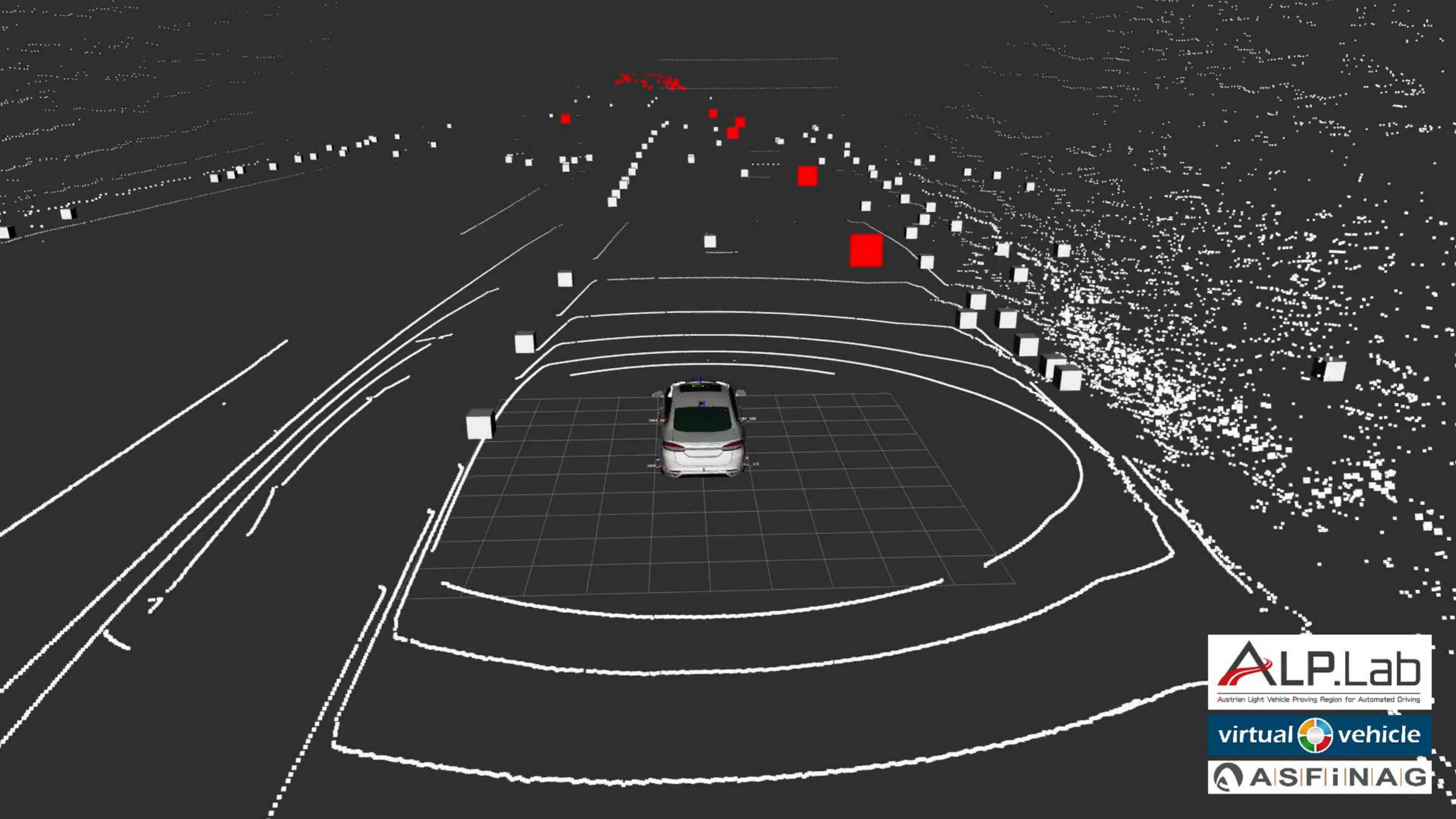
Public roads (L4 vehicle, 2018)



