



Praxiseinblick: FAS-Entwicklung bei Porsche

Dr.-Ing. Manuel Höfer

03.12.2020 – Hochschule Kempten



PORSCHE

Dr.-Ing. Manuel Höfer

Sachgebietsleiter Projektmanagement FAS/HAF &

Cluster-Funktionsverantwortlicher FAS

Entwicklung Fahrwerk – Hochautomatisiertes und assistiertes Fahren



Dr.-Ing. h.c. F. Porsche AG

Porschestraße 911

71287 Weissach

0170 / 911 68 35

manuel.hoefer@porsche.de

PORSCHE

Agenda

Porsche

**Porsche
&
Fahrer-
assistenz**

**FAS-
Entwicklung
bei Porsche**

**Entwicklungs-
methoden**

**Ein Blick
in die
Zukunft**

Die Vorgeschichte des Sportwagenbauers Porsche



Gründung der Porsche
Konstruktionen GmbH in
der Kronenstraße 24

1931

Exposé eines Deutschen
Volkswagens

1934

Umzug
nach Zuffenhausen

1938

Verlagerung in das
österreichische Gmünd
in Kärnten

1944

Mission



“Am Anfang schaute ich mich um, konnte aber den Wagen, von dem ich träumte, nicht finden. Also beschloss ich, ihn mir selbst zu bauen.”
Ferry Porsche

**UND SO GESTALTEN WIR DIE
ZUKUNFT DES SPORTWAGENS.**

Unsere Historie



356 „Nr. 1“ Roadster
als erster Porsche
Sportwagen

Rückkehr nach
Zuffenhausen

Erster Start und
Klassensieg in
Le Mans

Vorstellung des
Porsche 911

Eröffnung des
Entwicklungszentrums
in Weissach

Porsche wird
zur Aktien-
gesellschaft

1948

1950

1951

1963

1971

1972

Unsere Historie



Erster Porsche
911 Turbo

Einführung des
Porsche Boxster

Eröffnung
Porsche Leipzig
& Produktions-
beginn Cayenne

Einführung
des Porsche
Panamera

Einführung des
Porsche Macan

19. Porsche-
Gesamtsieg in
Le Mans

70 Jahre
Porsche
Sportwagen

Einführung des
Porsche Taycan

1975

1996

2002

2009

2014

2017

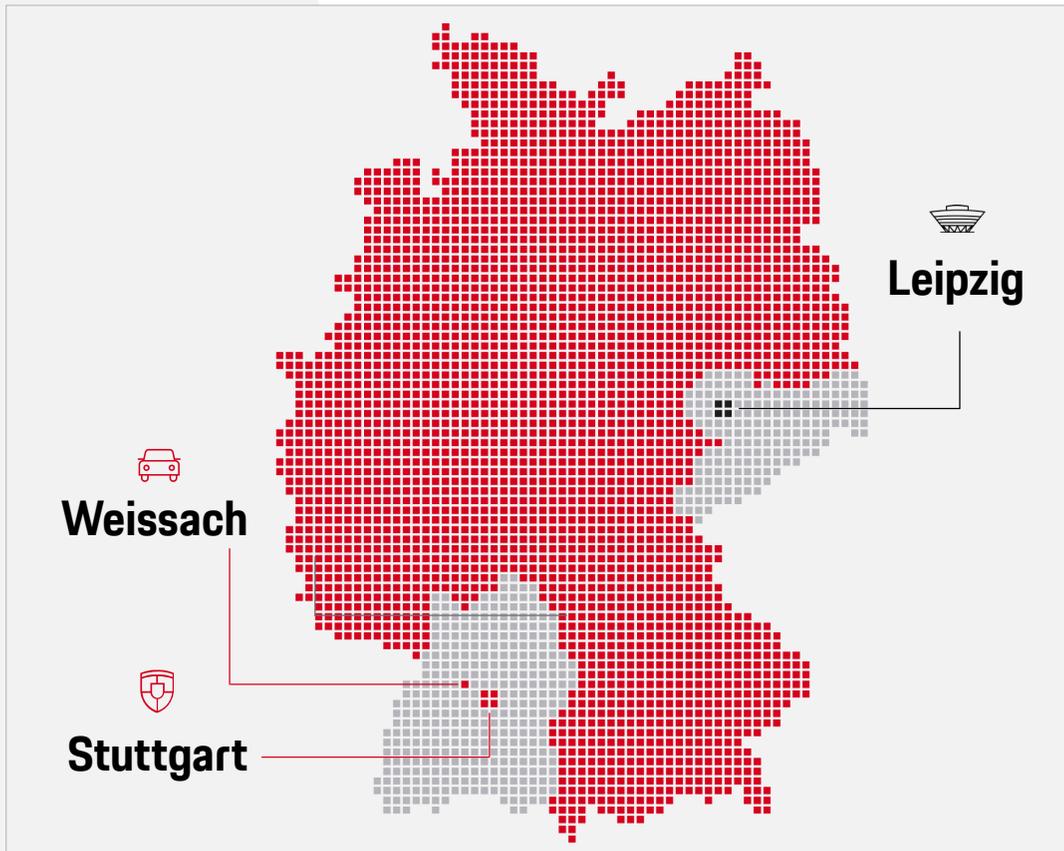
2018

2019

Die Porsche AG – in Zahlen (2019)



Standortübersicht



- Zuffenhausen** (with shield icon): Herz & Heimat: das Stammwerk
- Weissach** (with car icon): Kreativ & innovativ: das Entwicklungszentrum
- Leipzig** (with boat icon): Modern & aufstrebend: unser Werk in Sachsen
- Ludwigsburg** (with handshake icon): Kundenorientiert & digital: Design, After Sales und Digitales
- Bietigheim** (with bar chart icon): Vielfältig & serviceorientiert: die Dienstleister
- Sachsenheim** (with steering wheel icon): Global & schnell: das Zentrale Ersatzteillager
- Schwarzenberg/Dubnica** (with wrench icon): Traditionsreich & detailorientiert: der Werkzeugbau
- Weilimdorf** (with calculator icon): Effizient & ideenreich: Finanzen & IT und After Sales
- Rutesheim** (with shopping cart icon): Zukunftsorientiert & qualifiziert: Beschaffung
- Hemmingen** (with gear icon): Zuverlässig & kompetent: Teil des Entwicklungszentrums

Der Standort Zuffenhausen

Herz & Heimat.

Wo alles begann.

Serienproduktion des ersten Porsche-Serienmodells

Serien- sowie Rennfahrzeuge werden heute zusammen an einem Band produziert

Mitarbeiter: 10.635*

* Stand: 31.12.2018

PORSCHE

Der Standort Weissach

Kreativ & innovativ.

Seit 1971 Porsche-Entwicklungszentrum in Weissach

9.900 Patente weltweit, 400 werden pro Jahr neu angemeldet

Konstruktionsbüro, Prüfstände, Werkstätten sowie Motorsportabteilung

Standorte, die zu Weissach gehören: Flacht, Mönshheim, Rutesheim, Hemmingen

Mitarbeiter: 6.700*

* Stand: 31.12.2018 (Weissach und Flacht)

PORSCHE

Der Standort Leipzig

Modern & aufstrebend.

2002: Cayenne; 2009: Panamera; 2014: Macan

Aug. 2003: Produktion limitierter Porsche Carrera GT (1.270 Exemplare)

