

Hochschule
Kempten
University of Applied Sciences



Vehicle Technology SS 23
Lecture 4



FT30 – Advanced Driver Assistance Systems

ADAS/AD for Automated Parking
Thomas Boscher & Adrian Günther

Agenda

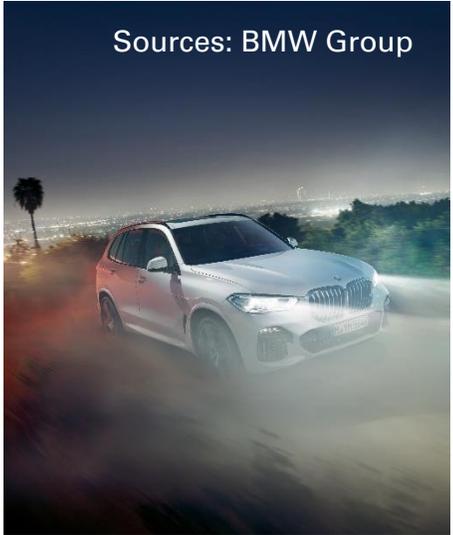
Nr.	Start	Inhalt
Part 1	08:30	PMA basics
WS 1	09.30	Personas & Use-Cases
Part 2	10.30	Technical deep dive
WS 2	11.30	Time model & KPIs
Part 3	12.30	Study design & Evaluation method
WS 3	13.30	Manöver & Test plan
Part 4	14:30	Comparison human vs. machine of parking capability

Part 1

PMA basics

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

Definition - What is the parking assistant?

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.



History of parking assistant

Passive Systeme

Aktive Systeme



www.wikipedia.org www.wissen.de



www.wikipedia.org



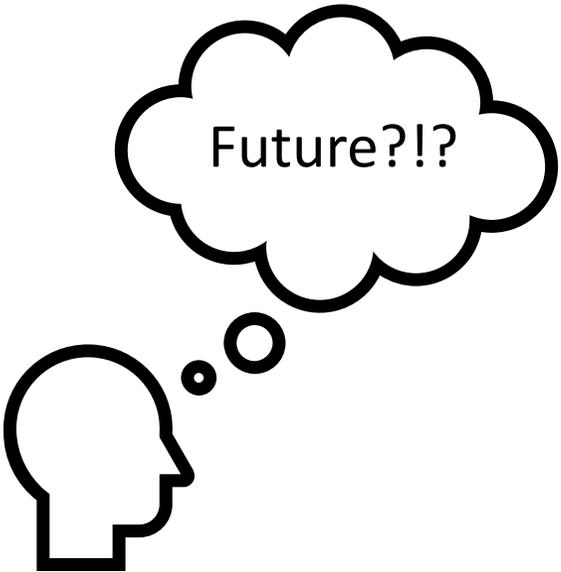
www.ff-tuning.de



www.bmwblog.com



www.auto-motor-und-sport.de



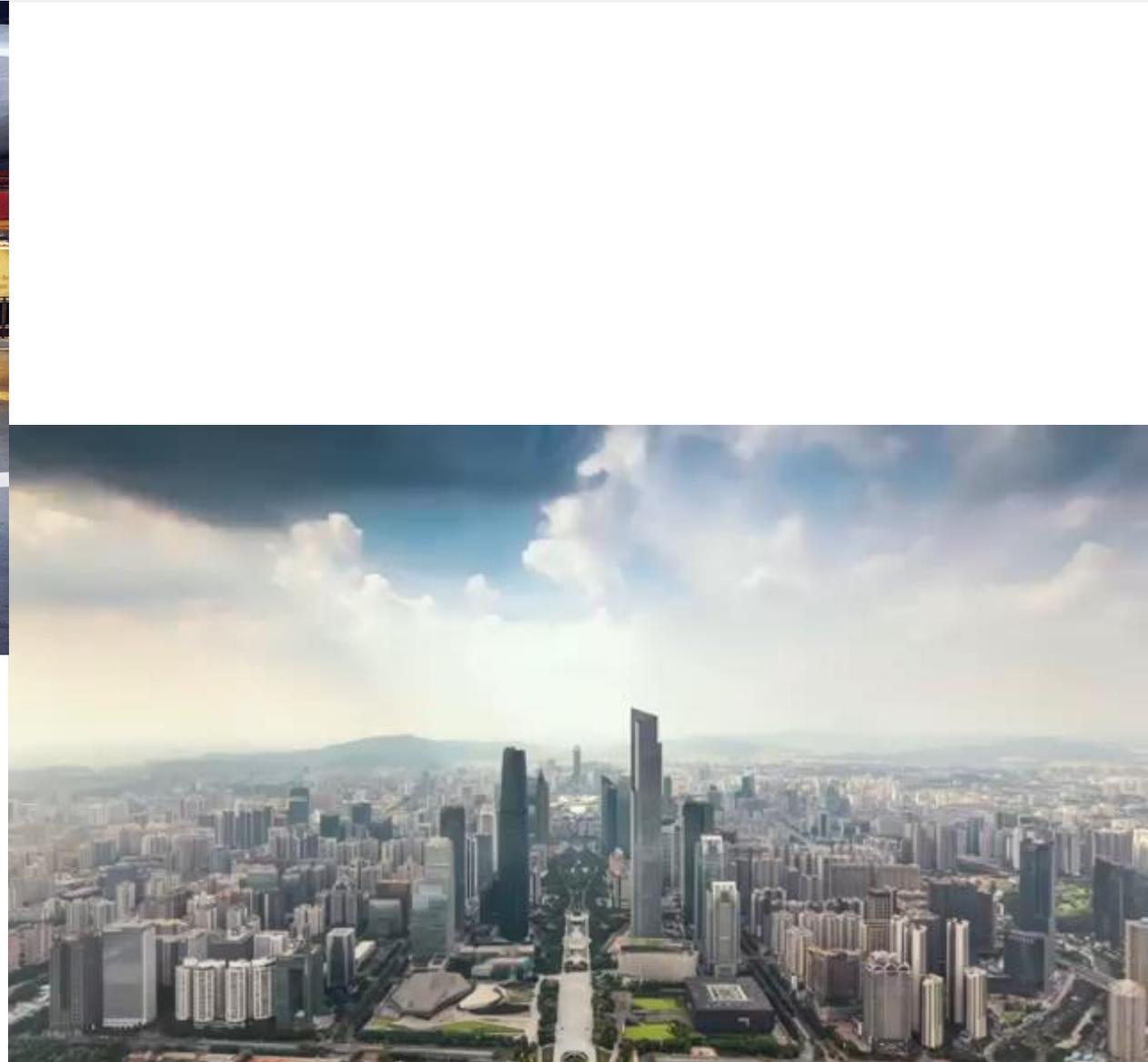
Next steps for parking assistant systems



[Smart Parking: Bye-bye Parkplatzsuche! | Bosch Global](#)

- [Automated Valet Parking: Wenn mein Audi fahrerlos einparkt | audi.com](#)
- [Valet Parking - Parken und parken lassen - Continental AG](#)

[Auto Parking | Xpeng G3 - YouTube](#)



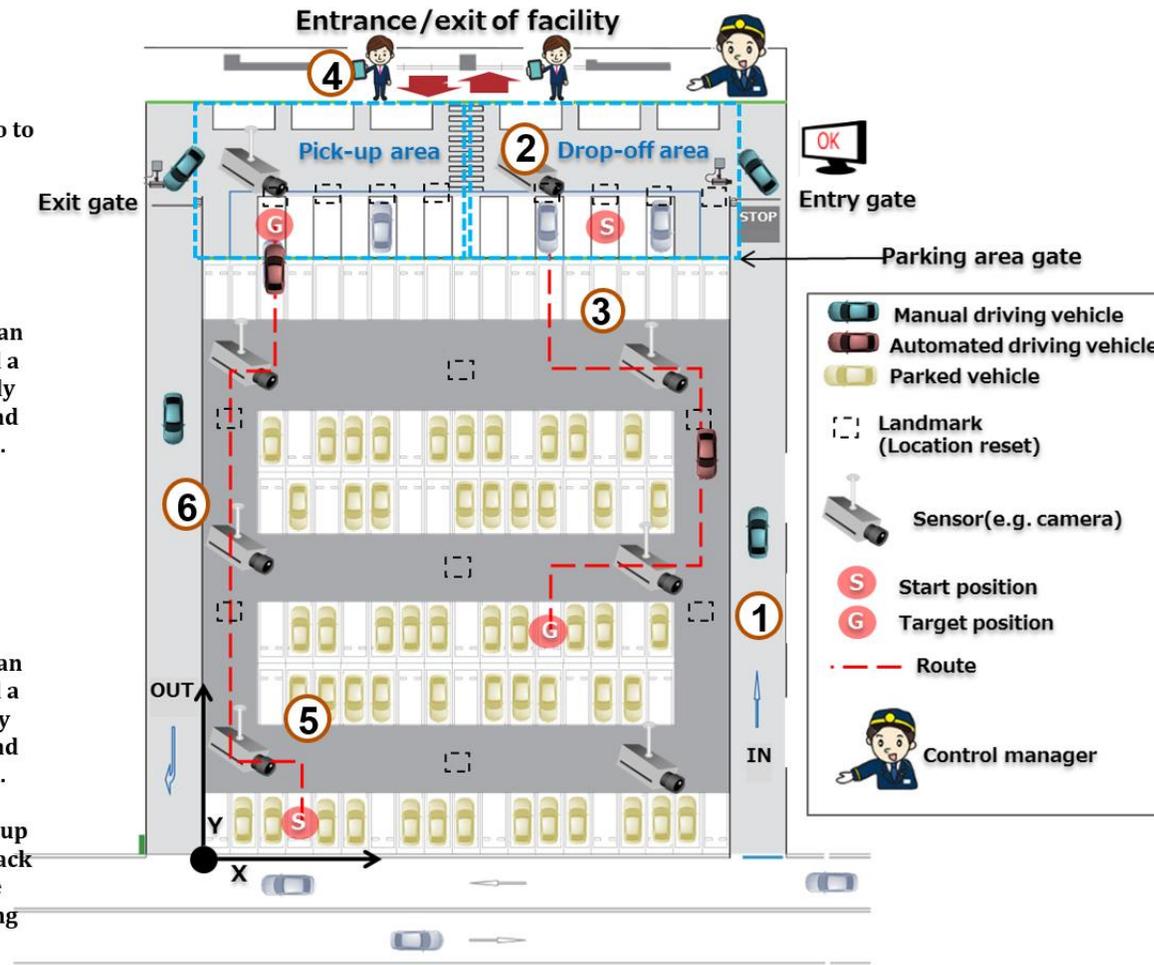
Valet parking

Entering

- ① User drives a vehicle and go to Drop-off area.
- ② User gets off the vehicle and delegates driving authority to the system.
- ③ Infrastructure determines an optimal target position and a route. Vehicle automatically drives through the route and parks at the target position.

Exiting

- ④ User call the vehicle and goes to Pick-up area.
- ⑤ Similarly to Entering, infrastructure determines an optimal target position and a route. Vehicle automatically drives through the route and parks at the target position.
- ⑥ When user gets to the pick-up area, driving authority is back to the user. User drives the vehicle and exits the parking lots.



Types of parking assistant

The journey from assisted parking to fully automated parking



Guided Parking Assist

www.sixt-neuwagen.de



Semiautomatic Parking Assist

www.autobild.de

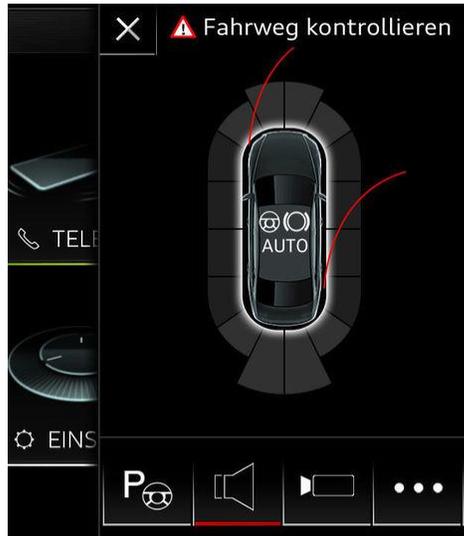


Fullautomated Parking Assist

[How to Use BMW Parking Assist | BMW Genius](#)
[How-To | BMW USA - YouTube](#)

The main function Parking Assist and the sub-functions

The sub-functions help the driver in a variety of situations



<https://www.audi-mediacycenter.com>

Maneuvering assistant



<https://www.audi-mediacycenter.com>

Reversing assistant



<https://www.presseportal.de>

Trailer assistant



<https://www.audi-mediacycenter.com>

Garage assistant



www.mercedes-benz.de

Surround view



[Perfect parallel parking - Guinness World Records - YouTube](#)

Motivation - Problems

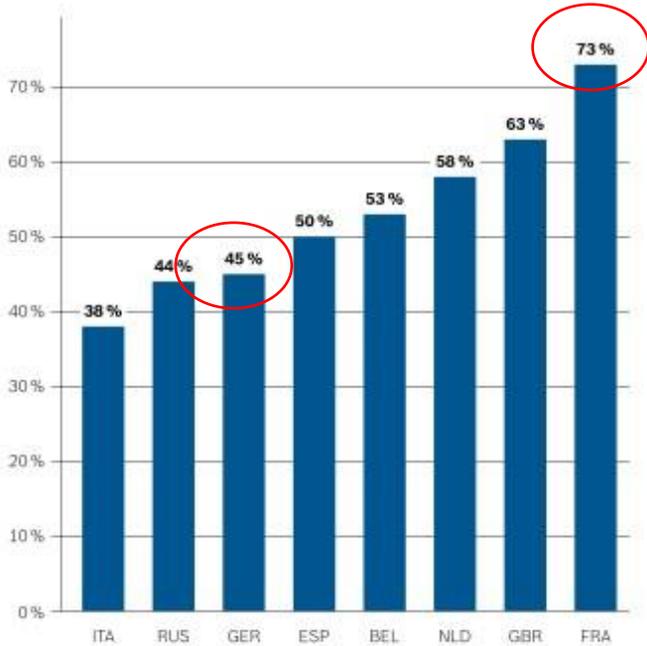


[Parking fail! UK driver REPEATEDLY smashes into vehicles while trying to park outside a KFC | SWNS - YouTube](#)

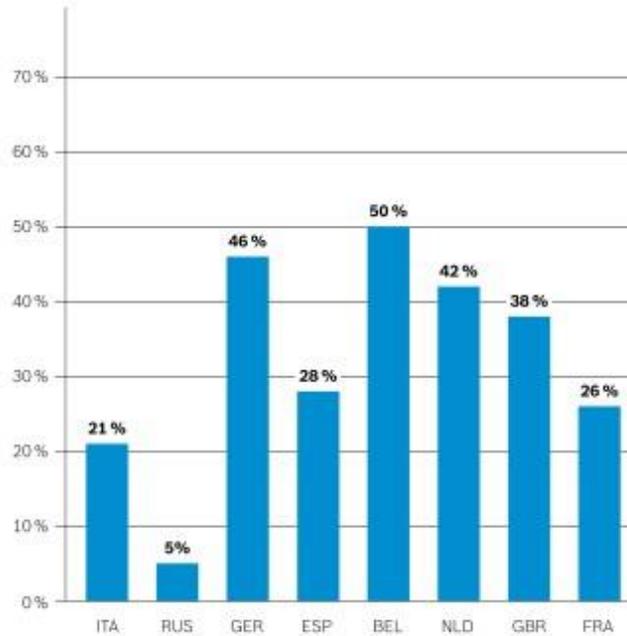
Market distribution of parking assistance systems

