

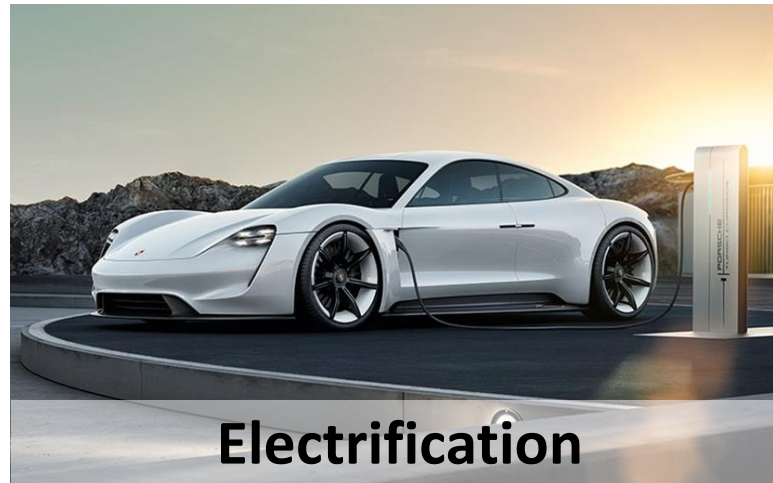
FT30 – Advanced Driver Assistance Systems

Introduction Advance Driver Assistance Systems and Automated Driving
Prof. Bernhard Schick

Agenda

Nr.	Datum	Inhalt
1	23.04.	Introduction Advance Driver Assistance Systems and Automated Driving
2	07.05	ADAS/AD for Longitudinal Guidance
3	14.05.	ADAS/AD for Lateral Guidance
4	28.05.	ADAS/AD for Automated Parking
5	11.06.	User Experience with ADAS
6	18.06	Track Day
7	TBD	Exam Questions

Our world is changing in a disruptive way. The development and validation of the new systems significantly increases the complexity.



IN THE AGE OF DIGITAL TRANSFORMATION

Introduction



The dream of self-driving vehicles



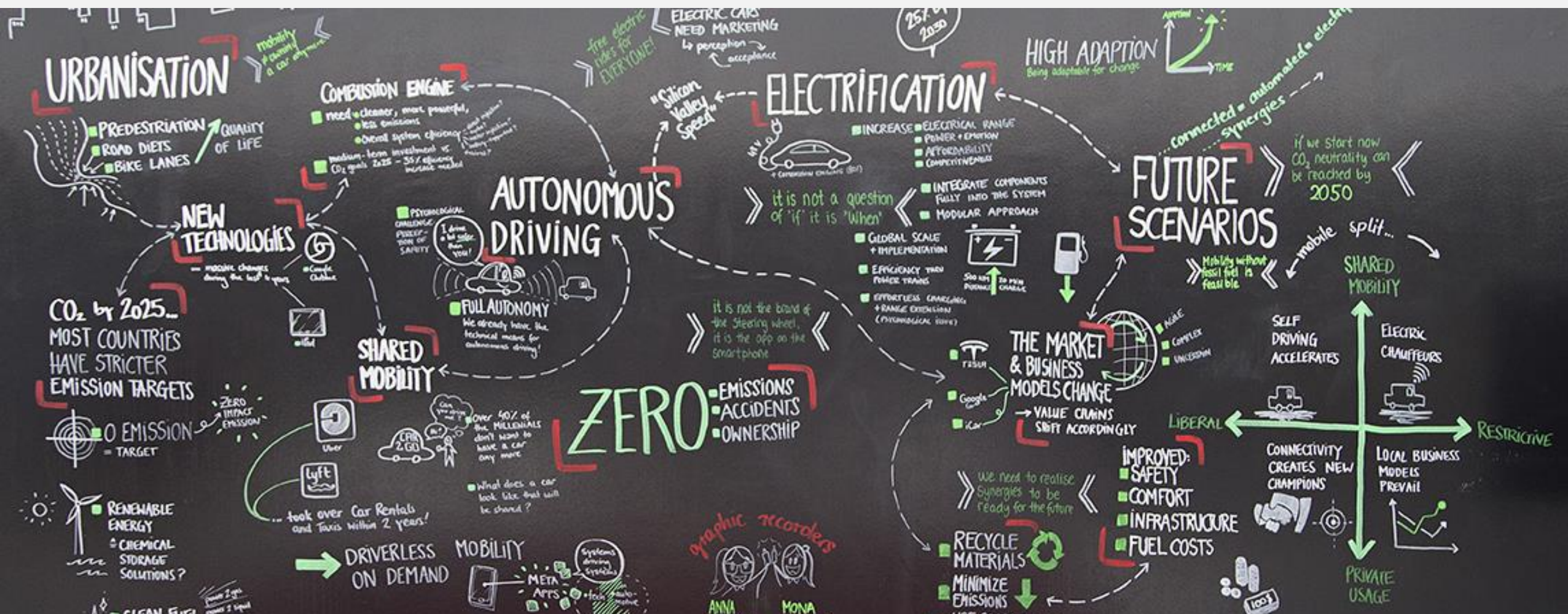
Utopia?



Reality?



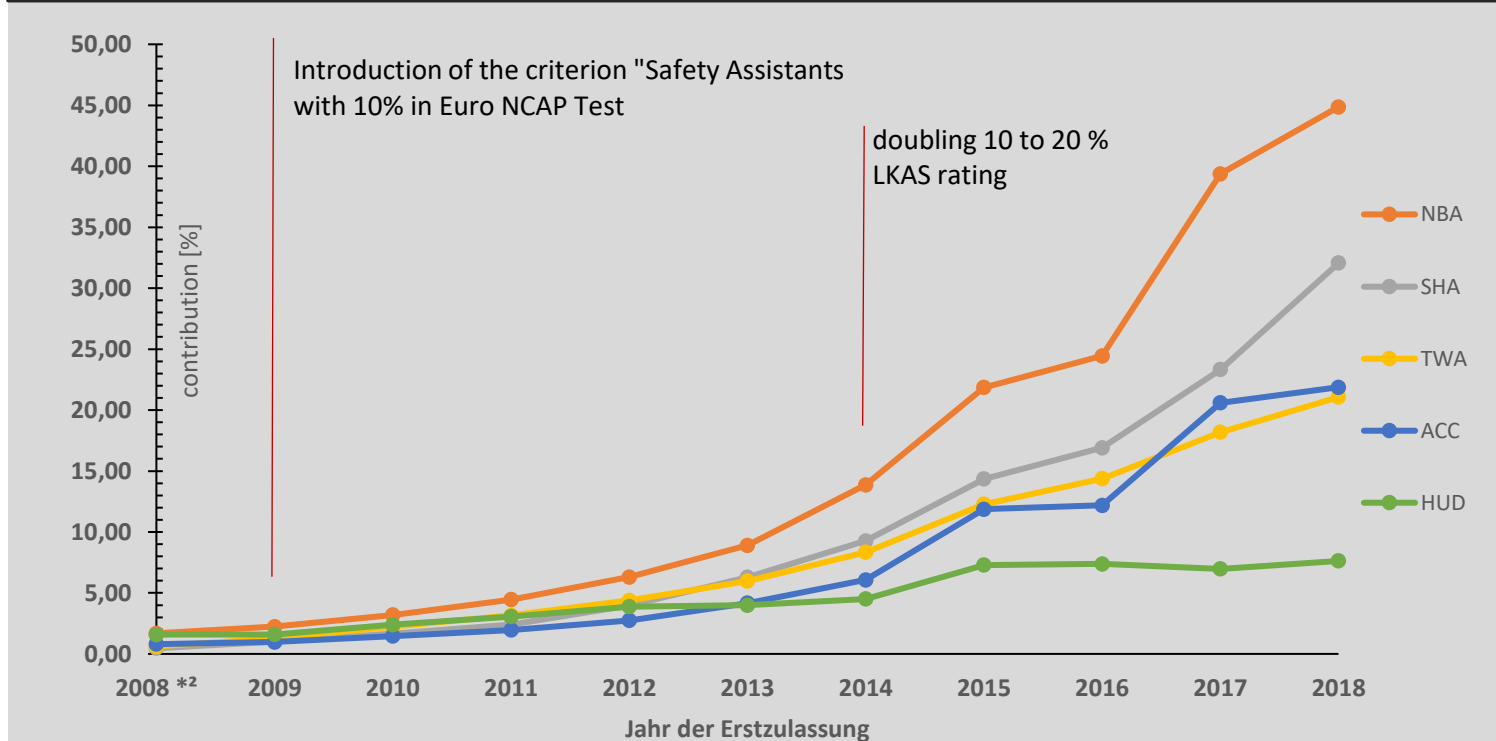
Introduction



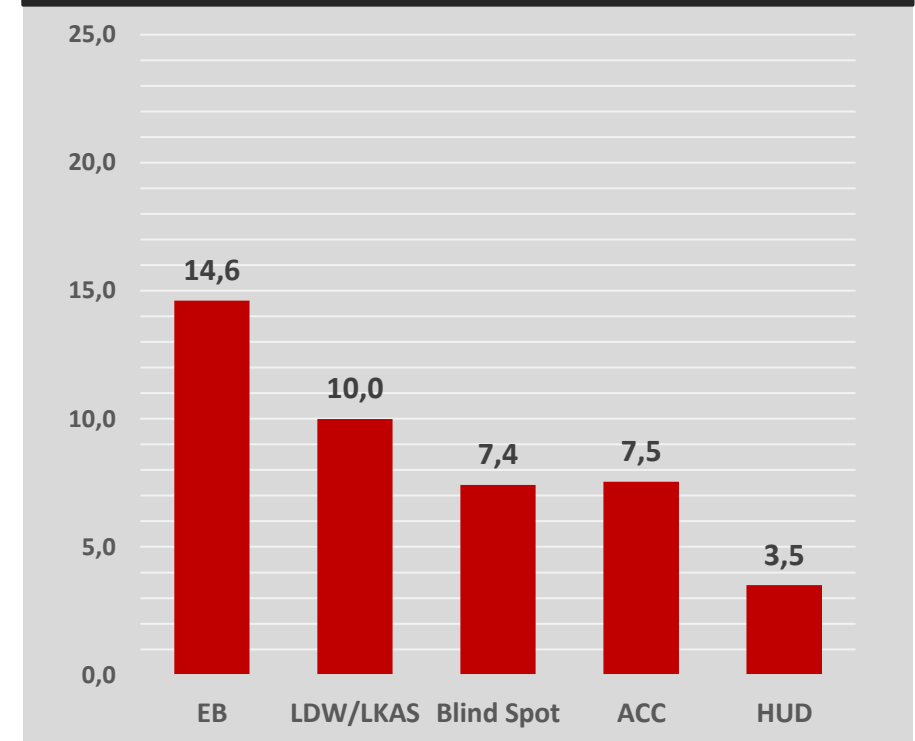
Workshop 1: Which driver assistance systems do you know?

Vehicle fleet show a relative low technology penetration of ADAS.

Annual Penetration Rate* [%]



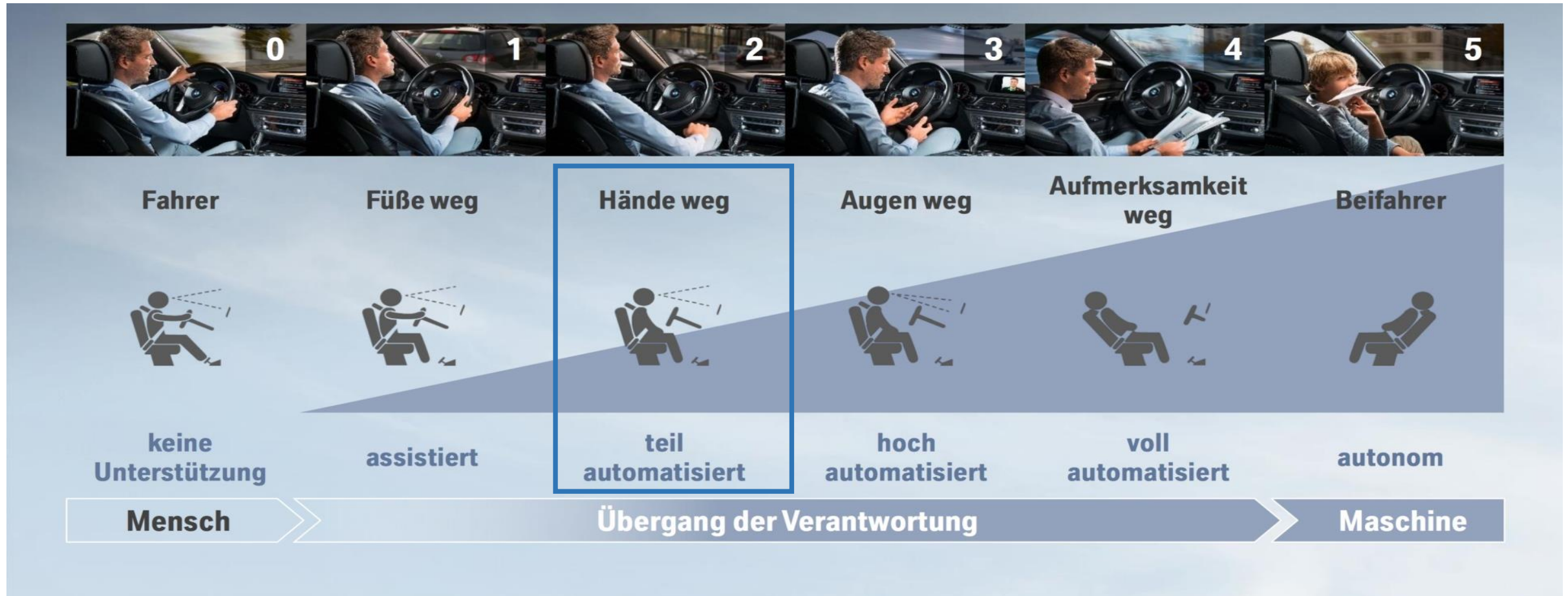
Total Penetration Rate* [%]



* Overall Vehicle Fleet 59,1 % <10 years, 40,1 % > 10 years Source: Mobile.de

What are ADAS and Automated Driving?

Taxonomy definition of Autonomous Driving (SAE J3016)



What are ADAS and Automated Driving?

Rechtssicherheit für automatisiertes Fahren

Rechtssicherheit für die Nutzer von Assistenz- beziehungsweise automatisierten Fahrsystemen: Dieses Ziel verfolgt die Bundesregierung mit dem Gesetzentwurf zur Änderung des sogenannten Wiener Übereinkommens über den Straßenverkehr. Der Bundesrat hat dafür nun auch grünes Licht erteilt.



Erstmals sind Fahrzeugsysteme erlaubt, die einen Einfluss auf das Führen eines Fahrzeugs haben.

Foto: pa/obs/ERGO Versicherungsgruppe

Die Digitalisierung wirkt sich auch auf den Straßenverkehr aus. Dafür ist das beschlossene Vertragsgesetz, dass der innerstaatlichen Umsetzung der Änderung des Übereinkommens vom 8. November 1968 über den Straßenverkehr dient, notwendig. Hierbei handelt es sich um einen völkerrechtlichen Vertrag, der den Straßenverkehr durch Standardisierung der Verkehrsregeln sicherer machen soll.

Rechtliche Hürden für automatisiertes Fahren beseitigt

Die Änderung des Übereinkommens sieht vor, dass nun erstmals Fahrzeugsysteme erlaubt sind, die einen Einfluss auf das Führen eines Fahrzeugs haben. Damit gemeint sind technische Systeme, die den Fahrer unterstützen, wie Fahrerassistenzsysteme oder automatisierte Fahrfunktionen.

Vienna Convention 1968

- Under international law (United Nation - UN)
- **Every vehicle which is in motion must have a driver**
- At all times, the vehicle operator's ability to control his vehicle
- Controllability of the vehicle driver at a speed which is adapted to the traffic conditions

Amendment to the Vienna Convention:

- For the first time, vehicle systems are allowed which have an influence on the driving of a vehicle
- Has entered into force on **23 March 2016** for Germany

What are ADAS and Automated Driving?