Kundenzentrum, FIA-zertifizierte Teststrecke, Geländestrecke

Mitarbeiter: 4.392*



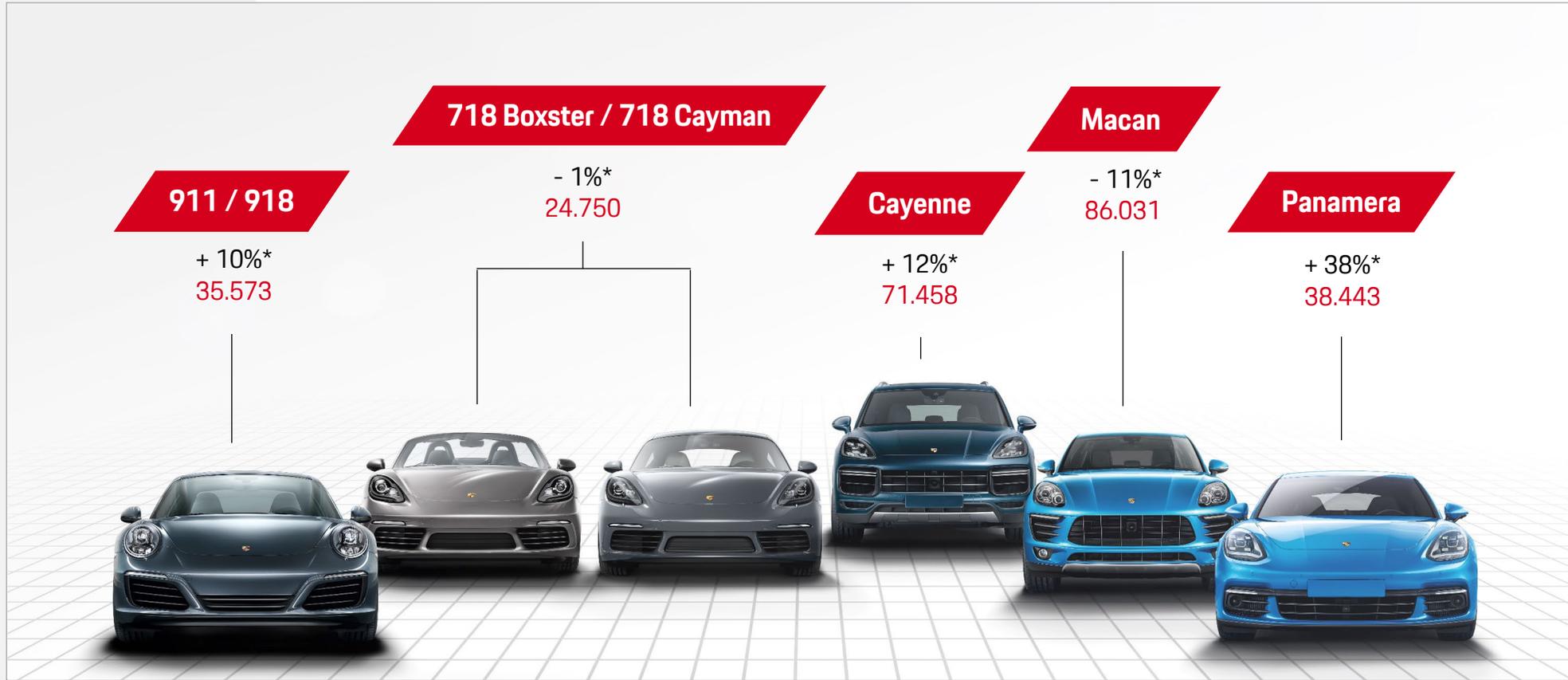
* Stand: 31.12.2018

PORSCHE

Praktikum & Abschlussarbeit bei Porsche

The screenshot shows the Porsche website interface. At the top left, there are links for 'Porsche.de' and 'My Porsche'. The Porsche logo is centered at the top. Below the logo is a navigation bar with links for 'Modelle', 'Fahrzeugsuche', 'Online kaufen', 'Motorsport & Events', 'Service & Zubehör', and 'Unternehmen'. The 'Unternehmen' link is active, and a dropdown menu is displayed with the following items: 'Das Prinzip Porsche', 'Porsche im Überblick', 'Newsroom & Presse', 'Jobs und Karriere' (highlighted in red), 'Christophorus - Das Porsche-Magazin', 'Porsche Museum', 'Porsche E-Performance', 'Markenrepräsentanzen', 'Nachhaltigkeit', 'Gesellschaften & Dienstleistungen', and 'Innovation'. On the right side of the page, there is a 'Login & Registrierung' section with a search bar for 'Händlersuche (PLZ)', a search input field for 'Suchbegriff eingeben', a 'Car Configurator' link, and a 'Beratung & Services' link with a plus sign. The main content area features a dark background with a blue Porsche Taycan car. Text on the left side of the main area includes 'www.porsche.de', '→ Jobs und Karriere', and '→ Job Locator'. At the bottom of the main area, the slogan '> Soul, electrified.' is displayed, followed by 'Der neue Taycan.'

Auslieferung nach Baureihen 2018



Vision



**DIE ERFOLGREICHSTE MARKE
FÜR EXKLUSIVE UND
SPORTLICHE MOBILITÄT.**

PORSCHE



Agenda

Porsche

Porsche
&
Fahrer-
assistenz

FAS-
Entwicklung
bei Porsche

Entwicklungs-
methoden

Ein Blick
in die
Zukunft

2

Das Zukunftsbild 2025



Urbanisierung

ca. 60%

der Bevölkerung lebt in den Städten



**Digitale
Vernetzung**

100%

aller Neufahrzeuge sind connected



Carsharing

< 5%

free-floating Car Sharing Nutzer



**Automatisiertes
Fahren**

> 10%

aller Neufahrzeuge sind hochautomatisiert



Innovationszyklen

4 - 5 Jahre

vs. 2 - 3 Monate (Auto vs. Apps)



E-Mobilität

> 25%

aller Nutzfahrzeuge sind EV/PHEV

3 Megatrends als wesentlicher Treiber für Porsches Produktstrategie



Porsche Produktstrategie

Strategie

Innovative
Fahrzeuge

Image

Markenimage

Vision

Sportliche
Mobilität

Mission

Ein Fahrzeug, von
dem man träumt.



PORSCHE



Intelligent Performance

Nicht mit mehr PS, sondern mit mehr Ideen pro PS. Es kommt von der Rennstrecke und steckt in jedem unserer Fahrzeuge. Wir nennen es „Intelligent Performance“.

FAS und HAF sind Kunden-Kernanforderungen im Premium-Segment

- » **Porsche FAS/HAF Strategie:**
„Fast follower“ mit Best-in-Class Funktionen
- » **Porsche trägt in erheblichem Umfang zur FAS/HAF Plattform des VW Konzerns bei**
- » **Porsche sieht einen besonderen Schwerpunkt in der Absicherung von FAS/HAF Systemen**



Porsche typische Fahrerassistenz...

- » unterstützt den Fahrer ohne ihn zu stören
- » bietet Mehrwert ohne dabei den Fahrspaß zu vermindern
- » ist zuverlässig und vorhersagbar und bietet dadurch maximale Systemtransparenz
- » beeinflusst die Fahrdynamik in harmonischer und stetiger Weise
- » ermöglicht eine große Spreizung zwischen maximalem Komfort und sportlichem Fahren

Zuverlässigkeit Transparenz
Fahrbarkeit Fahrkomfort
Vertrauen Intelligenz
Sicherheit Mehrwert
Souveränität Performance



Agenda

Porsche

Porsche
&
Fahrer-
assistenz

FAS-
Entwicklung
bei Porsche

Entwicklungs-
methoden

Ein Blick
in die
Zukunft

3

PORSCHE

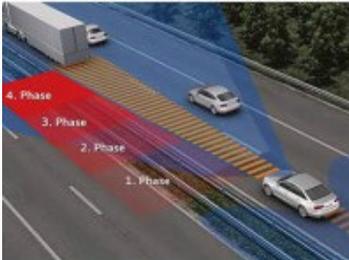
Stufen des automatisierten Fahrens

Assistiertes Fahren		Stand der Technik		Automatisiertes Fahren	
Stufe 0 Driver only	Stufe 1 Assistiert	Stufe 2 Teilautomatisiert	Stufe 3 Hochautomatisiert	Stufe 4 Vollautomatisiert	Stufe 5 Fahrerlos
Fahrer führt dauerhaft Längs- und Querführung aus.	Fahrer führt dauerhaft Längs- oder Querführung aus.	Fahrer muss das System dauerhaft überwachen.	Fahrer muss das System nicht mehr dauerhaft überwachen.	Kein Fahrer erforderlich im spezifischen Anwendungsfall.	Kein Fahrer erforderlich.
					
Kein System aktiv.	System übernimmt die jeweils andere Funktion.	System übernimmt Längs- und Querführung in einem spezifischen Anwendungsfall.	System übernimmt Längs- und Querführung in einem spezifischen Anwendungsfall. Es erkennt Systemgrenzen und fordert den Fahrer zur Übernahme mit ausreichender Zeitreserve auf.	System kann im spezifischen Anwendungsfall alle Situationen automatisch bewältigen.	Das System übernimmt die Fahraufgabe vollumfänglich bei allen Straßentypen, Geschwindigkeitsbereichen und Umfeldbedingungen.

Evolution der Fahrerassistenz bei Porsche

					Automated Driving (Level ≥ 3)
					New Level 1&2 Functions
					...
					Abbiegeassistent
					Emergency Assist
					Porsche InnoDrive
					Adapt. Cruise Assist
					Night Vision
					Spurhalteassistent
					ACC
					Safety-Funktionen
2009	2014	2016	2017	2019	...
Panamera 1. Gen.	Macan 1. Gen.	Panamera 2. Gen.	Cayenne 3. Gen.	Taycan	...
					

FAS-Funktionen im Taycan



Safety-Funktionen

Nachtsichtassistent

PreCrash-Funktionen

Notbremsfunktionen

Kreuzungs- &
Abbiegeassistent
Fußgänger- und
Radfahrschutz



Querführungsfunktionen/ kombinierte Funktionen

Spurhalteassistent

Aktive Spurführung

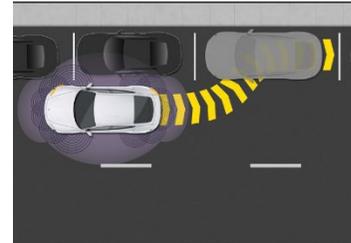
Emergency Assist



Längsführungsfunktionen

Adaptive Cruise Control
(ACC)