Serienanteil ausgewählter Fahrerassistenzsysteme in neuen Pkw 2017^{1,2}

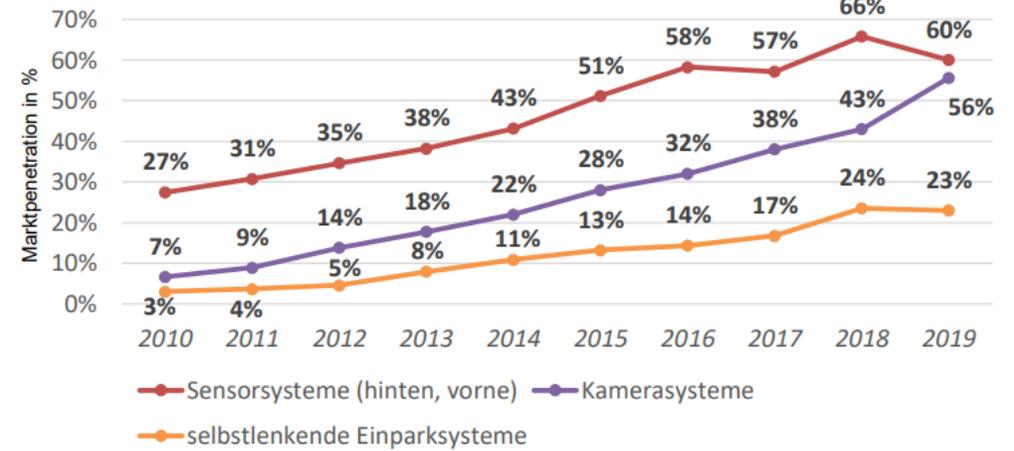
P Parkassistenzsysteme



! Automatische Notbremsassistenzsysteme



Marktpenetration diverser Einparkhilfen in Deutschland



Frank Baumeister, Bachelorthesis

■ Parkassistenzsysteme
■ Notbremsassistenzsysteme

¹ auf Basis Neuzulassung

² Lesebeispiel: In 46 % der neu zugelassenen Pkws in Deutschland mit einem automatischen Notbremsassistenzsystem gehört die Funktion zur Serienausstattung.

Quelle: Bosch, JATO Dynamics

<https://www.bosch-presse.de>



Motivation



www.istockphoto.com

Less damages



www.bosch-mobility-solutions.com

More comfort



www.adac.de

Greater safety



3.4 billion euros per year



2/3 of damage could be avoided with parking assistants



Less time spent looking for a parking slot



Less stress for parking



Significantly better all-round visibility



Less accidents while parking

The further development of the HMI concept



www.kufatec.com

Rudimentary and low budget



www.ff-tuning.de

Medium class vehicles



www.mercedes-benz.de

High class vehicles

HMI concepts



[How to Use BMW Parking Assist | BMW Genius How-To | BMW USA - YouTube](#)

HMI concepts

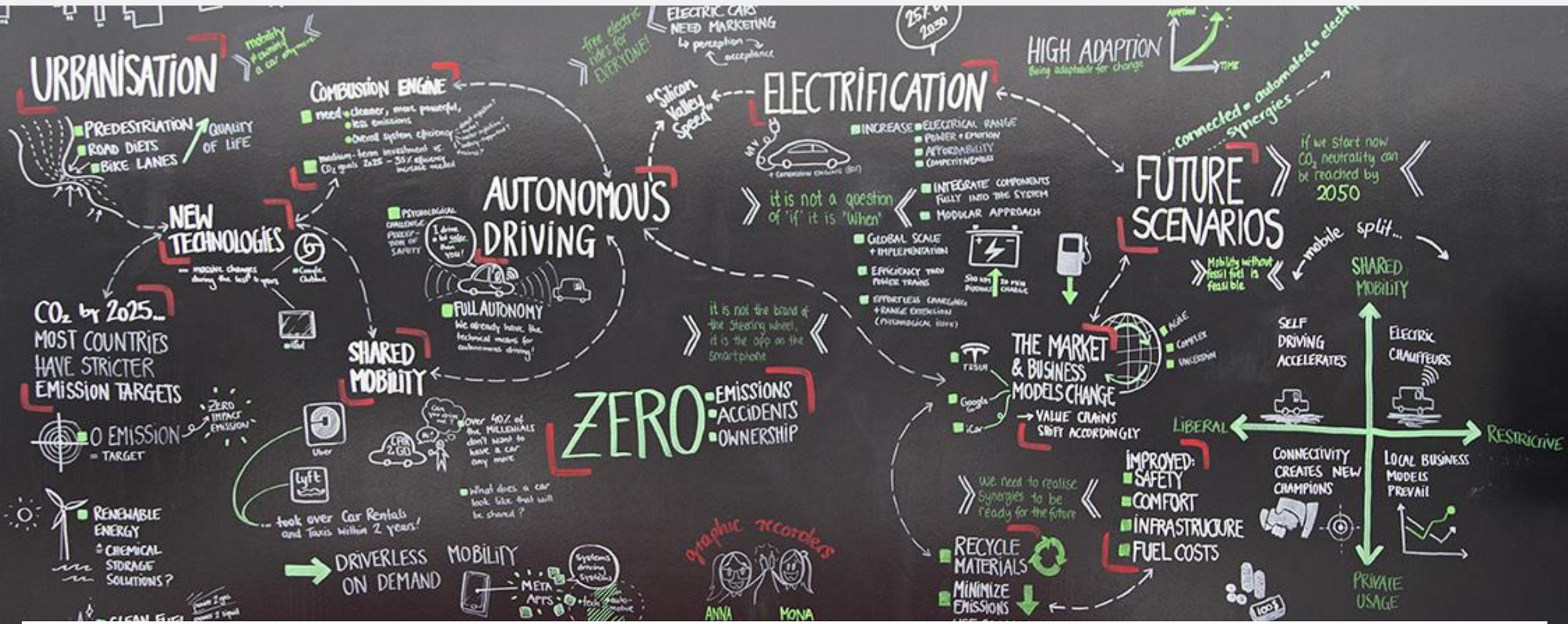


[PEUGEOT 508 FASTBACK | FULL PARK ASSIST - YouTube](#)

WS 1

Personas & Use-Cases

Workshop 1 Personas & Use cases for sub-function



Workshop 1: Personas & Use cases for sub-function

Workshop 1 Personas & Use cases for sub-function



- Customer profiles and reasons

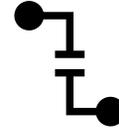


- Define use cases for the function

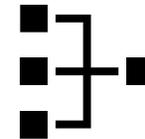
Tasks

1. Select one of the functions:

1. Maneuvering assistant
2. Reversing assistant
3. Trailer assistant
4. Garage assistant
5. Surround view



2. Define use cases in which you need the function



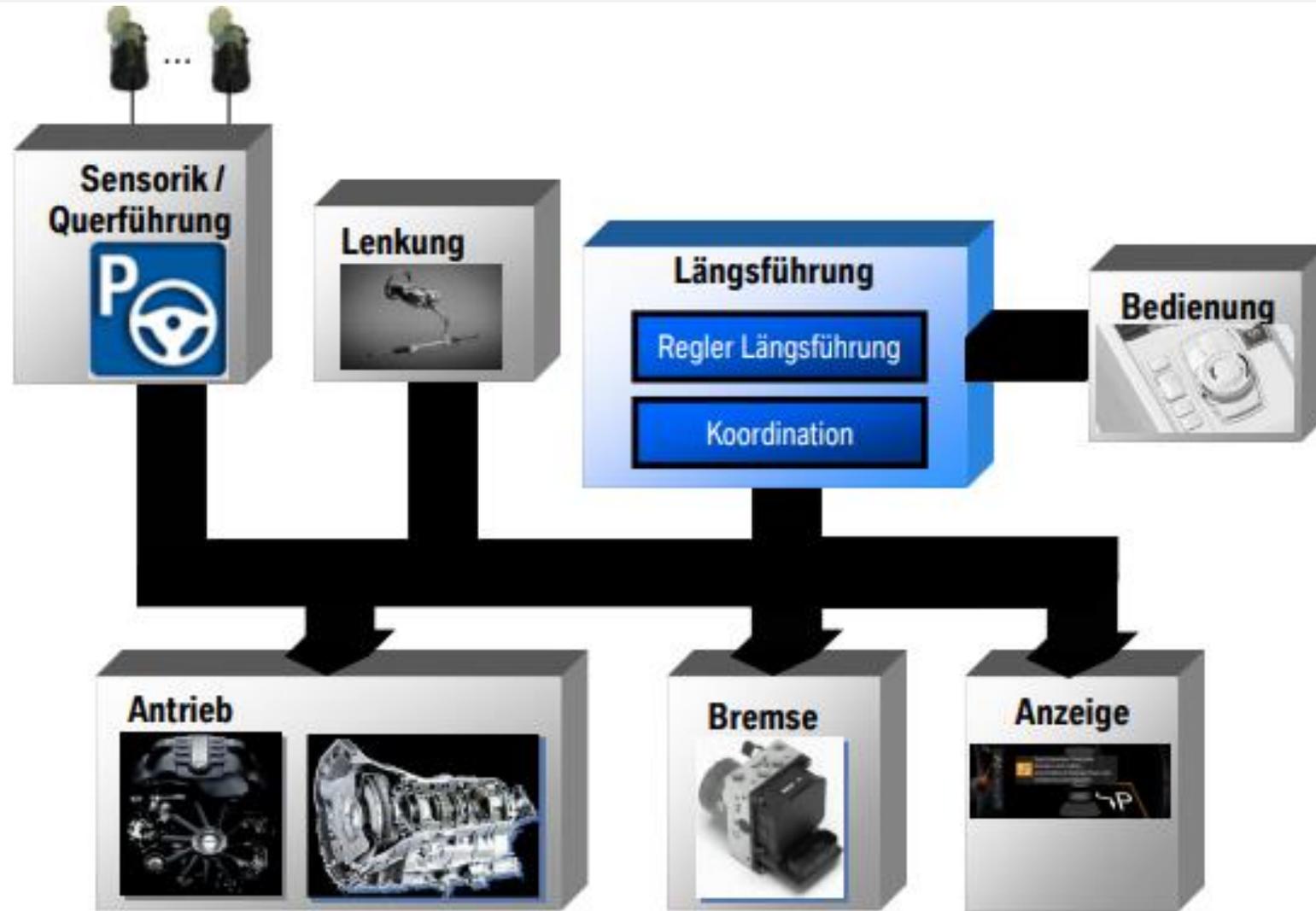
3. Create 5 different personas and specify why they need/use the function or not



Part 2

Technical deep dive

System Architecture



Dirk Ahrens, Parkassistent mit Längs- und Querführung, BMW



Ultrasonic

Trajectory

Steering
Powertrain
Break

Comparison ADAS/HAD sensor technologies

	 Kamera	 Laserscanner	 Radar	 Ultraschall
Blickfeld				
Messbereich, Reichweite				
Geschwindigkeitsauflösung				
Radiale Auflösung				
Betrieb unter schlechten Witterungsbedingungen				
Betrieb bei Nacht, Störung durch Umgebungslicht				
Objektklassifizierung, Semantische Information				

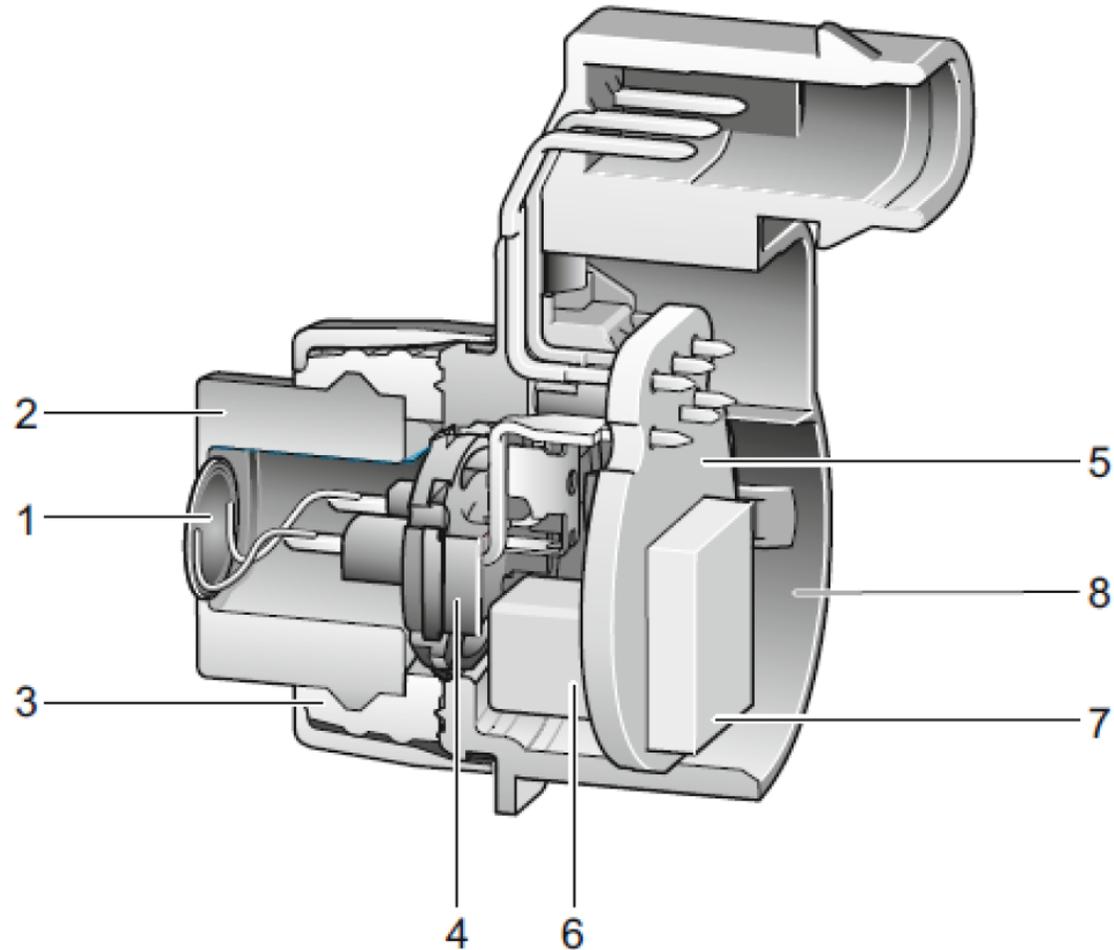
J. Schrepfer et. al.; Automatisiertes Fahren und seine Sensorik im Test; ATZ 01/2018