On 30 March 2017, German parliament agreed the new regulations for the driving of cars with **high and fully automated driving functions**.

- highly automated and fully automated driving function is permissible "**within the scope of the intended use**". Is designed for use on motorways, the car should not be used for traffic on other roads.
- **Driver must remain perceptible.**
The driver may "**turn away from traffic and vehicle guidance**", but must be perceptible, that it can take over the control again if requested.
- **Liability in automated mode is with the manufacture**
Data logger must be installed. Deadline for the **data storage is 6 months**, unless the car was involved in an accident

§ 1a Kraftfahrzeuge mit hoch- oder vollautomatisierter Fahrfunktion

(1) Der Betrieb eines Kraftfahrzeugs mittels hoch- oder vollautomatisierter Fahrfunktion ist zulässig, wenn die Funktion bestimmungsgemäß verwendet wird.

(2) Kraftfahrzeuge mit hoch- oder vollautomatisierter Fahrfunktion im Sinne dieses Gesetzes sind solche, die über eine technische Ausrüstung verfügen,

1. die zur Bewältigung der Fahraufgabe – einschließlich Längs- und Querverführung – das jeweilige Kraftfahrzeug nach Aktivierung steuern (Fahrzeugsteuerung) kann,
2. die in der Lage ist, während der hoch- oder vollautomatisierten Fahrzeugführung gerichteten Verkehrsvorschriften zu entsprechen
3. die jederzeit durch den Fahrzeugführer manuell übersteuerbar ist
4. die die Anforderlichkeit der eigenhändigen Fahrzeugsteuerung anzeigt
5. die dem Fahrzeugführer das Erfordernis der eigenhändigen Fahrzeugsteuerung vor der Abgabe der Fahrzeugsteuerung an den Fahrer anzeigt
6. die auf eine der Systembeschreibung zuwiderlaufende Verwendung der Fahrfunktion hinweist

Der Hersteller eines solchen Kraftfahrzeugs hat in der Systembeschreibung die Voraussetzungen des Satzes 1 festzulegen.

(3) Die vorstehenden Absätze sind nur auf solche Fahrzeuge anzuwenden, die nach § 1 Absatz 1 zugelassen sind, den in Absatz 2 Satz 1 enthaltenen Vorgaben entsprechen und deren hoch- oder vollautomatisierte Fahrfunktionen

1. in internationalen, im Geltungsbereich dieses Gesetzes anzuwendenden Vorschriften beschrieben sind und diesen entsprechen oder
2. eine Typgenehmigung gemäß Artikel 20 der Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. September 2007 zur Schaffung eines Rahmens für die Genehmigung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern sowie von Systemen, Bauteilen und selbstständigen technischen Einheiten für diese Fahrzeuge (Rahmenrichtlinie) (ABl. L 263 vom 9.10.2007, S. 1) erteilt bekommen haben.

(4) Fahrzeugführer ist auch derjenige, der eine hoch- oder vollautomatisierte Fahrfunktion im Sinne des Absatzes 2 aktiviert und zur Fahrzeugsteuerung verwendet, auch wenn er im Rahmen der bestimmungsgemäßen Verwendung dieser Funktion das Fahrzeug nicht eigenhändig steuert.

§ 1b Rechte und Pflichten des Fahrzeugführers bei Nutzung hoch- oder vollautomatisierter Fahrfunktionen

(1) Der Fahrzeugführer darf sich während der Fahrzeugführung mittels hoch- oder vollautomatisierter Fahrfunktionen gemäß § 1a vom Verkehrsgeschehen und der Fahrzeugsteuerung abwenden; dabei muss er derart wahrnehmungsbereit bleiben, dass er seiner Pflicht nach Absatz 2 jederzeit nachkommen kann.

(2) Der Fahrzeugführer ist verpflichtet, die Fahrzeugsteuerung unverzüglich wieder zu übernehmen,

1. wenn das hoch- oder vollautomatisierte System ihn dazu auffordert oder
2. wenn er erkennt oder auf Grund offensichtlicher Umstände erkennen muss, dass die Voraussetzungen für eine bestimmungsgemäße Verwendung der hoch- oder vollautomatisierten Fahrfunktionen nicht mehr vorliegen.

Straßenverkehrsgesetz (StVG)

StVG

Ausfertigungsdatum: 03.05.1909

Vollzitat:

"Straßenverkehrsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 5. März 2003 (BGBl. I S. 310, 919), das durch Artikel 8 des Gesetzes vom 17. Juli 2017 (BGBl. I S. 2421) geändert worden ist"

Stand: Neufassung durch Dekr. v. 3.9.2003 I 310, 919
zuletzt geändert durch Art. 21 G v. 23.6.2017 I 1822

Hinweis: Änderung durch Art. 4 G v. 30.6.2017 I 2054 (Nr. 44) textlich nachgewiesen, dokumentarisch nicht abschließend bearbeitet
Änderung durch Art. 2 G v. 30.6.2017 I 2162 (Nr. 44) ist berücksichtigt
Änderung durch Art. 8 G v. 17.7.2017 I 2421 (Nr. 48) ist berücksichtigt

Fußnote

(+++ Textnachweis Geltung ab: 1.6.1983 +++)
(+++ Maßgaben aufgrund des EinigVtr vgl. StVG Anhang EV;
teilweise nicht mehr anzuwenden +++)

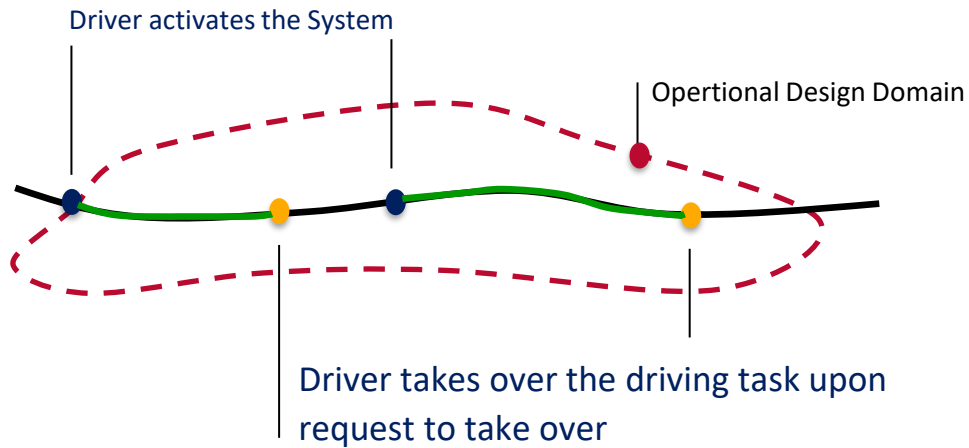
(+++ Amtliche Hinweise des Normgebers auf EG-Recht:
Umsetzung der
EWGRL 59/92 (CELEX Nr.: 31992L0059)
EWGBes 465/93 (CELEX Nr.: 31993D0465) vgl. G v. 22.4.1997 I 934
Umsetzung der
EWGRL 439/91 (CELEX Nr.: 31991L0439) vgl. G v. 24.4.1998 I 747 +++)

Im Saarland eingeführt durch § 15 Buchst. q G v. 23.12.1956 I 1011

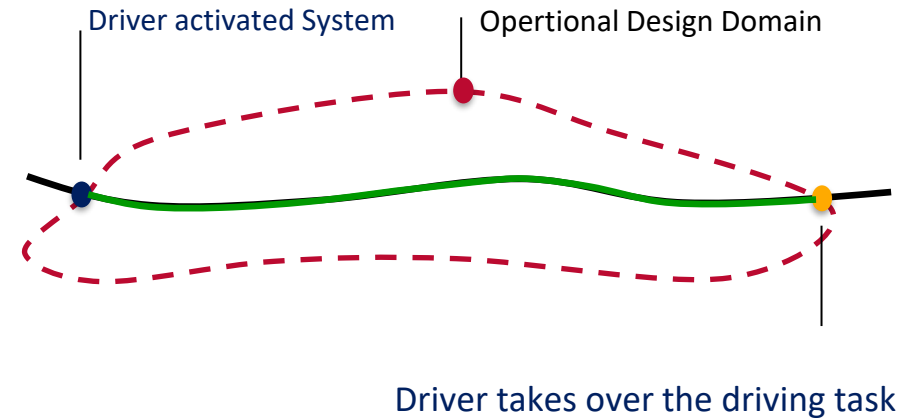
What are ADAS and Automated Driving?

Difference between level 3 and 4 – there is still a driver

Level 3 - Automation

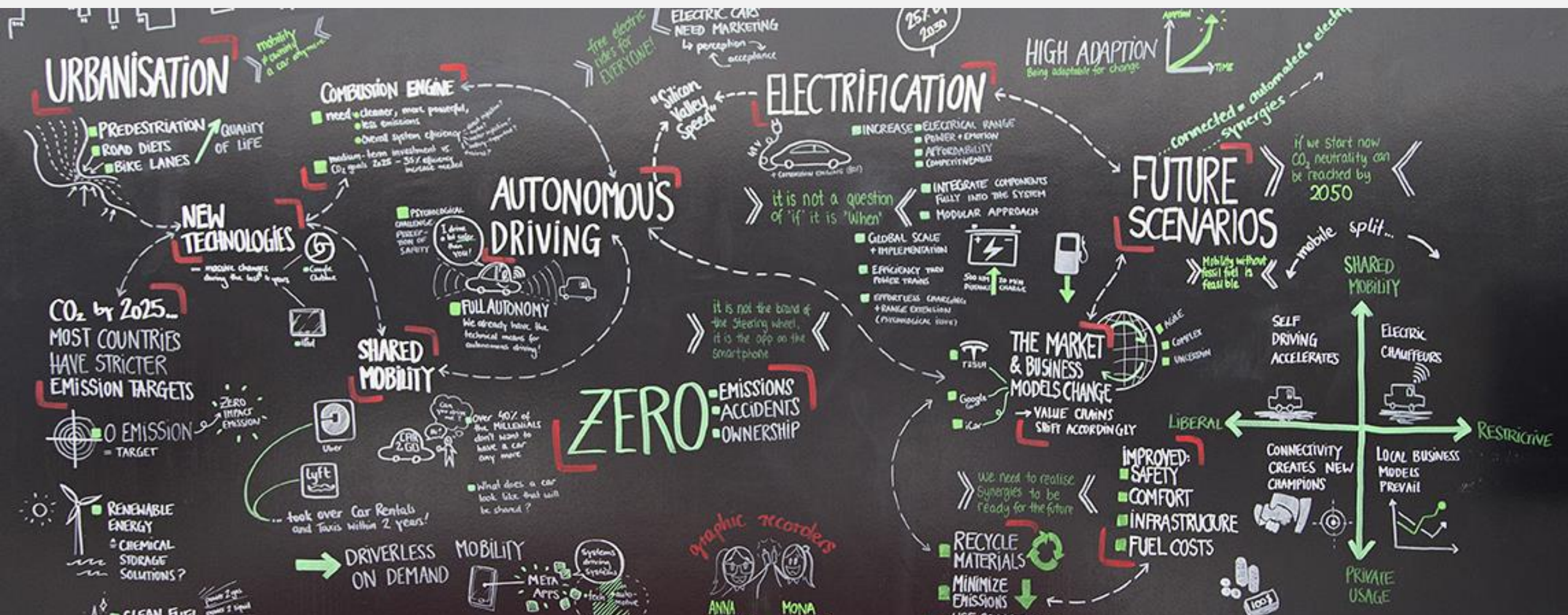


Level 4 - Automation



— Manual Driving
— Automated Driving

Motivation and Benefits of ADAS/AD



Workshop 2: Why would you buy an automated vehicle?

Motivation and Benefits of ADAS/AD



What drives ADAS and “Automated Driving” technologies?