Porsche InnoDrive



Parkfunktionen

Park Distance Control

Rückfahrkamera

Top View Kameras



Anzeigende Funktionen

Spurwechselassistent

Abbiegeassistent

Verkehrszeichenerkennung

Kurvenhinweis

Sense Think Plan Act Model

sense



think



function

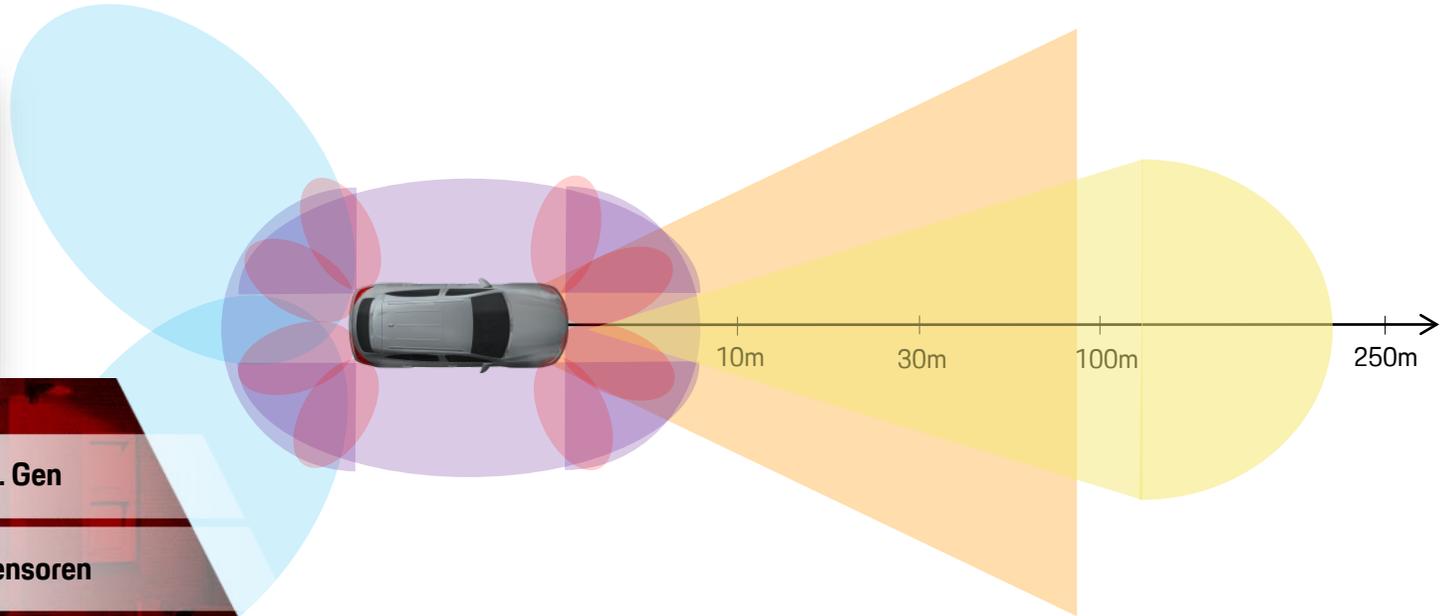
plan



act



Sensorkonzept ADI2007+

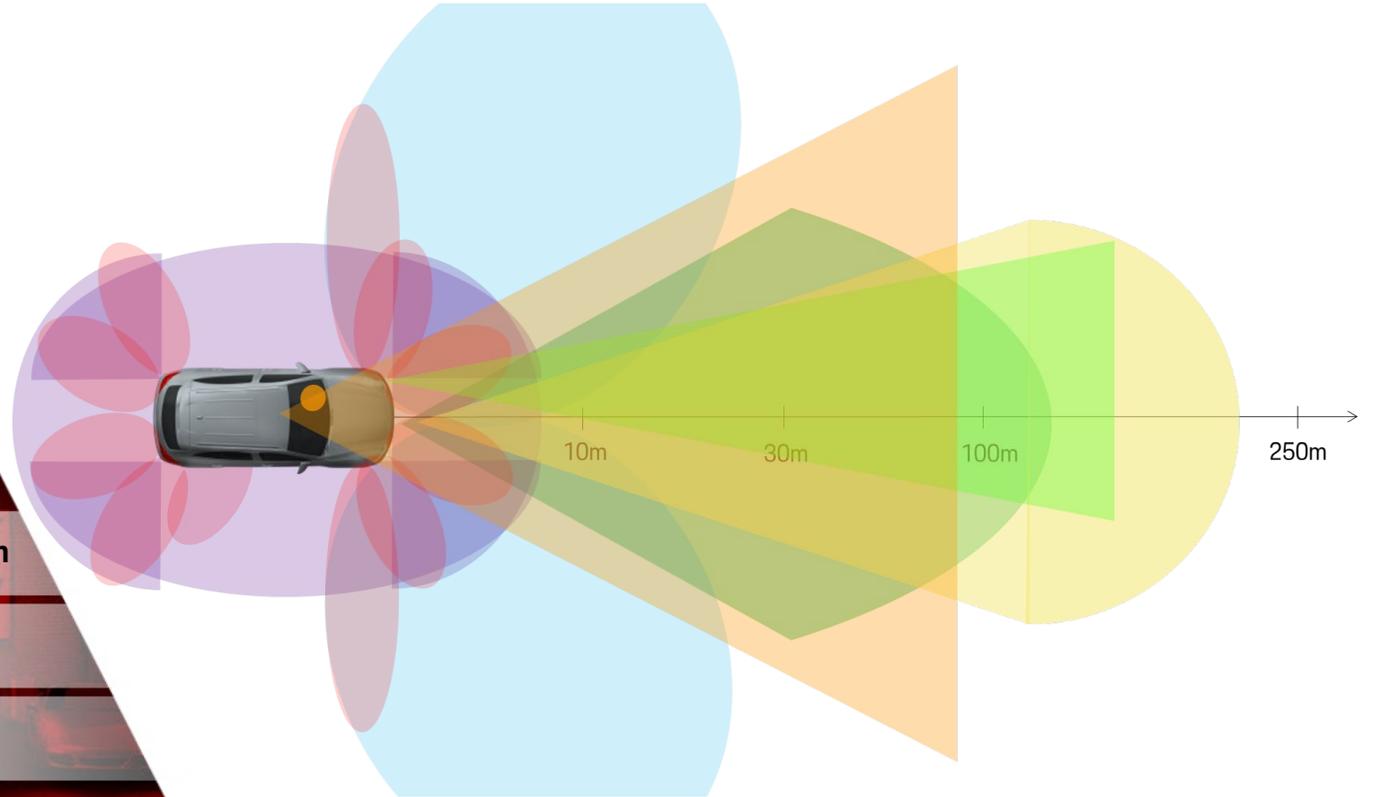


Ersteinsetzer: Panamera 1. Gen

7 FAS-Steuergeräte; 19 Sensoren

CAN-Vernetzung

Sensorkonzept MLBevo I / MLBevo II



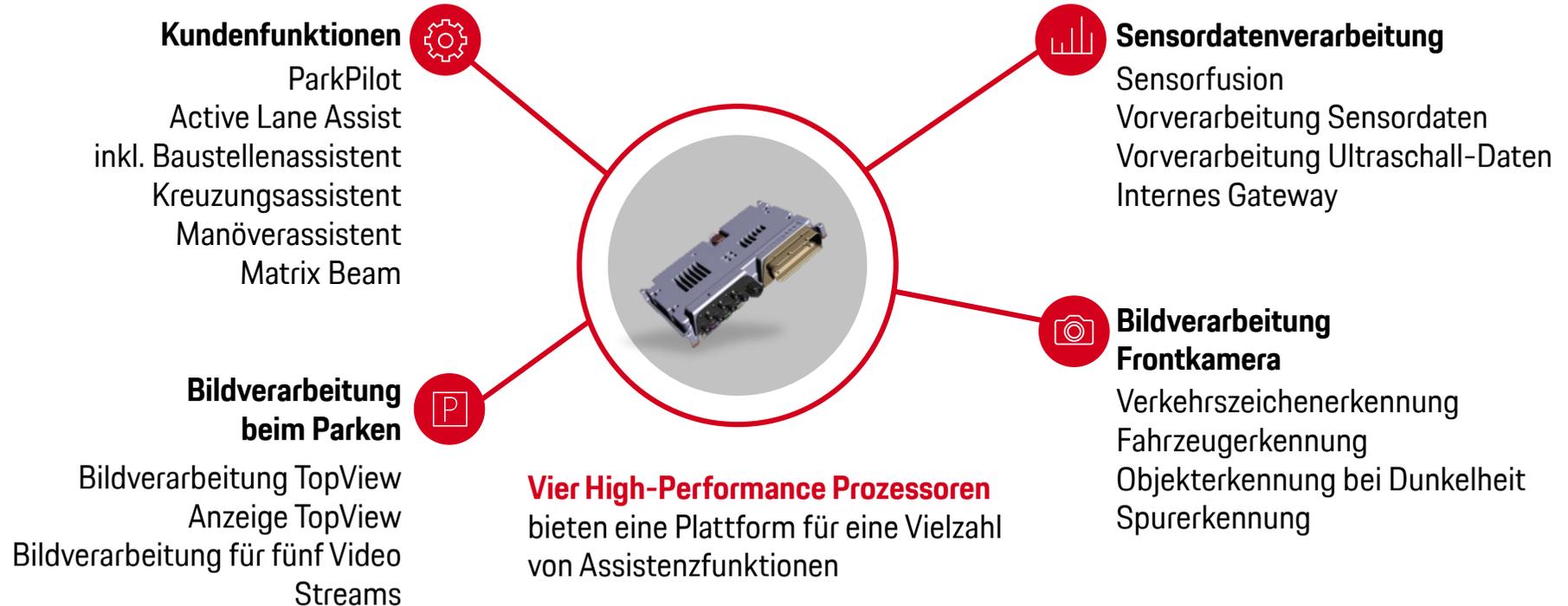
Ersteinsetzer: Pan. 2. Gen; Cay 3. Gen

9 FAS-Steuergeräte; 26 Sensoren

CAN- und Flexray-Vernetzung

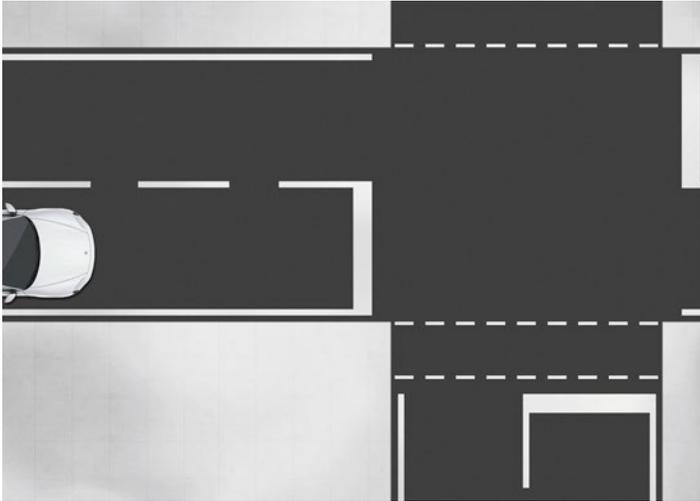
PORSCHE

Die aktuelle Porsche FAS-Architektur mit einem zentralen Steuergerät

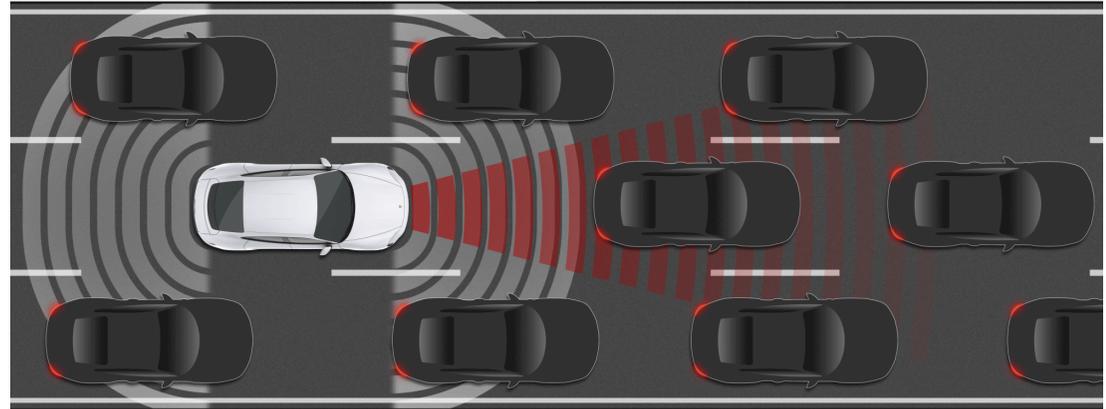


FAS-Funktionen im Taycan

Kreuzungsassistent



Adaptive Cruise Assist - Stausituation



Porsche InnoDrive unterstützt beim Fahren auf eine vollständig neue Art



2009 ACC

- » Automatisches Abstandhalten in Folgefahrt
- » Geschwindigkeitsregelung in Freifahrt



