

# Wandel zum Automobil im Industriezeitalter

Von der Pferdekutsche ...



Carl Benz 1885  
Gottlieb Daimler 1886

... zum ersten Automobil ...



© 2008 All rights reserved.

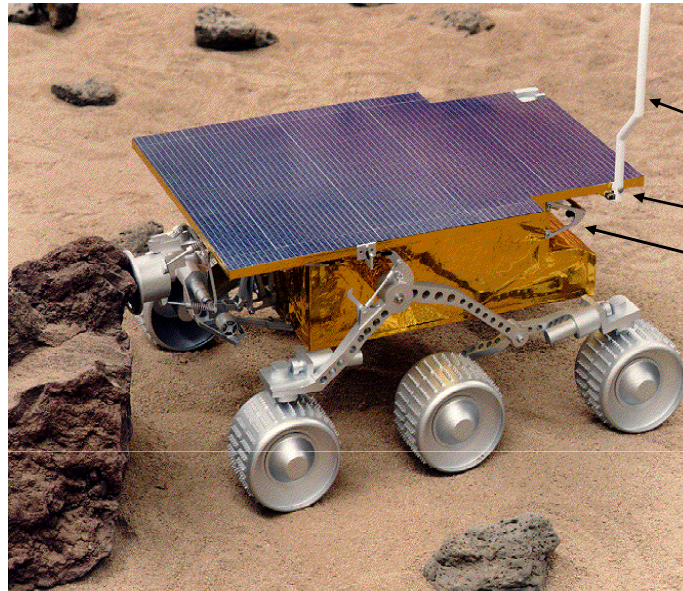
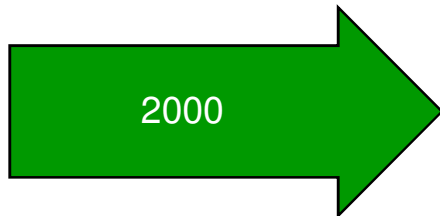
## + Fortschritt

Nutzung maschineller Energie

## - Rückschritt

Verlust kognitiver Fähigkeiten  
(Entfall des wahrnehmenden Pferdes)

## ... zum (teil-)autonomen Agenten



### Mars Sojourner

- Kommunikation
- Laser Sensor
- Vision Sensor

### Fortschritt

- maschinelle Sinneswahrnehmung
- maschinelle Informationsverarbeitung

⇒ Automobile werden durch kognitive Fähigkeiten zu kooperativen, (teil-)autonomen Agenten und steigern dadurch

- o Sicherheit
- o Komfort
- o Effizienz

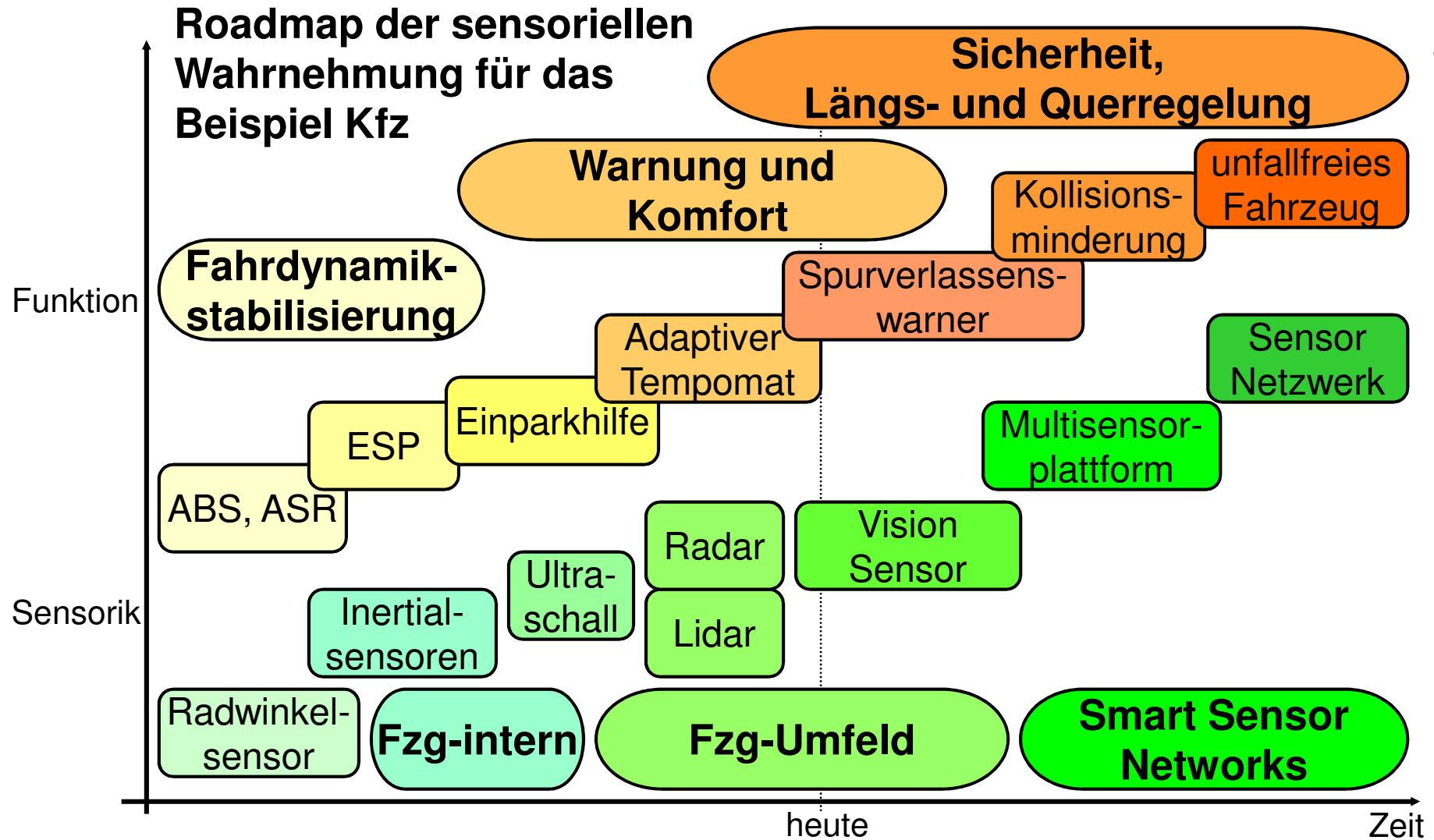
# Wenn Autos alleine fahren, ...

*Christoph Stiller*



# Potenzielle Roadmap

© 2008 All rights reserved.



