

online Tagung - Friedrich-Schiller Universität Jena am 22.04.2021

# Autonomes Fahren

## Technische Möglichkeiten und Grenzen



Prof. Dr.-Ing. Carsten Markgraf  
HSA\_ired - DriverlessMobility

1. Vorstellung
2. AV Abstufung und Funktion
3. Markt - Technologien und Player
4. Möglichkeiten
5. Herausforderungen



## Agenda



**Prof. Dr.- Ing. Carsten Markgraf**

- Studium der Elektrotechnik Uni Hannover:
- Promotion in Kooperation mit VW:
- ThyssenKrupp Automotive:
- ThyssenKrupp Presta:
- Hochschule Augsburg:

Diplom (1997)

Magnetnageltechnik (2002)

Fahrwerkregelsysteme (2005)

Elektrische Servolenkung (2010)

Regelungstechnik (bis heute)

Zu meiner Person – kurze Vorstellung



Hochschule Augsburg  
University of Applied Sciences



More than 6.200 Students

65% Technical | 23% Business | 12% Arts and Design



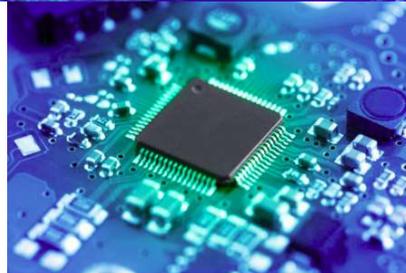
Hochschule Augsburg  
University of Applied Sciences

Institut für ressourceneffiziente Datenübertragung und -verarbeitung

# HSA\_ired



Arbeitsgruppe  
Hochfrequenzsysteme



Arbeitsgruppe  
Effiziente Eingebettete  
Systeme



Arbeitsgruppe  
Driverless Mobility



Arbeitsgruppe  
Verteilte Systeme



Hochschule Augsburg  
University of Applied Sciences



Mathias Pechinger (wiss. MA)  
**Bahnplanung**  
**HIL Testing**



Robert Dollinger (wiss. MA)  
**Modellierung und**  
**Fahrzeugführung**



Julian Stähler (wiss. MA)  
**Sensordatenfusion und**  
**Infrastrukturanbindung**