2013 ACC 2. Generation

- » Berücksichtigung von Start/Stopp und Segelfunktion



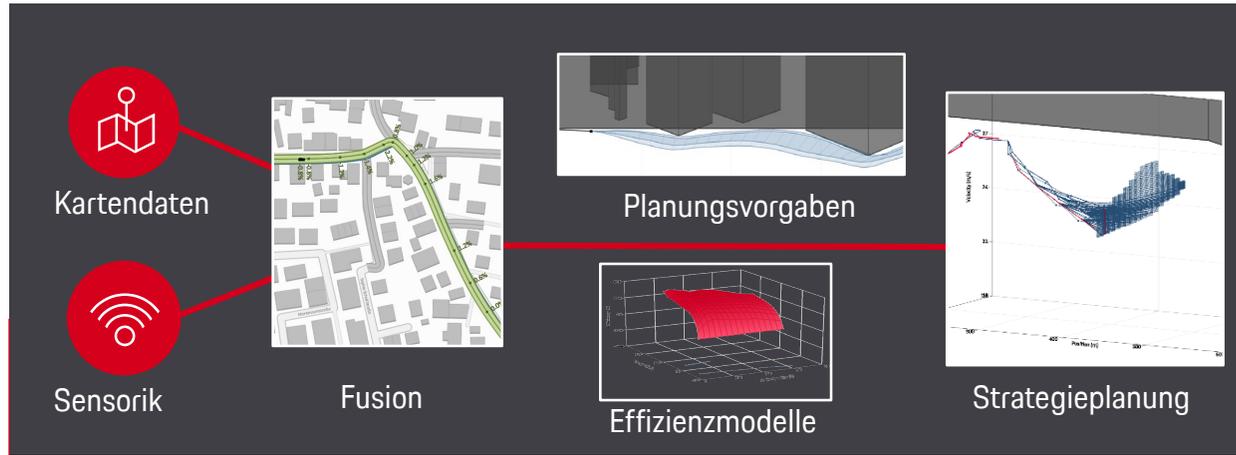
2017 Porsche InnoDrive

- » Vorausschauende Anpassung der Geschwindigkeit
- » Automatische Anpassung an Geschwindigkeitslimits und Straßenbedingungen
- » Vorausschauende Planung von Motormoment, Gangwahl und Segeln

Porsche InnoDrive ist die Porsche typische Umsetzung effizienten Fahrens



Hochauflösende Karten & Sensoren ermöglichen deutliche Effizienzsteigerung



Sense

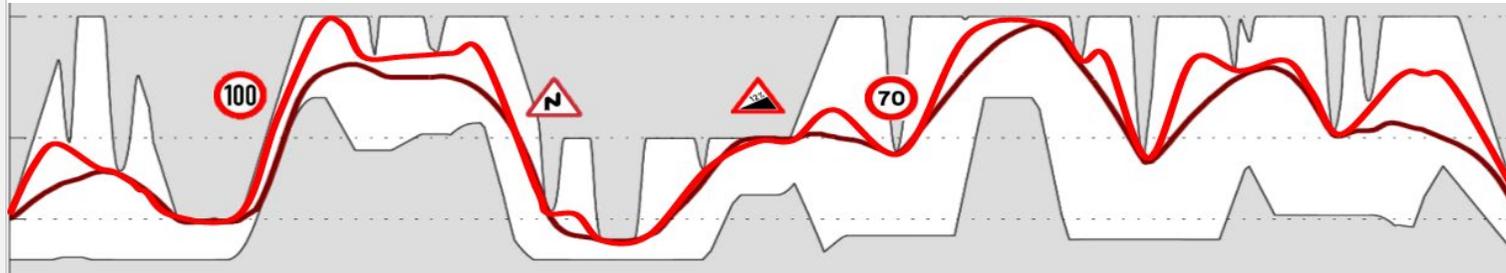
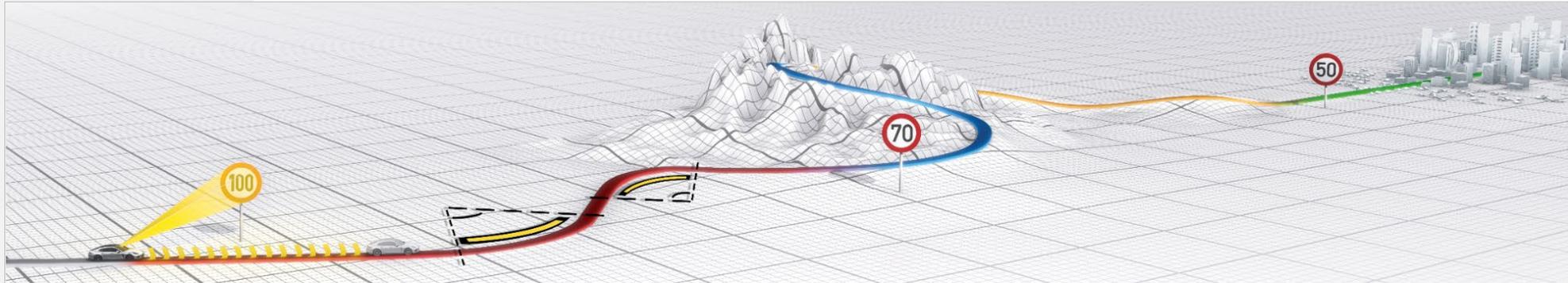
Plan

Act

>> PORSCHE Motion Planner

PORSCHE

Funktionsweise Porsche InnoDrive



- NORMAL
- SPORT

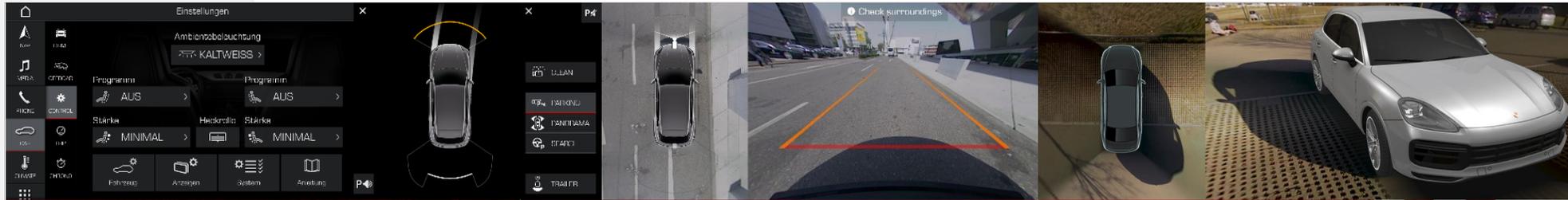


Vorausschauende Fahrstrategie

» Hochauflösende Navigationsdaten und Informationen von Radar- und Videosensorik

» Intelligentes Fahren mit deutlichem Effizienzvorteil

Parkassistenzsysteme



1998 Park Assist

- » Standard Park Assist Front/Heck
- » Optische und akustische Warnung beim Parken und Rangieren
- » Einsatz von Ultraschallsensoren Front/Heck

2017 Surround View 2D

- » Berechnung von 360° Surround View Bildern aus vier Kameras
- » Unterstützt Ein- und Ausparken sowie Rangieren
- » Anzeige im Porsche Communication Management/Zentralbildschirm

2018 Surround View 3D

- » Berechnet ein **bewegtes 3-dimensionales** 360° Surround View aus vier Kameras
- » Unterstützt Ein- und Ausparken sowie Rangieren
- » Anzeige im Porsche Communication Management/Zentralbildschirm

Aktive Spurführung



- » Konsequente Weiterentwicklung des Spurhalteassistenten
- » Berücksichtigung von Spurmarkierungen, Randbebauung, vorausfahrenden Fahrzeugen
- » „Intelligente“ Trajektorienplanung anstatt Regelung auf einen Fixpunkt
- » In Kombination mit ACC / Porsche InnoDrive entsteht eine Level 2-Funktion

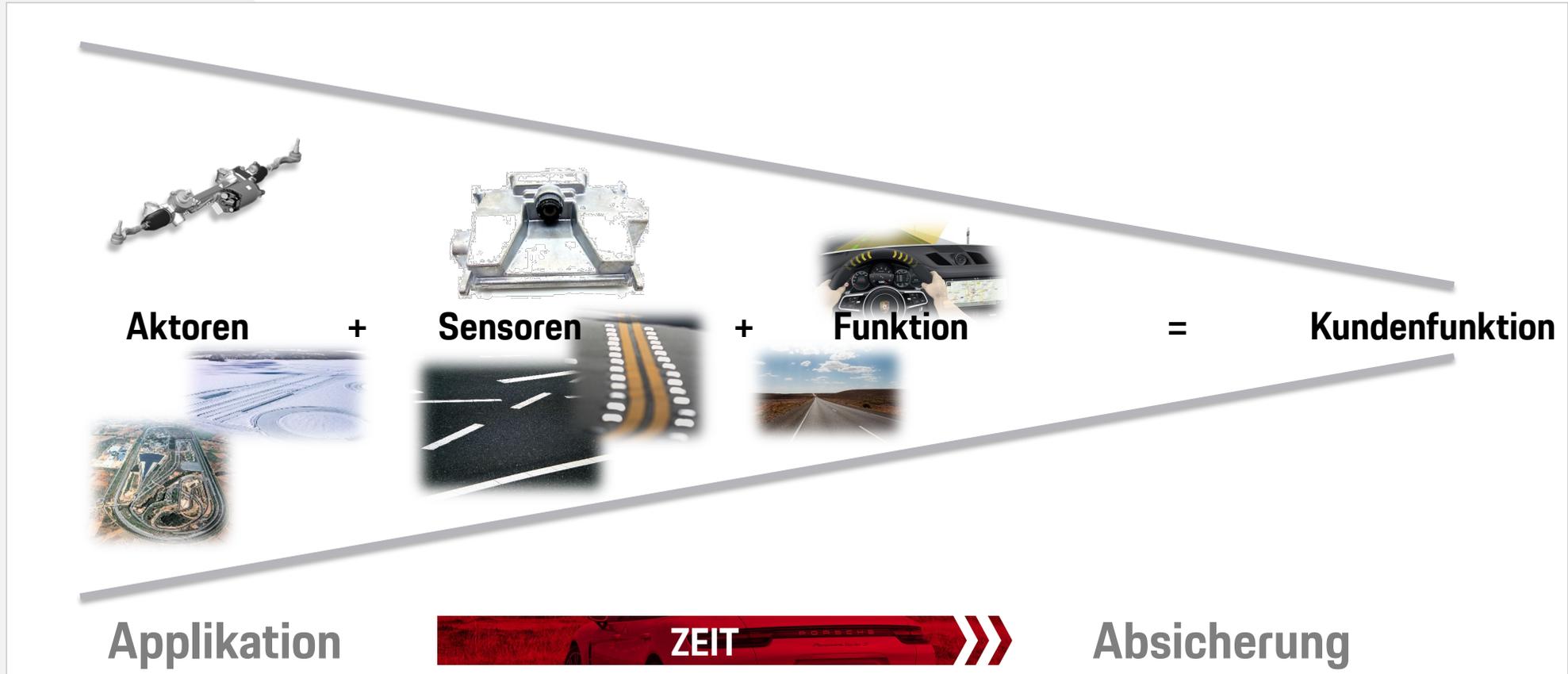
Porsche typische Weiterentwicklung von FAS