# Wie nehmen Fahrzeuge ihre Umwelt wahr?

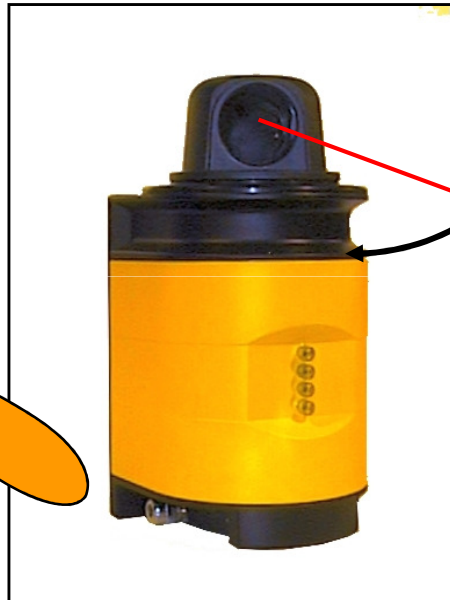
## Echoortung

### Radar



Bosch ACC1 Radar

### Lidar



IBEO Lidar Digital A AF

### biologisches Vorbild Fledermaus Ultraschall



# Wie nehmen Fahrzeuge ihre Umwelt wahr?



**Vision Sensor**

## Gemeinsamkeiten

- Trennung von Sensorkopf und Messsignalverarbeitung
- mehrere Millionen Bildpunkte
- hohe Dynamik

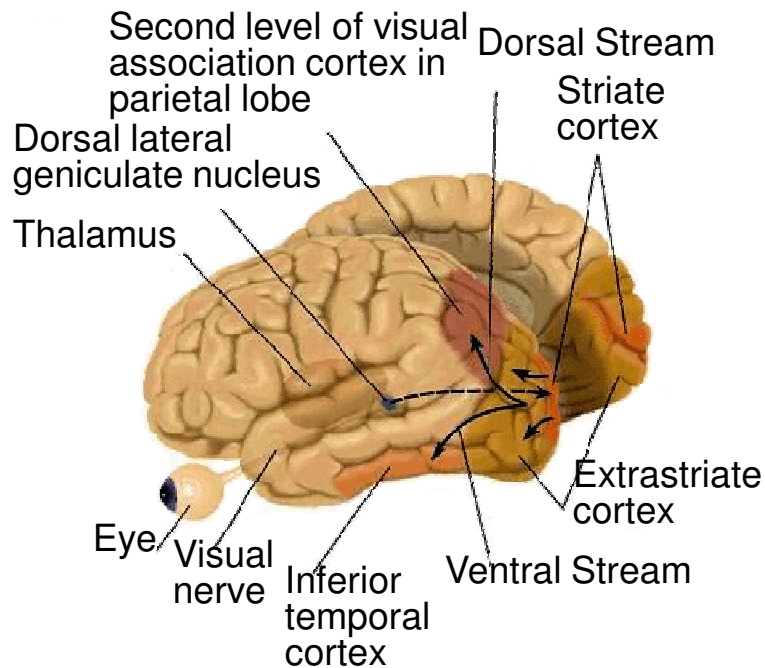
## Vorteile des maschinellen Sensors

- quantitative (metrische) Messung
- ermüdungsfrei konstante Qualität
- schnell

## Vorteile des menschlichen Sehsystems

- in komplexen Situationen weit überlegene Wahrnehmung
- versteht Situation
- überlegene Messsignalverarbeitung

© 2008 All rights reserved.



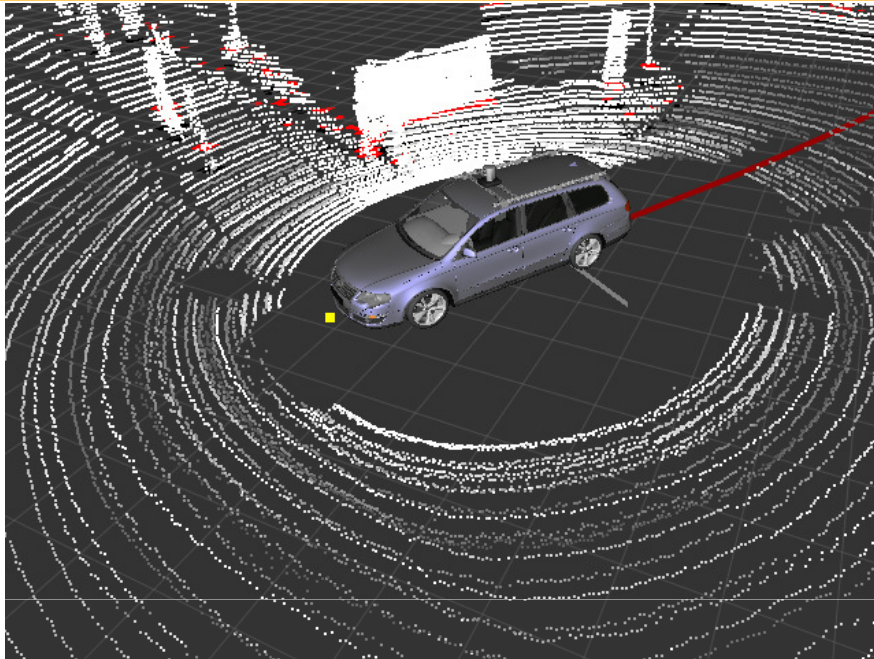
**Vorbild Mensch**

# Lidar HDL-64E - Beispieldaten

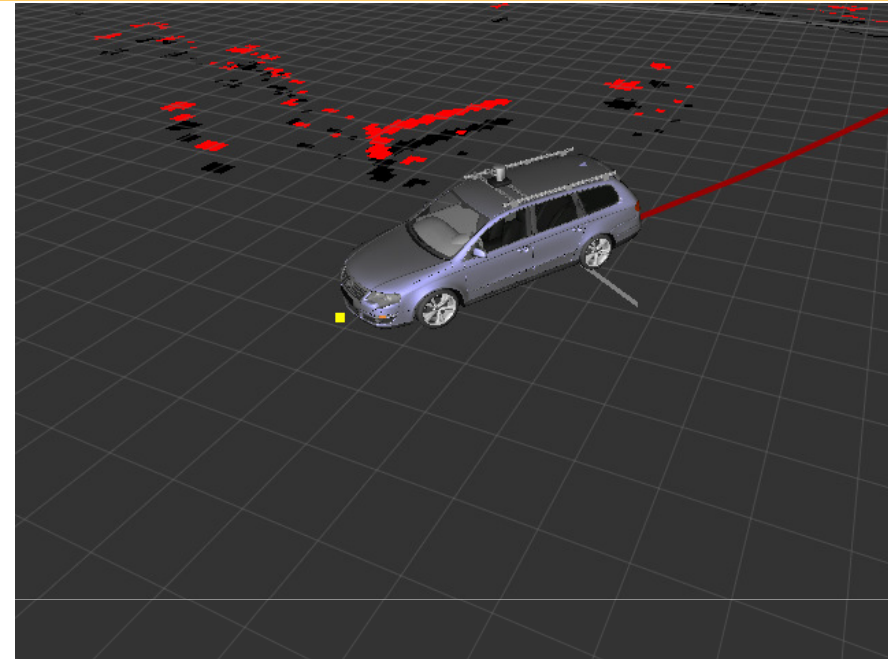
Universität Karlsruhe (TH)  
Institut für Mess- und Regelungstechnik