Comparison ADAS/HAD sensor technologies

Bewertungsmatrix FAS-Sensoren						
	++ : optimal ; + : gut ; 0 : mögliche Beeinträchtigung ; - : zusätzliche Einrichtung(en) notwendig ; -- : nicht geeignet					
	Short Range Radar (SRR)	Long Range Radar (LRR)	Lidar	Ultrasound	Mono Camera	Stereo Camera
Entfernungsmessung < 2m	0	-	0	++	-	++
Entfernungsmessung 2 – 30 m	+	++	++	-	-	0
Entfernungsmessung 30 – 200 m	-	++	+	--	-	-
Winkelmessung < 10°	+	+	++	-	++	+
Winkelmessung > 30°	0	-	++	0	++	+
Winkelauflösung	0	0	++	-	++	+
Geschwindigkeitsmessung	++	++	--	0	--	--
Robustheit Umwelt:						
Regen	++	+	0	0	0	0
Nebel, Schnee	++	++	-	+	-	-
Staub	++	++	0	++	--	--
Nacht	++	++	++	++	-	0

Prof. Dr. Thomas Zeh; Vorlesung Sensorik Hs-Kempten; WS2016;

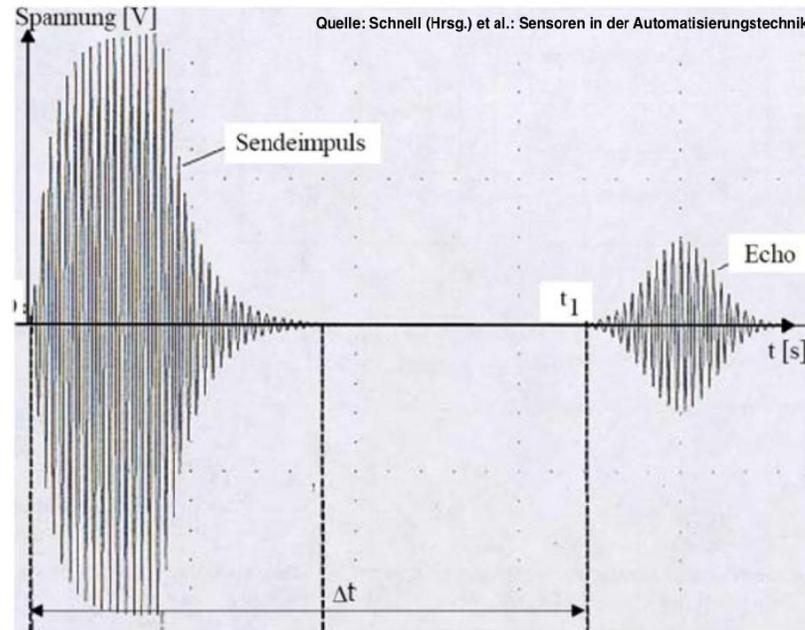
Ultrasonic functionality



- 1 Piezokeramik
- 2 Membrantopf
- 3 Entkopplungsring
- 4 Kontaktträger
- 5 Leiterplatte
- 6 Übertrager
- 7 ASIC*-Baustein
- 8 Gehäuse

K. Reif; Automobilelektronik; ATZ/MTZ Fachbuch; Springer; 2014

Ultrasonic principle



[Faustformel: Faktor 2 im Abstand bewirkt ¼ der reflektierten Amplitude]

$$\Delta t = \frac{s}{v} \quad (1)$$

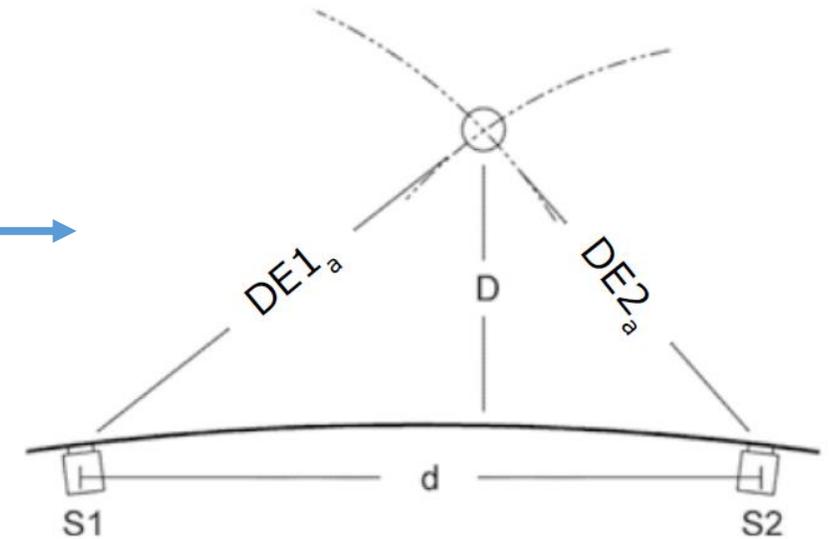
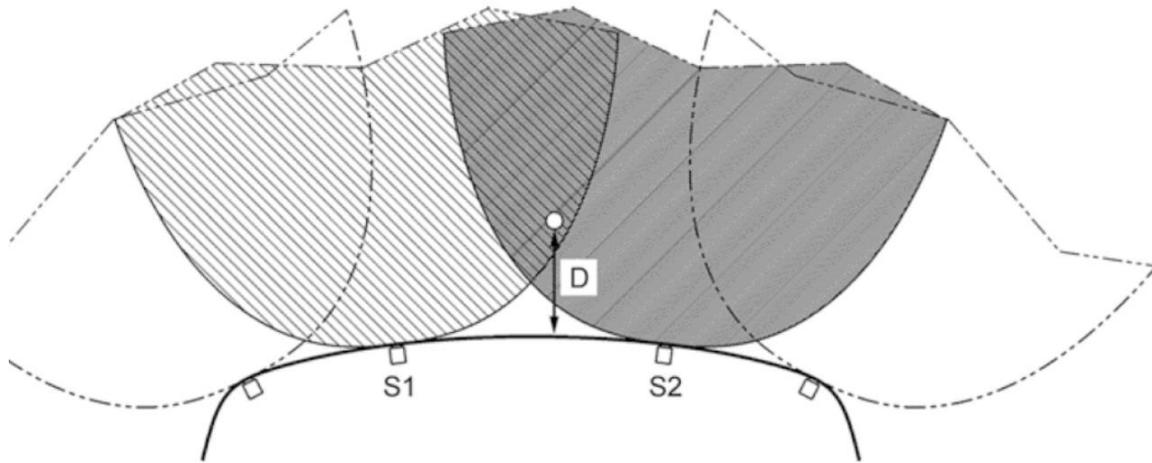
$$c = c_0 \cdot \sqrt{1 + \frac{\vartheta}{273,15^\circ\text{C}}} \quad (2)$$

$$d = \frac{c \cdot \Delta t}{2} \quad (3)$$

c_0 : Schallgeschwindigkeit 0°C [m/s]
 ϑ : Lufttemperatur [°C]

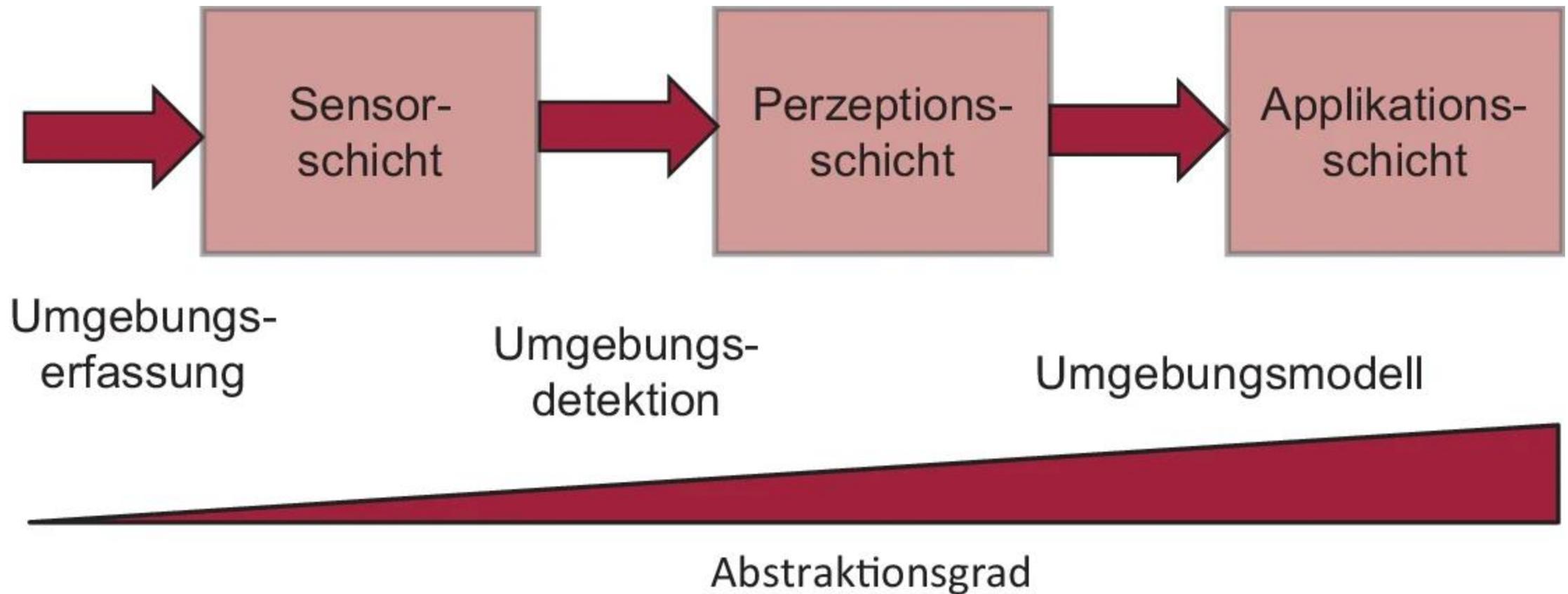
ϑ [°C]	c [m/s]
-10	325,4
0	331,5
20	343,4

Trilateration direct echo

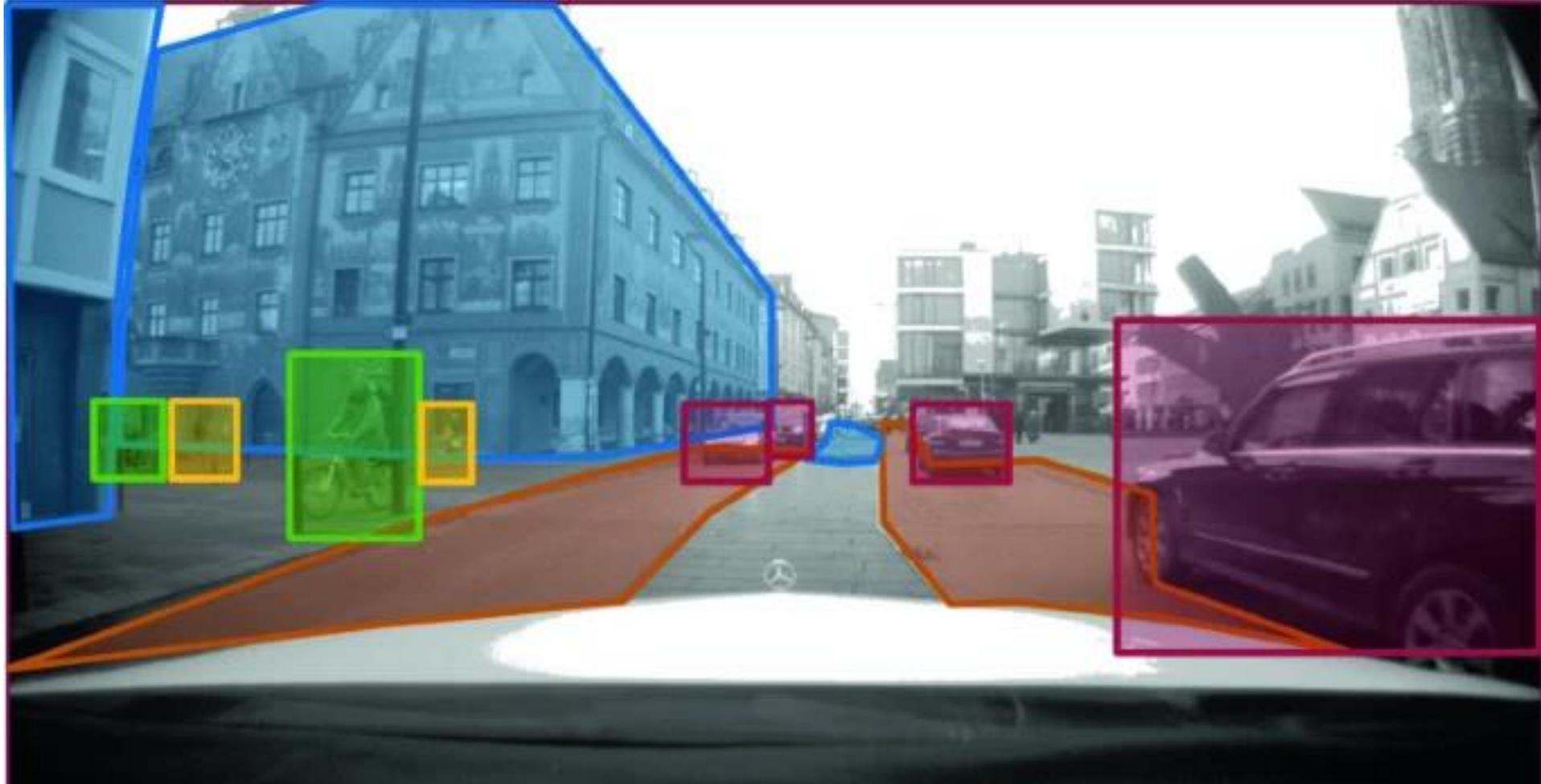


$$D = \sqrt{DE1_a^2 - \frac{(d^2 + DE1_a^2 - DE2_a^2)^2}{4 \cdot d^2}} \quad (4) \quad [DE1_a, DE2_a: \text{euklidischer Abstand}]$$