Sportlichkeitserkennung

- » Nutzung von Fahrdynamikparametern zur Erkennung von sportlicher Fahrweise
- » Unterdrückung von Eingriffen / Verschiebung von Warnzeitpunkten von FAS
- » **Ziel:** Der Fahrer soll bei sportlicher Fahrweise nicht durch FAS gestört werden

Entwicklungs- und Applikationsablauf



Aktuatoren von FAS- und HAF-Funktionen

Antreiben



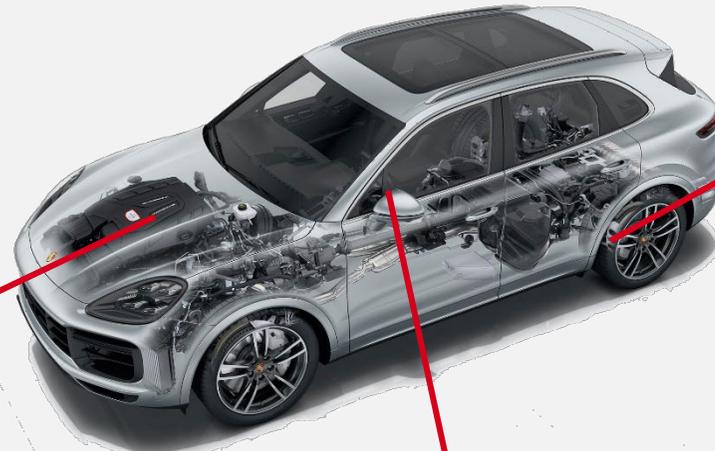
Verbrennungsmotor



Elektromotor



Porsche
Doppelkupplungs-
getriebe (PDK)



Bremsen



Elektromechanischer
Bremskraftverstärker



Elektronische
Stabilitätskontrolle (ESC)



Parkbremse

Lenken

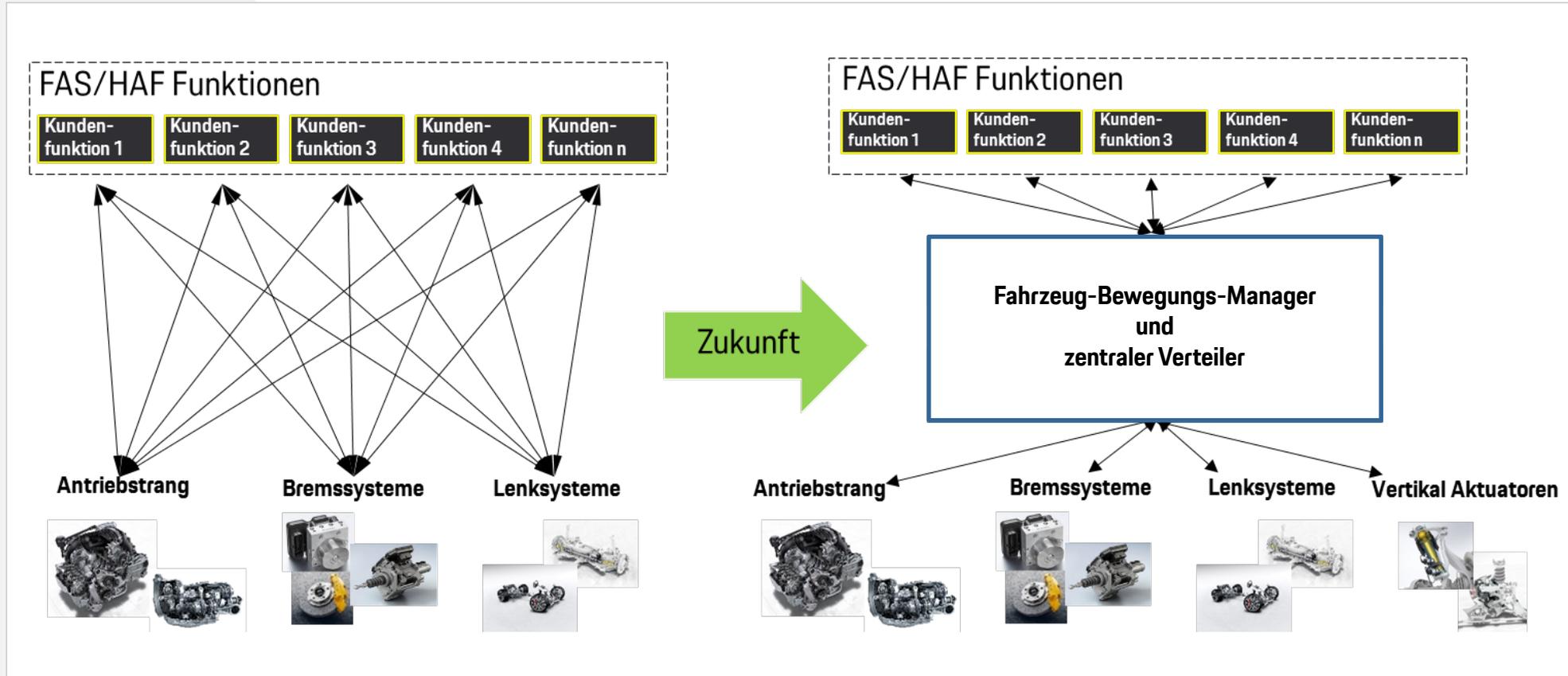


Hinterachslenkung



Elektrische Lenkkraft-
unterstützung (EPS)

Zukunftsfähige Architektur



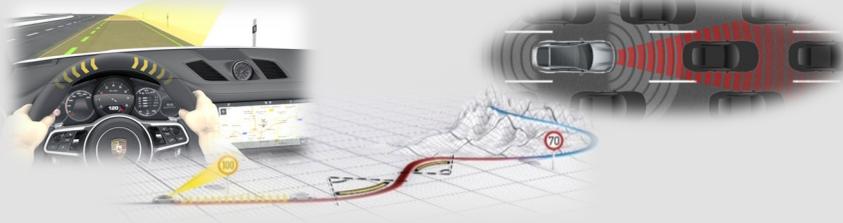
Beeinflussung von Fahreigenschaften

Sensoren



Je mehr Informationen über das Umfeld vorliegen, desto besser können die Funktionen den Fahrer unterstützen.

Funktionen



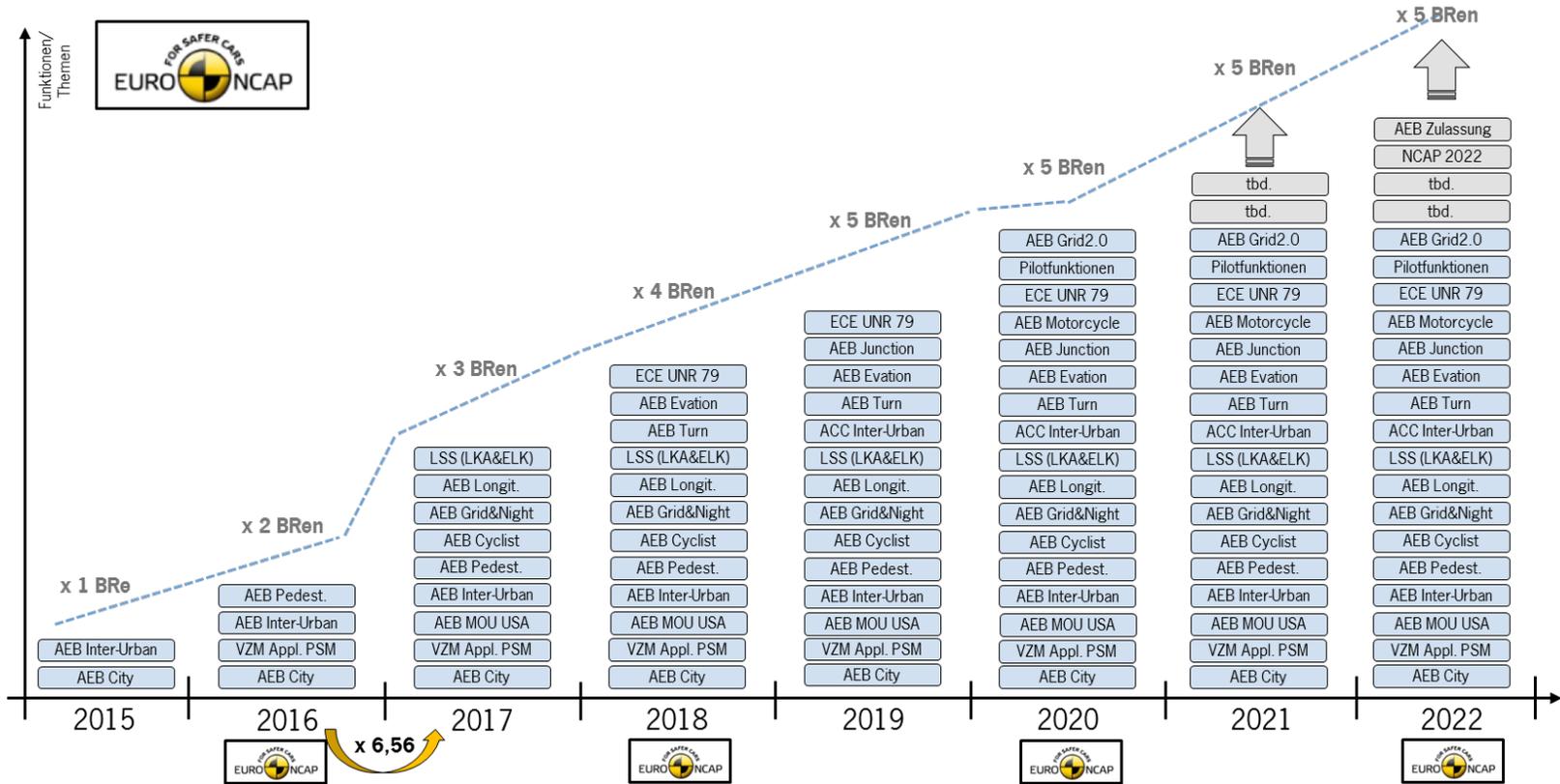
Intelligente Funktionen, die einen großen Applikationsspielraum bieten, ermöglichen eine markentypische Ausprägung trotz Übernahme im Konzern.