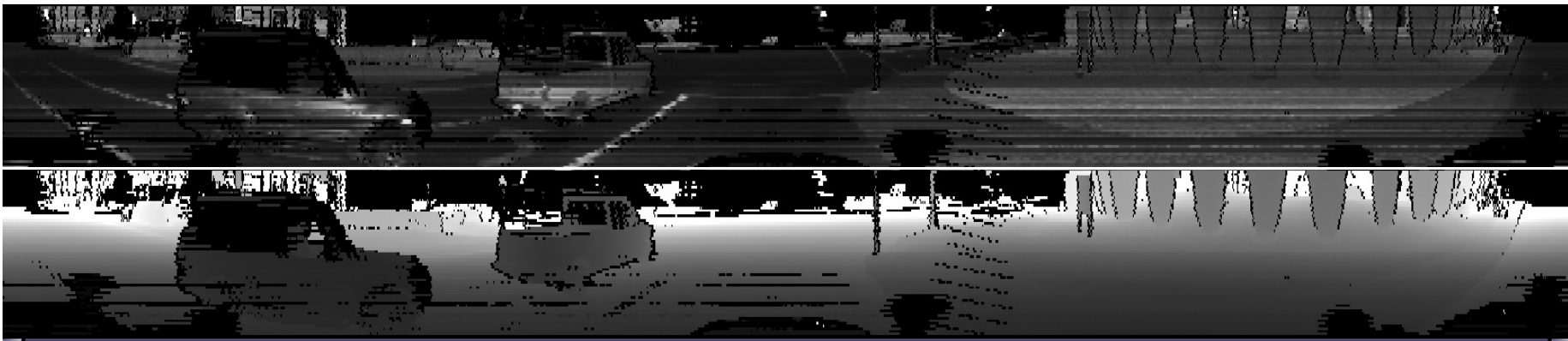
# Wahrnehmung - Lidar



hochaufgelöste 3D Rohdaten



2D Hinderniskarte



Helligkeit (oben) und Tiefendaten (unten)

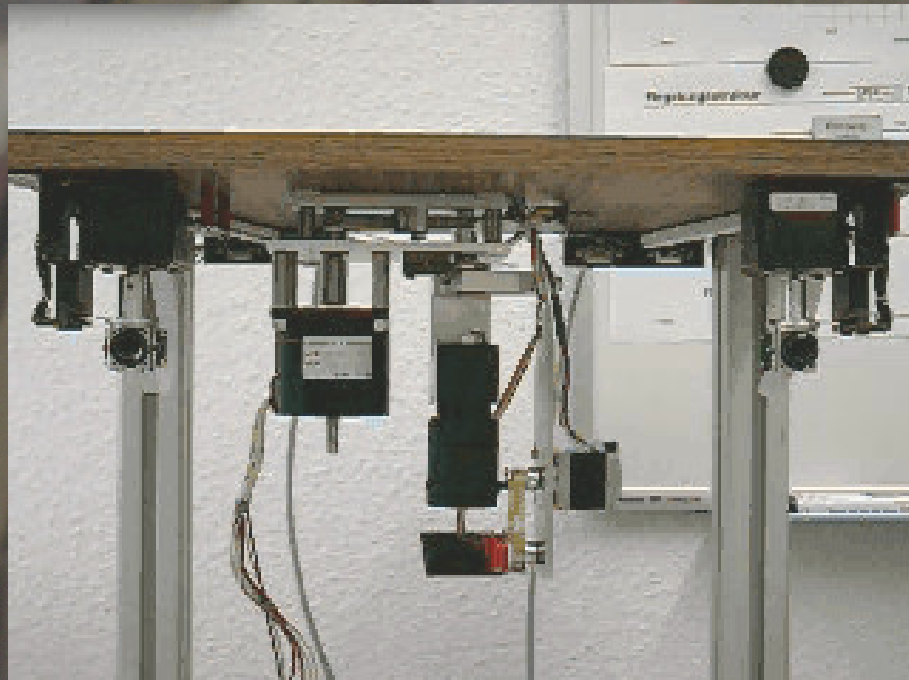
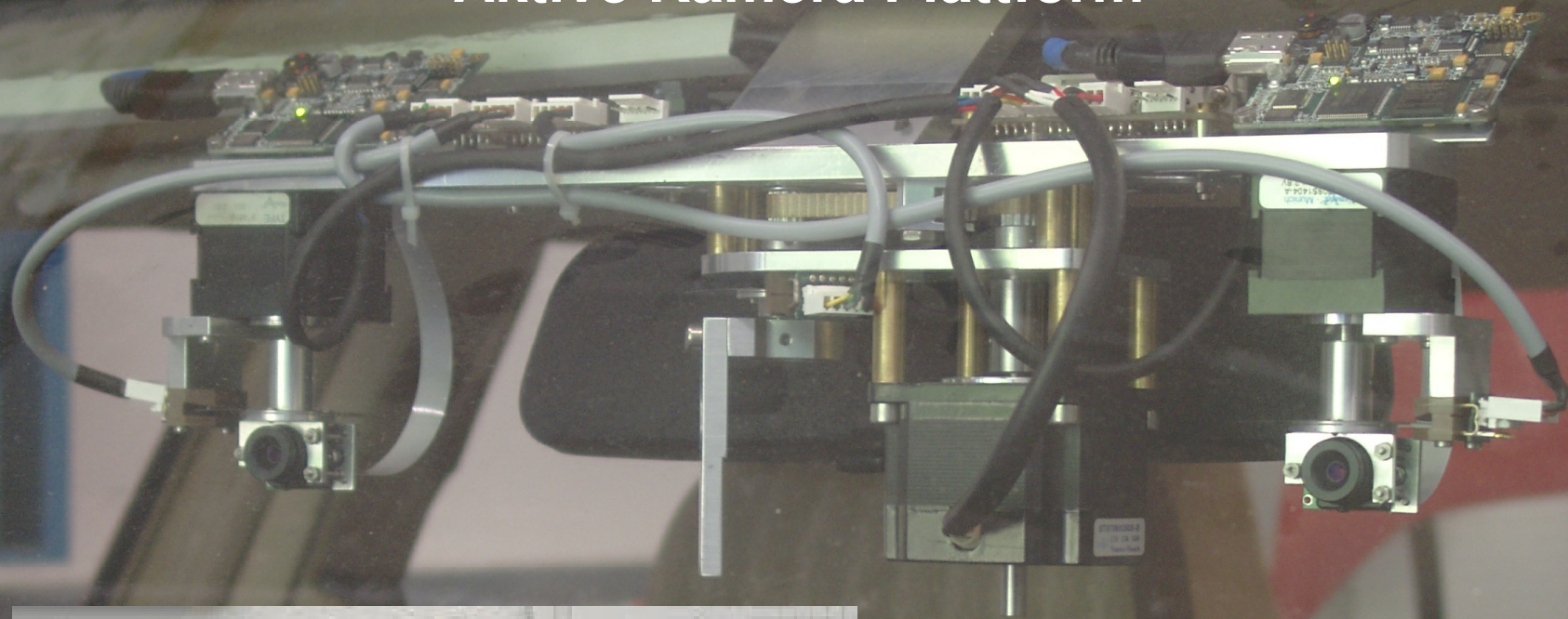




-67.0513 y: -4939.5198 yaw: 2.6138  
: 37.3811439 lon: -122.0744305  
eed: 14.25 desired: 0.00

© 2008 All rights reserved.