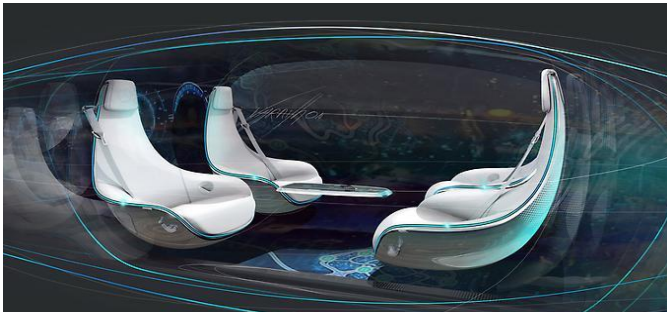
Usage of wasted time



Keeps handicapped people mobile



Gain in safety



Gain in comfort

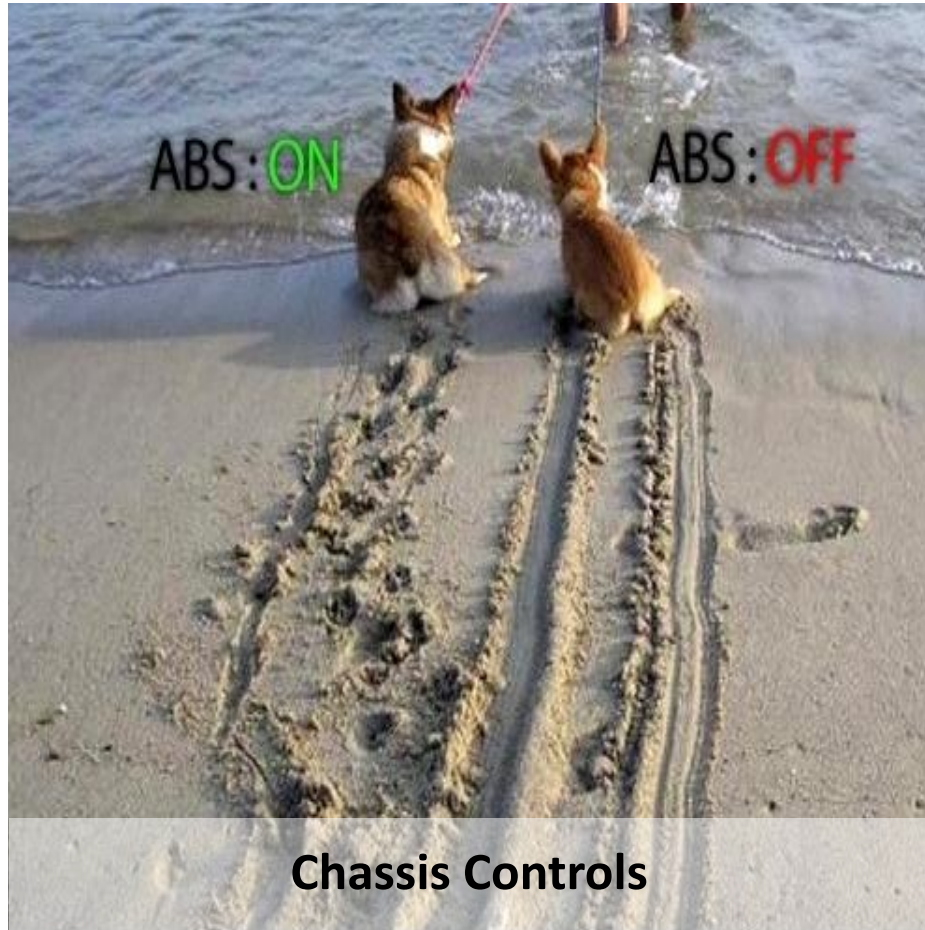


Keeps elderly people mobile



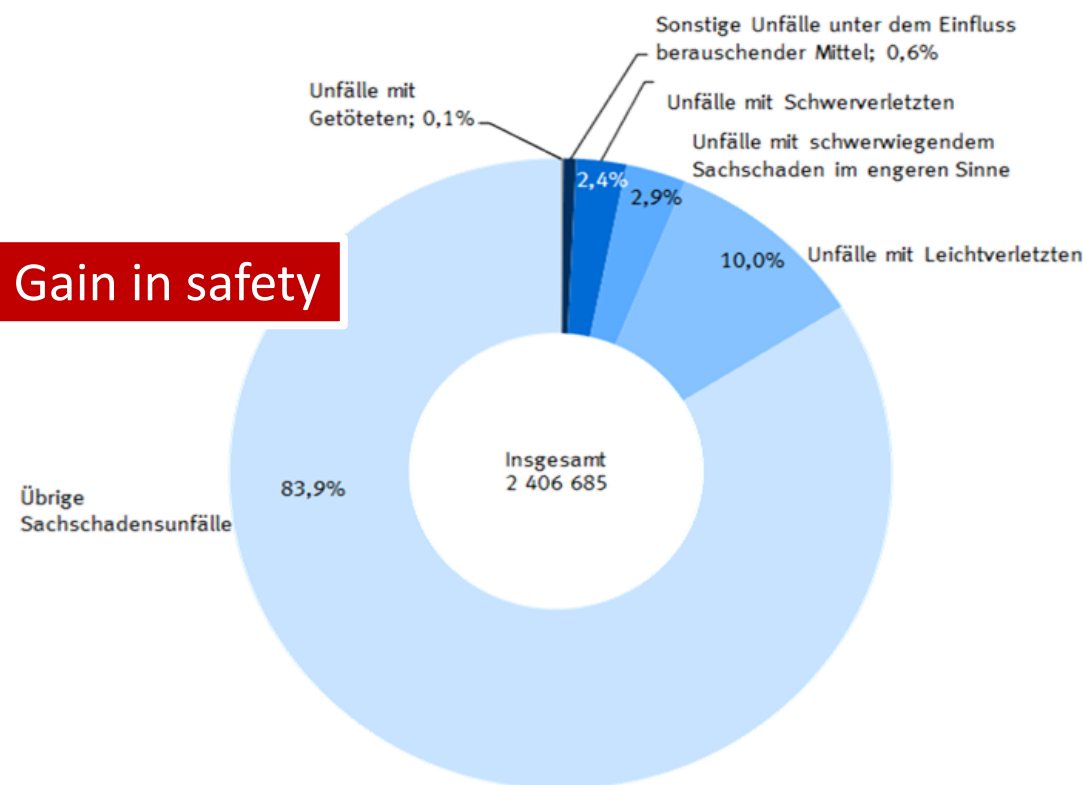
Gain in Efficiency

Control systems are core technologies for ADAS/AD

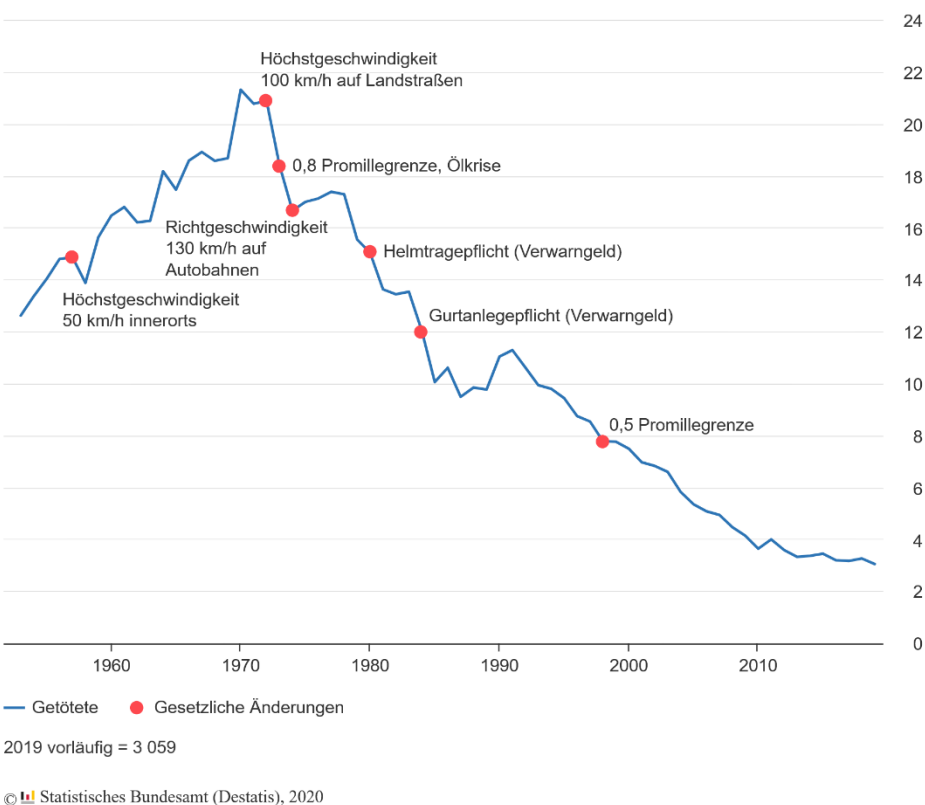


What drives ADAS and “Automated Driving” technologies?

Gain in safety

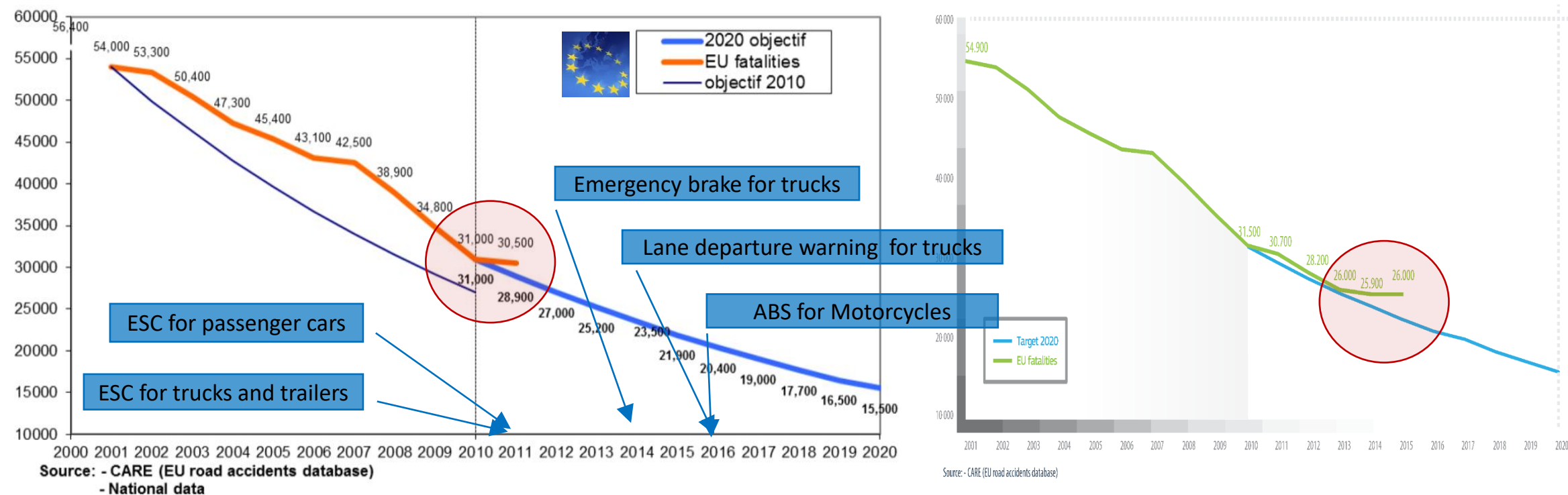


Entwicklung der Zahl der im Straßenverkehr Getöteten
in Tausend



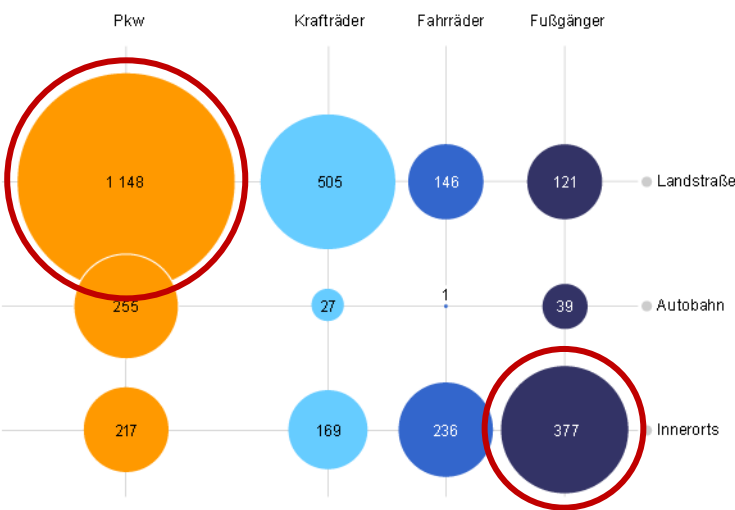
Motivation and Benefits of ADAS/AD

Target of the EU is to reduce thee fatalities 50% each decade.

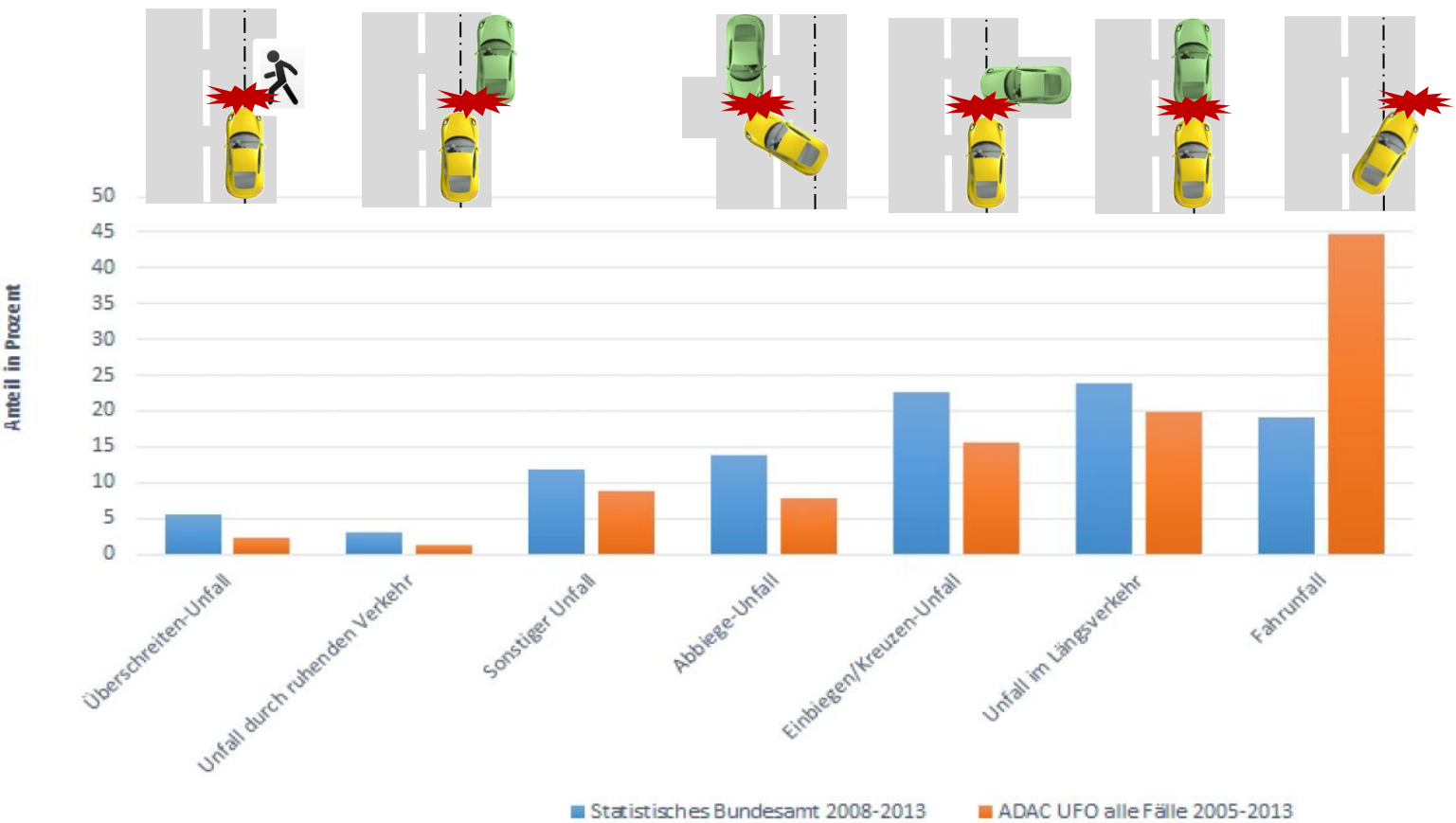


What drives ADAS and “Automated Driving” technologies?

Fatalities by kind of involvement and location



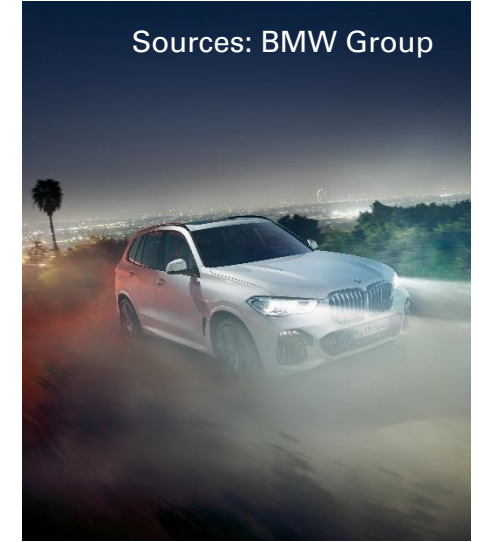
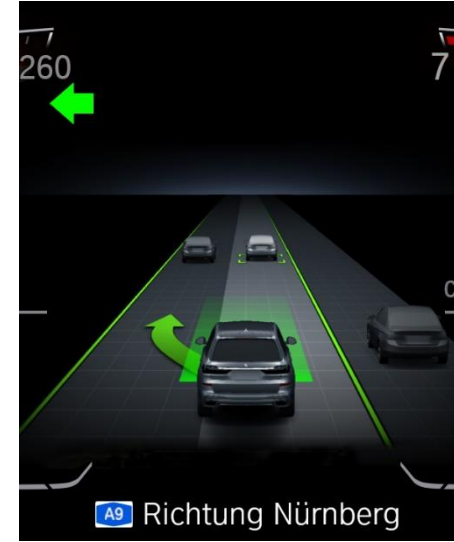
© Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2016



■ Statistisches Bundesamt 2008-2013 ■ ADAC UFO alle Fälle 2005-2013

Components & Functions for ADAS/AD

Main categories for FAS are LFAS, QFAS and Parking



LFAS

- Adaptive Cruise Control (ACC)
- Predictive Cruise Control (PCC)
- Forward Collision Prevention Systems (FVCX)

QFAS

- Lane Departure Warning (LDW)
- Lane Keep Assist System (LKAS)
- Lane Change Assist (LCA)

Parking

- Guided Parking Assist
- Semiautomatic Parking Assist
- Autonomous Parking Assist