Enhancement of view



Austrian test region ALP.Lab

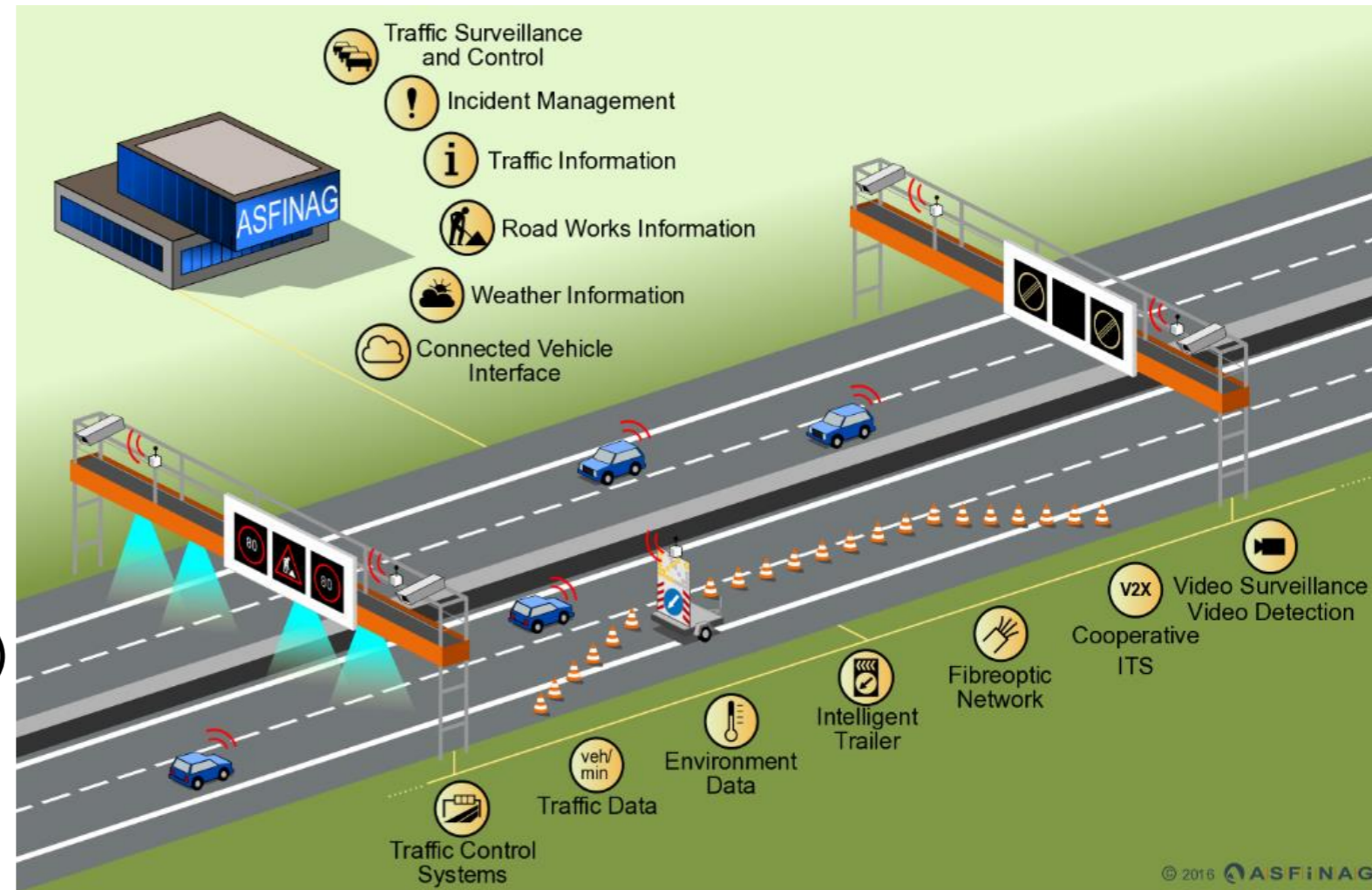