# Aktive Kamera Plattform



## Aktives Sehen:

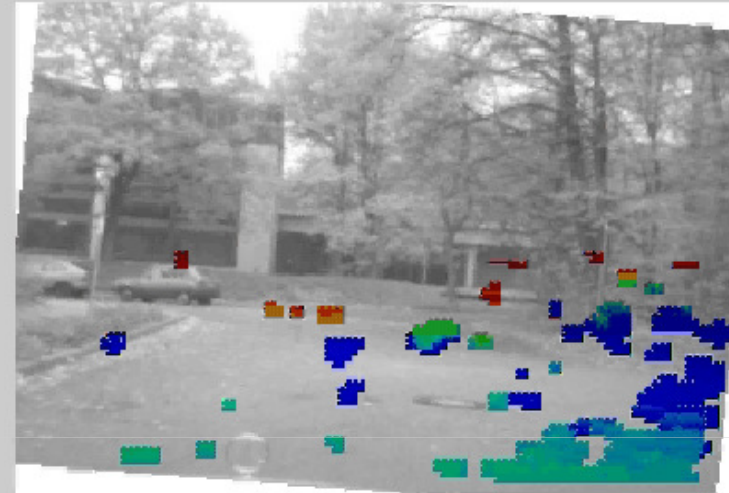
- Stereoskopisches Sehen
- Blickwinkelstabilisierung
- Aufmerksamkeitssteuerung
- Selbstkalibrierung

# Selbstkalibrierende aktive Kameraplattform

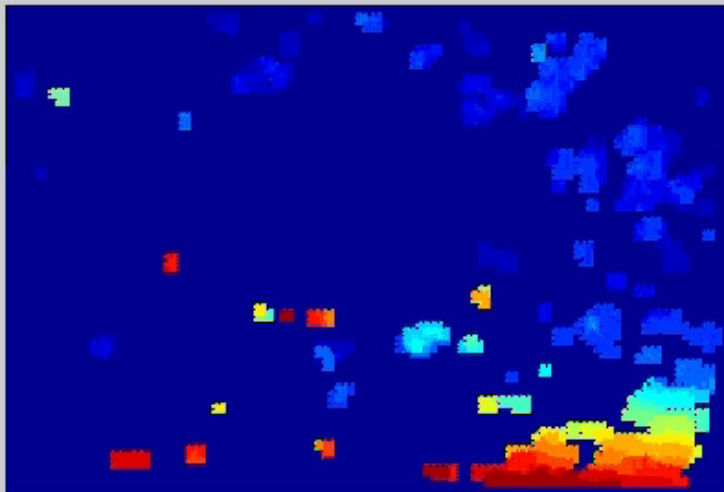
left (frame 0)