**Arbeitsgruppe**  
**Driverless Mobility**



Stephan Ruber (MAPR)  
**Systemarchitektur und**  
**Straßenzulassung**



Armin Straller (MAPR)  
**Strategische Bahnplanung**



Björn Hauffe (MAPR)  
**Umfeldwahrnehmung**

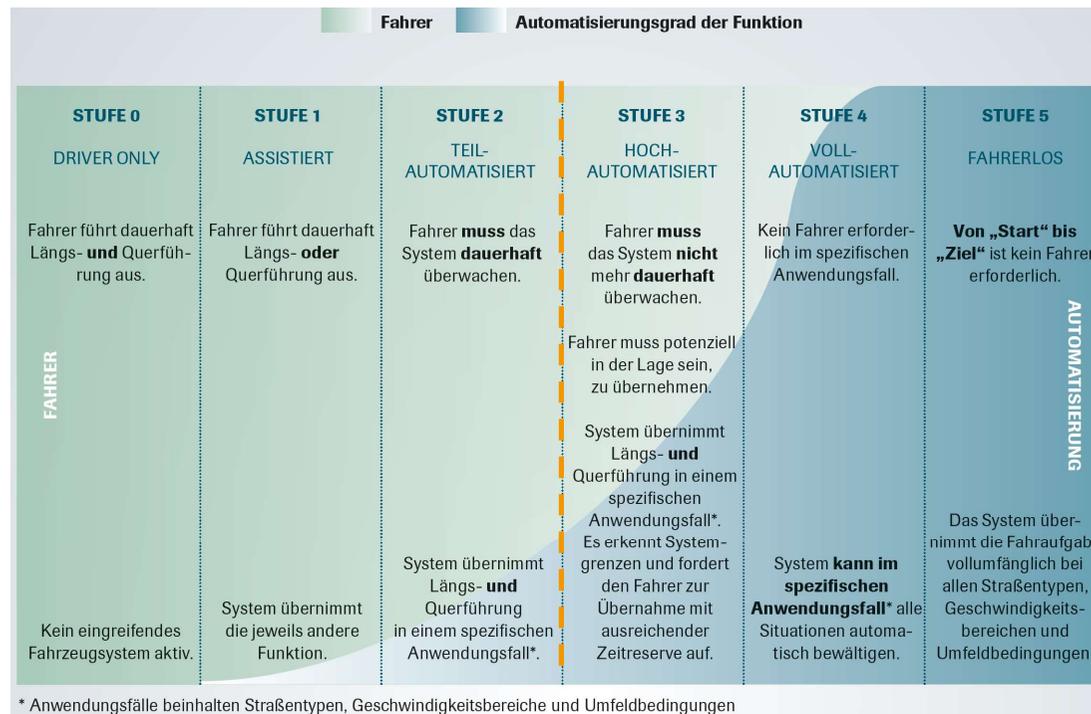




Hochschule Augsburg  
University of Applied Sciences



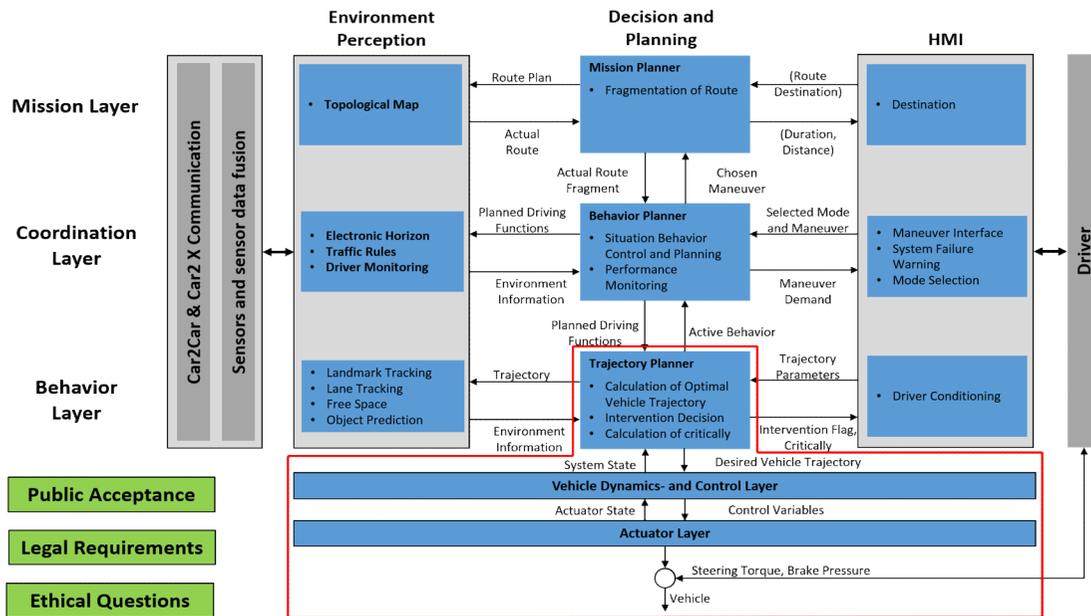
Forschungsfahrzeuge



## Automatisierungsgrade nach VDA



Functionality, Safety and Validation



**Zyklischer Algorithmus:**

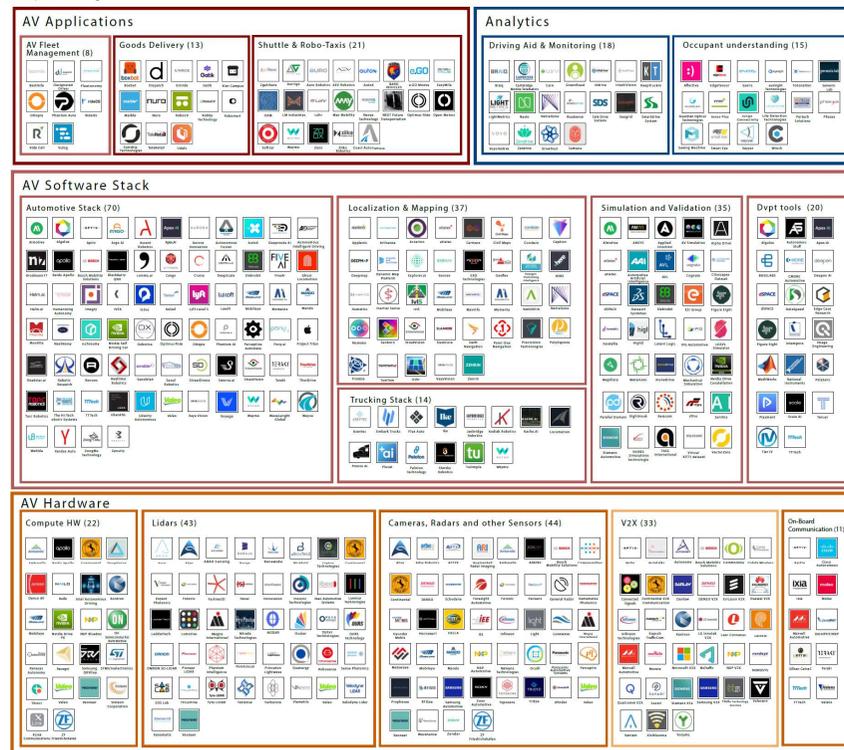
1. Wo will ich hin? → Mission Plan
2. Wo bin ich? → Lokalisierung (absolut und relativ)
3. Was ist um mich herum? → Objekterkennung / Klassifikation
4. Was passiert als nächstes? → Vorhersage