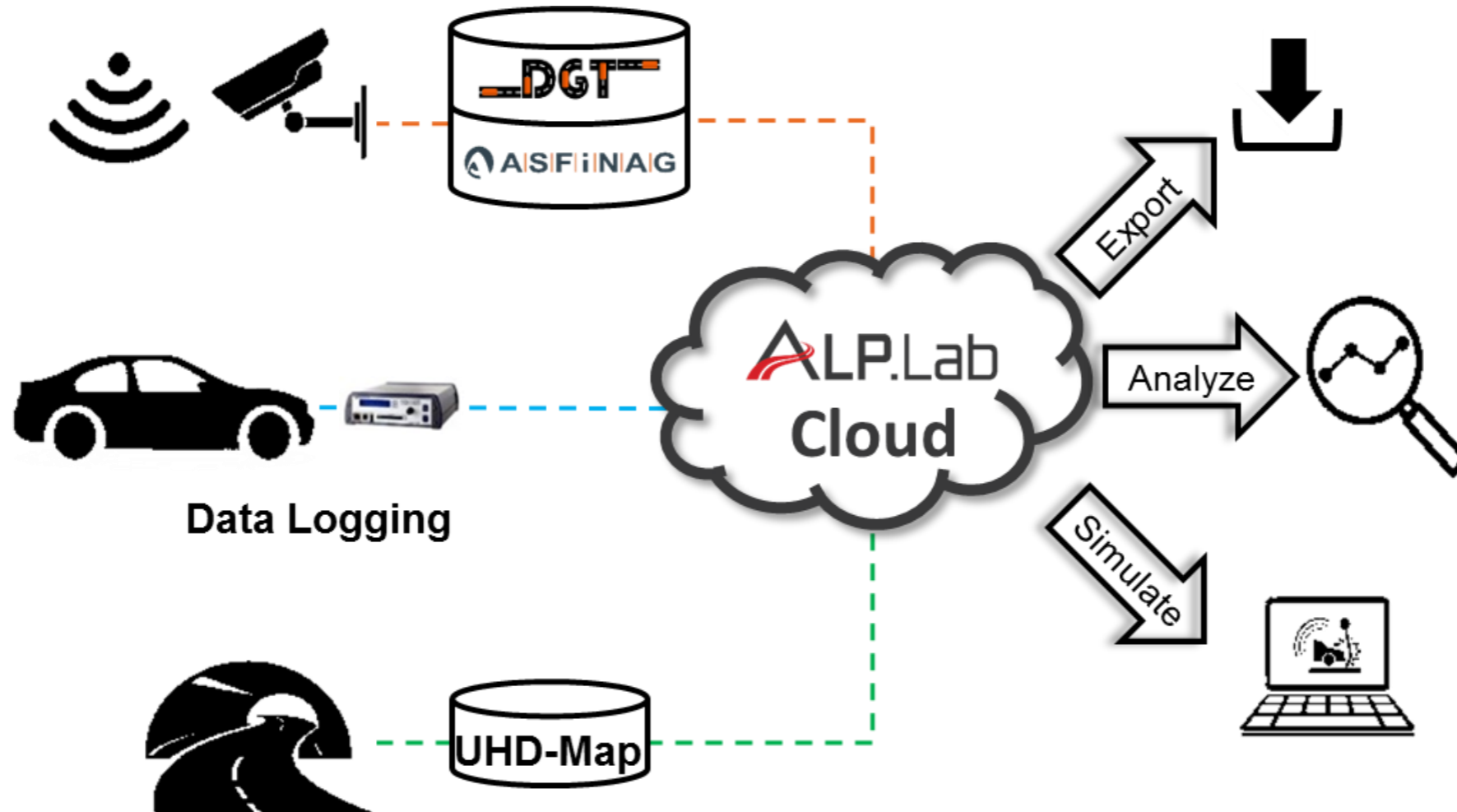
Road infrastructure:

- ✓ Length: 23 km
- ✓ Lanes: 3 + 3
- ✓ Intersections: 2
- ✓ Exits: 2

Physical & digital infrastructure:

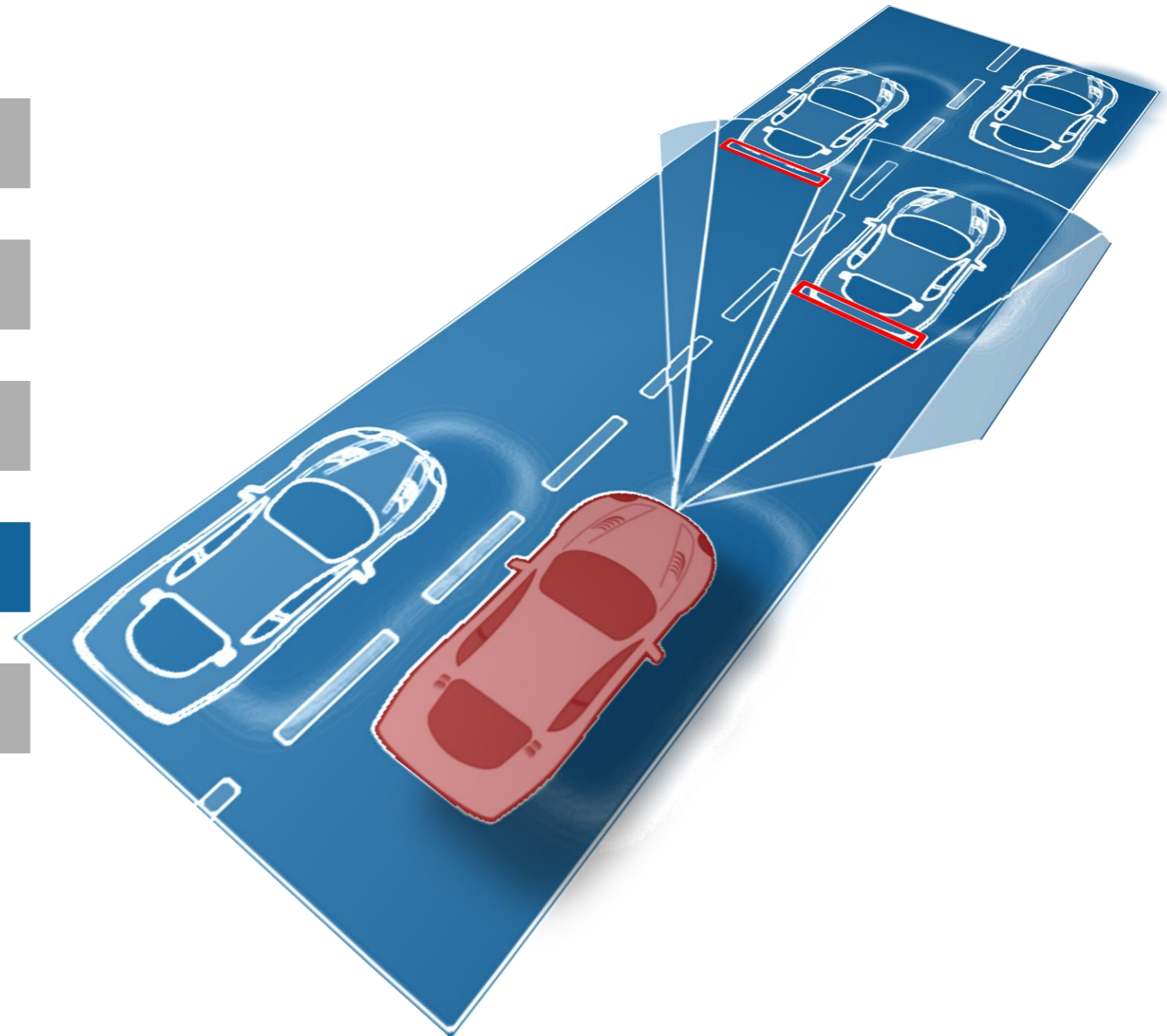
- ✓ Cameras: 22
- ✓ Radar sensors: 3 (coverage 1,6 km)
- ✓ Traffic detection: 8 Gantries
- ✓ Variable message signs: 12
- ✓ C-ITS G5 service