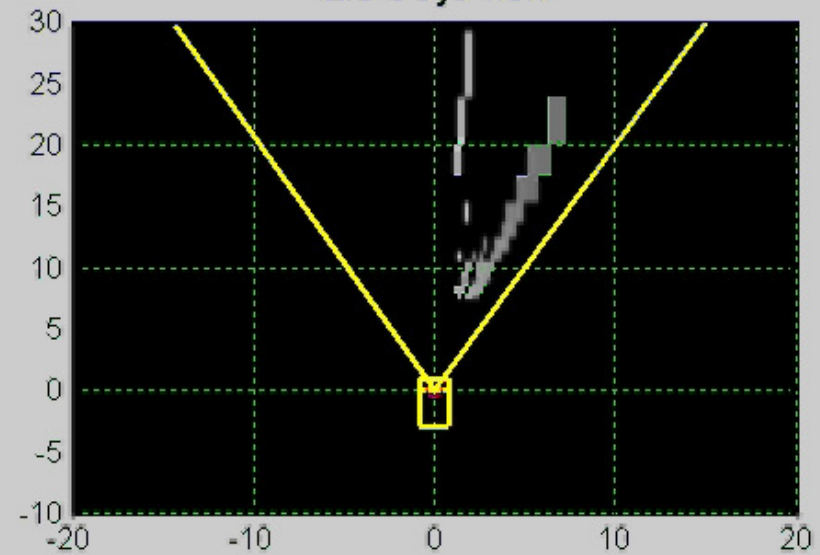
rectified right and obstacles



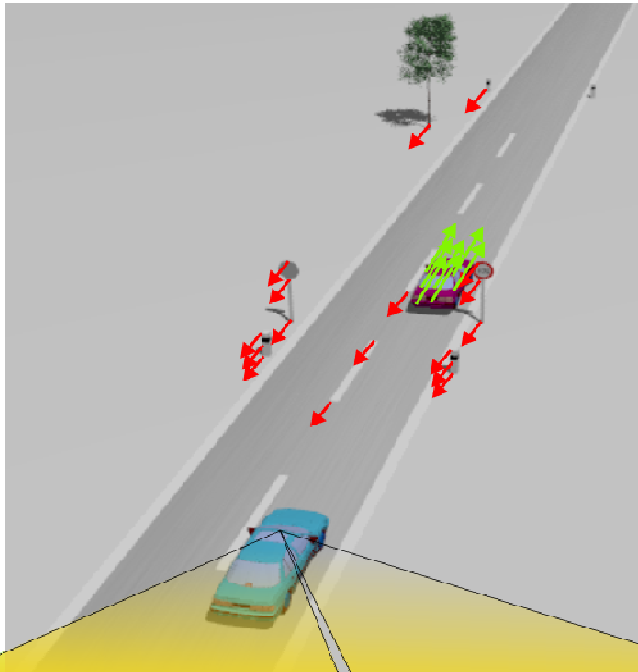
disparity



bird's eye view

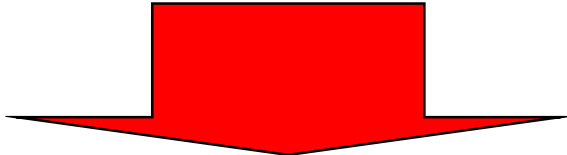


# Diversität durch multiple Merkmale

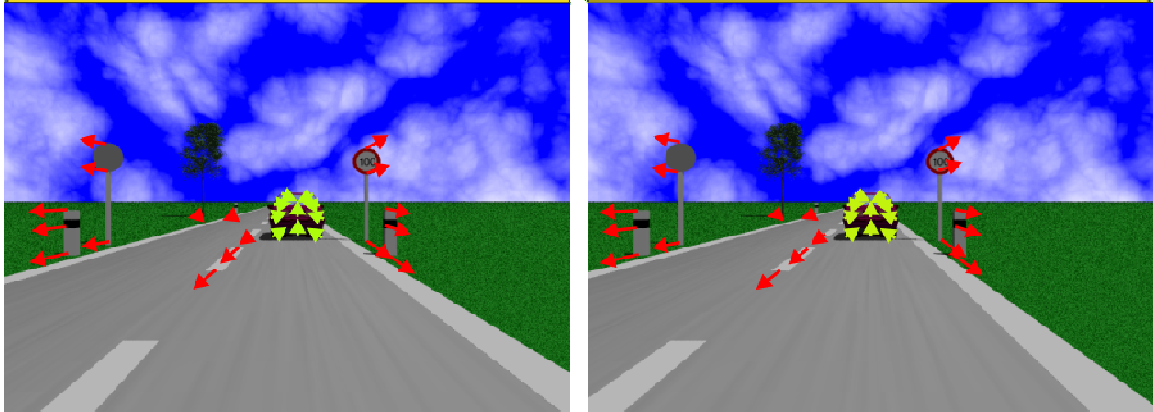


**Erscheinung**  
+ Kanten  
+ Textur  
+ Form  
+ Farbe  
+ ...

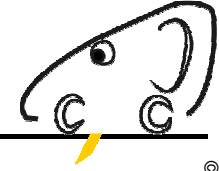
**Korrespondenz**  
+ Stereo-Disparität  
+ Optischer Fluss



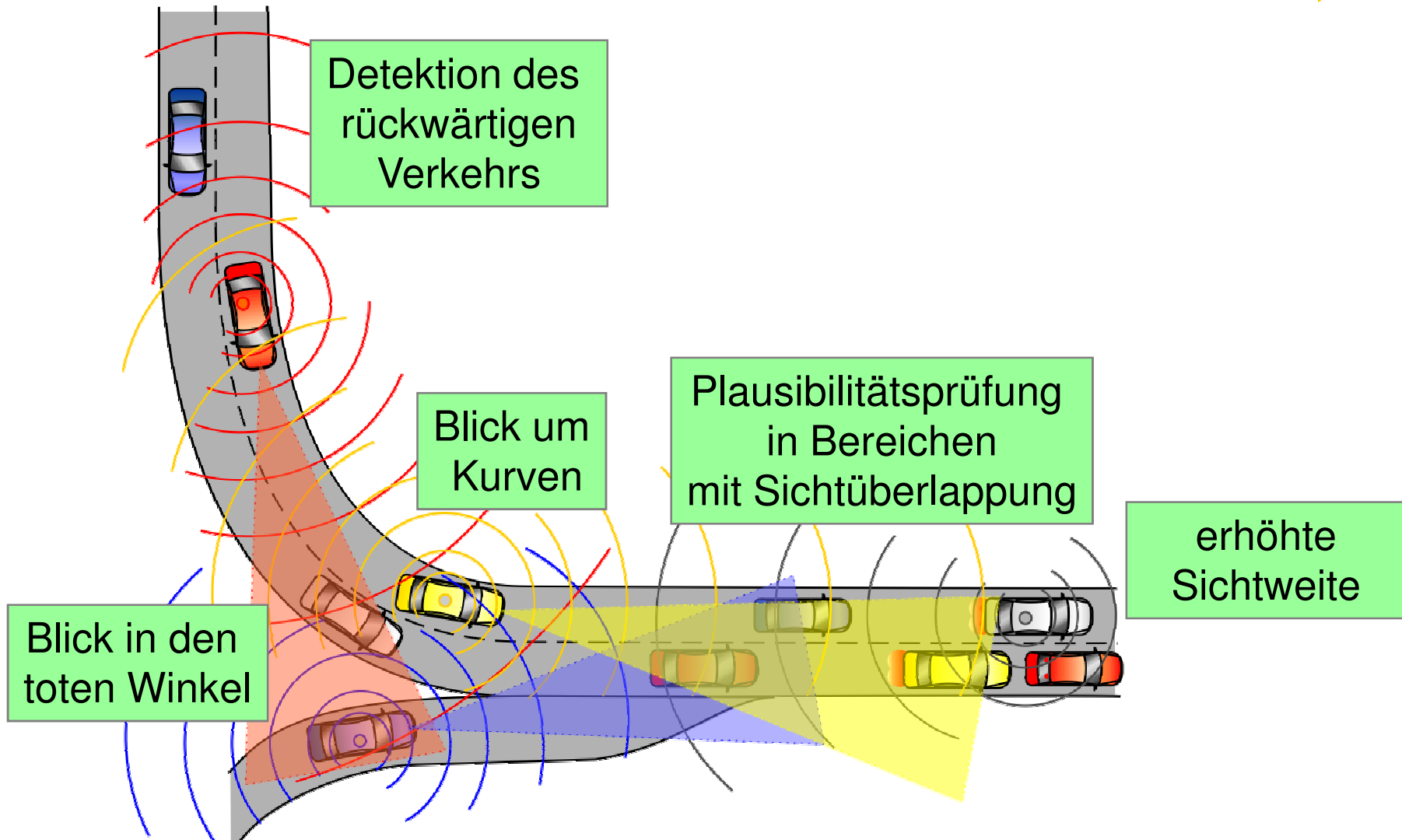
**diversitäre  
visuelle  
Wahrnehmung**