5. Was darf ich? → Verhaltensplanung
  - Verkehrsregeln
  - Anzahl Fahrspuren
6. Was möchte ich tun? → Bahnplanung
7. Was tue ich? → Regelung, Störgrößen
8. Ist alles sicher? → Sicherheitsfunktionen

**Funktionsübersicht**

Created By:  
Marc Amblard  
Orsay Consulting

**The Autonomous Vehicles landscape**  
Last Update January 2020

Designed by: **rwLABS** Powered By: **spoke**



+ Automobilhersteller

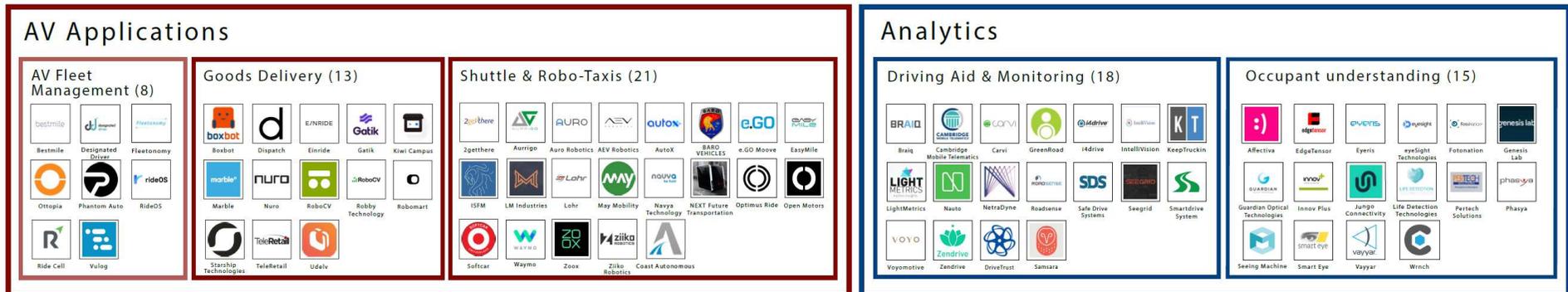
**AV Landscape**

Created By:  
 Marc Amblard  
 Orsay Consulting

# The Autonomous Vehicles landscape

Last Update January 2020

Designed by:  **RWLABS**
 Powered By:  **spoke**



**AV Software**



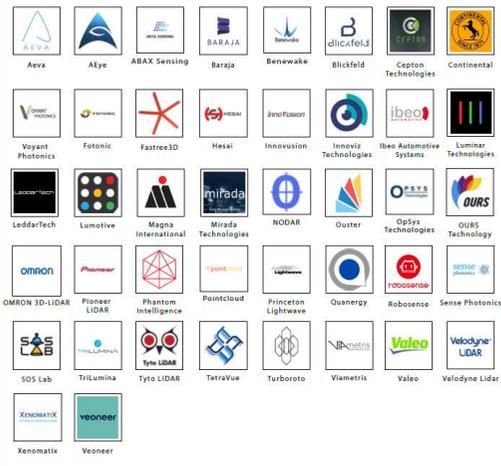
Hochschule Augsburg  
University of Applied Sciences