- Automotive OEM's, suppliers, mobility service providers
- Urban planning and transportation infrastructure builders
- Simulation tool providers
- Test and certification companies
- Standards development organizations and regulators
- ICT companies
- Start-Up's

- Motivation
- Austrian Activities
- Proving grounds
- ISMTA**
- SAE & IEEE



Which information is needed by the user community of smart mobility testbeds?

- Global overview about testbed capabilities to validate CV/AV/EV technologies
- Access to test scenarios (virtual and physical)
- Access to test data
- Classification of proven test methods
- Independent validation of innovations
- Clarification how to get to certified components, systems, processes in a MaaS context (safety and security)

Goals:

- **Interconnection of leading international test beds** for testing of smart mobility services (specific focus on highly automated driving)
- Establishment of an **globally acting orchestrator** for state-of-the-art testing and validation methods in mobility as a service ecosystem (highly automated, connected, shared mobility)
- **Utilization of (vehicle) testing and validation data** (pooling and aggregation of data)

→ Contact: **Dr. Joachim Taiber**

Founding entities:



Invited testbeds to join:

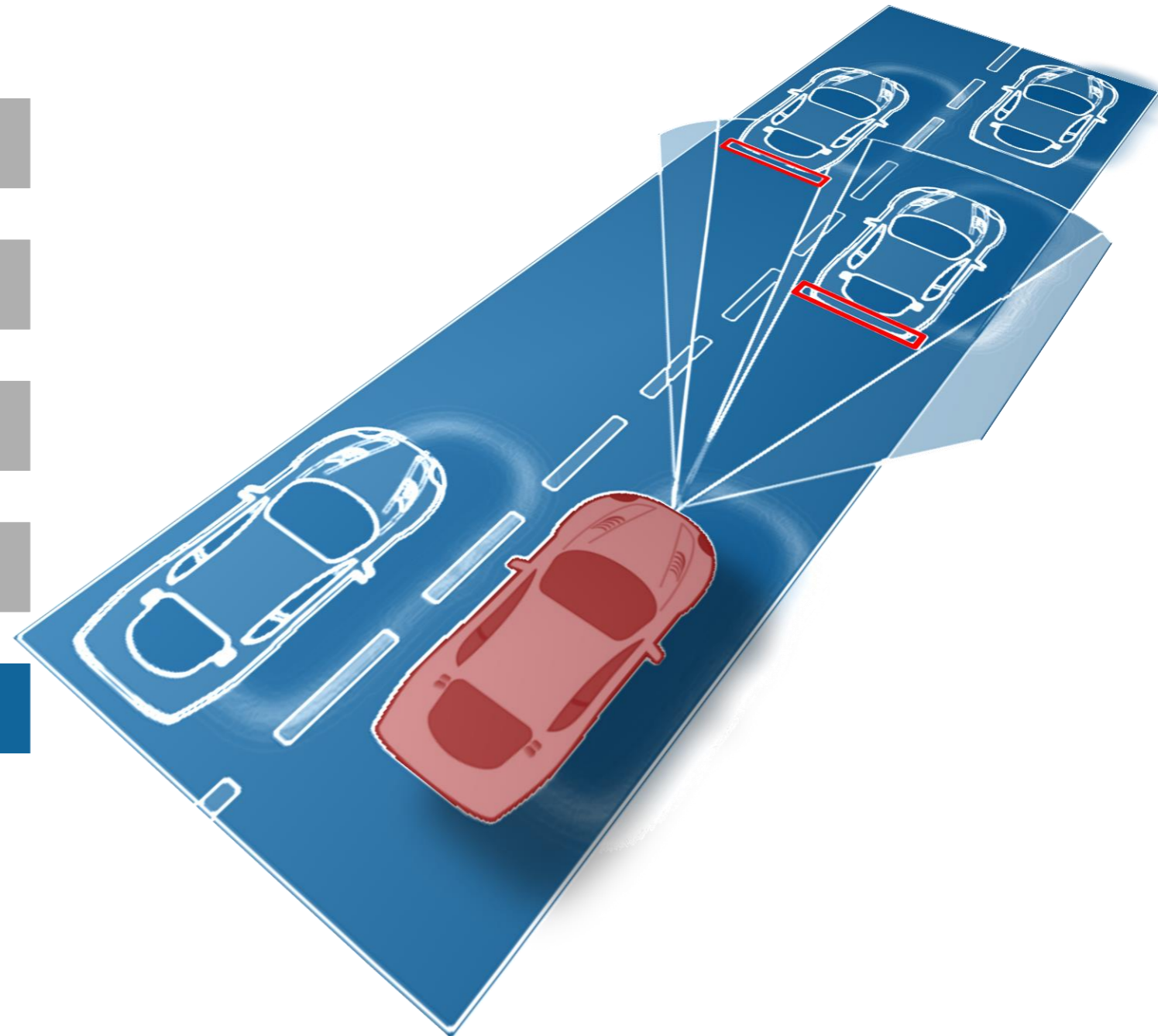


To create a **global community of users, designers, and operators** of mobility-as-a-service cyber-physical testbeds that contributes to the quality standard development **how automated transportation solutions are being validated and certified** to minimize operational risk in real world deployment.

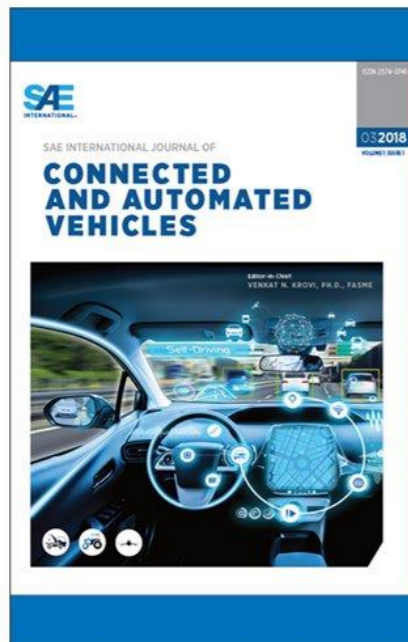
Develop a unique international portfolio of smart mobility testbeds that meet the highest quality standards and are being constantly updated according to shared best practices and research outcomes to accelerate the adoption of automated mobility services.

Generate test data sets that can be utilized across the network of certified mobility-as-a-service testbeds in a plug-and-play manner.

- Motivation
- Austrian Activities
- Proving grounds
- ISM TA
- SAE & IEEE**



- **SAE Int. Journal on Connected and Automated Vehicles**
- Launched in 2018
- **Editors-in-Chief:** Daniel Watzenig and Terry Fruehling
- 4 issues per year, continuous call for papers
- Special issue on “Safety and Reliability” (deadline: March 2019)



Submit Your Work!

<https://www.editorialmanager.com/saeconnautomveh>

SAE International Journal of Connected and Automated Vehicles follows a double-blind peer-review process.