# Kognitive Automobile

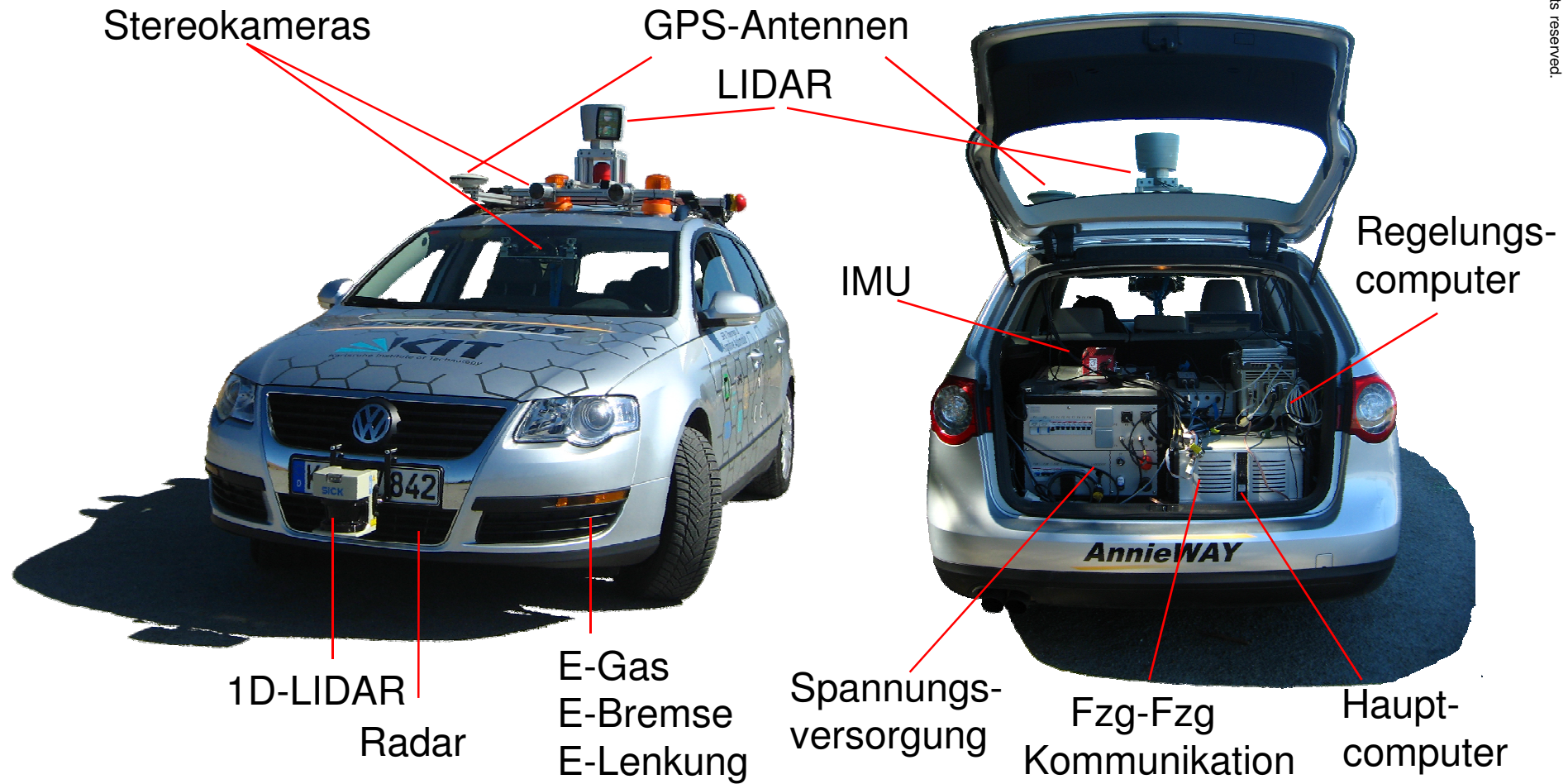


© 2008 All rights reserved.



Kommunikation verleiht Kognitiven Automobilen einen erweiterten Wahrnehmungshorizont und erlaubt kooperatives Fahren

# Systemübersicht



# Urban Challenge

## Wettrennen Autonomer Fahrzeuge

**AnnieWAY**

### *Einfache Navigation*

- vorgegebene Wegpunkte passieren
- in der Spur fahren, Geschwindigkeitsbeschränkungen, Sicherheitsabstände ...
- statische Hindernisse

### *Einfacher Verkehr*

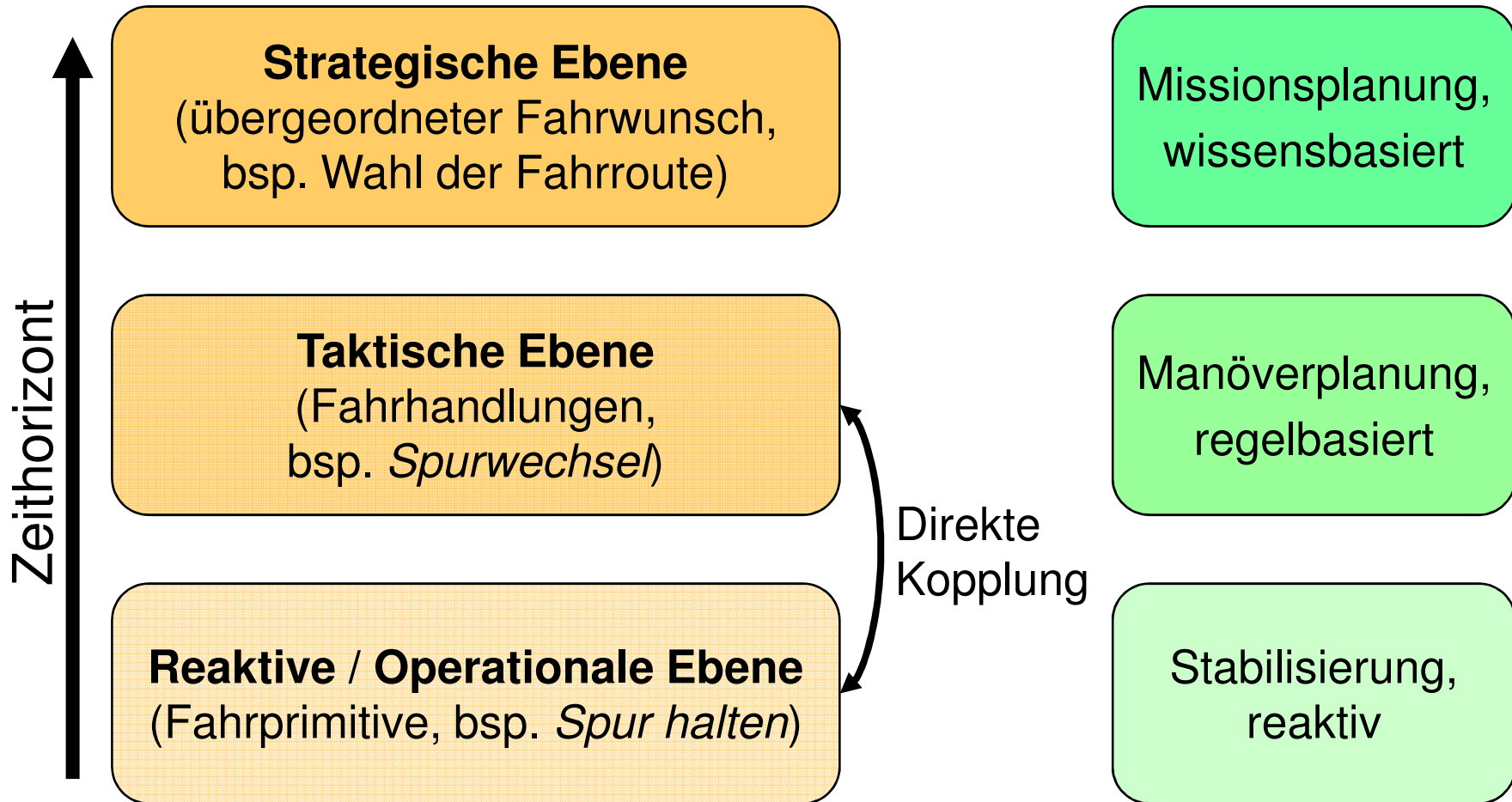
- Vorfahrtgewährung an Kreuzungen
- Fahrzeugfolgen