Aktoren

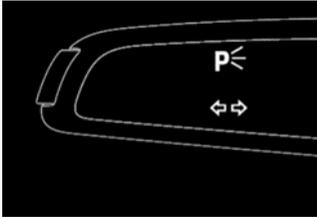


Die Aktoren müssen die FAS- und HAF-Anforderungen bestmöglich umsetzen.

Zunehmende Zulassungsrelevanz von FAS und Safety Functions



Gesetzesanforderungen – UN R 79



Bedienbarkeit

- » Abschaltbarkeit durch eine Bedienungshandlung



HandsOff-Erkennung

- » Zuverlässige HandsOff-Erkennung
- » Warn- und Eskalationsstrategie bis zur Fahrerübernahme



Performance

- » Maximal 3 m/s^2 Querbeschleunigung
- » Zuverlässige Spurhaltung innerhalb der Systemgrenzen



HMI

- » Anzeige von Lenkeingriffen Warnkonzepte

Länderspezifische Applikation und Absicherung

USA

Stau in Städten
vierspürige Autobahnen
„unendliche“ Geraden

Europa

kein Geschwindigkeitslimit
(Deutschland)
Links-/Rechtsverkehr
unterschiedliche Gesetze

China

chaotischer Verkehr
Stau
„der Stärkere gewinnt“

Agenda

Porsche

**Porsche
&
Fahrer-
assistenz**

**FAS-
Entwicklung
bei Porsche**

**Entwicklungs-
methoden**

**Ein Blick
in die
Zukunft**

4

Simulation versus Real Life Testing

**software in
the loop**



Simulation



**hardware in
the loop**

Quelle: PES

HIL-Testing

Reale Fahrzeugtests

real life

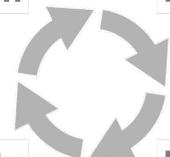


Umgebungssimulation

**vehicle in
the loop**



Quelle: Carmeq

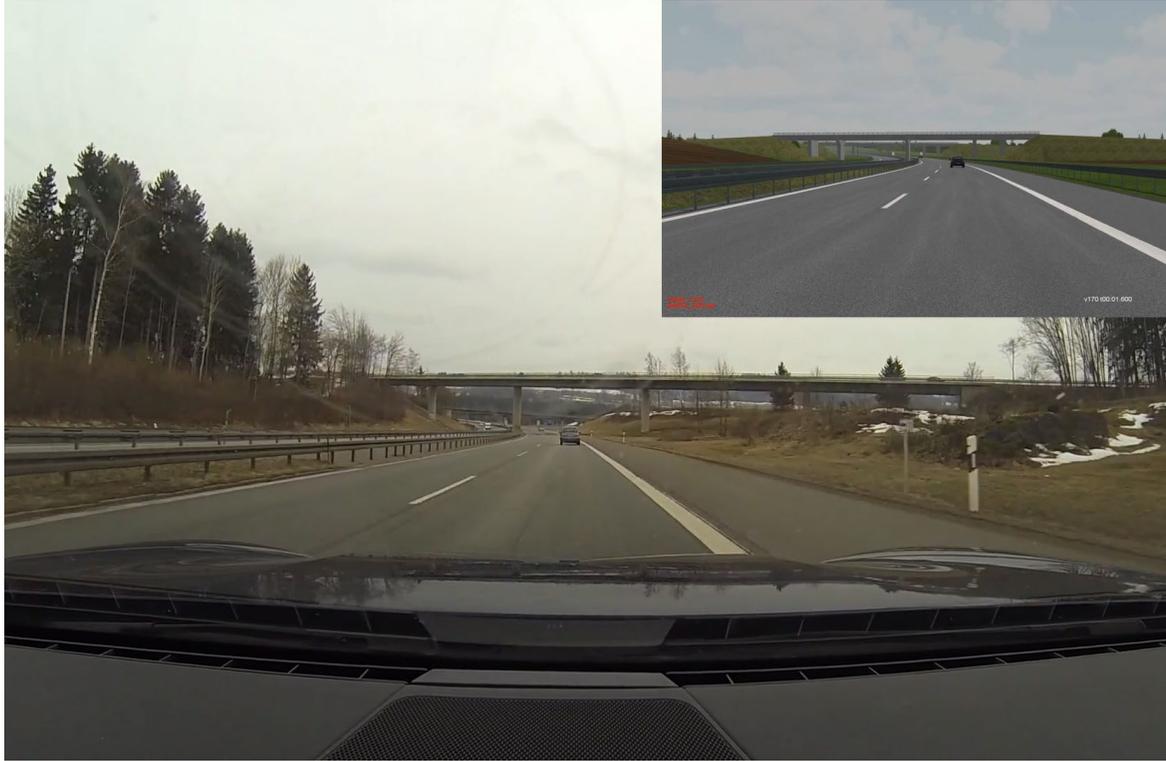


Simulation versus Real Life Testing

**Hochgenaues Abbild der Realität in der Simulation um möglichst viele Versuche
in kontrollierter Umgebung nachfahren zu können.**



Simulation versus Real Life Testing

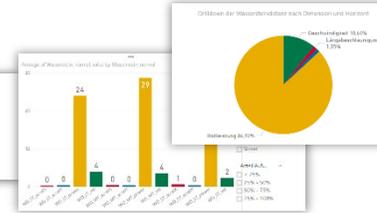


Nutzen der FAS-Simulation



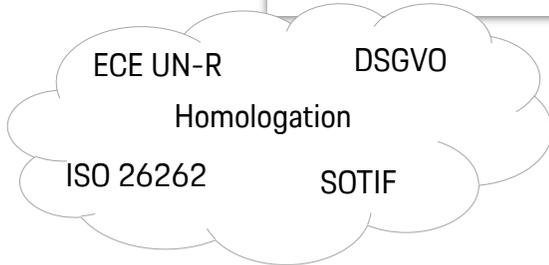
Weniger Fahrzeuge über kürzere Zeiträume

Statistische Validierung in Realfahrt nicht möglich

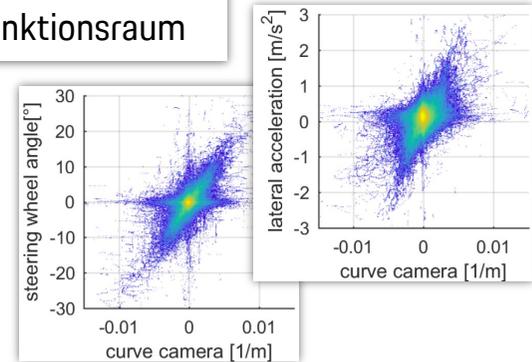
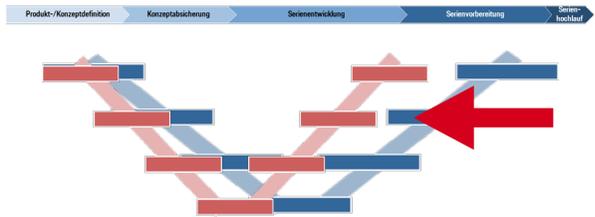


Gestiegene Anforderungen durch Gesetze & Normen

Nachweis hinreichende Testabdeckung im Funktionsraum



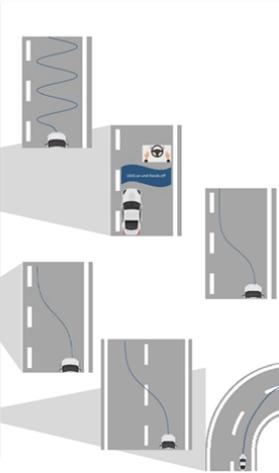
Typisierung & Homologation früher im PEP



Subjektive Bewertung von FAS

Relevante und reproduzierbare Manöver

Nr	Manöver	Geschwindigkeit	Fahrspur	Seite FSB	Kürzel
1	Availability Run	Richtgeschw.	Re		A
		90% LKAS-Vmax	Li		B
2	Hands off	130			C
3	Weave Test	Ohne LKAS			D
					E
		Mit LKAS			F
					G
4	LKAS an FSB einschalten	130	Re	Re	H
				Li	I
			Li	Re	J
				Li	K
5	Step Steer slow Hands-off	130	Re	Re	L
				Li	M
			Li	Re	N
				Li	O
6	Step Steer fast Hands-off	130	Re	Re	P
				Li	Q
			Li	Re	R
				Li	S
7	Lane over pressing	130	Re → Li		T
			Li → Re		U
	Ohne Blinken		Re → Li		V
			Li → Re		W
8	Throw out	130 + X			X
9	LKAS-spät	80			Y
					Z