## AV Hardware

### Compute HW (22)



### Lidars (43)



### Cameras, Radars and other Sensors (44)



### V2X (33)



### On-Board Communication (11)



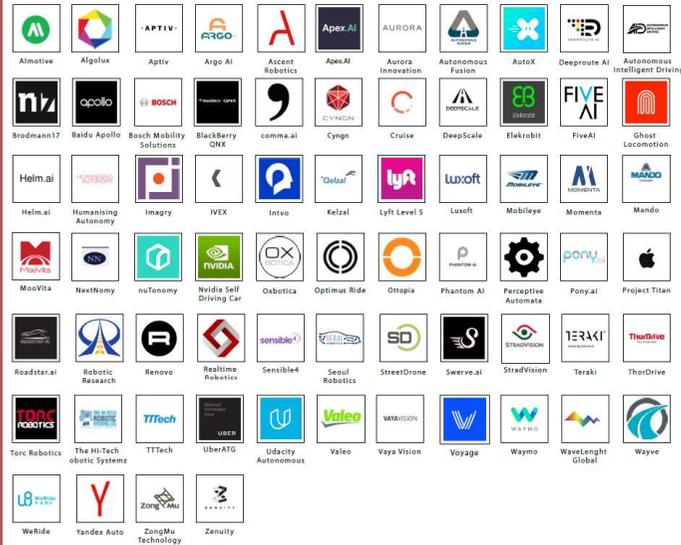
AV Hardware



Hochschule Augsburg  
University of Applied Sciences

## AV Software Stack

### Automotive Stack (70)



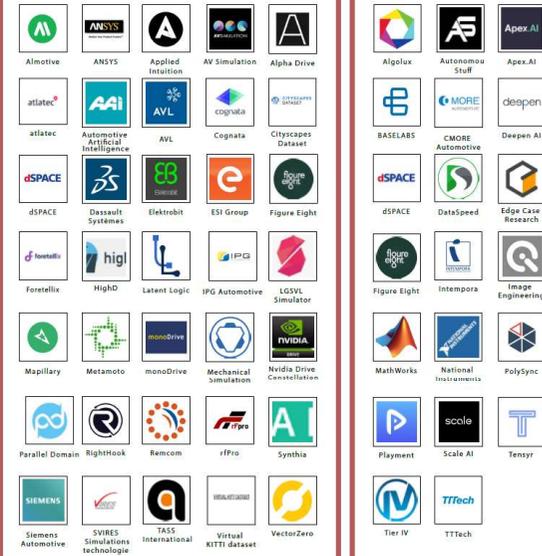
### Localization & Mapping (37)



### Trucking Stack (14)



### Simulation and Validation (35)



### Dvpt tools (20)



AV Software

### Waymo:



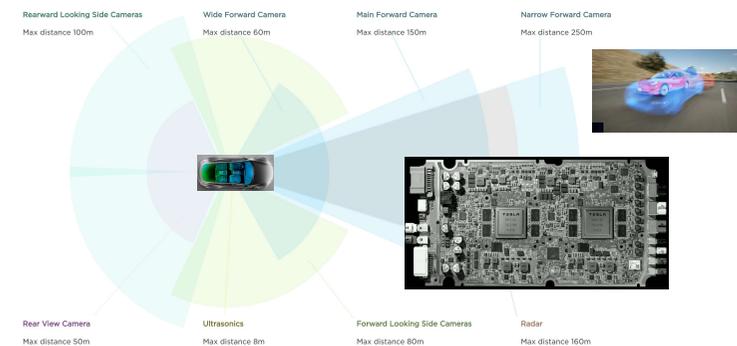
- ODD (Operational Design Domain → Ort, Zeit, Wetter, Art, v)
- 3d-Umwelterfassung (RADAR, LIDAR, Kamera)
- Verwendung von detaillierten, angereicherten Karten
- Trennung von statischen und dynamischen Objekten
- AI Algorithmen
- 15 · 10<sup>9</sup> Meilen Simulation, 20 · 10<sup>6</sup> Meilen auf öffentlichen Straßen