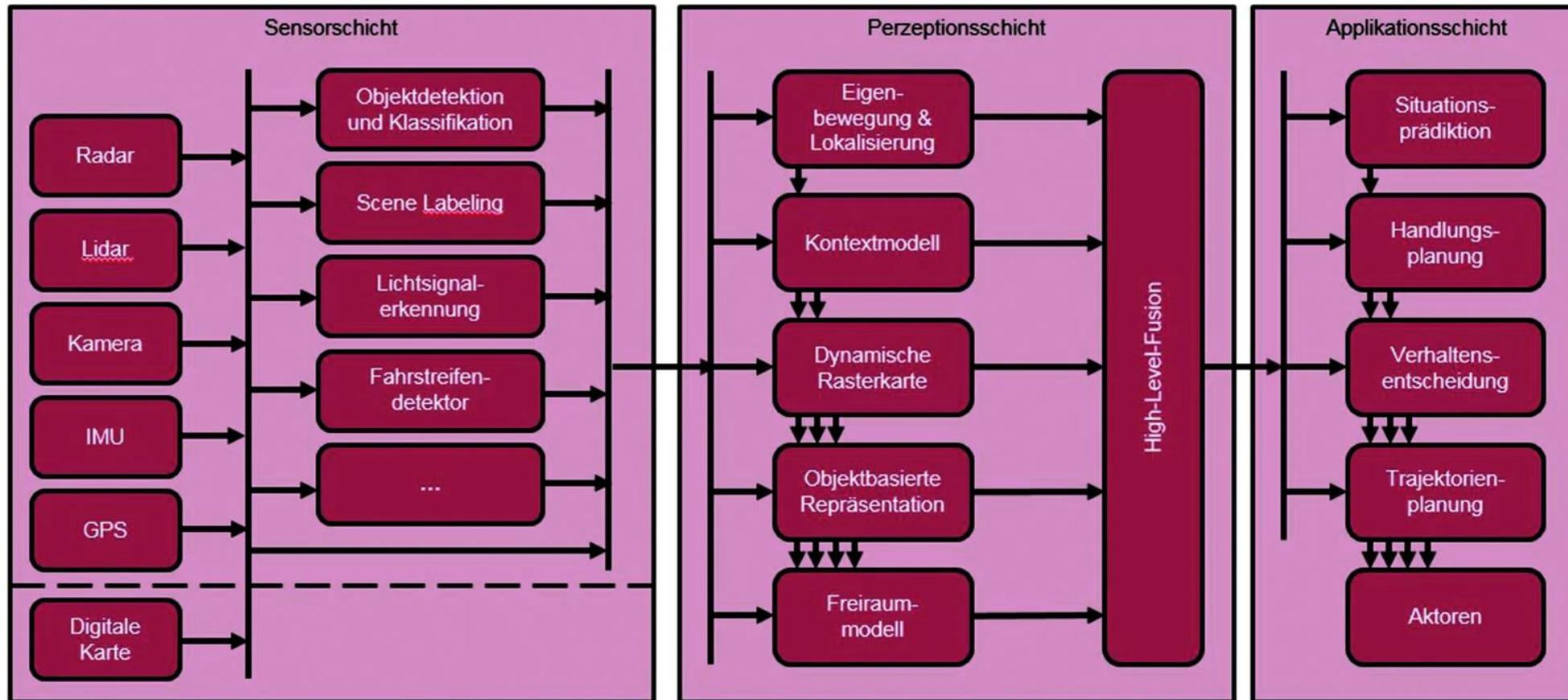
Perception method



Perception method



Overall functional architecture



Driving school approach parking process

1. Position your car directly next to the front car A at a distance p from this car
2. Drive straight backwards until the center of our car, related to the four tires, is at the same height as the end of the car A in front.
3. Now turn the steering wheel completely to the stop so that you enter the gap. Thereby a circular arc is driven, to which the angle α belongs.
4. Then turn the front wheel completely in the opposite direction to get parallel to the road again and drive the opposite arc with the same angle α .
5. Finally, you drive a little bit forward so that the rear car B does not get jammed.

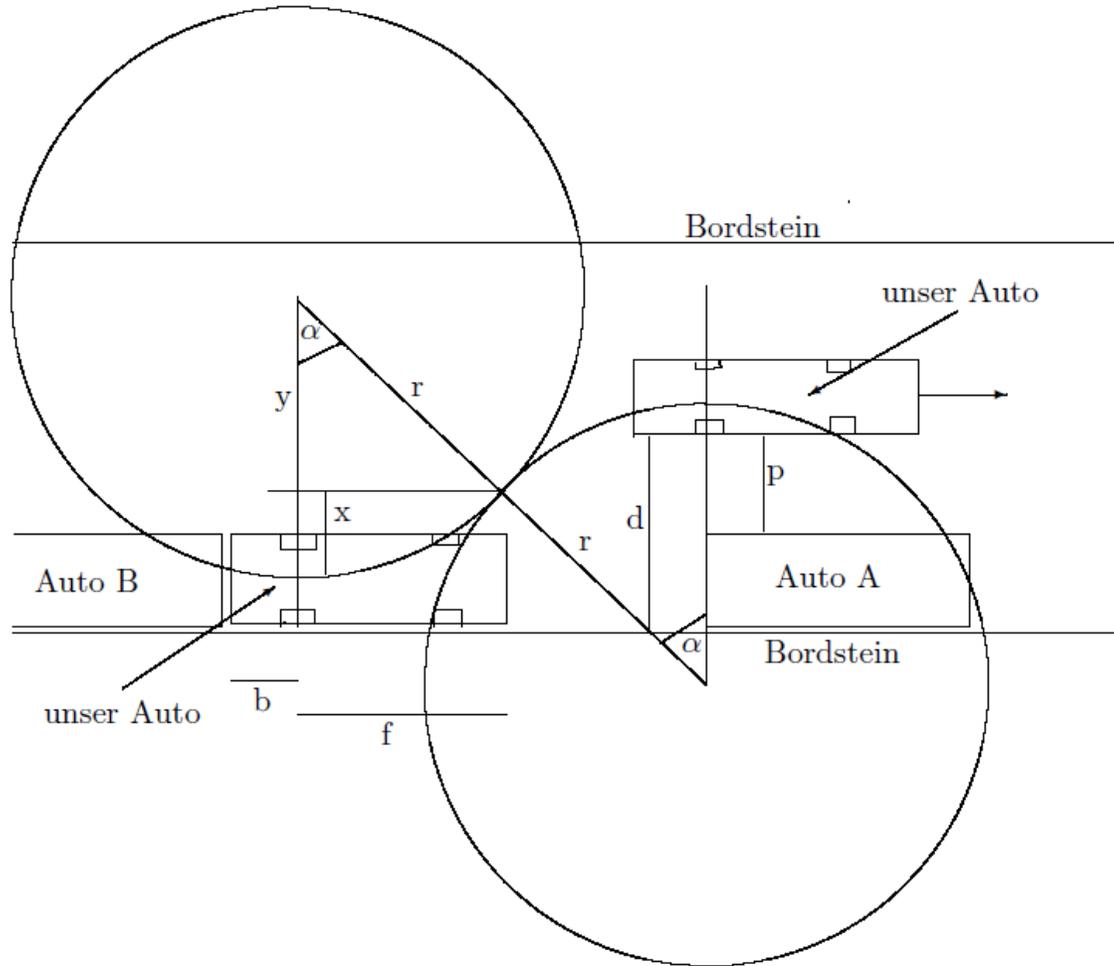
Questions:

What is the minimum width of the gap so that we can get in?

At what distance p do you start the game?

Which arc should you drive, so what is the angle α ?

Mathematical approach parking process



$$d = 2x = 2(r - y) = 2 \cdot (r - r \cdot \cos\alpha) = 2r \cdot (1 - \cos\alpha) \quad (5)$$

$$p = d - w = 2r \cdot (1 - \cos\alpha) - w \quad (6)$$

$$g \geq 2r \cdot \sin\alpha + b \quad (7)$$

$$\alpha = \arccos \frac{2r - w}{2r} \quad (8)$$

Mit α :

$$g \geq \sqrt{2rw + f^2} + b \quad (9)$$

g : Länge Parklücke
 w : Breite Auto

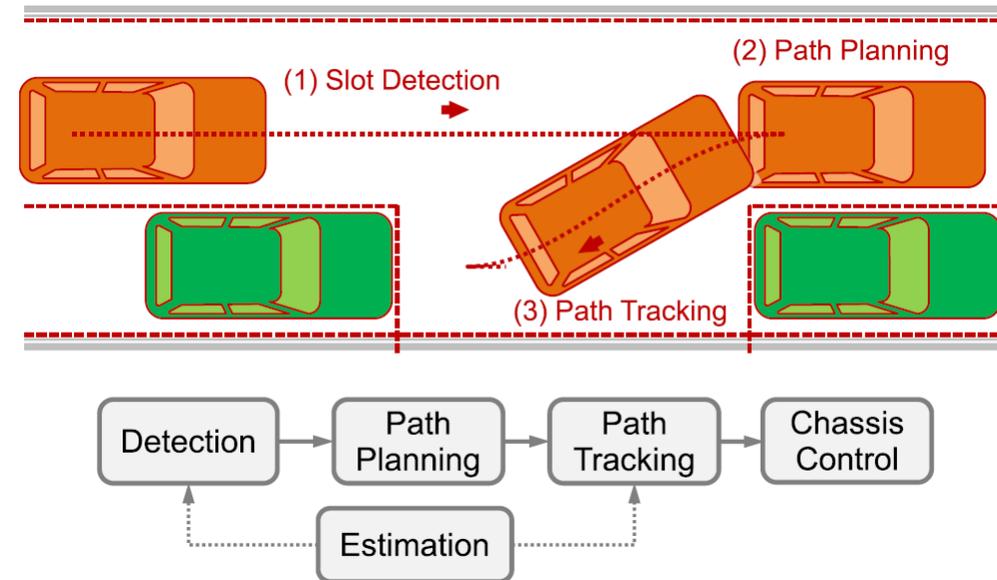
Trajectory/Motion planning

Multi-objective optimization should be considered:

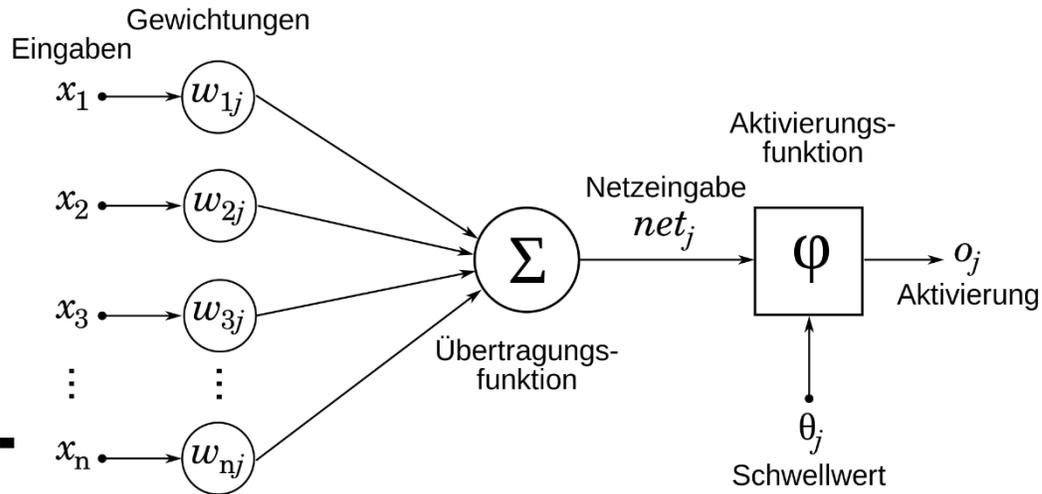
- safety
- comfort
- efficiency
- final parking position

Traditional: based on geometric curve

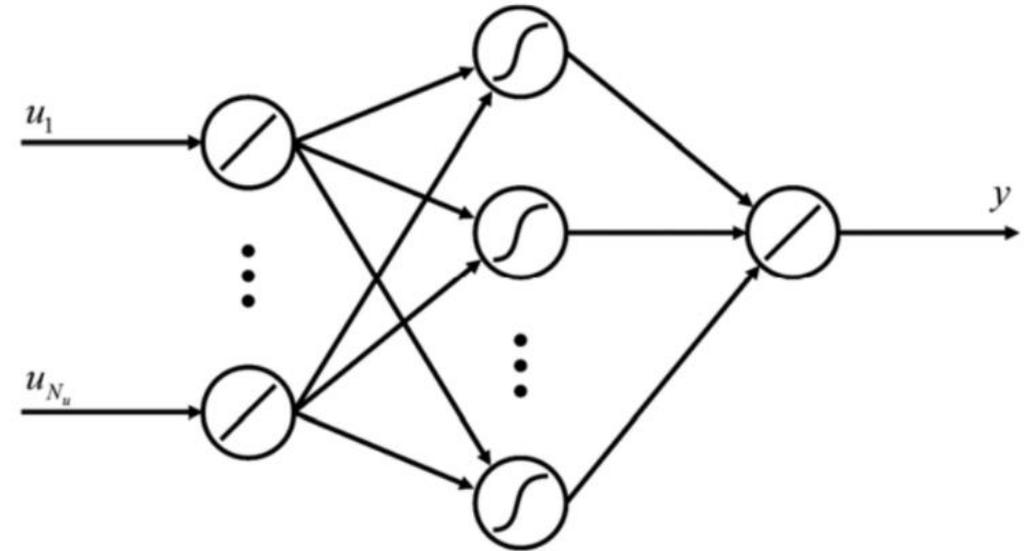
Latest: learning-based



Neural Networks



Dreischichtiges ($N_u|N|N_y$)-MLP mit ($lin|tanh|lin$)-Aktivierungsfunktionen



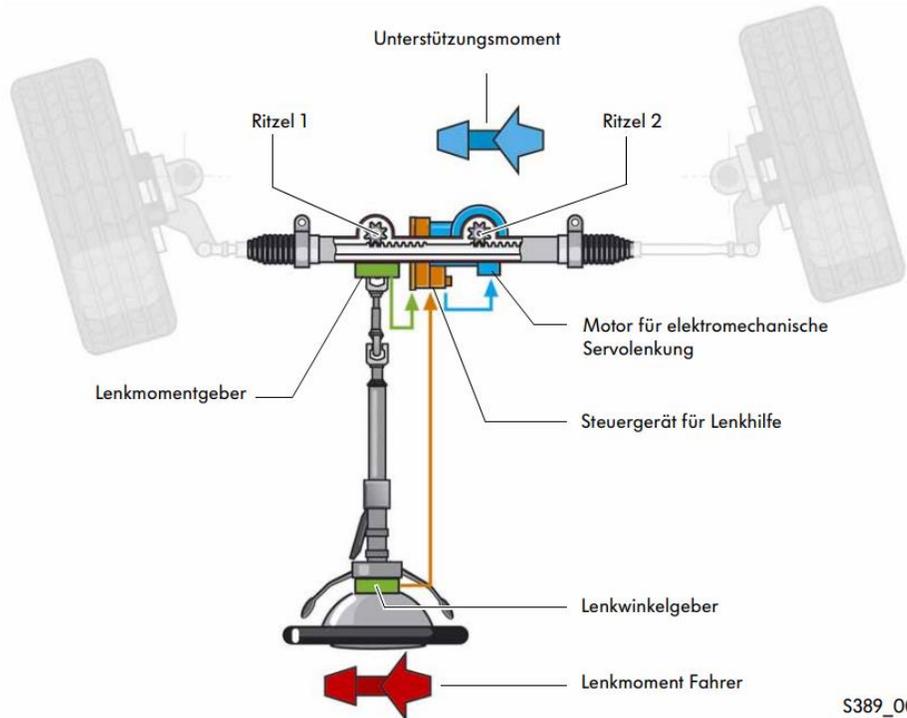
$$y = f_{MLP}(u, w) := b_2 + W_2 \sigma(b_1 + W_1 u)$$

NN learning:

- Change of weights
- Change of treshhold
- More/less neurons
- Modification in activation/propagation/output function