Mix between LFAS and QFAS

- Traffic Jam Assist
- Full autonomous driving

Vision aid

- High beam Assist
- Night Vision Assist

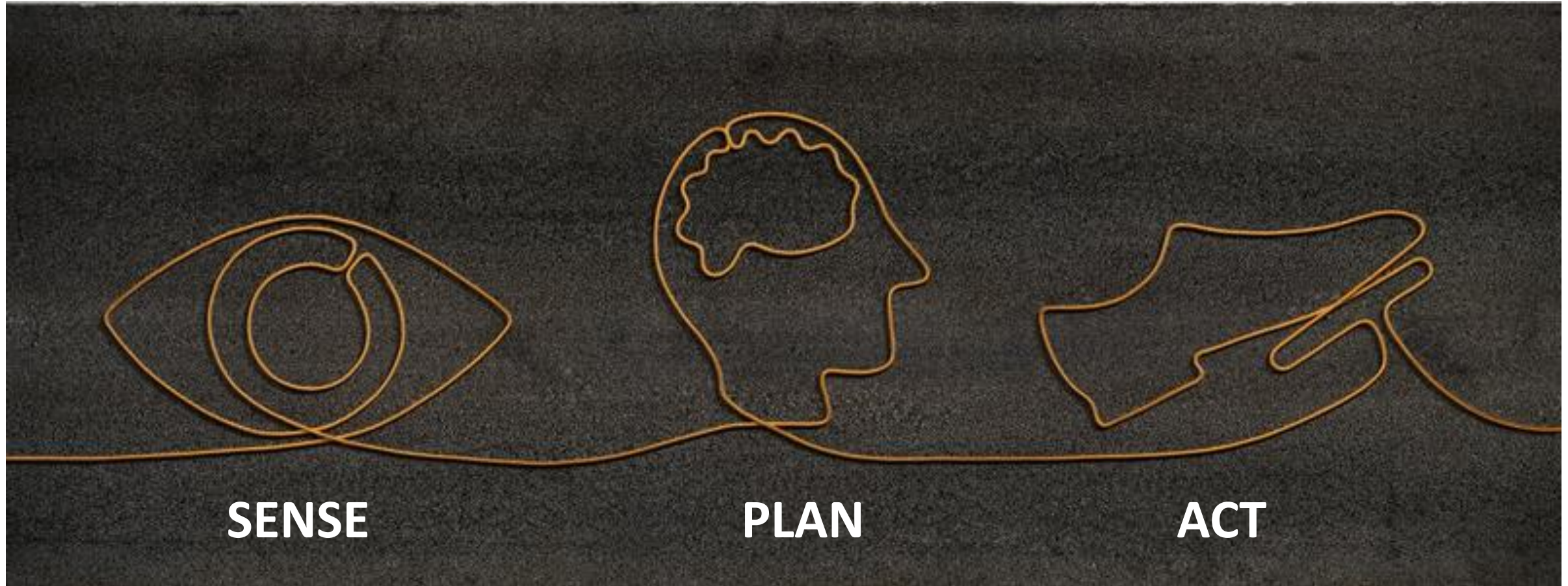
Components & Functions for ADAS/AD



Cruising Chauffeur

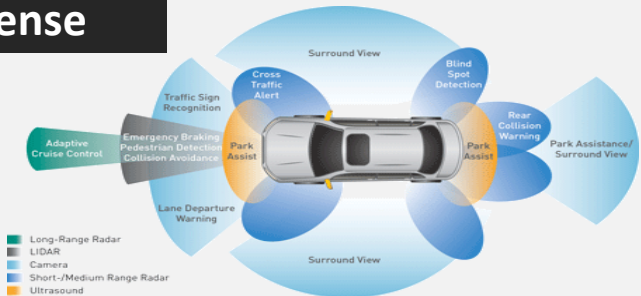
- › Level of automation: **conditional automation (SAE L3)**
- › Possible in series as of: **> 2020**
- › Short description: **The Cruising Chauffeur drives the vehicle automated along the highway**

Vehicle dynamics control are very important for ADAS

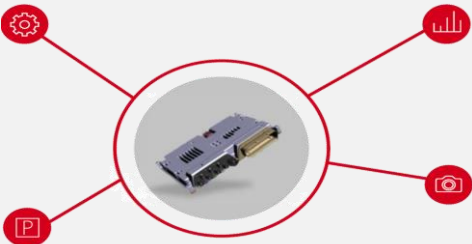


Vehicle dynamics control are the actuators of ADAS/AD

Sense



Plan



Antreiben

Verbrennungsmotor

Elektromotor

Porsche Doppelkupplungsgetriebe (PDK)

Lenken

Hinterachslenkung

Elektrische Lenkkräftunterstützung (EPS)

Bremsen

Elektromechanischer Bremskraftverstärker

Elektronische Stabilitätskontrolle (ESC)

Parkbremse

Act

Components & Functions for ADAS/AD



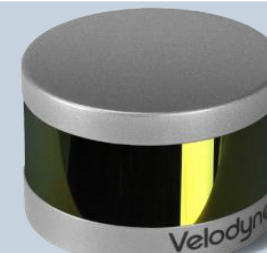
Radar



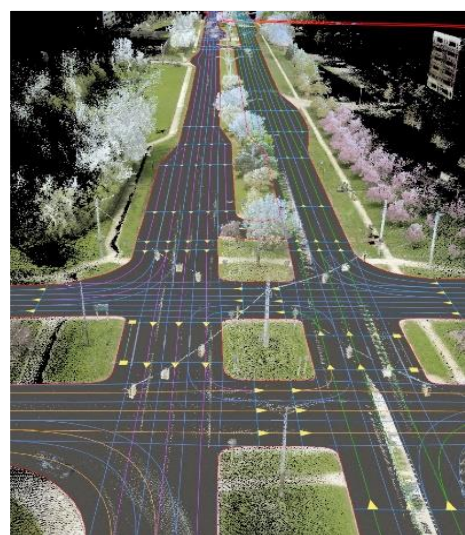
Camera



Ultrasonic



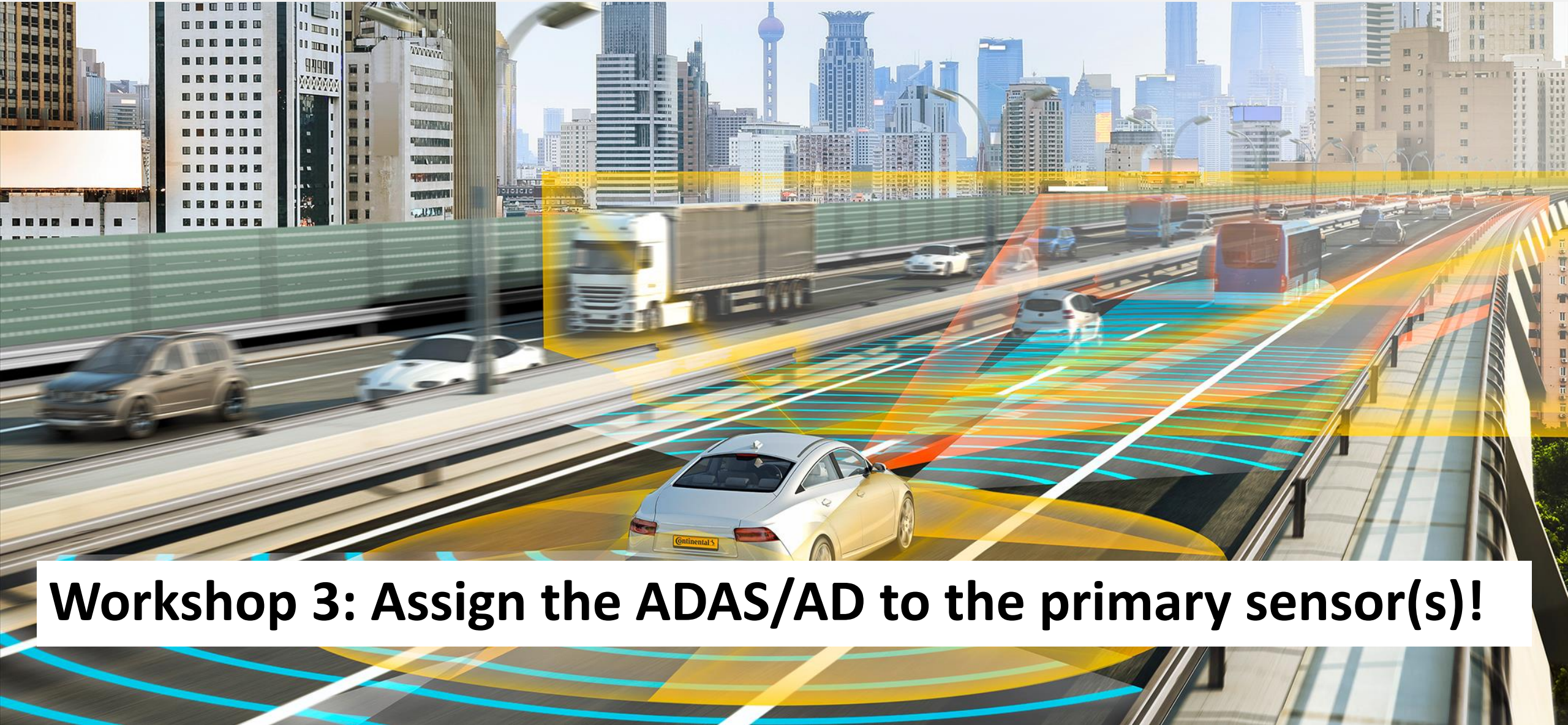
Lidar



GPS & MAP

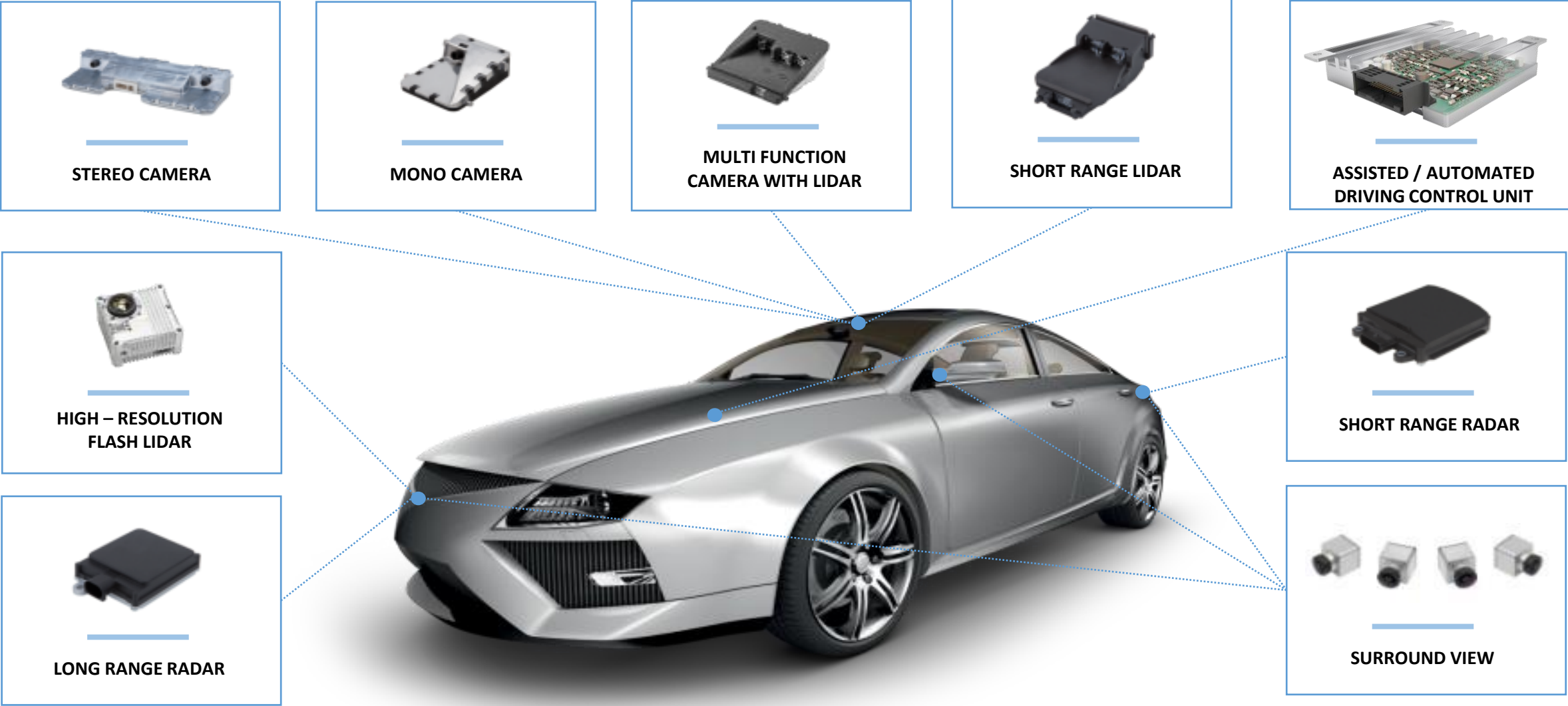


Components & Functions for ADAS/AD



Workshop 3: Assign the ADAS/AD to the primary sensor(s)!

Components & Functions for ADAS/AD



Components & Functions for ADAS/AD



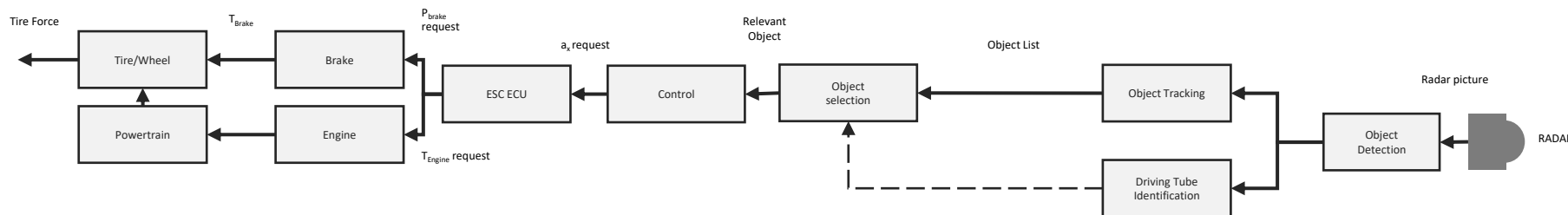
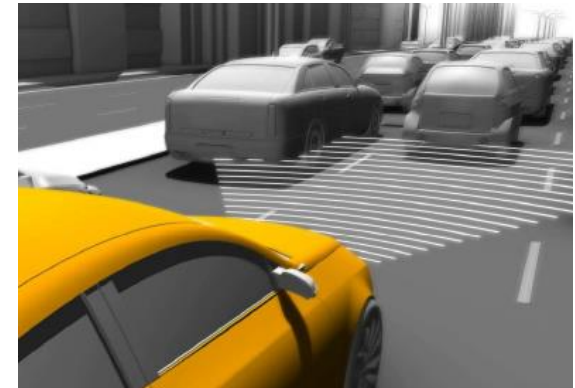
LFAS – Longitudinal Control ADAS

This system controls the distance to the traffic in front, even if it's only stop-and-go. It makes things a whole lot easier for the driver, particularly in congested traffic and tailback situations.