### *Komplexe Navigation*

- dynamische Navigation in Hindernisfeldern und über Parkplätze
- sporadische Wegpunkte
- GPS Signalverlust

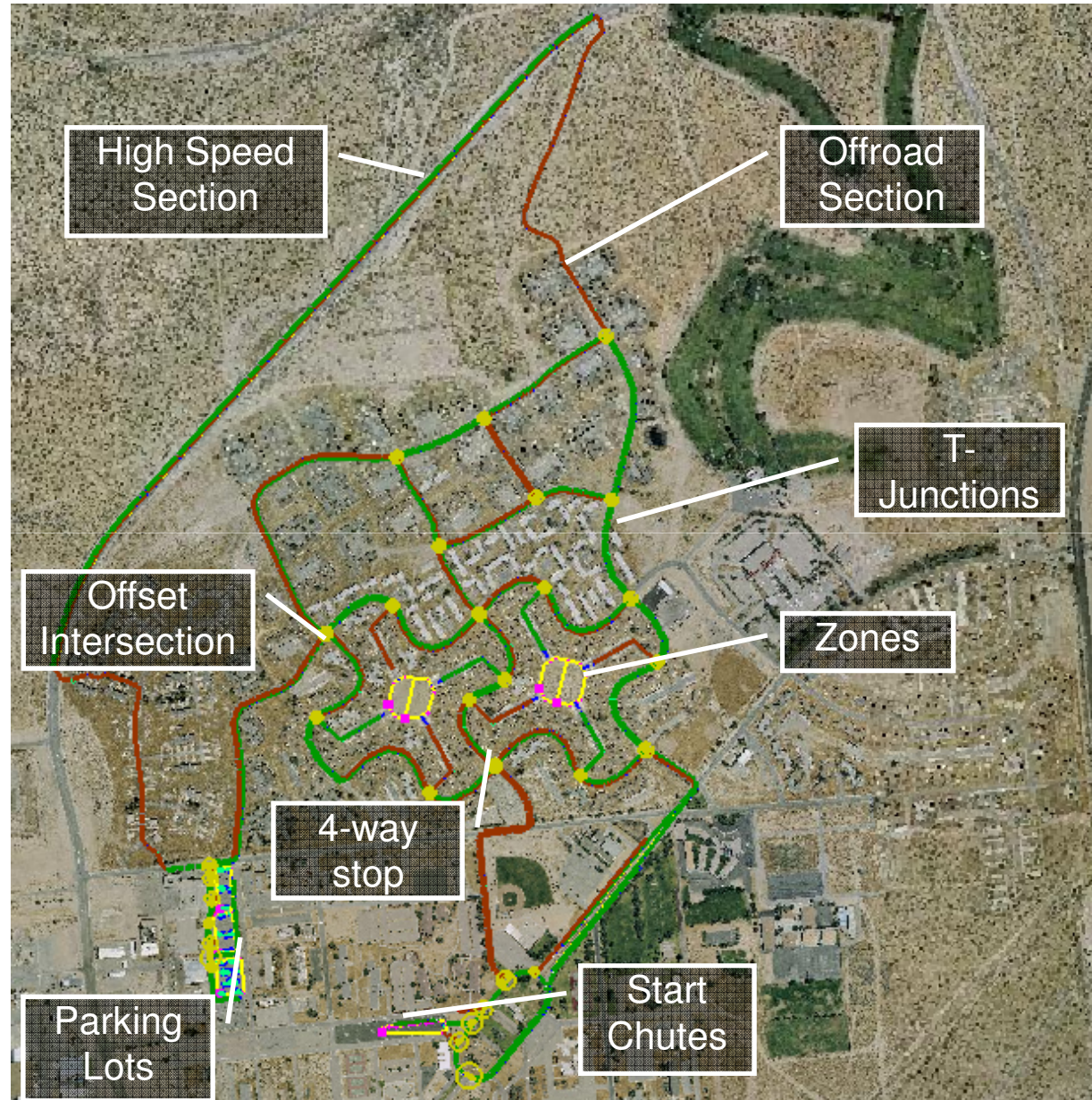
### *Komplexer Verkehr*

- Einfädeln in fließenden Verkehr
- Linksabbiegen bei Gegenverkehr
- “Überwindung” blockierter oder verstopfter Situationen