Actuators

Steering



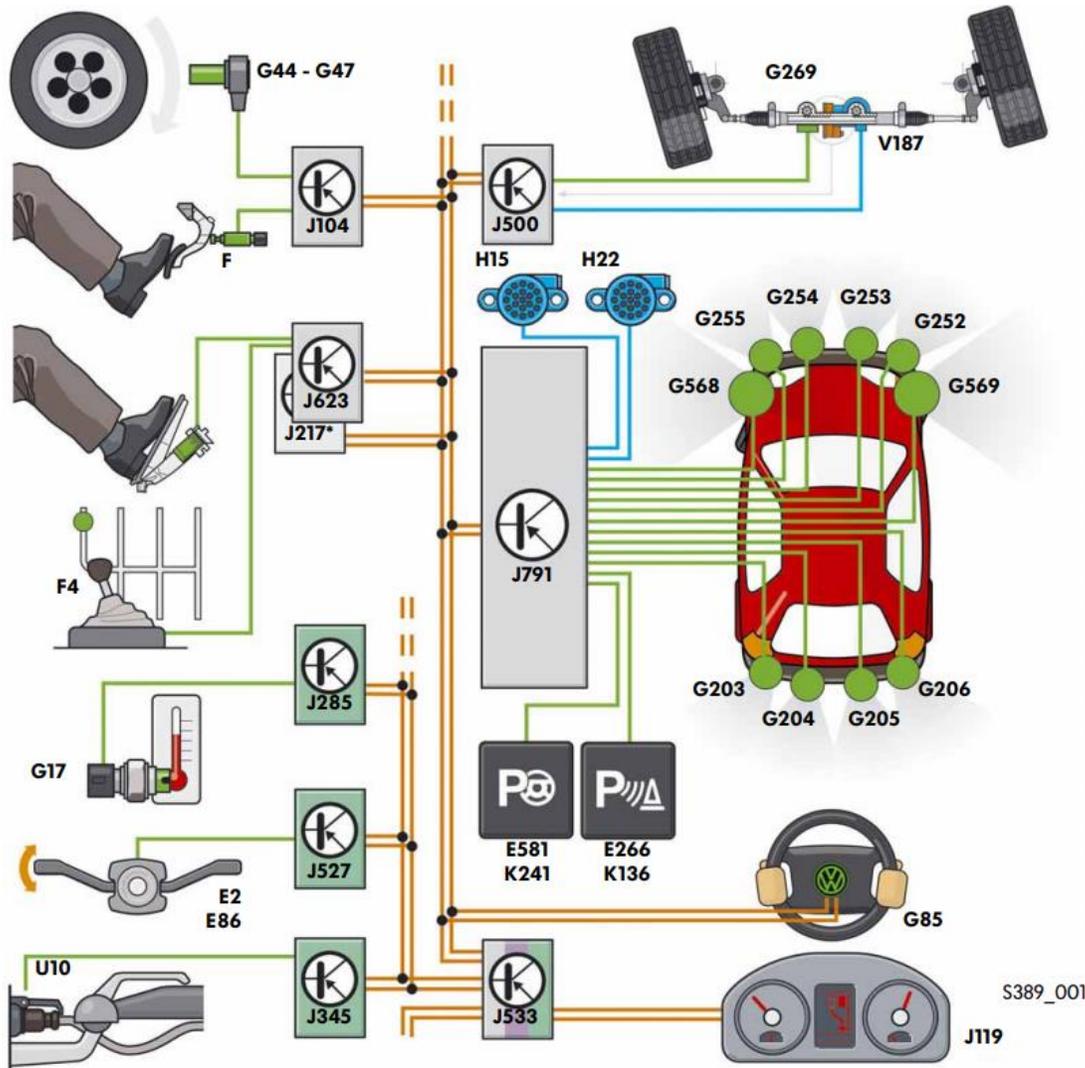
Powertrain



Braking



Architecture example partially automated PMA



Folgende Bauteile der genannten Fahrzeugsysteme arbeiten für die Funktion der Parklenkhilfe zusammen:

Parklenkassistent

- E266 Taster für Einparkhilfe
- E581 Taster für Parklenkassistent
- G203 Geber für Einparkhilfe hinten links
- G204 Geber für Einparkhilfe hinten Mitte links
- G205 Geber für Einparkhilfe hinten Mitte rechts
- G206 Geber für Einparkhilfe hinten rechts
- G252 Geber für Einparkhilfe vorn rechts
- G253 Geber für Einparkhilfe vorn Mitte rechts
- G254 Geber für Einparkhilfe vorn Mitte links
- G255 Geber für Einparkhilfe vorn links
- G568 Geber vorn links für Parklenkassistent, linke Fahrzeugseite
- G569 Geber vorn rechts für Parklenkassistent, rechte Fahrzeugseite
- H15 Warnsummer für Einparkhilfe hinten
- H22 Warnsummer für Einparkhilfe vorn
- J791 Steuergerät für Parklenkassistent
- K136 Kontrollleuchte für Einparkhilfe
- K241 Kontrollleuchte für Parklenkassistent

Elektromechanische Servolenkung

- G269 Lenkmomentgeber
- J500 Steuergerät für Lenkhilfe
- V187 Motor für elektromechanische Servolenkung

Bremssystem

- G44 Drehzahlfühler hinten rechts
- G45 Drehzahlfühler vorn rechts
- G46 Drehzahlfühler hinten links
- G47 Drehzahlfühler vorn links
- G85 Lenkwinkelgeber
- J104 Steuergerät für ABS

Motor- und Getriebemanagement

- F Bremslichtschalter
- F4 Schalter für Rückfahrleuchten
- J217* Steuergerät für automatisches Getriebe
- J623 Motorsteuergerät

Schalttafel und Lenksäulenelektronik

- E2 Blinklichtschalter
- E86 Abruftaste für Multifunktionsanzeige
- G17 Temperaturfühler für Außentemperatur
- J119 Multifunktionsanzeige
- J285 Steuergerät im Schalttafeleinsatz
- J527 Steuergerät für Lenksäulenelektronik
- J533 Diagnose-Interface für Datenbus

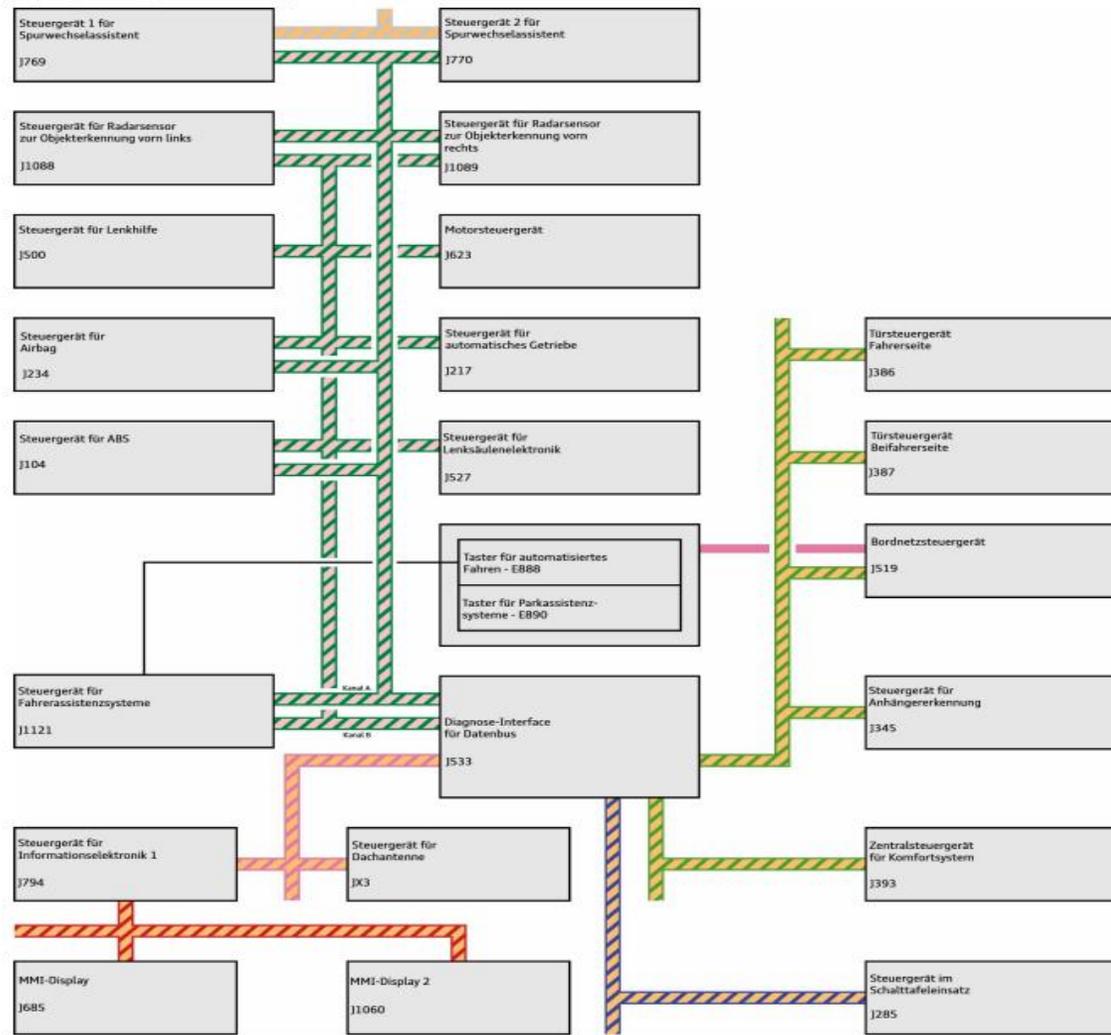
Anhängelerkennung**

- J345 Steuergerät für Anhängelerkennung
- U10 Steckdose für Anhängerbetrieb

* nur Automatikfahrzeuge

** nur bei Fahrzeugen mit Anhängerkupplung und Anhängelerkennung

Architecture example fully automated PMA



667_100

Legende



- CAN-Extended
- FlexRay
- CAN-Komfort
- CAN-Infotainment
- CAN-Anzeige- und Bedienung
- CAN-Informationselektronik 1

Architecture example

Steuergeräte am FlexRay

Steuergerät für Fahrerassistenzsysteme J1121

- › Ist das Mastersteuergerät der neuen Parkassistenzsysteme. › Liest die Messwerte der Ultraschallsensoren ein.
- › Liest die Bilddaten der Umgebungskameras ein.
- › Verarbeitet die Bilder der Umgebungskameras und sucht in denen Bildern nach Objekten.
- › Trägt fortlaufend Messwerte der systemrelevanten Sensoren in eine gemeinsame Karte ein (Sensordatenfusion). Diese Karte stellt das für den Parkvorgang relevante Fahrzeugumfeld dar.
- › Plant auf Basis der fusionierten Sensordaten den genauen Weg des Parkvorgangs.
- › Korrigiert Abweichungen vom geplanten Weg des Parkvorgangs.
- › Übermittelt den beteiligten Steuergeräten über die Fahrzeug-Bussysteme Informationen und Anforderungen der "Neuen Parkassistenzsysteme".
- › Liest Informationen anderer Steuergeräte ein und verarbeitet diese Daten.
- › Liest den Taster für automatisiertes Fahren E888 über eine diskrete Leitung ein.

Motorsteuergerät J623

- › Setzt die für den Parkvorgang notwendige Fahrzeuggeschwindigkeit um.
- › Schaltet auf Anforderung des Parkassistenten plus den Fahrzeugmotor ein- oder aus.

Steuergerät für Lenkhilfe J500

- › Setzt die notwendigen Lenkbewegungen für den Parkvorgang um.

Architecture example

Steuergeräte am FlexRay

Steuergerät für automatisches Getriebe J217

- › Veranlasst die notwendigen Schaltvorgänge während des Parkvorgangs.
- › Veranlasst bei Bedarf die Aktivierung bzw. Deaktivierung der Parksperre.

Steuergerät für ABS J104

- › Setzt die notwendigen Bremseingriffe während des Parkvorgangs um.
- › Legt die aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit auf das Fahrzeug-Bussystem.

Steuergerät für Lenksäulenelektronik J527

- › Gibt den aktuellen Status des Richtungsblinkers ans Mastersteuergerät J1121 weiter. Diese Information wird unter anderem beim Ausparken aus Längsparklücken und zur Steuerung der Anzeige von Parklücken benötigt.

Steuergerät für Airbag J234

- › Liest den Zustand des Gurtschlosses am Fahrersitz ein (Gurt gesteckt / nicht gesteckt). Wird kein gesteckter Gurt am Fahrersitz erkannt, so kann kein assistierter Parkvorgang begonnen werden. Wird der Gurt während eines Parkvorgangs geöffnet, so wird der Parkvorgang unterbrochen.

Steuergerät für Spurwechselassistent 1 und 2 – J769 und J770

- › Informiert den Parkassistenten plus über Gefahren einer möglichen Kollision mit Querverkehr hinter dem Fahrzeug.

Steuergerät für Radarsensor zur Objekterkennung vorn links und vorn rechts – J1088 und J1089

- › Informiert den Parkassistenten plus über Gefahren einer möglichen Kollision mit Querverkehr vor dem Fahrzeug.

Diagnose-Interface für Datenbus J533

- › Verbindet die verschiedenen Fahrzeugbussysteme miteinander und leitet Daten von einem Fahrzeug-Bussystem auf ein oder mehrere andere Fahrzeug-Bussysteme weiter.

Architecture example

Steuergeräte am CAN-Komfort und CAN-Komfort 2

Zentralsteuergerät für Komfortsystem J393

- › Setzt einen vom Parkassistenzsystem angeforderte Klemmenwechsel um. (Beispiel: Ein- und Ausschalten der Zündung und des Fahrzeugmotors).
- › Setzt einen vom Parkassistenzsystem angeforderten Ver- oder Entriegelungsvorgang über die Zentralverriegelung um.
- › Sorgt dafür, dass beim Öffnen der Fahrertür der Fahrzeugmotor nicht über das Verlassenskonzept abgestellt wird, wenn der Fahrer einen fernbedienten Einparkvorgang beabsichtigt.
- › Überprüft bei einem fernbedienten Parkvorgang, ob ein berechtigter Fahrzeugschlüssel im Umfeld erkannt wird und ermittelt den Abstand zwischen Schlüssel und Fahrzeug.
- › Aktiviert bei Bedarf während des Parkvorgangs den entsprechenden Richtungsblinker. Bordnetzsteuergerät J519
- › Legt die Information, ob aktuell der Taster für automatisiertes Fahren E888 betätigt ist auf den CAN-Komfort. 32
- › Legt die Information, ob aktuell der Taster für Parkassistenzsysteme E890 betätigt ist auf den CAN-Komfort.

Türsteuergeräte Fahrerseite und Beifahrerseite J386 und J387

- › Setzen vor oder nach einem fernbedienten Parkvorgang das Ent- bzw. Verriegeln des Fahrzeugs um.
- › Legen die Information, ob ein Außenspiegel angeklappt ist, auf das Fahrzeug-Bussystem. Mit einem angeklappten Außenspiegel kann ein Parkvorgang nicht ausgeführt werden, da die entsprechende Umfeldkamera sein seitliches Fahrzeugumfeld nicht erfassen kann.

Steuergerät für Anhängererkennung J345

- › Meldet, ob aktuell ein Anhänger bzw. Fahrradträger am Fahrzeug angeschlossen ist oder nicht. Ist dies der Fall, so lässt sie keines der "Neuen Parkassistenzsysteme" aktivieren.