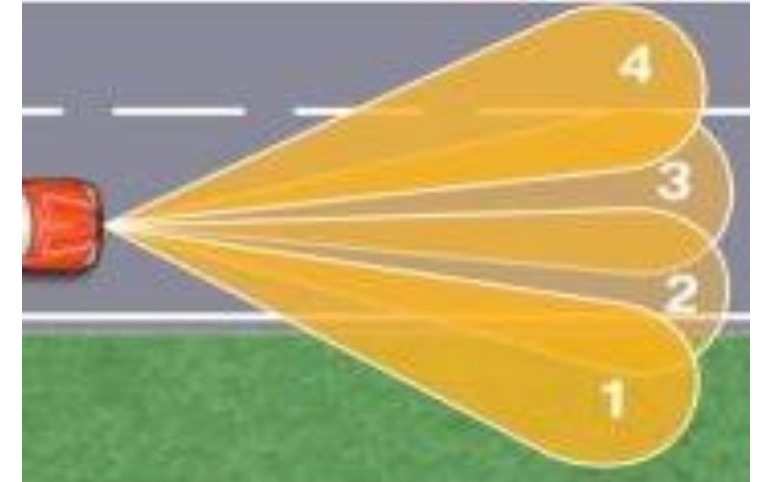
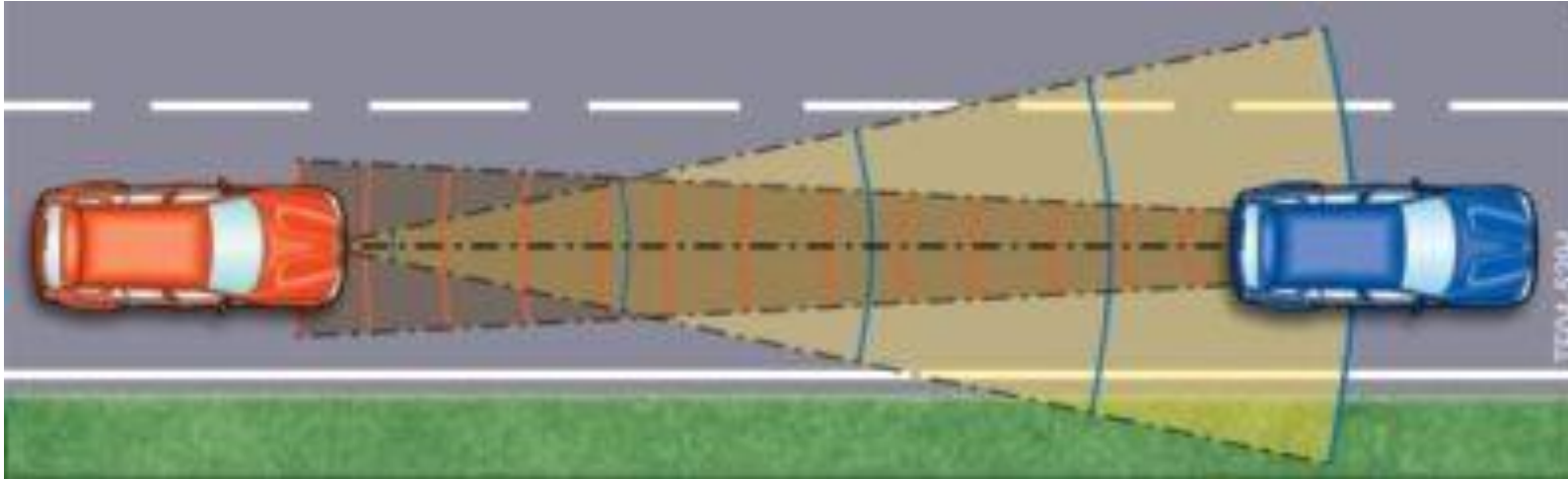
Promised Benefits:

- Comfortable, stress-free driving with the flow of traffic
- Greater safety due to defined distance and warning if emergency braking is needed



LFAS – Longitudinal Control ADAS

ACC is based on the cruise control. The difference: If the car catches up with a vehicle in front, ACC automatically brakes and maintains a distance defined by the driver.



The **Doppler effect** (different wavelength between transmitted and received signal) can be used to determine the **relative speed between the ACC vehicle and an object**. When the object moves towards the transmitter, the frequency of the reflected wave increases. When the object moves away from the transmitter, the frequency of the reflected wave decreases.

LFAS – Longitudinal Control ADAS

<https://www.youtube.com/watch?v=IMYi3G7dkU4>

Sensor

Detects relevant traffic objects, measure distance & speed

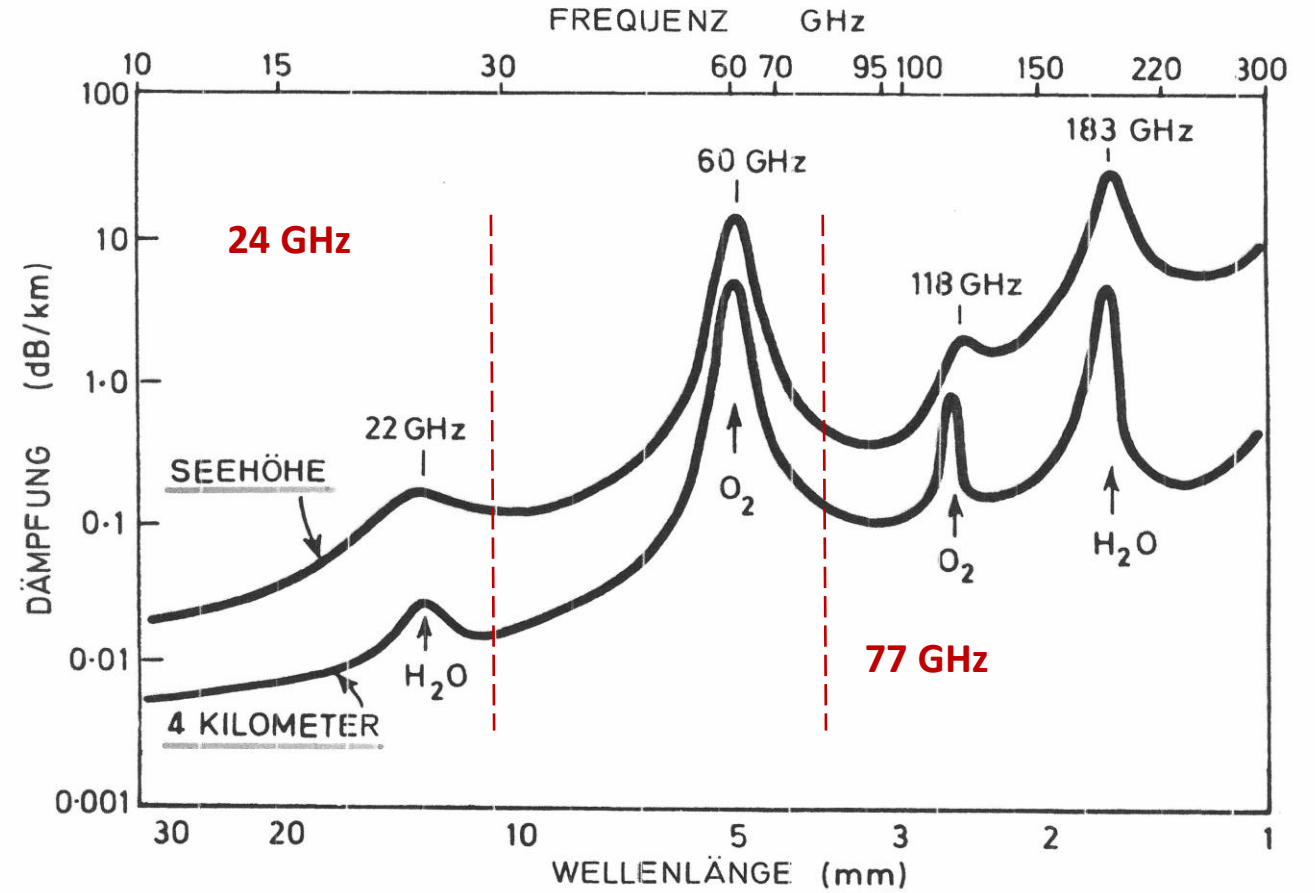
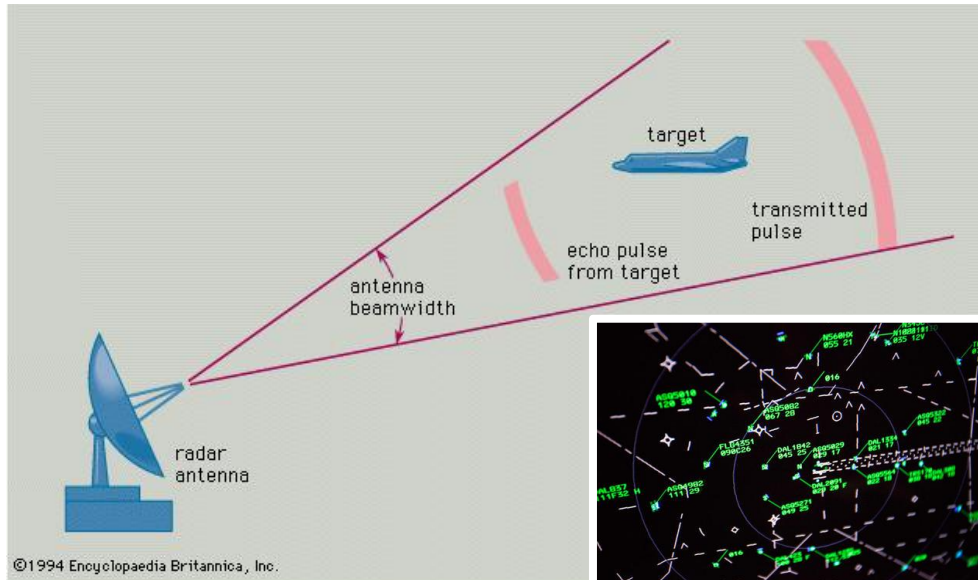
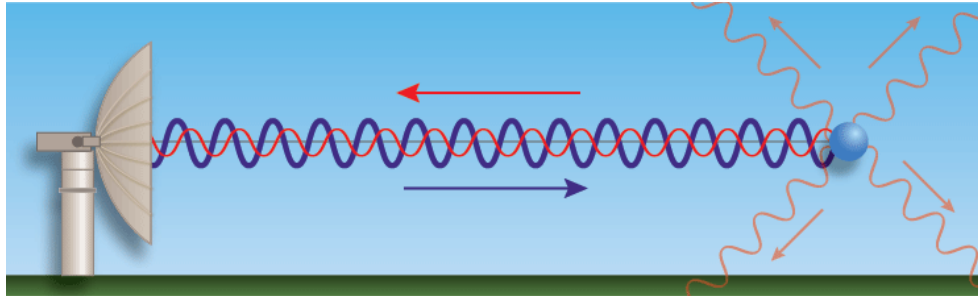
ECU

Calculation of relative speed & distance and calculate acc-/decelration

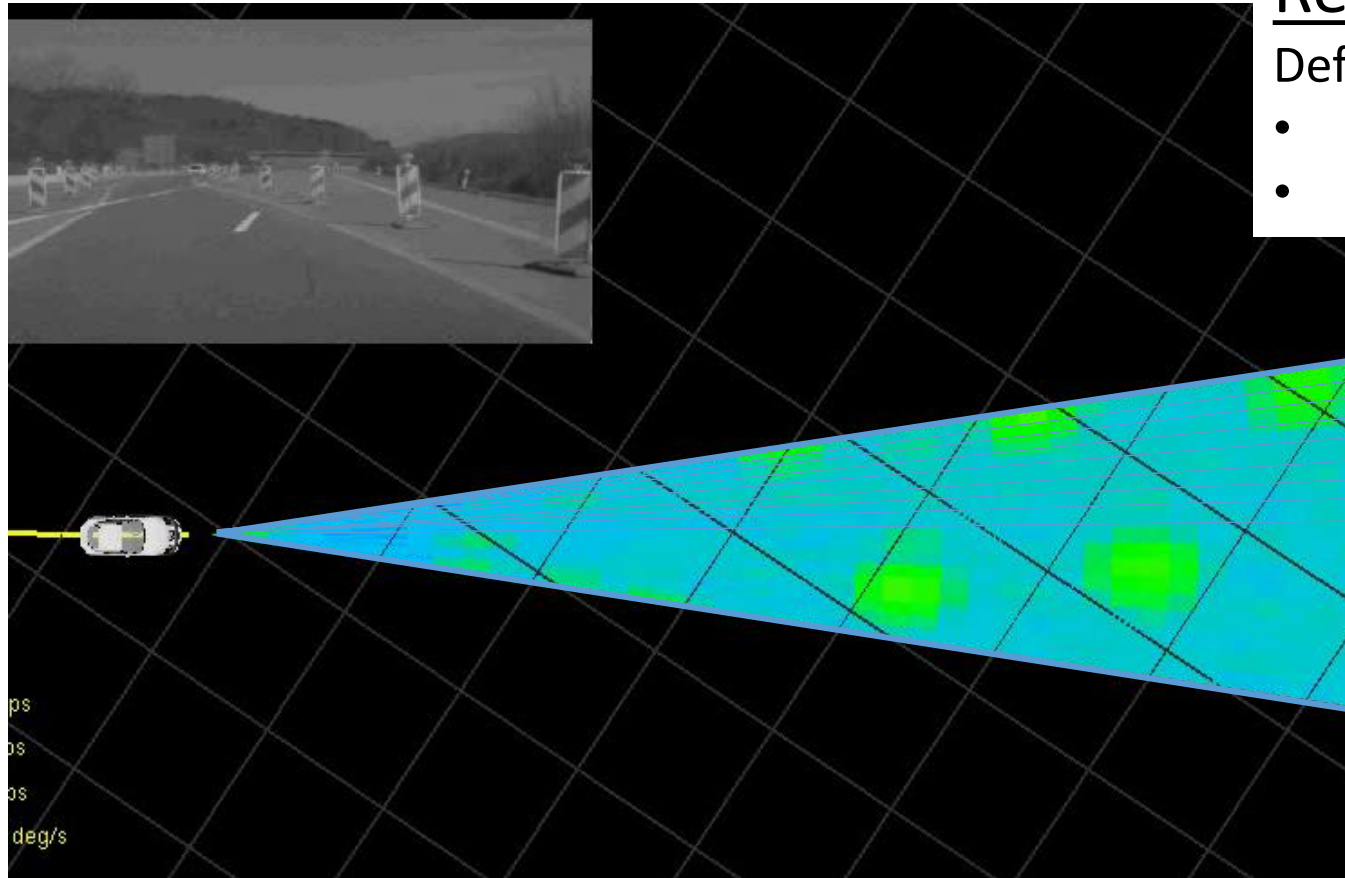
Actor

Actuation requested (ax) to brake or powertrain system

Radar principle and function



Automotive Radar function and resolution

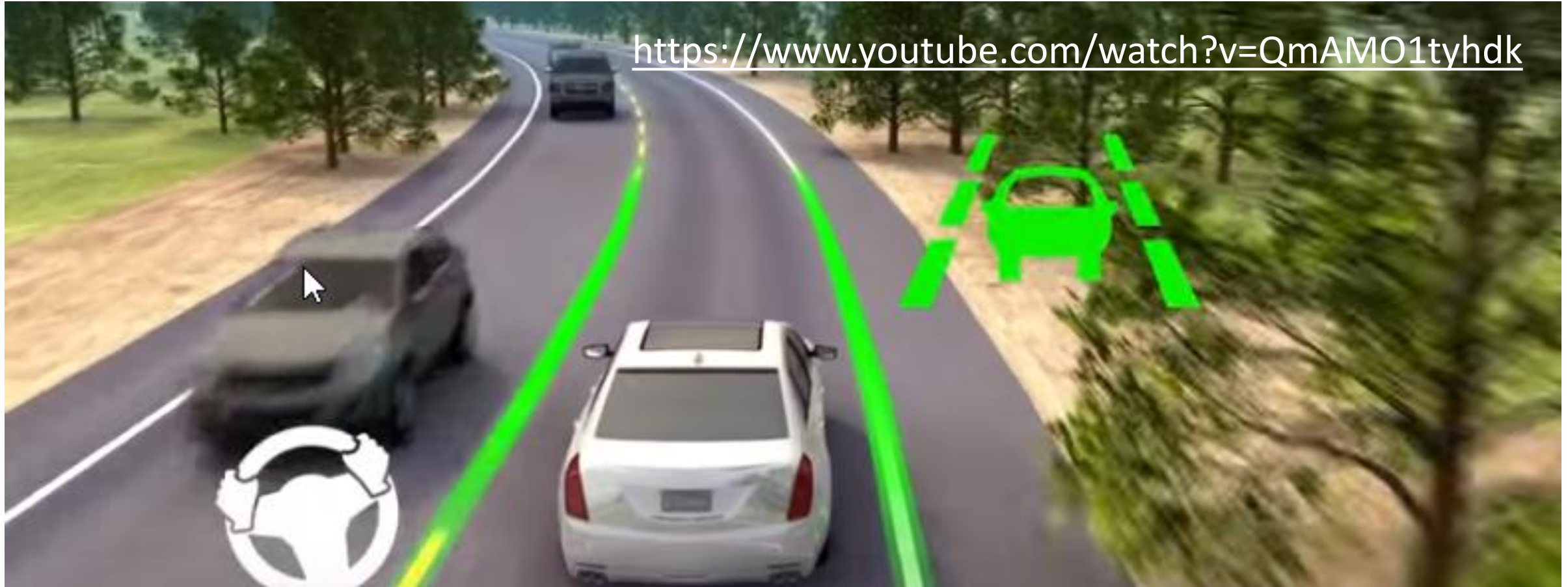


Reflection energy cell

Default:

- 1m radial resolution
- 1° angle resolution

QFAS – Lateral Control ADAS

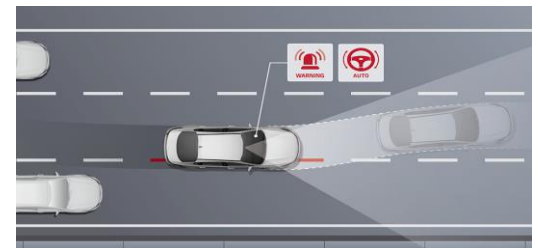
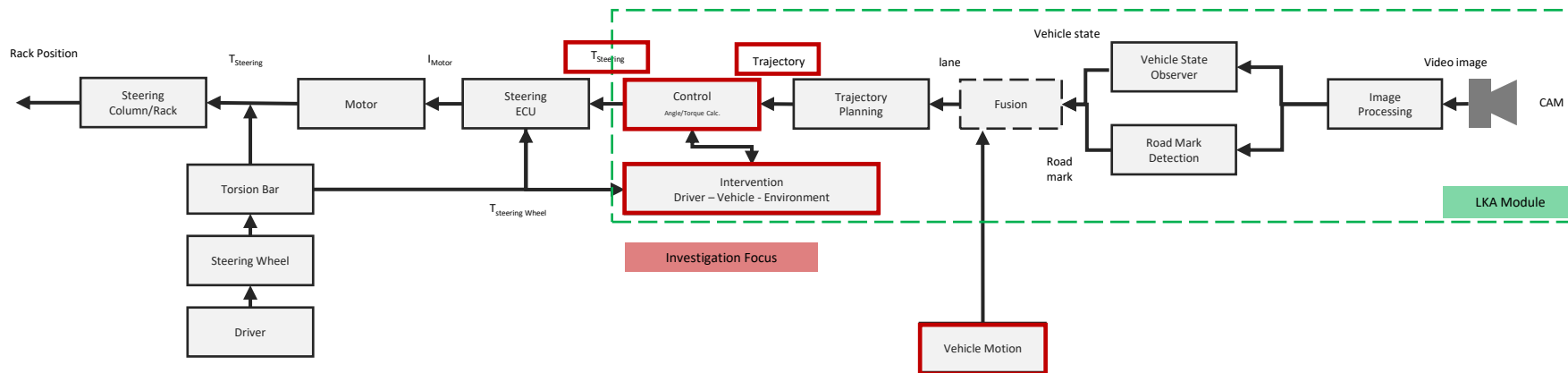


QFAS – Lateral Control ADAS

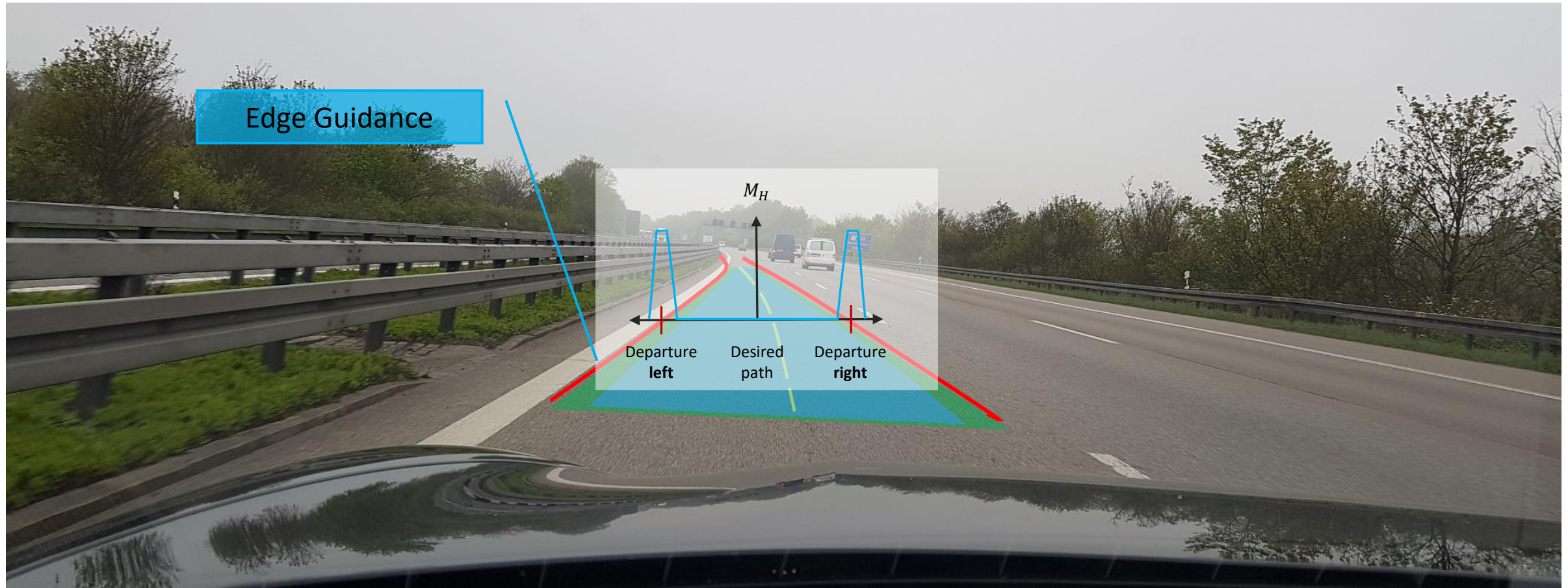
This system detect road marks and controls the lateral displacement of the vehicle in the lane. It should make things a whole driving lot easier for the driver, particularly in inattention situations.

Promised Benefits:

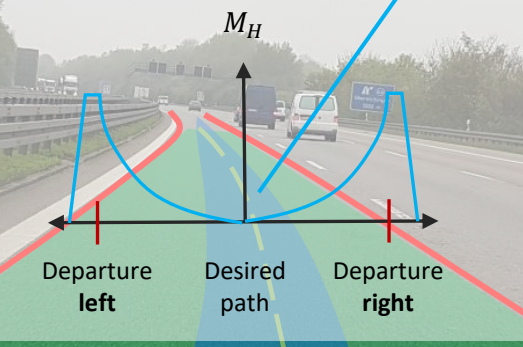
- Comfortable, stress-free driving at motorways and highways
- Greater safety due to keep vehicle on the lane and warning if vehicle leave the lane



Function of a Lane Keeping Assistance System – Edge Guidance (Type 1)



Function of a Lane Keeping Assistance System – Center Guidance (Type 2)



The diagram illustrates the Center Guidance (Type 2) function of a Lane Keeping Assistance System. It shows a vehicle's perspective of a road with a central lane. A blue line represents the 'Desired path' (center line), and red lines represent the 'Departure left' and 'Departure right' boundaries. A green shaded area indicates the 'Center Guidance' region. A blue arrow labeled M_H points upwards from the center line, indicating the steering torque request. A blue line points from the 'Center Guidance' label to the green shaded area.

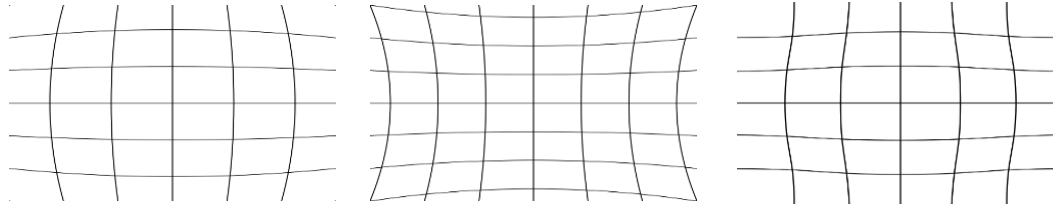
Component	Function
Sensor	Detects road marks of the lane
ECU	Calculation of relative position and calculate steer request
Actor	Actuating request of steering torque or angle / rack position

Camera function, phenomena and resolution



Mono Camera

Image distortions



Pixel effect

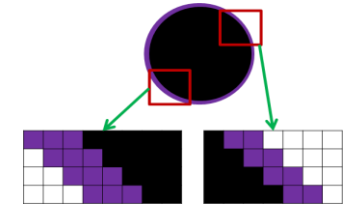
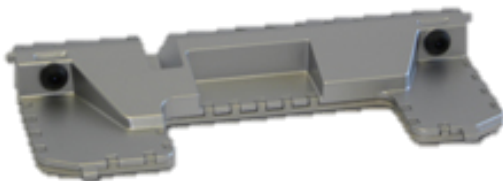
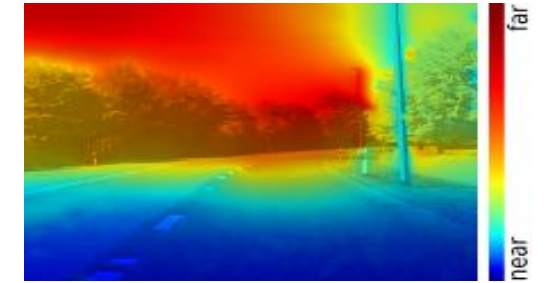
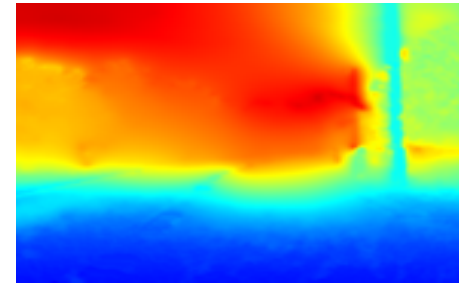


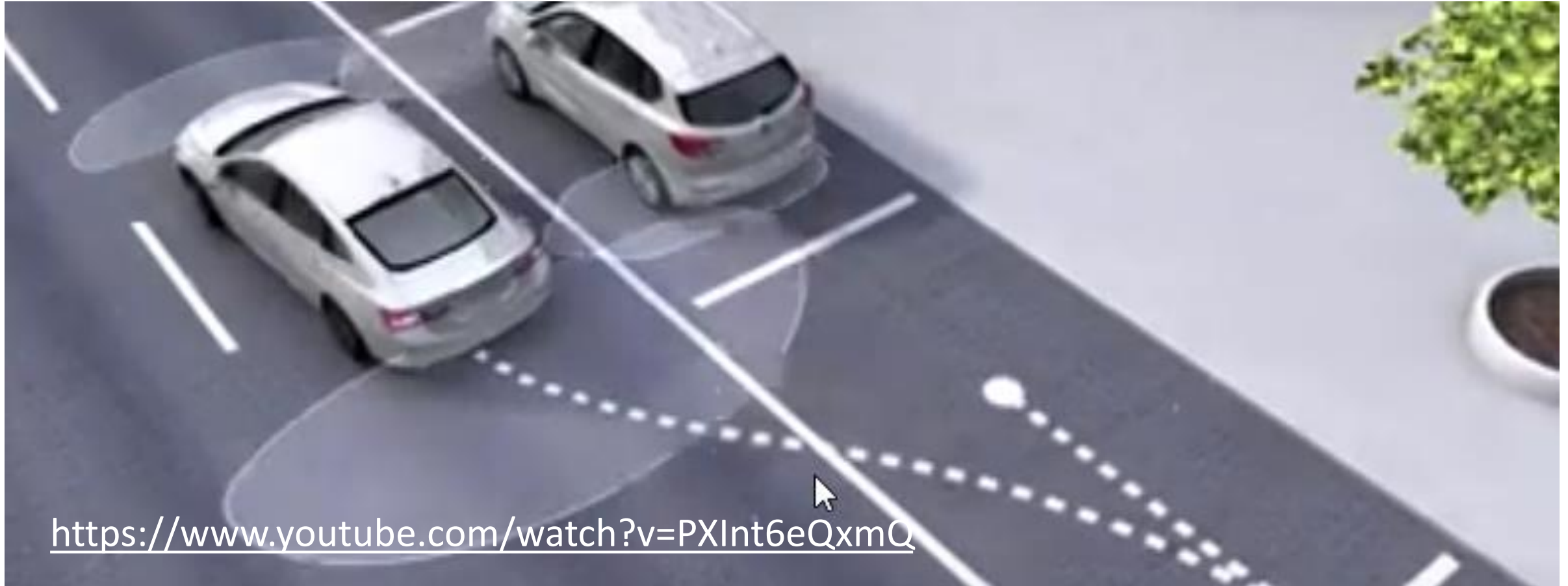
Image blur



Stereo Camera



Function of a Parking Assistance System



<https://www.youtube.com/watch?v=PXInt6eQxmQ>

Parking Assistance (PA)

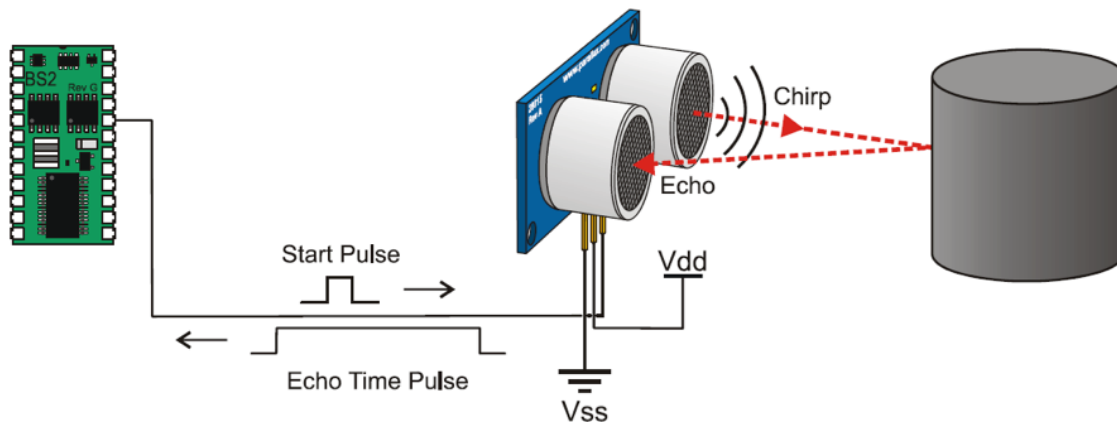
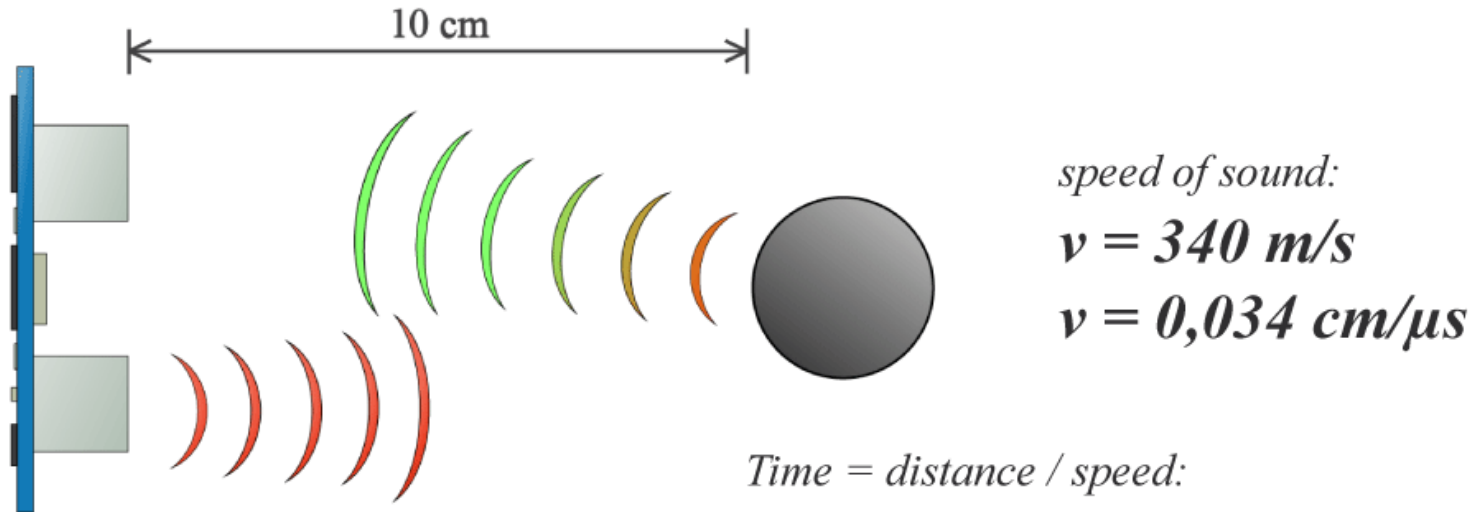
Parking assistants park the vehicle in both longitudinal and transverse parking spaces and also park out of longitudinal parking spaces. These systems support the driver by choosing the right steering angle. They also take over the measurement of the parking space beforehand. In new system the driver himself do not need to accelerate or brake.