Quelle:

Waymo Safety Report 2020

## Unterschiedliche technische Ansätze

### Tesla:

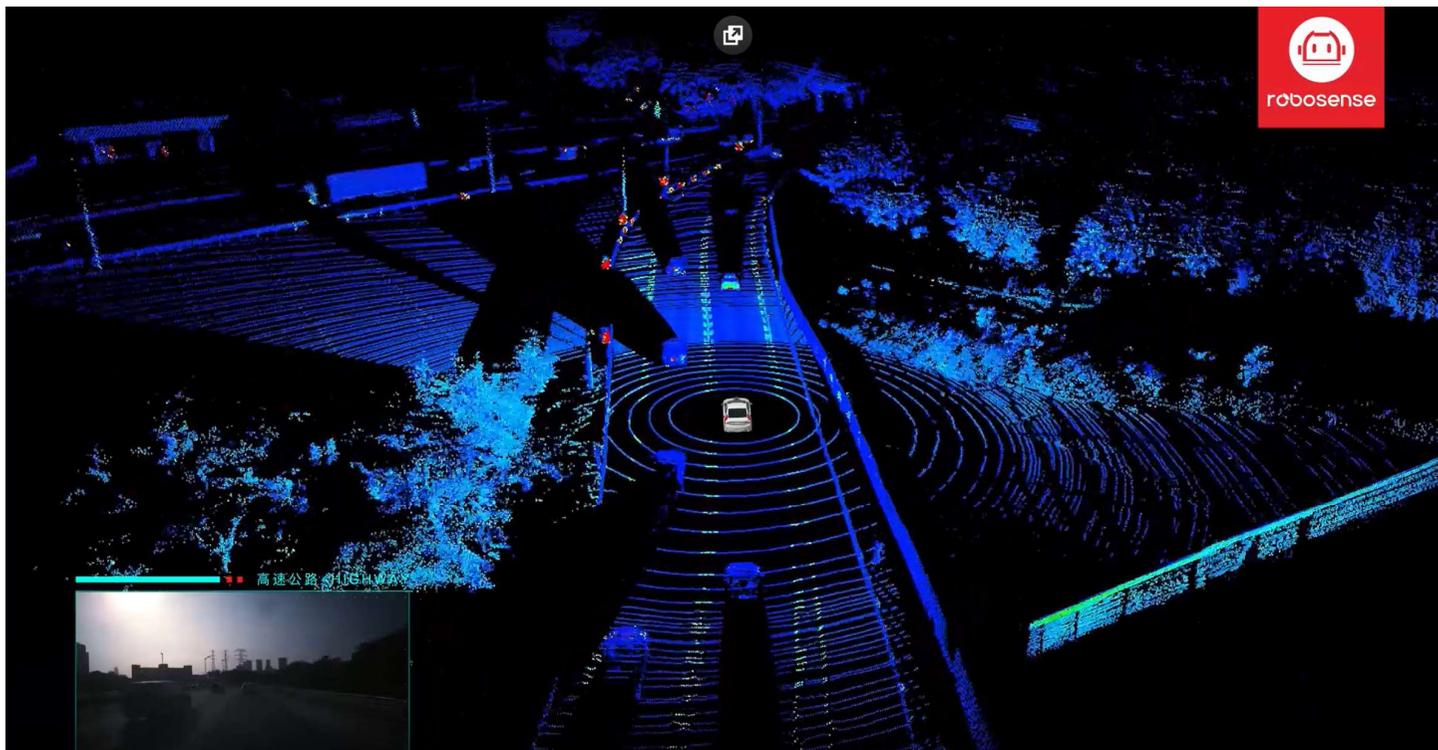


- 8 Kameras + Radar + Ultraschall
- AI Umwelterfassung
- Shadow Mode, Nachtrainieren der Netze mit Sequenzen aus dem Feld
- Eigene redundante HW Plattform für AI optimiert
- Kein LIDAR, keine Karten
- Over-the-Air Updates