Architecture example

Steuergeräte am CAN-Infotainment, CAN-Informationselektronik 1 und CAN Anzeige und Bedienung

Steuergerät für Informationselektronik 1 – J794

- › Anzeige der Grafiken der Parkassistenzsysteme mit den entsprechenden Texten.
- › Bietet dem Kunden bei der Wahl des gewünschten Parkplatzes Auswahlmöglichkeiten an und leitet Eingaben des Kunden an das Parkassistenzsystem weiter.

MMI-Display J685

- › Im MMI-Display werden die verfügbaren Parkszenarien dargestellt. Wurde ein Parkszenario ausgewählt, so erscheinen dort beim Parkvorgang auch alle weiteren Grafiken des Parkassistenzsystems.
- › Zeigt während eines vom Fahrzeuginnenraum gesteuerten Parkvorgangs das Bild der Umgebungskameras an. **MMI-**

Display 2 – J1060

- › Das MMI-Display 2 bietet eine individuelle Favoritenleiste für häufig genutzte Bedienelemente. Der Kunde kann im MMI festlegen, dass der Taster für Parkassistenz dauerhaft in dieser Favoritenleiste zur Verfügung steht, so dass dieser bei Bedarf schnell genutzt werden kann.

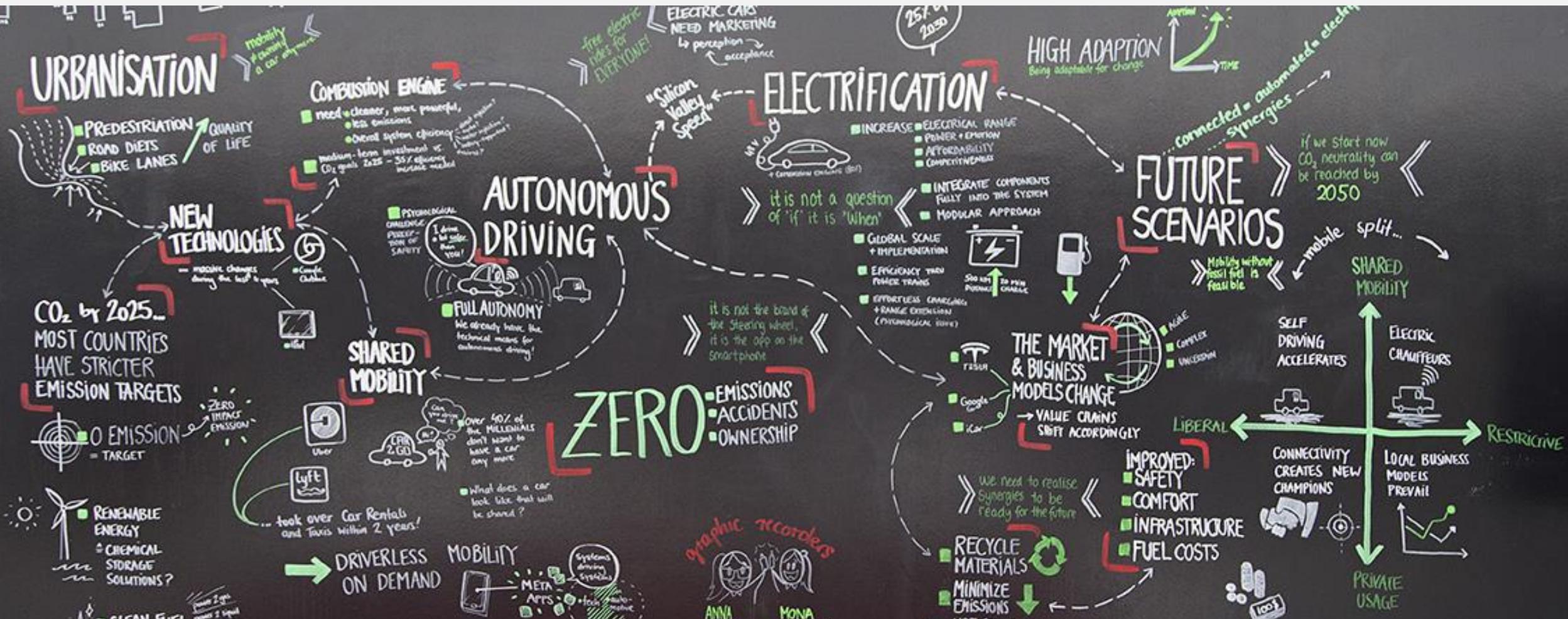
Steuergerät im Schalttafeleinsatz J285

- › Zeigt Fehlermeldungen oder den Abbruch eines Parkvorgangs in seinem Display an. Steuergerät für Dachantenne JX3
- › Kommuniziert über die Dachantenne mit dem Smartphone, das zur Steuerung von fernbedienten Parkvorgängen benutzt wird.
- › Kommuniziert mit dem Mastersteuergerät der Parkassistenzsysteme J1121 über das Fahrzeug-Bussystem.
- › Dient als Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Smartphone, das die drahtlos vom Smartphone erhaltenen Informationen ins Fahrzeug-Bussystem einspeist und umgekehrt.

WS 2

Time model & KPIs

Workshop 2 time model & KPI's



Workshop 2: Time model & KPI's

Workshop 2 Time model & KPI's



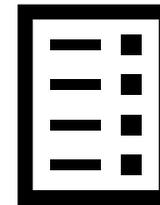
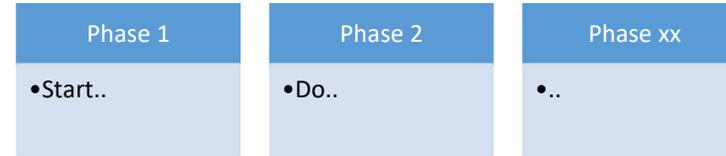
- Create a time model for the selected function



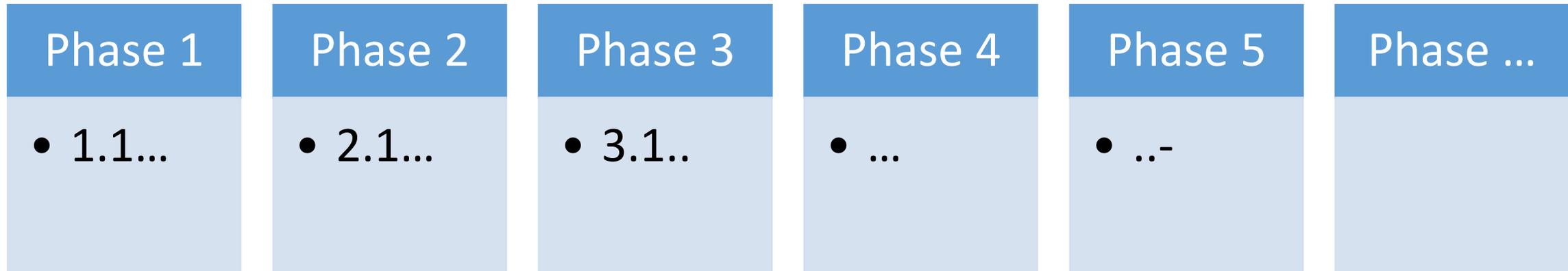
- define KPIs for the selected function

Tasks

1. create a phase model for the selected function
 1. Maneuvering assistant
 2. Reversing assistant
 3. Trailer assistant
 4. Garage assistant
 5. Surround view
2. Define the KPI's for the selected functions and maintain them in the level model



Example

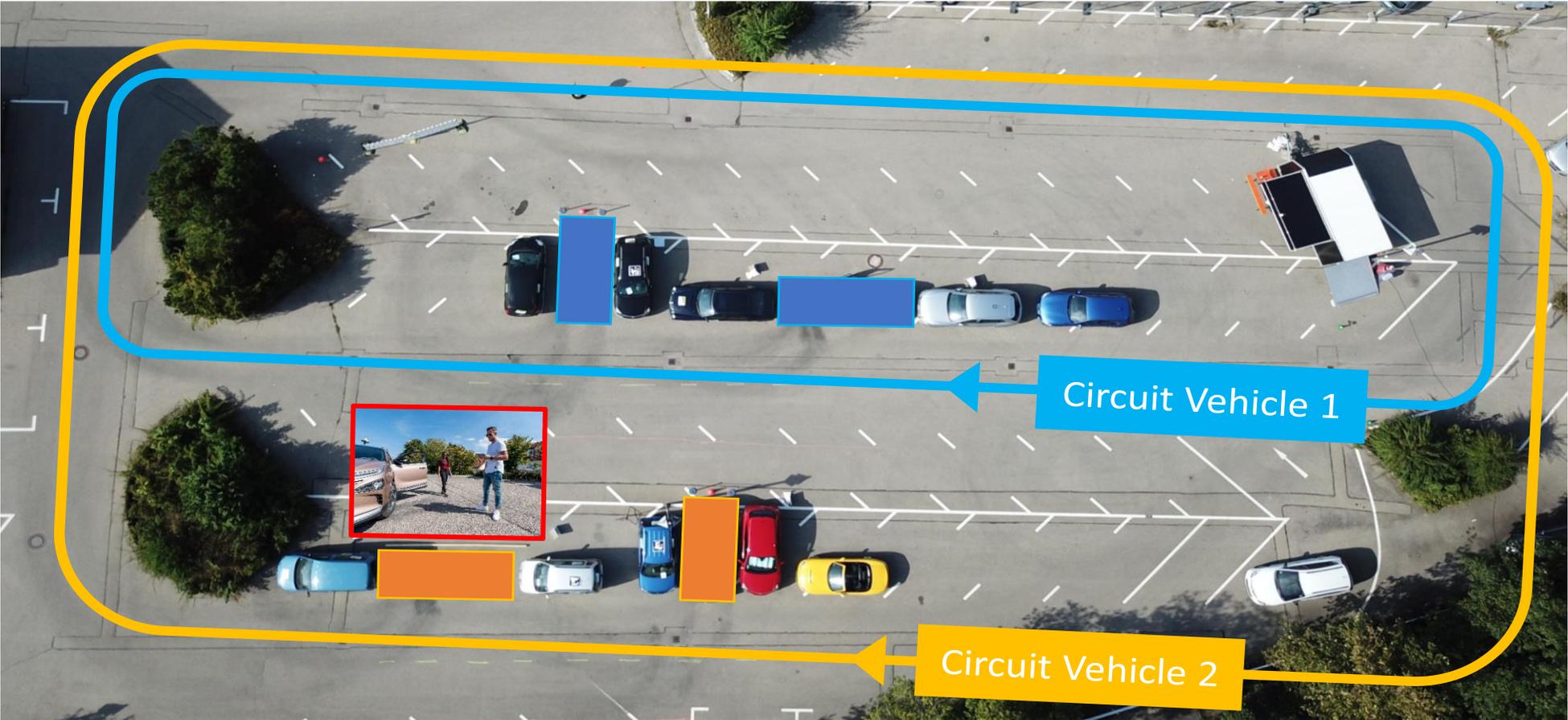


Part 3

Study design & Evaluation method

Parking: human vs. machine

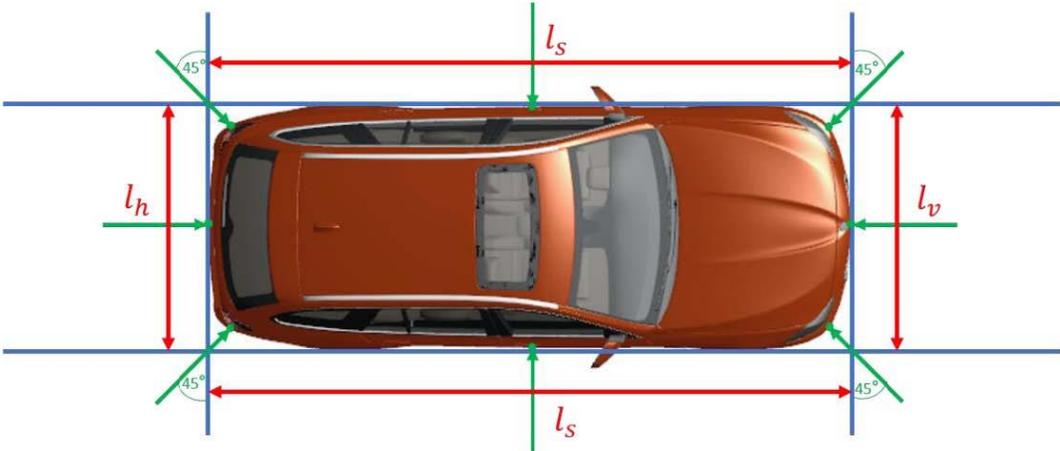
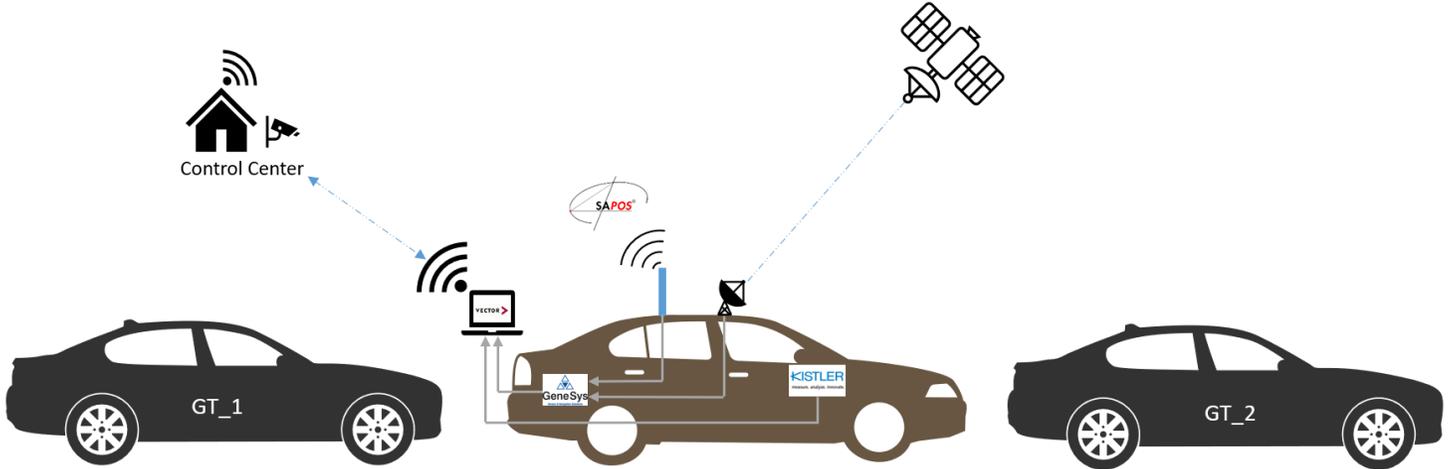
Study design



Male	Female	Average age	Range of age	Non-experts	Semi-experts
17	4	31	23 – 51	10	11