Learn more at: <https://www.sae.org/publications/collections/content/E-JOURNAL-12/>

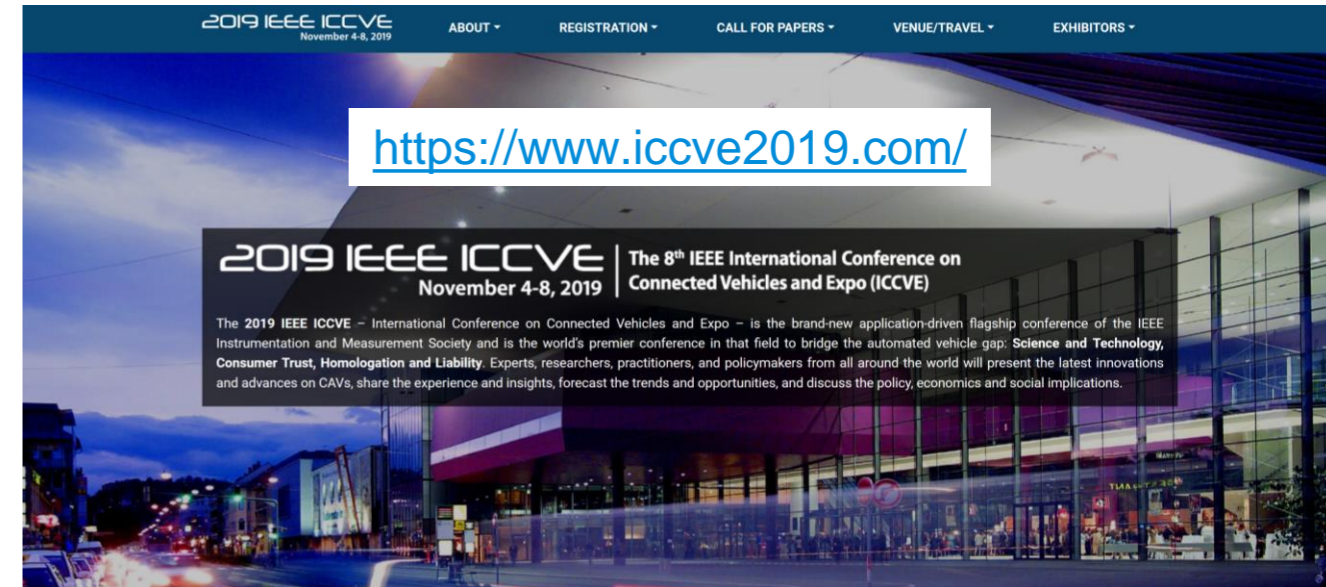
Call for Papers

SAE International Journal of Connected and Automated Vehicles

SAE International Journal of Connected and Automated Vehicles furthers the state of the art of engineering research by promoting high-quality theoretical and applied investigations in the arena of connected and autonomous vehicles (CAVs) in on-road, off-road, and aerial operational environments. The enormous growth in numbers, diversity, and complexity of CAVs has been driven by: (i) enhancements of fundamental scientific understanding; (ii) technological convergence of computing, communication, and miniaturization; and (iii) increased scale and complexity of tangible embodiments and engineering implementations at the component-, subsystem-, and system-levels.

<https://www.sae.org/publications/journals/calls-for-papers-connected-and-automated-vehicles>

- **Int. Conf. on Connected, Automated Vehicles & Expo**
- Vehicle technology meets ITS
- **November 4-8, 2019**
- Location: **Graz, Austria**
- **General Chair: Daniel Watzenig**
- **Program Chairs:**
 - Reinhard Pfliegl, Horst Bischof, Anton Fuchs, Antonella Ferrara, Aldo Sorniotti
- **Current patrons:** BMVIT, AVL, Infineon, Nvidia, Roborace
- **Keynotes:**
 - S. Shladover (UCB), P. Koopman (CMU), T. Kuehbeck (BMW), M. Kochenderfer (Stanford)
- **Special Session Proposals** by Feb 15, **Full Papers** by May 5, 2019



Overview of Connected and Automated Driving Activities in Austria (and beyond)

Daniel Watzenig

Virtual Vehicle Research Center

Graz University of Technology, Austria

A3PS Future Propulsion Systems: Eco-Mobility 2018

November 2018, Vienna