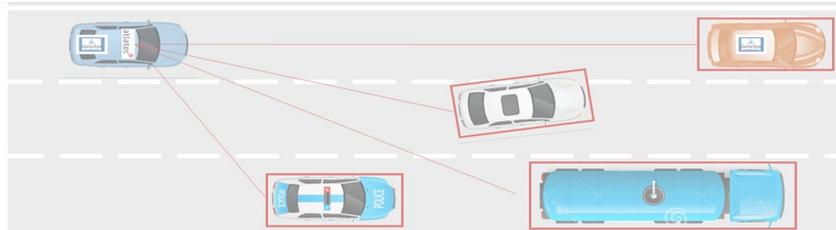
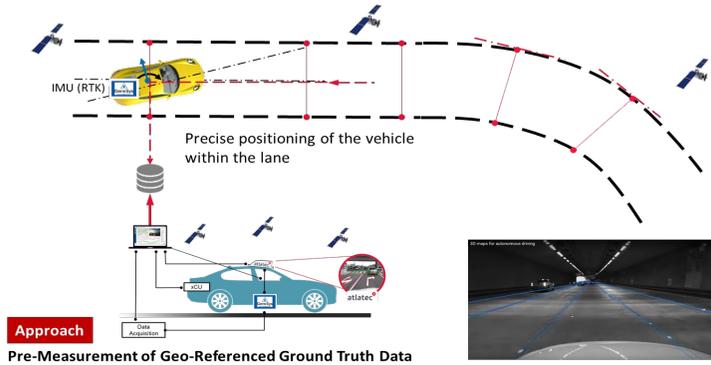
Subjektive Bewertungskriterien

Subjective Evaluation Criteria	Customer Level	Lane Guidance Quality			Driver Interaction			Availability		Safety Perception		
	Expert Level	Lane Precision	Oscillation	Lateral Displacement	Intervention Intensity	Harmony of Interventions	Overruleability	System Limits	(Re-)Activation Time	Road Marking Robustness	Reliability	Predictability

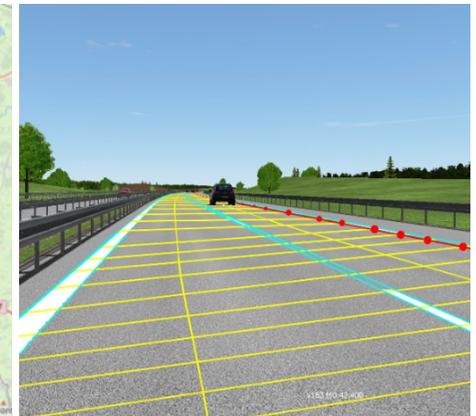
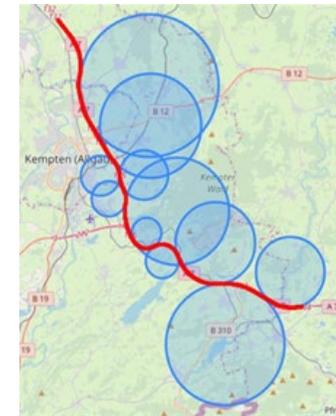
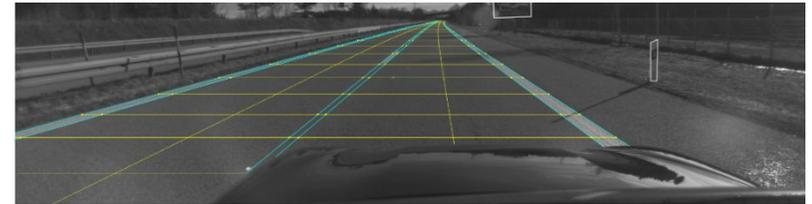
- » Standardisierte und vergleichbare Bewertung von Fahrerassistenzsystemen
- » Anwendung für eigene und Benchmarkfahrzeuge möglich

Objektive Bewertung von FAS

Exakte Positionierung auf der Straße und im Verkehr

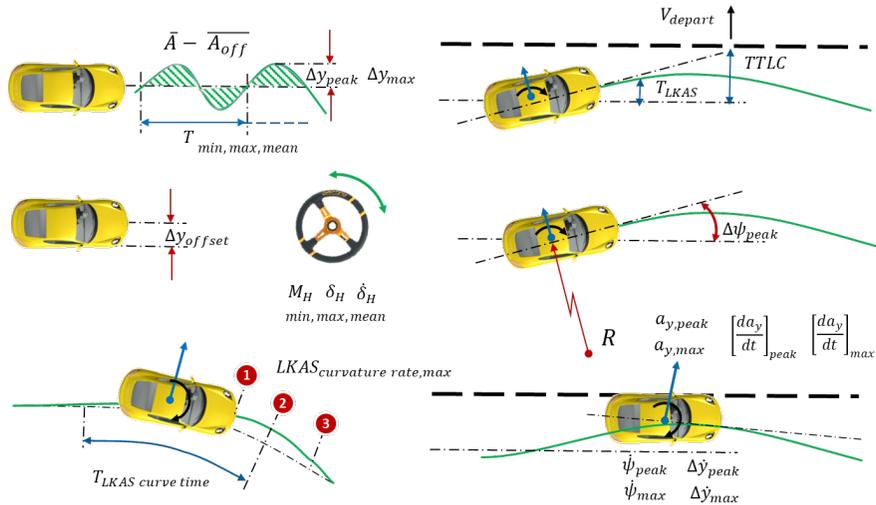


Hochgenaue Ground Truth Streckendaten



» Die exakte Positionierung auf hochgenauen Streckendaten ist die Basis für eine objektive Bewertung

Objektive Bewertung von FAS



Subjective Evaluation Criteria	Customer Level	Lane Guidance Quality			Driver Interaction			Availability		Safety Perception		
	Expert Level	Lane Precision	Oscillation	Lateral Displacement	Intervention Intensity	Harmony of Interventions	Overruleability	System Limits	(Re-) Activation Time	Road Marking Robustness	Reliability	Predictability

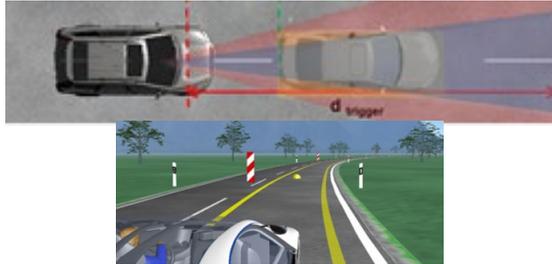
Objective Evaluation Criteria	Lateral Position	Criteria 1											
	Steering Torque	Criteria 1											
		Criteria 2											
Criteria 3													
Yaw Rate	Criteria 1												
	Criteria 2												
	Criteria 3												

» Identifikation geeigneter objektiver Kriterien durch Abgleich mit subjektiven Kriterien

» Key Performance Indicators (KPI's)

Nutzen von KPIs in der Serienentwicklung

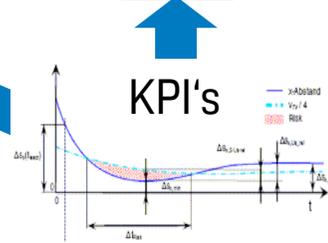
Simulation



- Applikation in der frühen Phase
- Derivateentwicklung



Präzise Anforderungen



Fahrversuch



- Effizientes Applizieren und Testen
- Benchmarking

Vergleichbare Ausprägung in allen Baureihen



KPI's sind ein Enabler für Simulation, effiziente Entwicklung und Vergleichbarkeit