Promised Benefits:

- Comfortable, stress-free parking
- Greater safety due to observation of the parking lot
- Less damages



Ultrasonic principle



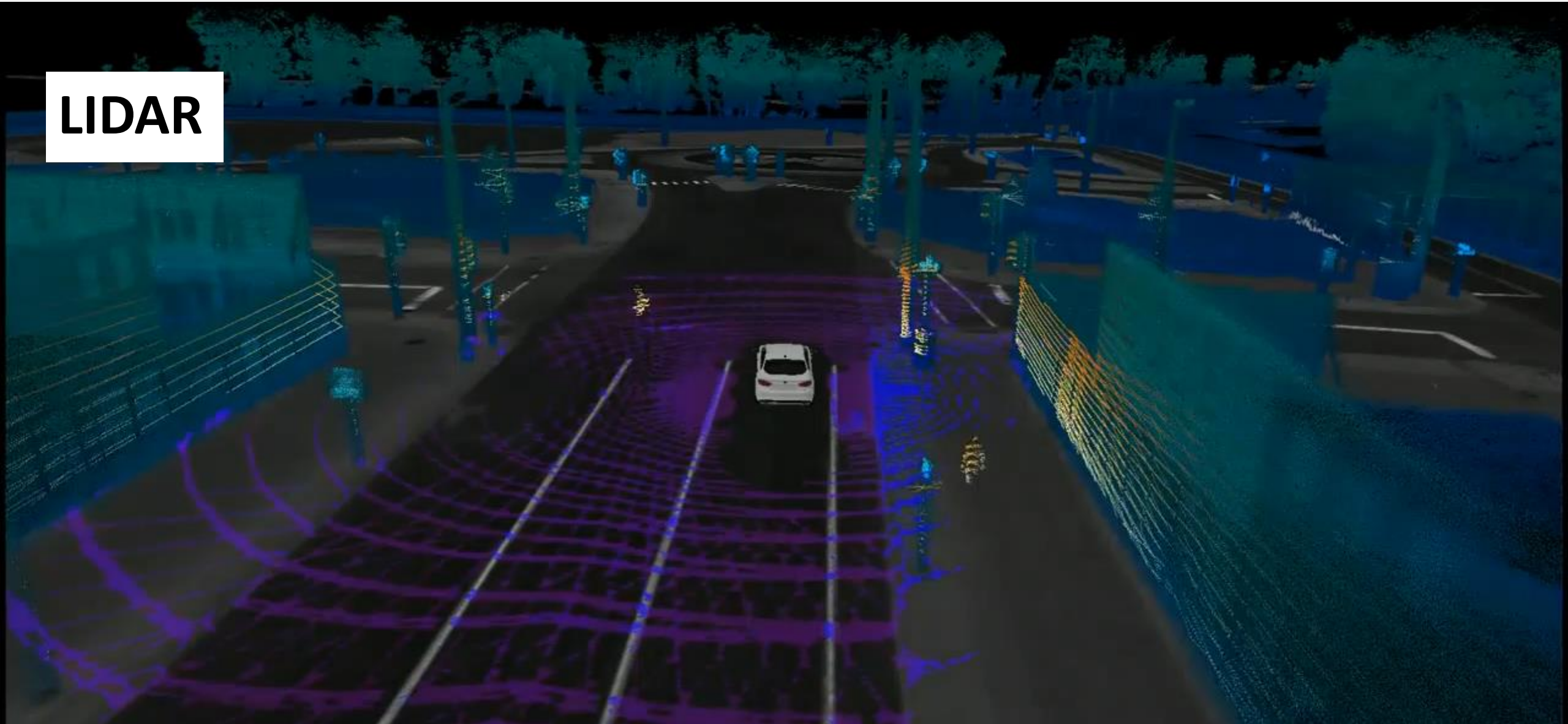
$$t = s / v = 10 / 0,034 = 294 \mu\text{s}$$

Distance:

$$s = t \cdot 0,034 / 2$$

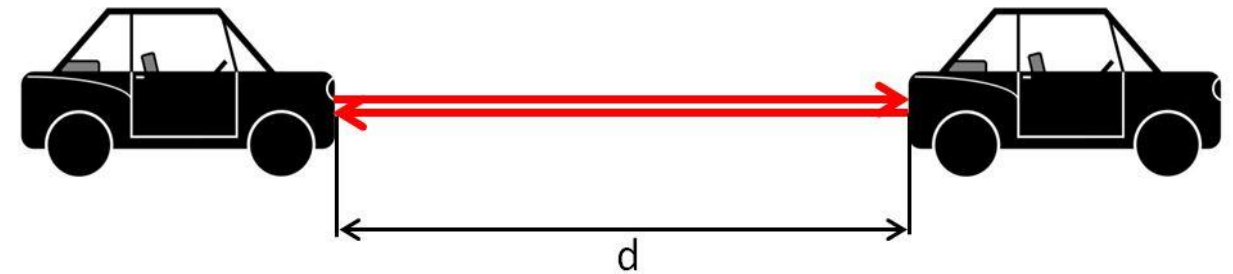
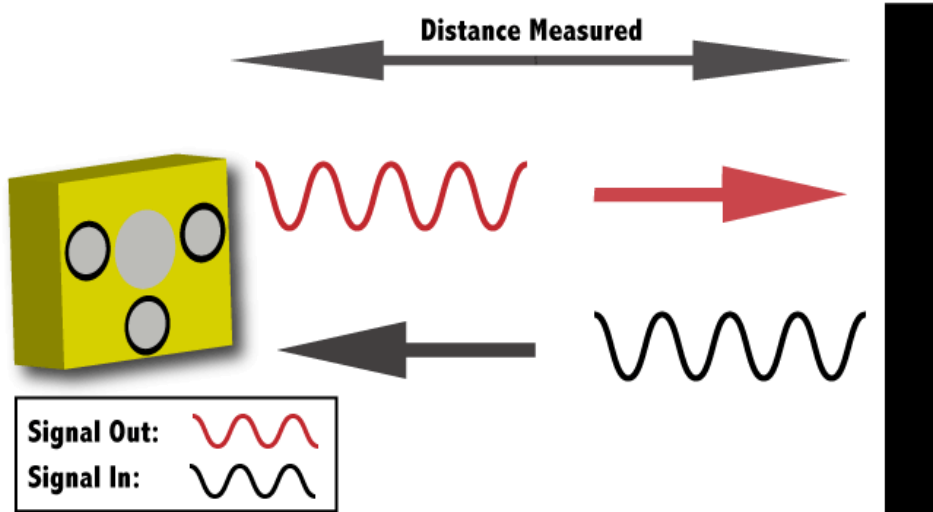
Components & Functions for ADAS/AD

LIDAR



LIDAR – Time-of-Flight Method

Time-of-Flight (ToF) Technology Using Light



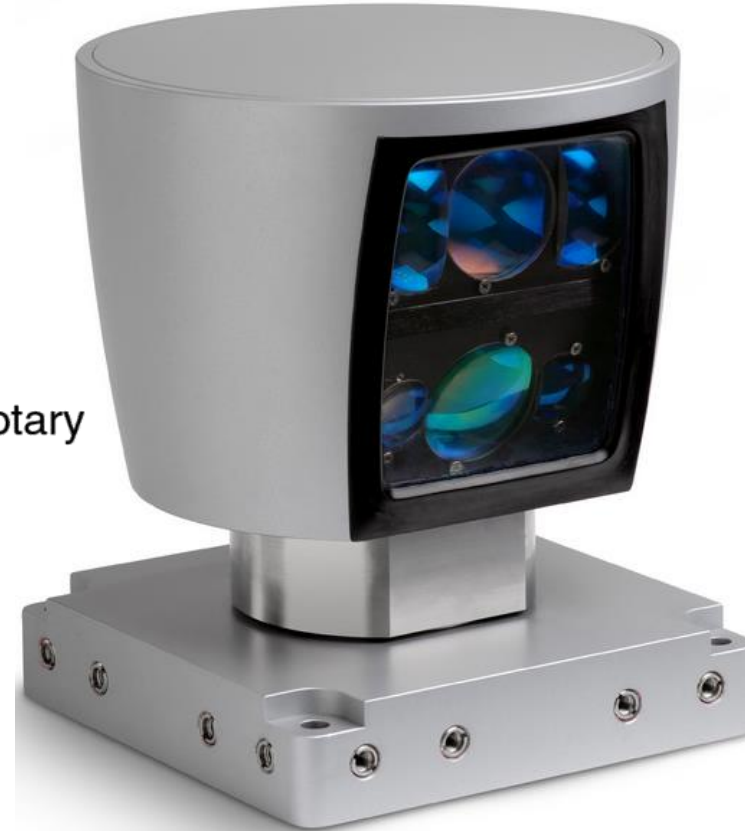
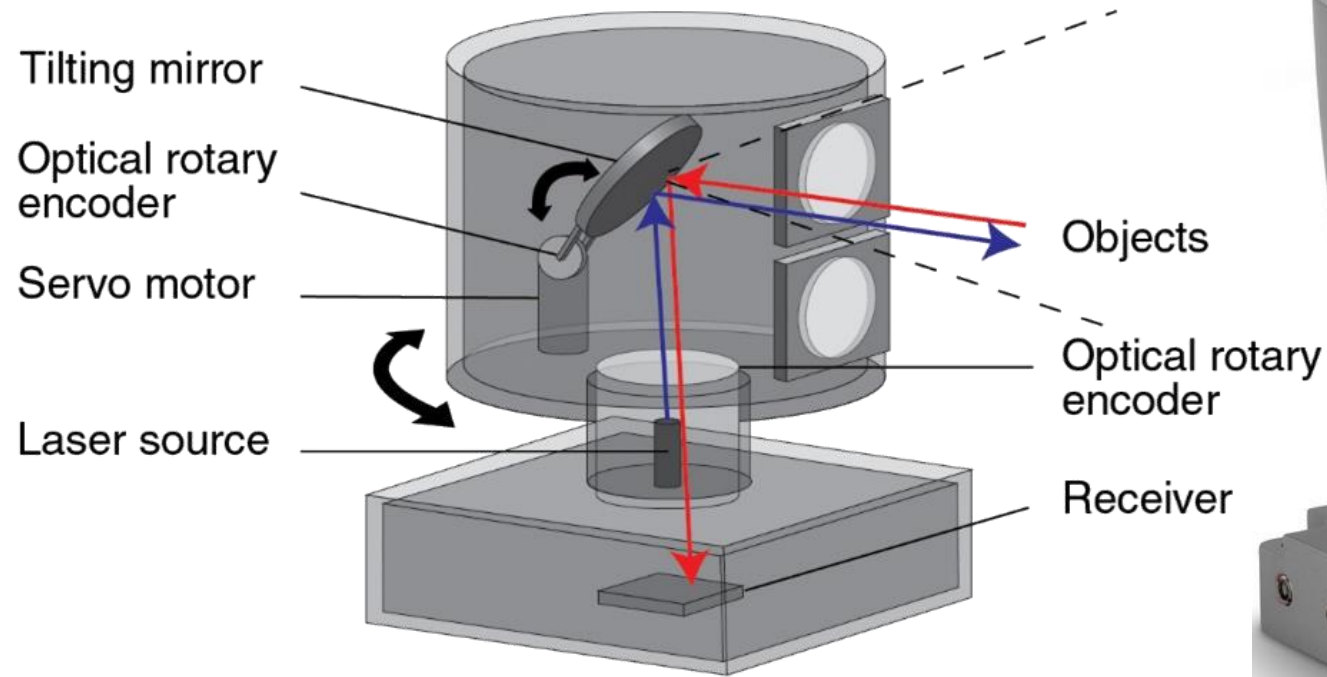
d = Abstand in m