Quelle: <https://www.tesla.com/autopilot?redirect=no>



# Clustering, Objekterkennung und Klassifikation



## **Robosense Lidar (RS ruby):**

- 128 vertikale Strahlen (0,1° Auflösung min.)
- 360° horizontal
- 200m Range

# Möglichkeiten

## Self-Driving Technology Can Save Lives and Improve Mobility

### Safety

1.35

MILLION

deaths worldwide due to vehicle crashes in 2016. <sup>[1]</sup>

36

THOUSAND

deaths in the U.S. in 2018 and 2.7 million injuries. <sup>[1]</sup>

### Society

\$ 836

BILLION

in harm from loss of life and injury each year. <sup>[1]</sup>

\$ 242

BILLION

in annual economic costs. <sup>[1]</sup>

\$ 179

BILLION

in gas burned and time lost each year. <sup>[1]</sup>

### Mobility and Quality of Life

12

MILLION

people 40 years and over in the United States have vision impairment. <sup>[1]</sup>

79

PERCENT

of seniors age 65 and older live in car-dependent communities. <sup>[1]</sup>

54

HOURS

wasted in traffic each year per person. <sup>[1]</sup>

## Potentiale des autonomen Fahrens:

- Reduktion der gefährlichen Unfälle
- Gewinnung nutzbarer Zeit
- Schaffung von Freiheit und Mobilität für benachteiligte Personen
- neue Mobilitätskonzepte
  - Verbindung verschiedener Systeme (First Mile, Last Mile)
  - Automatisiertes Parken → mehr Freiraum in Innenstädten
- automatische Lieferservices
- Entzerrung des Verkehrs / Nachtfahrten bei längeren Strecken
- Reduktion der Nachfrage nach innerstädtischem Wohnraum

Quelle:

Waymo Safety Report 2020

# Grenzen?

Komplexität: (Mumbai / Indien)



Quelle:  
indianexpress.com

Überraschungen auf der Fahrbahn



Äußere Einflüsse (z.B. Wetter)



Quelle:  
axa.de

**Herausforderungen:**

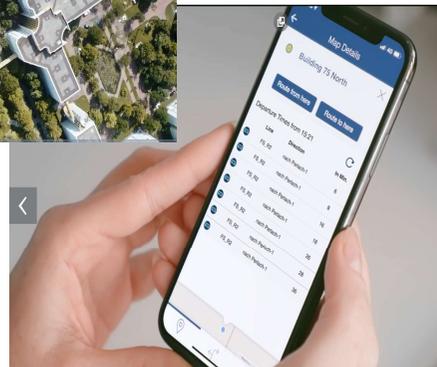
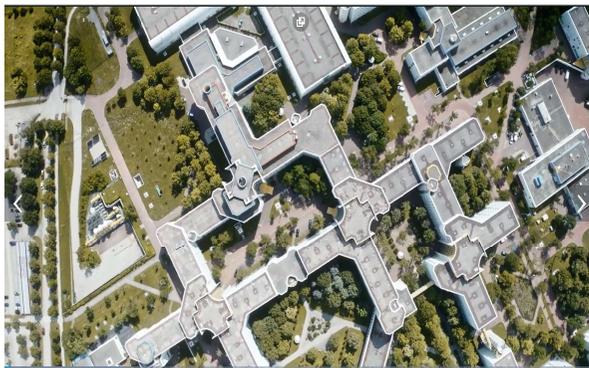
- ODD: Operational Design Domain
- Komplexität
- Unerwartete Ereignisse
- Falsch positive und falsch negative Objekte
- Falsche Klassifikationen
- Sicherheit und Zuverlässigkeit



**Rechtliche und  
ethische Fragen!**

# FAST (Fully Autonomous Shuttle Track)

Siemens, HSA, FZI





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!  
Wir freuen uns auf Ihren Besuch an der Hochschule Augsburg!