Parking: human vs. machine

Measurement setup



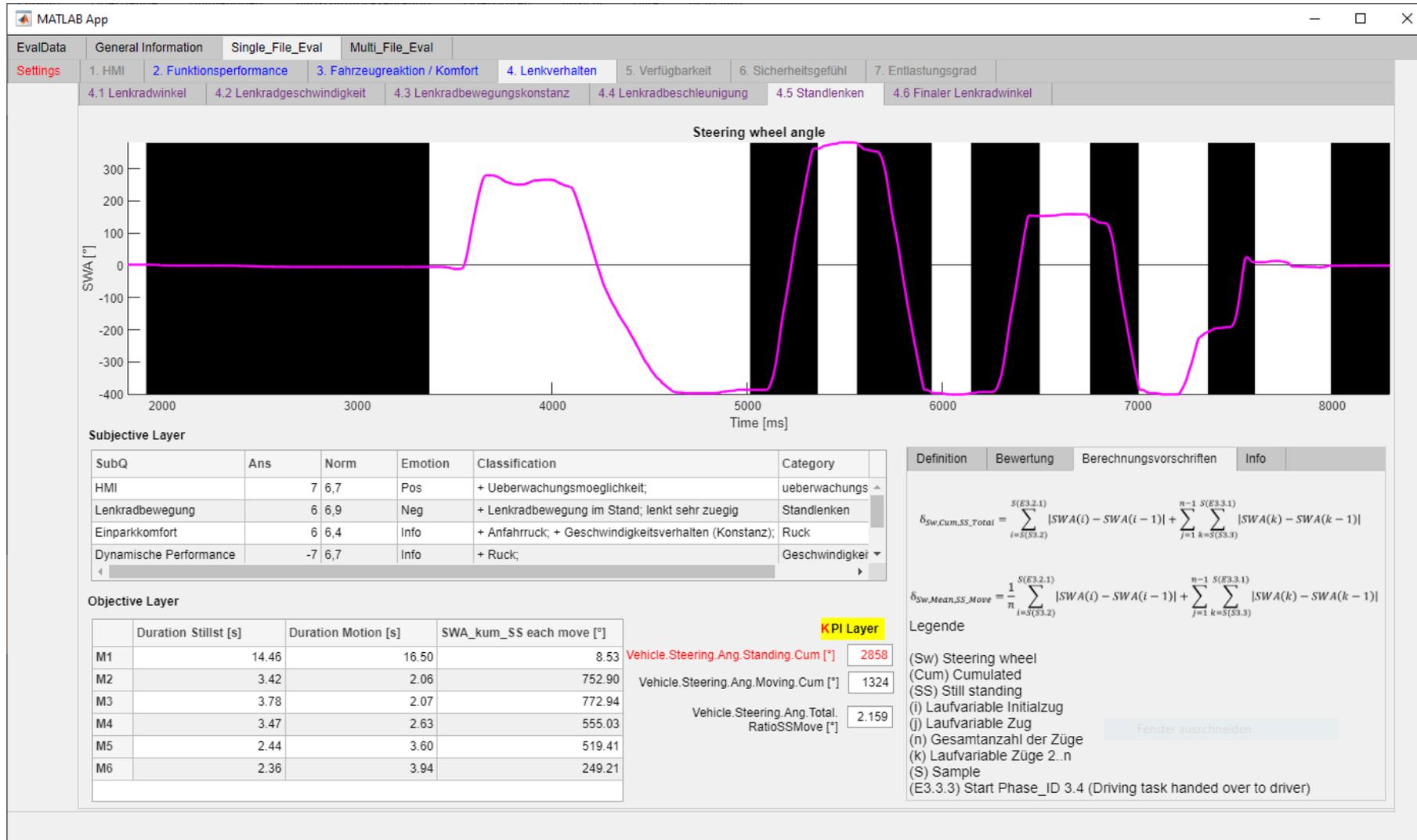
Parking: human vs. machine

Ground truth



Parking: human vs. machine

Evaluation process

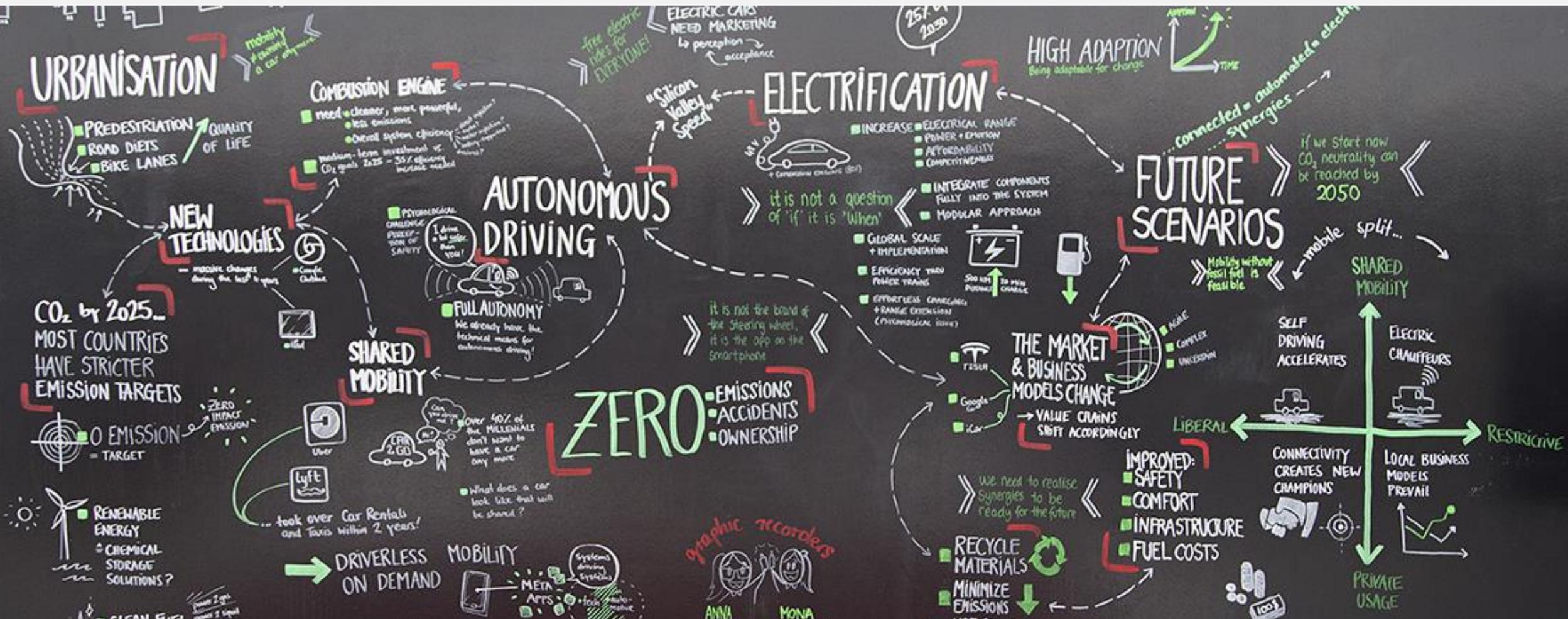


EVAL-DEMO

WS 3

Manöver & Test plan

Workshop 3 : Maneuver & Testing Plan



Workshop 3 : Maneuver & Testing Plan

Workshop 3 : Maneuver & Testing Plan



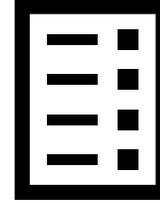
- Create a maneuver catalog for the selected function



- Create a schedule for your project

Tasks

1. Create a maneuver catalog for the selected function to test as much as possible and generate required measurement data for these KPI's
2. Create a schedule for your project. Preparations, test equipment, vehicles, location, etc.



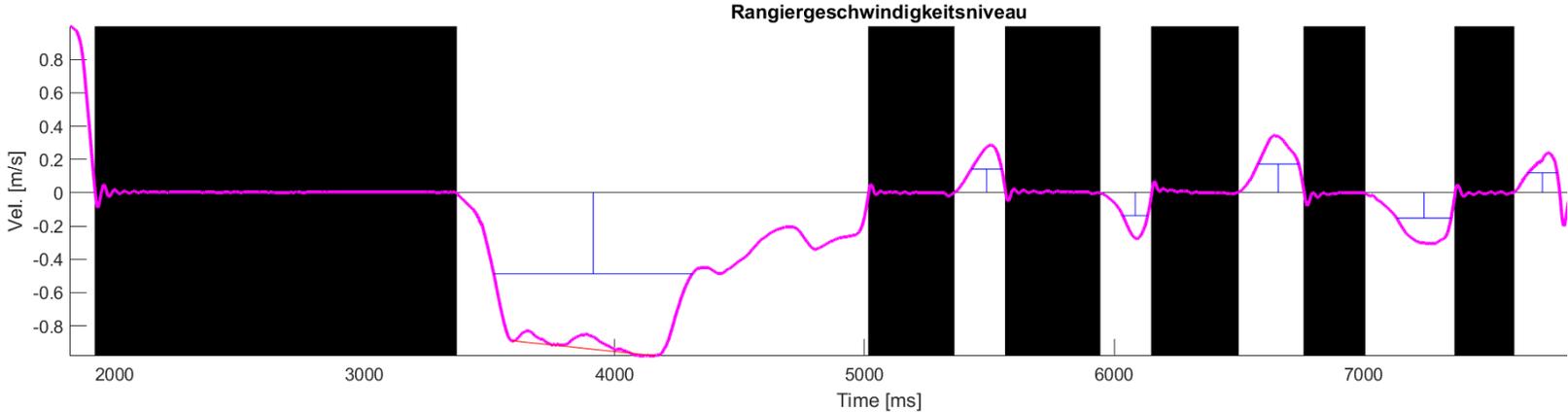
Part 4

Comparison human vs.
machine

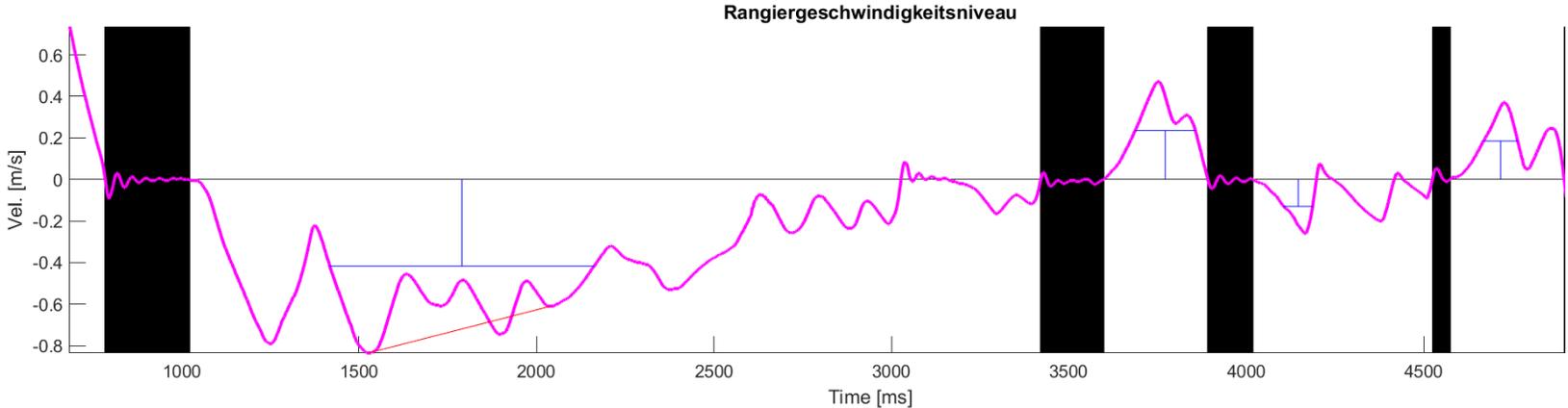
Parking: human vs. machine

Evaluation results: shunting speed (single eval)

Machine:

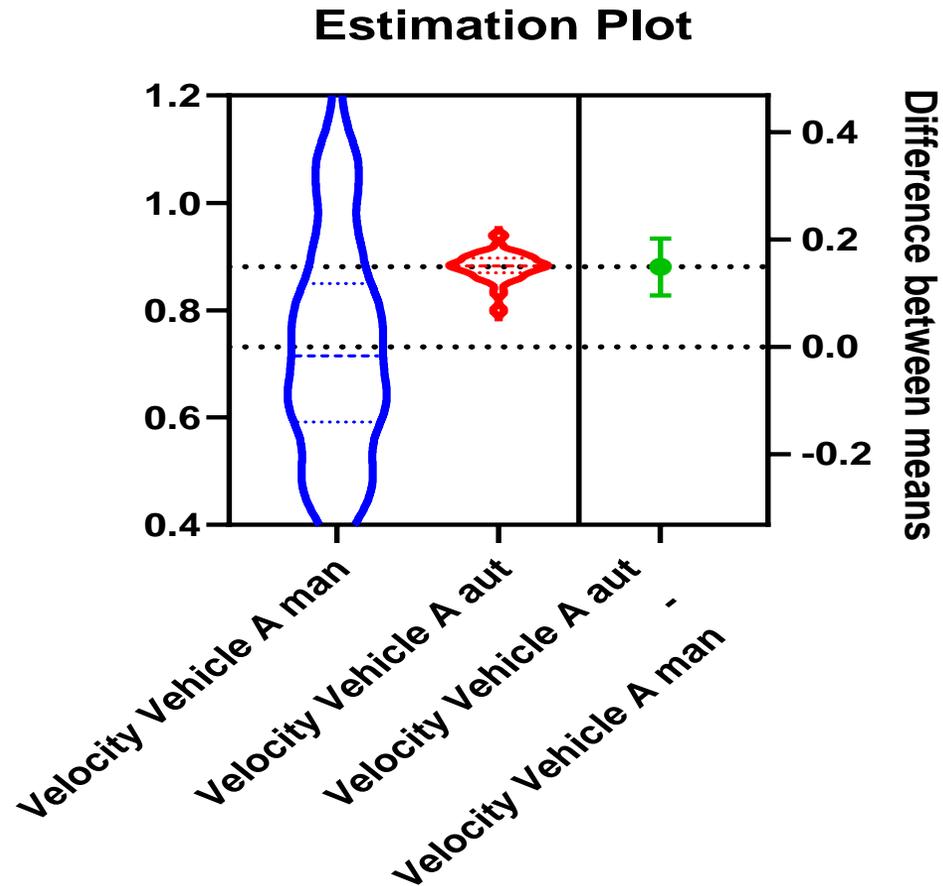


Human:



Parking: human vs. machine

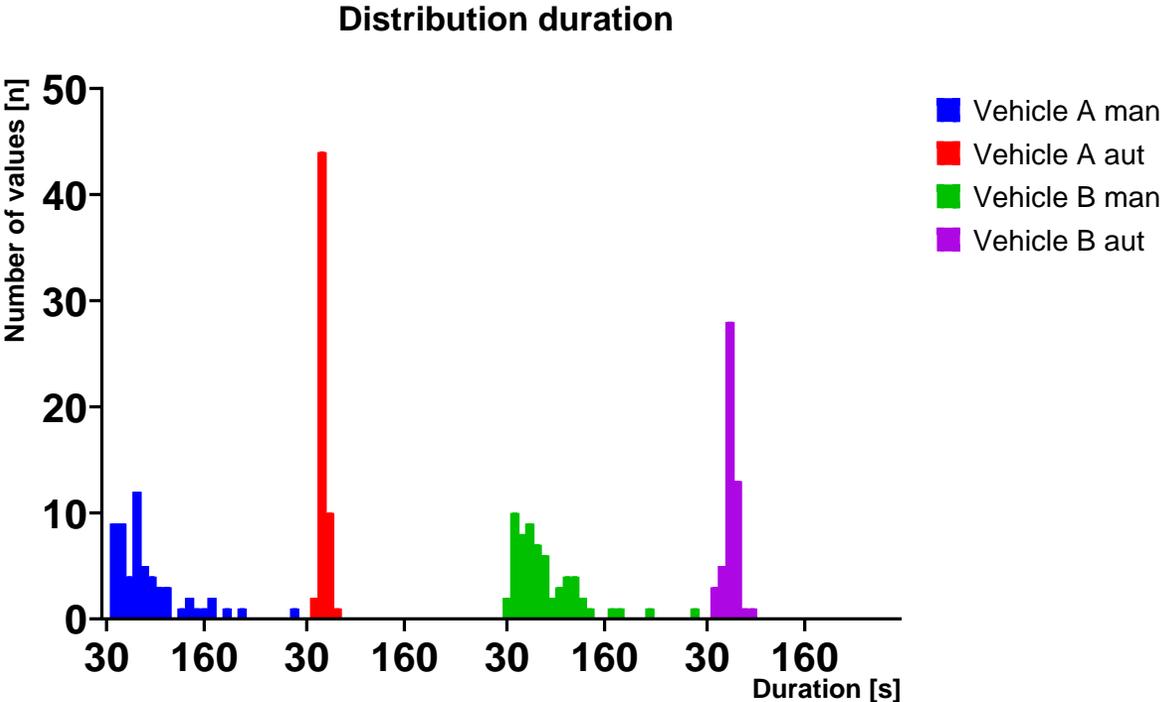
Evaluation results: shunting speed (deskriptiv)



	Velocity Vehicle A man	Velocity Vehicle A aut	Velocity Vehicle B man	Velocity Vehicle B aut
Number of values	59	57	62	51
Minimum	0,402	0,797	0,4126	0,6174
Maximum	1,194	0,9394	1,644	0,7734
Range	0,7918	0,1424	1,231	0,156
Mean	0,7316	0,8808	0,7769	0,7138
Std. Deviation	0,2005	0,02637	0,2434	0,02842
Std. Error of Mean	0,02611	0,003493	0,03091	0,003979

Parking: human vs. machine

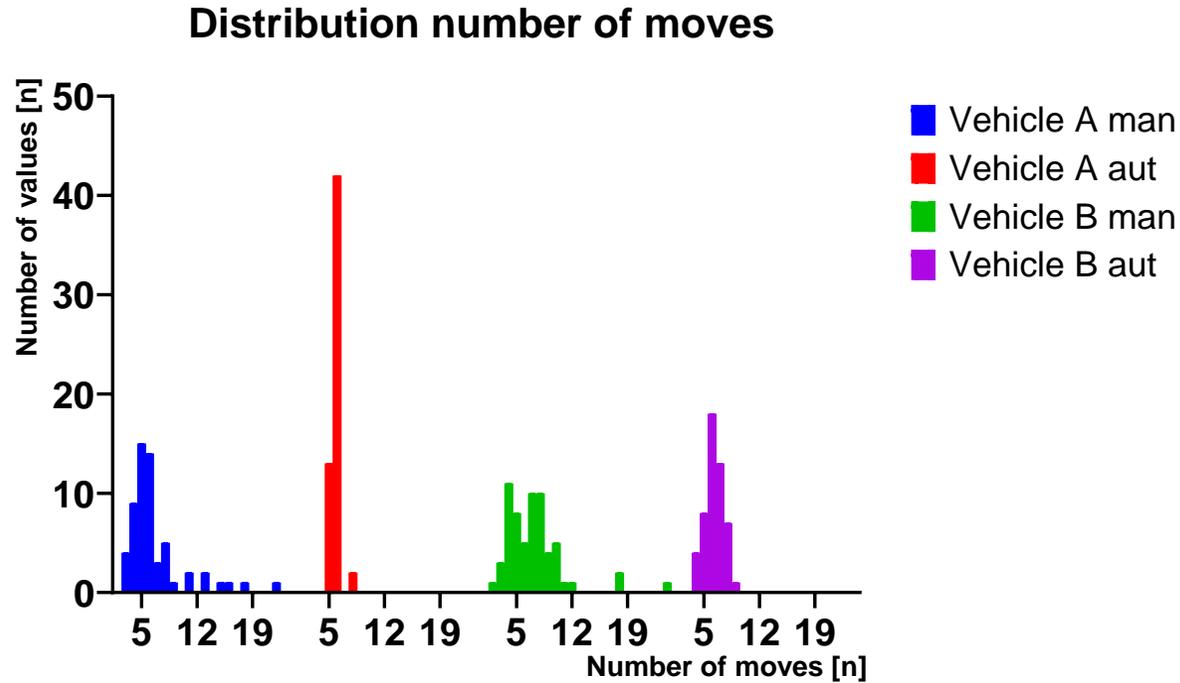
Evaluation results: duration(deskriptiv)



	Duration Vehicle A man	Duration Vehicle A aut	Duration Vehicle B man	Duration Vehicle B aut
Number of values	59	57	62	51
Minimum	36,15	43,91	31,12	42,4
Maximum	276,1	65,1	277,8	94,59
Range	240	21,19	246,7	52,19
Mean	84,55	51	81,12	60,58
Std. Deviation	47,85	4,59	46,17	9,069
Std. Error of Mean	6,23	0,6079	5,863	1,27

Parking: human vs. machine

Evaluation results: number of moves (deskriptiv)

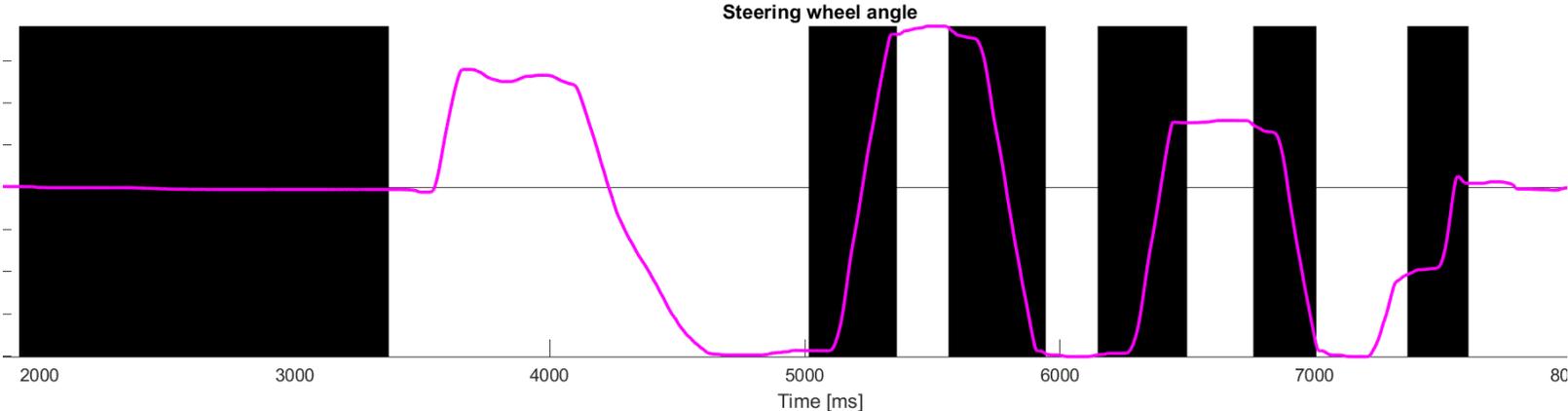


	Number of moves Vehicle A man	Number of moves Vehicle A aut	Number of moves Vehicle B man	Number of moves Vehicle B aut
Number of values	59	57	62	51
Minimum	3	5	2	4
Maximum	22	8	24	9
Range	19	3	22	5
Mean	6,712	5,842	7,161	6,275
Std. Deviation	3,756	0,5913	3,734	1,185
Std. Error of Mean	0,4889	0,07832	0,4742	0,1659

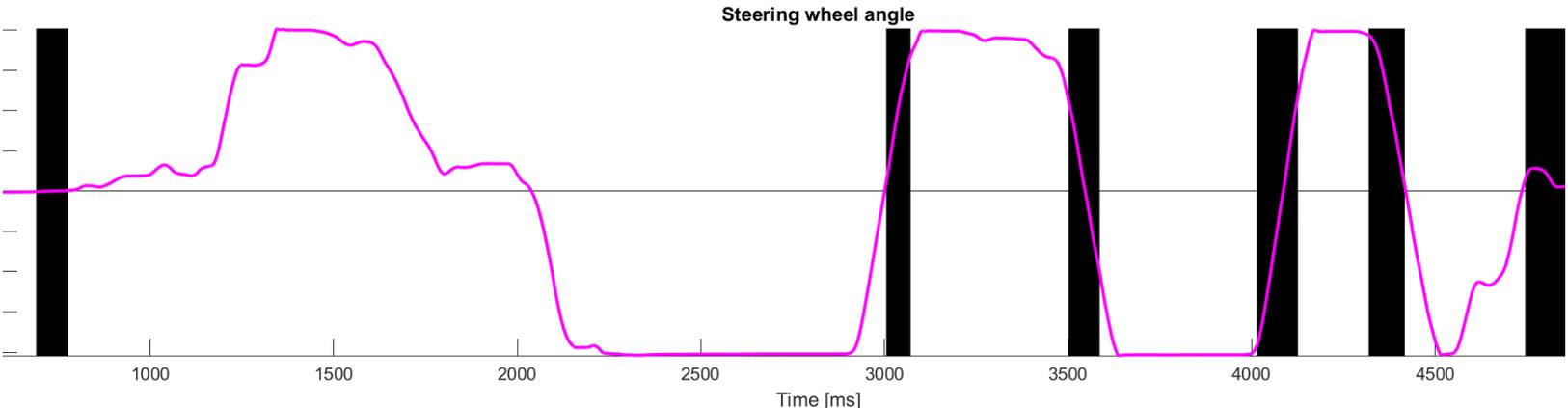
Parking: human vs. machine

Evaluation results: steering wheel angle change while stationary (single eval)

Machine:

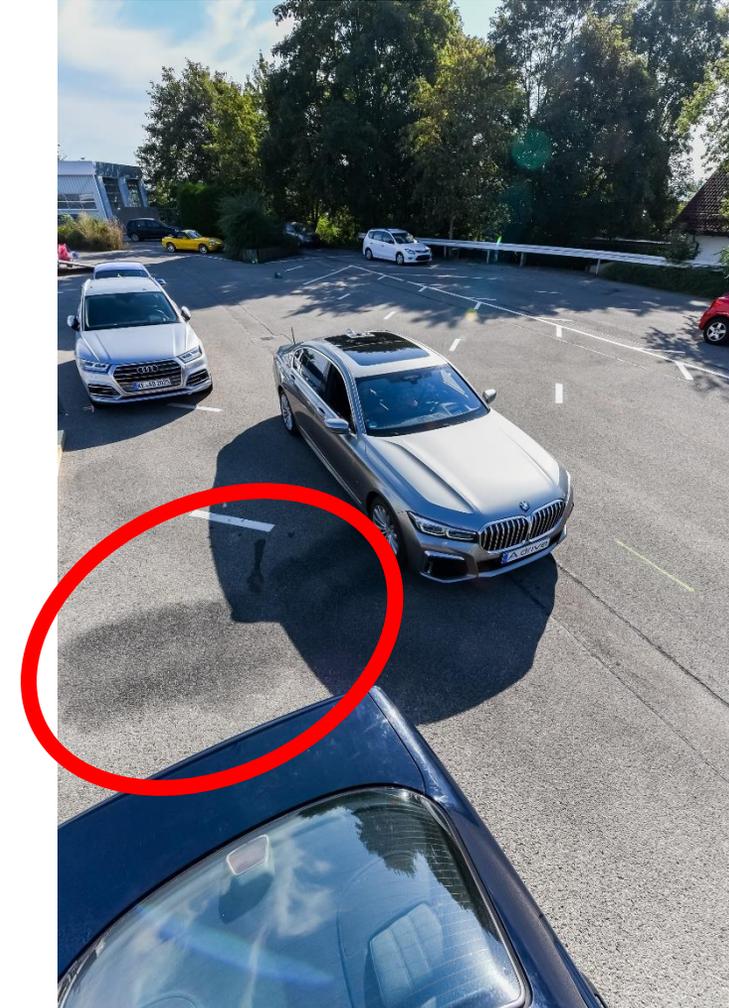


Human:



Parking: human vs. machine

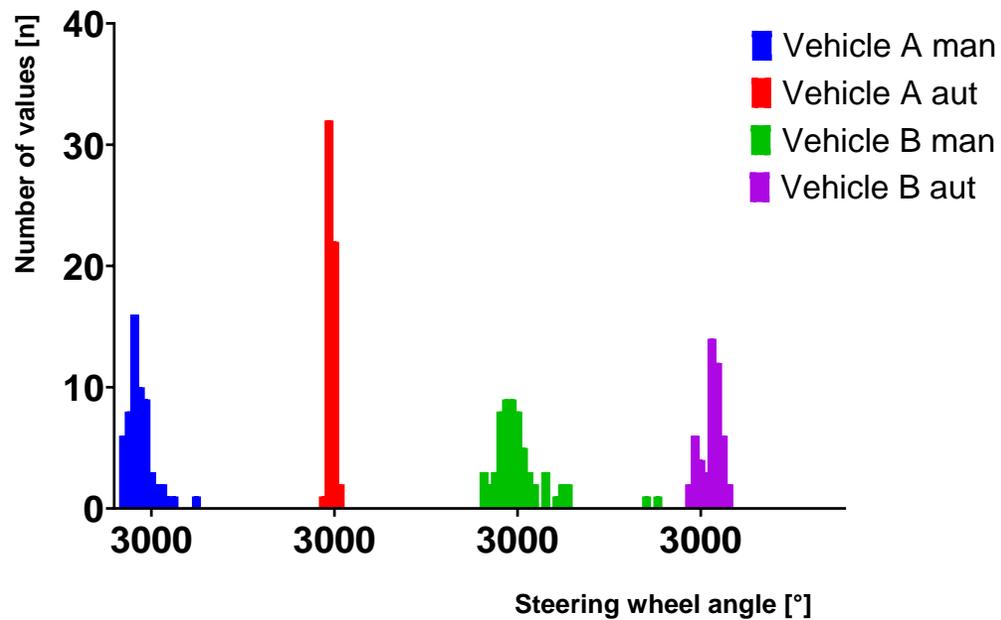
Evaluation results: steering wheel angle change while stationary



Parking: human vs. machine

Evaluation results: steering wheel angle change while stationary (single eval)

Distribution steering wheel angle while standing



	SWA cum Vehicle A man	SWA cum Vehicle A aut	SWA cum Vehicle B man	SWA cum Vehicle B aut
Number of values	59	57	60	50
Minimum	258,3	2223	150,7	2075
Maximum	7088	3454	7554	8509
Range	6829	1231	7403	6434
Mean	2027	2676	2846	4041
Std. Deviation	1197	241	1773	1108
Std. Error of Mean	155,8	31,92	228,9	156,6



Conclusion



FT30 – Advanced Driver Assistance Systems