c_l = Lichtgeschwindigkeit $\approx 3,0 \cdot 10^8$ m/s

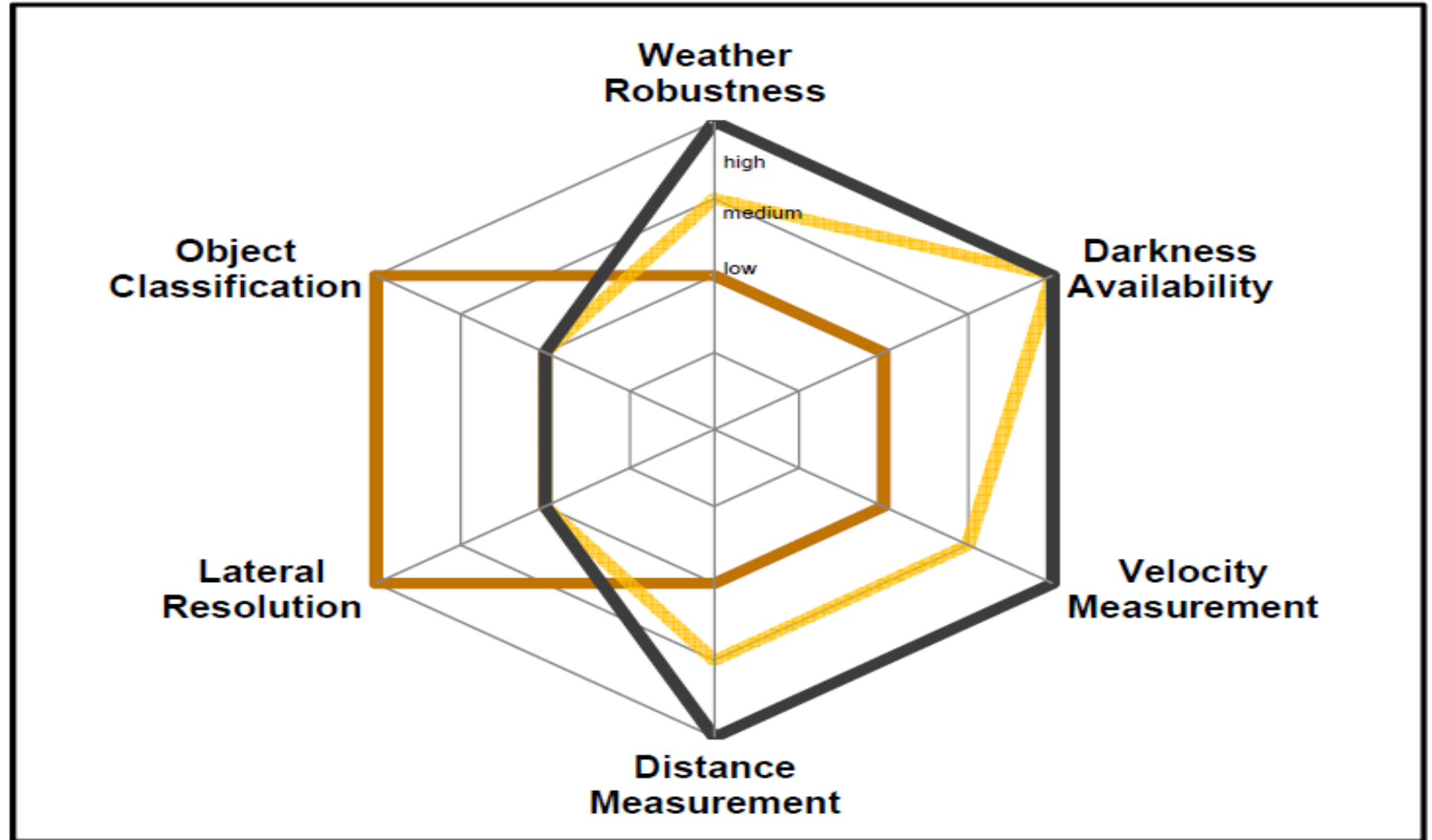
t = Zeit in s

$$d = \frac{c_l \cdot t}{2}$$

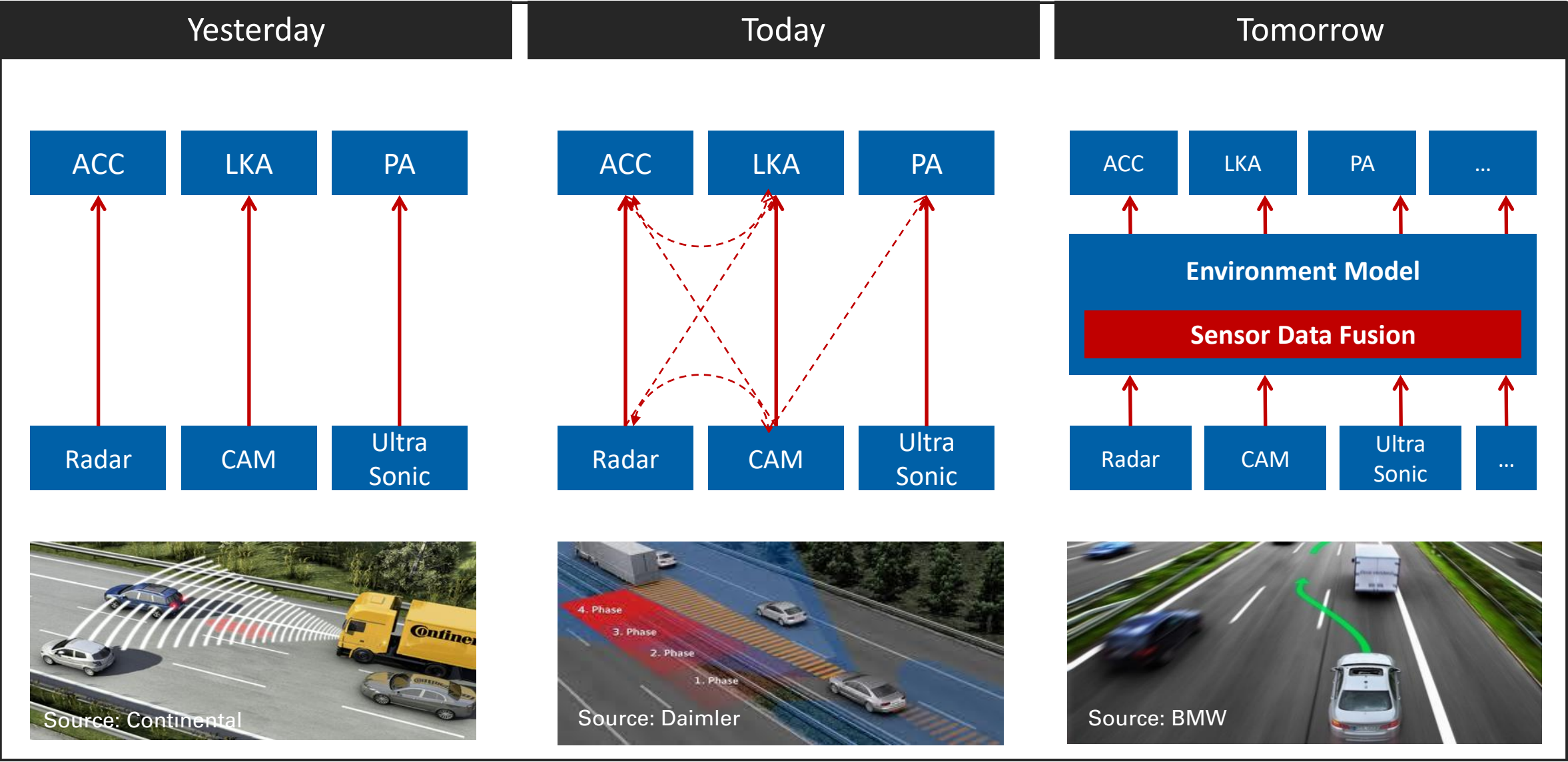
LIDAR – Time-of-Flight Method



Components & Functions for ADAS/AD



Components & Functions for ADAS/AD



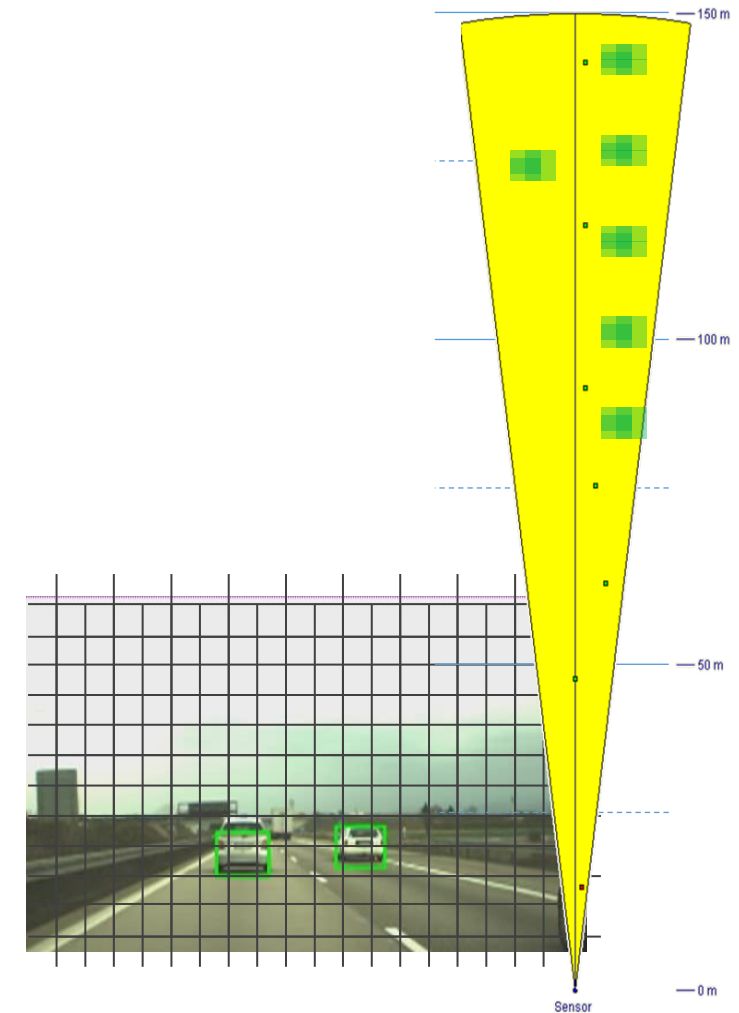
Sensor Data Fusion – Example: Radar and Camera

Big win of complementary information and quality

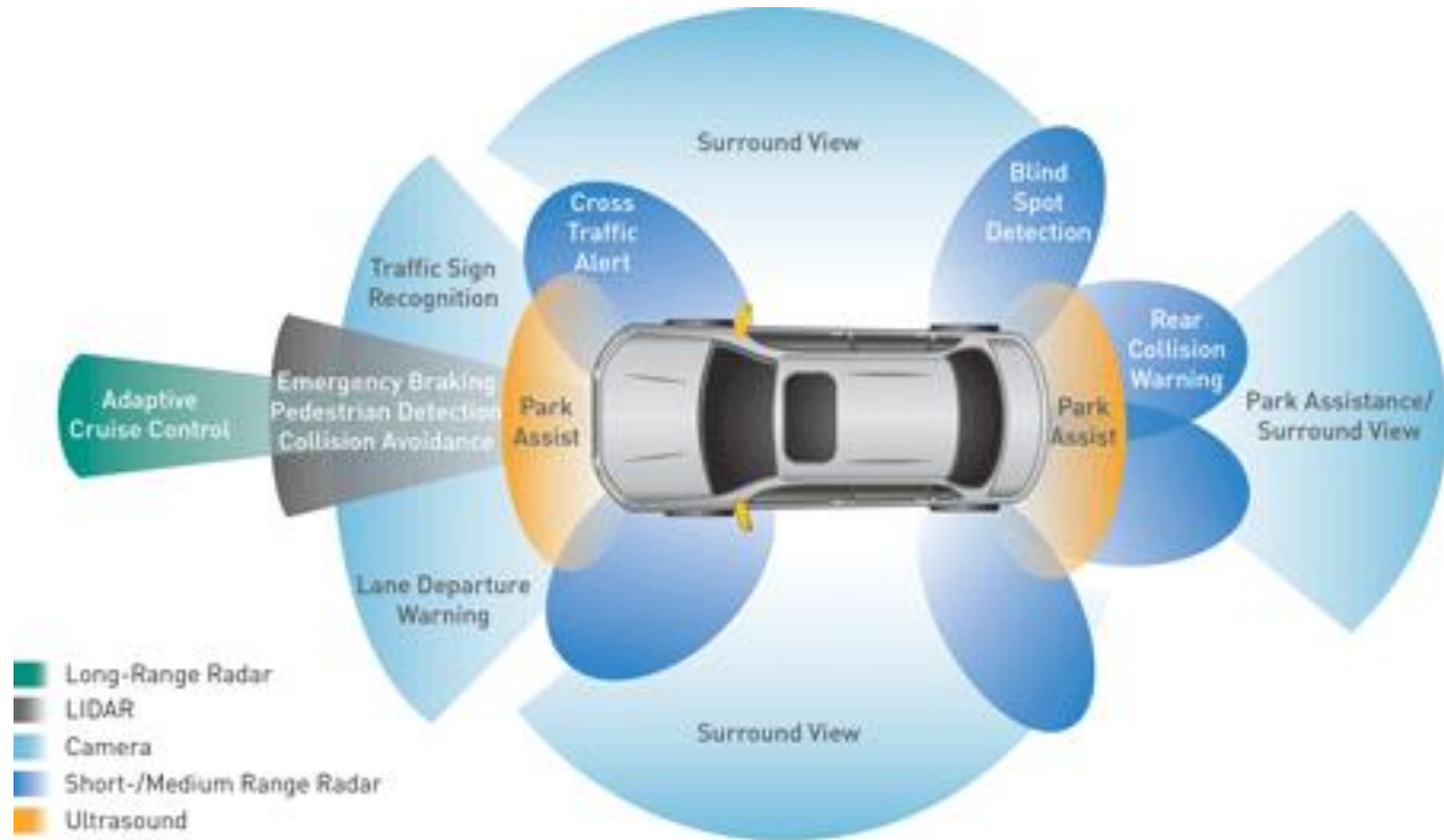
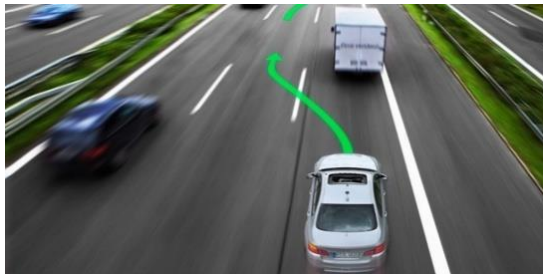
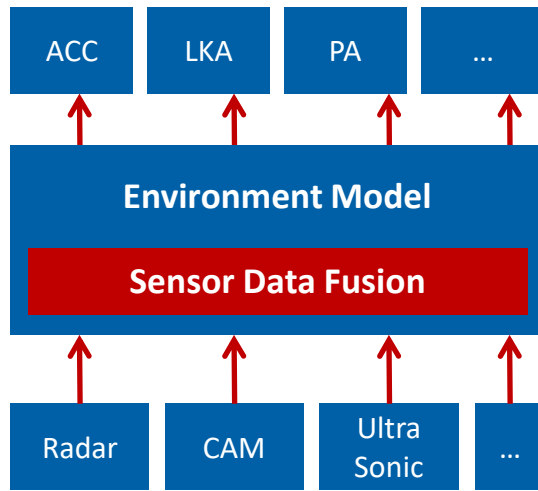
- Radar:
 - good determination of the longitudinal distances of objects
 - even at night and fog
 - Very weak for lateral distances and orientations
- Camera:
 - good determination of the size and motion of the objects
 - BUT: reduced visibility at night and fog
 - Very weak for longitudinal distances

Fusion combines the strengths

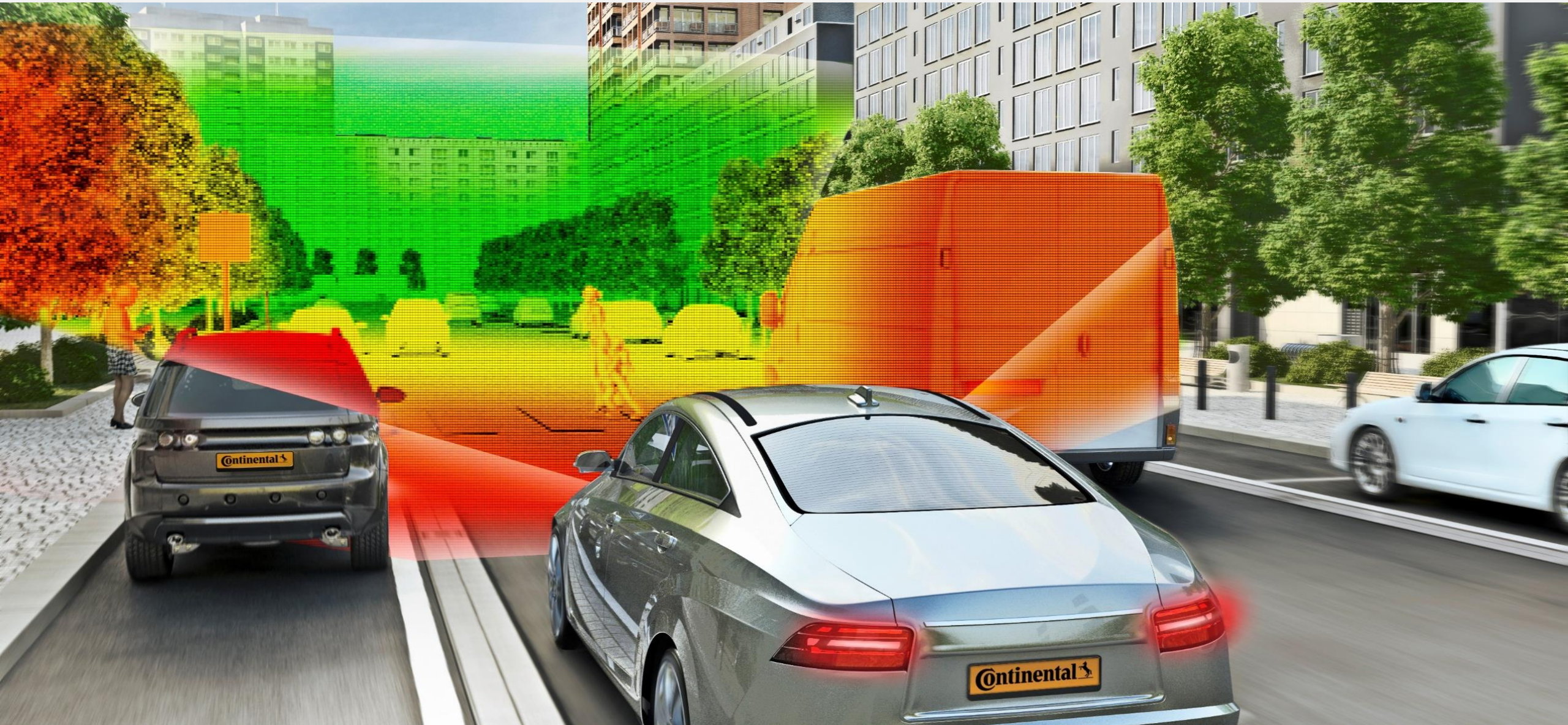
- Field of view and data quality
- Overlapped information for plausibility



Environment Model by Sensor Data Fusion



Components & Functions for ADAS/AD



Components & Functions for ADAS/AD