Agenda

Porsche

Porsche
&
Fahrer-
assistenz

FAS-
Entwicklung
bei Porsche

Entwicklungs-
methoden

Ein Blick
in die
Zukunft

5

Der Traum vom automatisierten Fahren – 50er Jahre



Der Traum vom automatisierten Fahren – 70er Jahre



Der Traum vom automatisierten Fahren – 80er Jahre



Der Traum vom automatisierten Fahren – heute



Der Traum vom automatisierten Fahren – heute

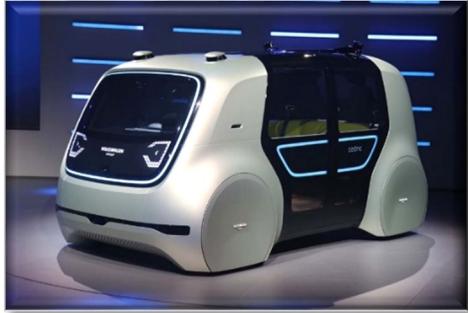


**»» Automatisiertes
Fahren ist greifbar**

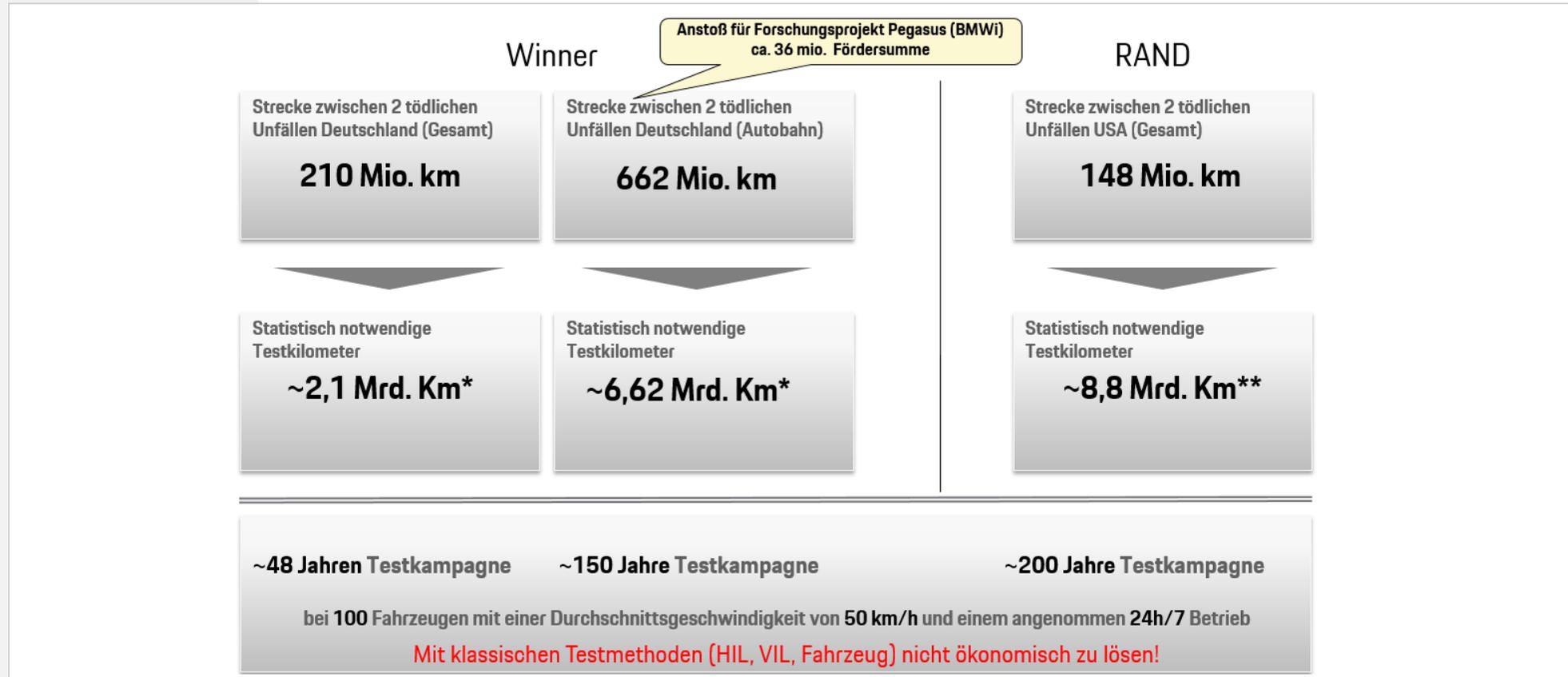


PORSCHE

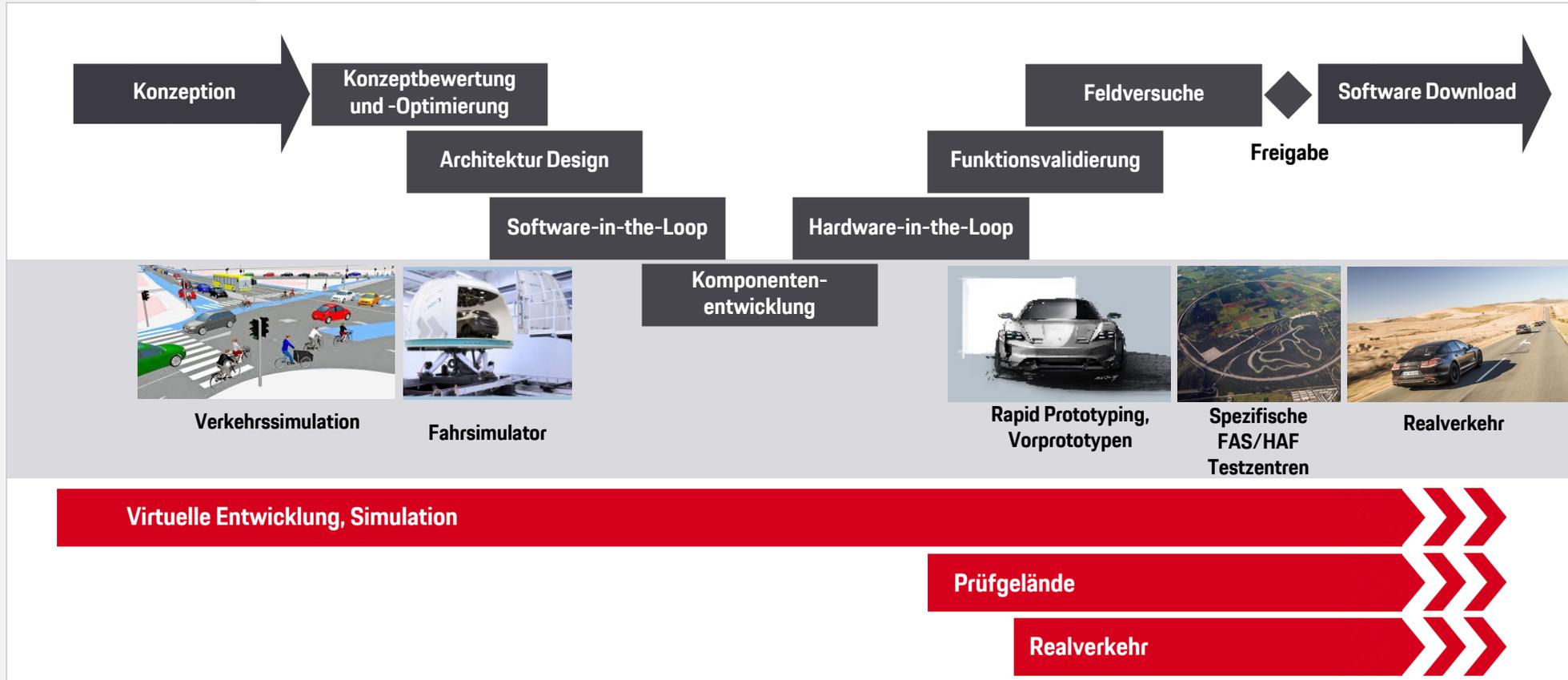
Herausforderungen des automatisierten Fahrens



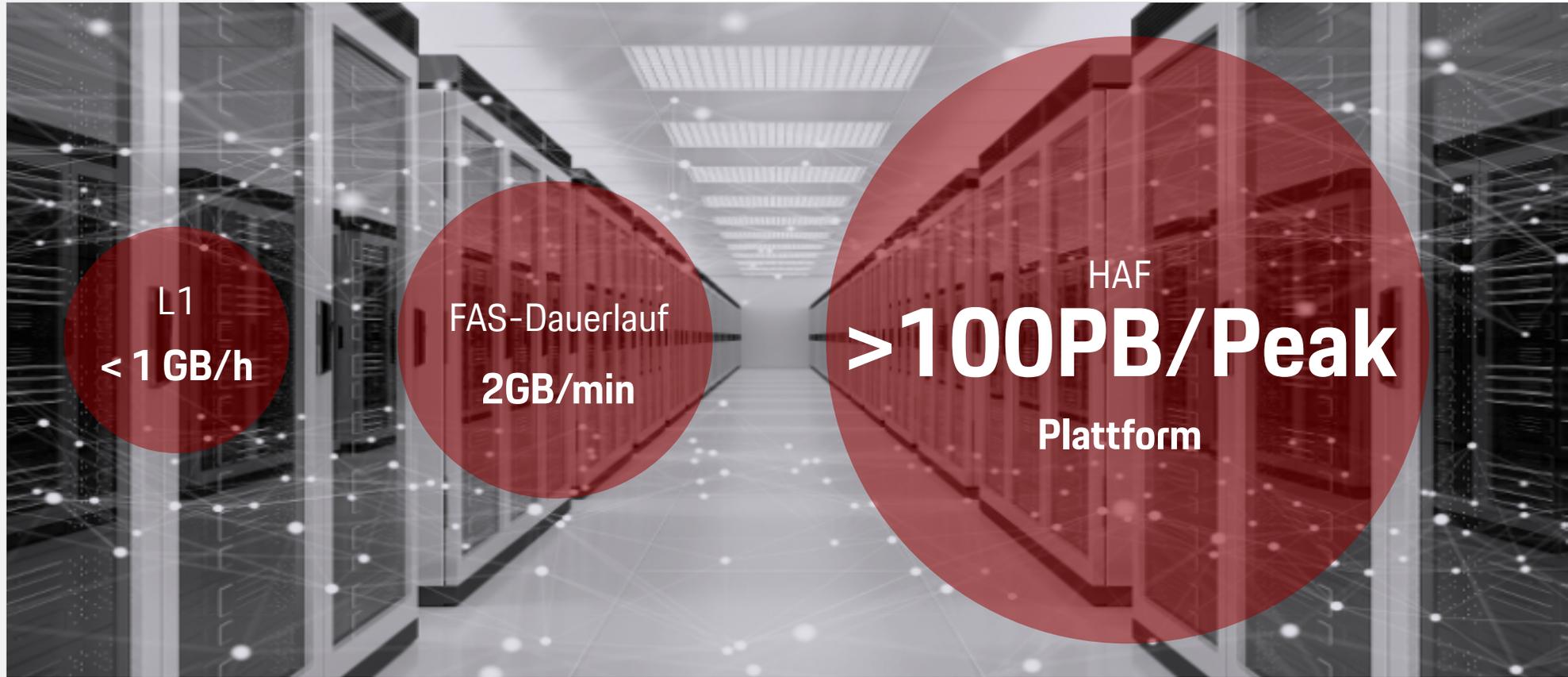
Herausforderung: Absicherung automatisierter Funktionen



Virtuelle Entwicklung ist ein Schlüsselement für die Absicherungsstrategie



Die Datenverarbeitung ist eine der größten Herausforderungen



L1
< 1 GB/h

FAS-Dauerlauf
2GB/min

HAF
> 100PB/Peak
Plattform

„Driving Pleasure means driving by myself, but if I want to relax I´d like to be driven!“



„Stellen Sie sich vor, Sie haben sich abends in der Stadt verabredet, wollen essen gehen. Es ist alles dicht zugeparkt. Sie sind knapp in der Zeit. Sie halten vor dem Restaurant an, steigen aus, das Fahrzeug sucht sich selbst einen Parkplatz, und wenn Sie wieder rauskommen, steht das Auto vollgetankt und gewaschen da.



Oder nehmen wir mal an, Sie fahren im Stau zur Arbeit und haben Lust, einen Blick in die Zeitung zu werfen – und das Auto chauffiert Sie durch den Verkehr. Aber auch auf der Rennstrecke kann ich mir spannende Lösungen vorstellen.“

Dr. Oliver Blume, CEO Porsche AG

PORSCHE

**"You will still want to drive a Porsche
on your own in the future –
and you will be able to!"**

Dr. Lutz Meschke, CFO Porsche AG





Vielen Dank!