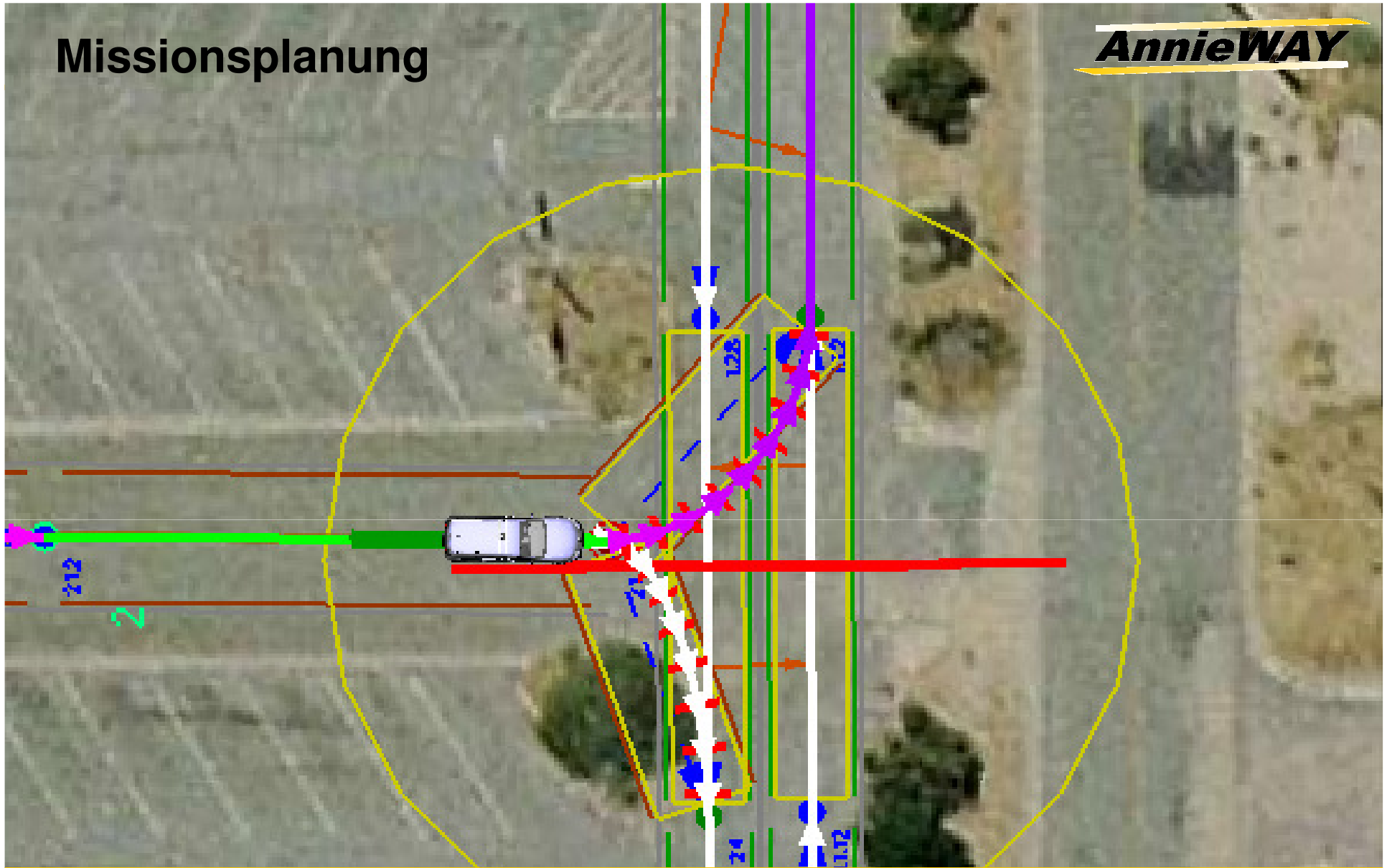


# Urban Challenge Straßennetz



# Missionsplanung

AnnieWAY



- Graphenrepräsentation der digitalen Karte
- Kanten sind Fahrspurelemente mit Fahrzeit gewichtet
- Wahl des kürzesten Pfades

# Linksabbiegen bei Gegenverkehr



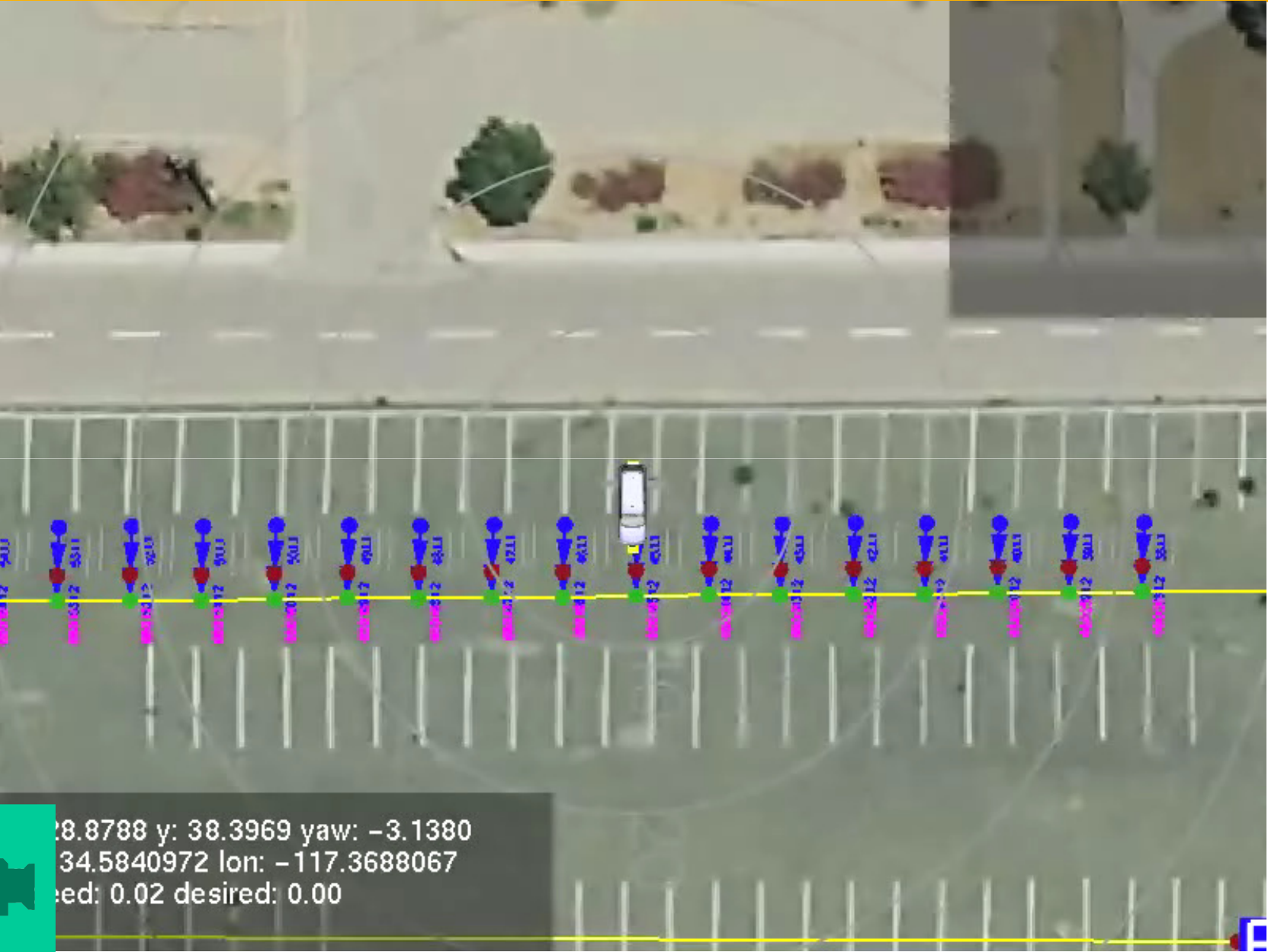
# Finale

**AnnieWAY**



© 2008 All rights reserved.

# Finale



x: 38.8788 y: 38.3969 yaw: -3.1380  
lon: -117.3688067  
desired: 0.02 desired: 0.00

# Zusammenfassung & Ausblick



- Kognitive Automobile lernen alleine zu fahren für mehr
  - Sicherheit
  - Komfort
  - Effizienz
- sehende und kooperative Automobile
  - Kameraplattform, Lidar, digitale Karte
  - Kommunikation
  - Herausforderung: Situationsverstehen
- Verhaltensgenerierung
  - reaktiv
  - regelbasiert
  - wissensbasiert: statt Vorgabe, was in welcher Situation getan werden soll, Vorgabe von Werten und Randbedingungen
- Urban Challenge
  - regelkonformes autonomes Fahren in dynamischer Umgebung

⇒ Wettbewerb als Forschungstreiber

# Dank an unsere Partner



## Partner

- ❑ Universität Karlsruhe (TH)
- ❑ Forschungszentrum Karlsruhe
- ❑ Fraunhofer IITB
- ❑ Technische Universität München
- ❑ Universität der Bundeswehr München