

VOLKSWAGEN

AKTIENGESELLSCHAFT



FAHRZEUGE FAHREN AUTOMATISCH - BEDEUTUNG FÜR EINEN AUTOMOBILKONZERN

„ROSS TRIFFT BÄR“, BERLIN 2016

PROF. DR. THOMAS FORM

LEITER ELEKTRONIK UND FAHRZEUGFORSCHUNG – VOLKSWAGEN AG

AGENDA

FAHRZEUGE FAHREN AUTOMATISCH - BEDEUTUNG FÜR EINEN AUTOMOBILKONZERN

1. Sicher und komfortabel fahren
2. Wie gut fährt der Mensch?
3. Was muss das AF Fahrzeug können?
4. Sehen
5. Verstehen
6. Handeln
7. Wie gut ist gut genug?
8. Was will PEGASUS?

AGENDA

WAS MÜSSEN AUTOMATISCH FAHRENDE FAHRZEUGE IM STRAßENVERKEHR LEISTEN?

1. Sicher und komfortabel fahren

2. Wie gut fährt der Mensch?

3. Was muss das AF Fahrzeug können?

4. Sehen

5. Verstehen

6. Handeln

7. Wie gut ist gut genug?

8. Was will PEGASUS?

MOTIVATION AUTOMATISCHES FAHREN

1 Erhöhte Sicherheit



2 Umweltfreundliches Fahren



Automatisches
Fahren

3 Erhöhter Komfort

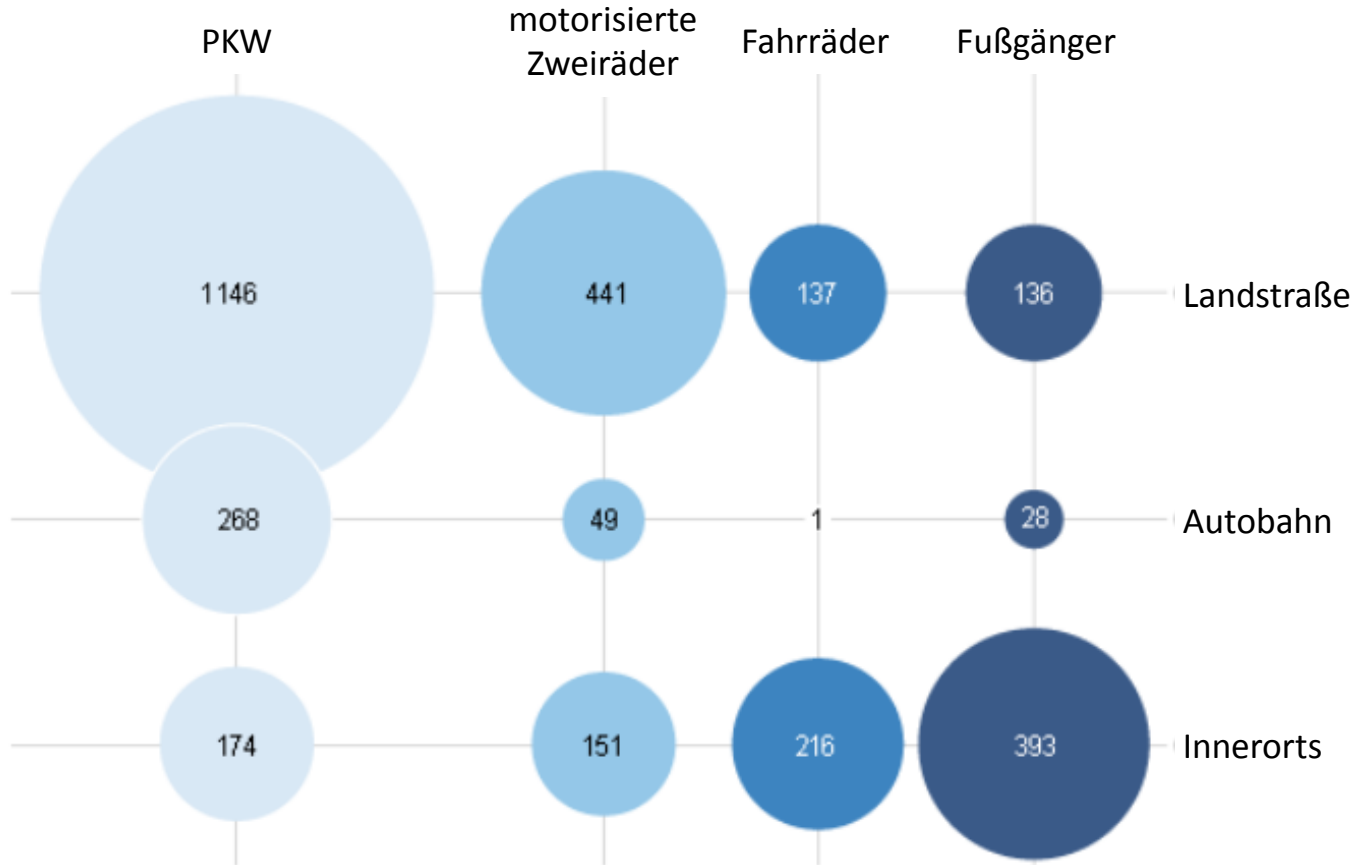


4 Effiziente Nutzung von Infrastruktur



SICHERHEIT

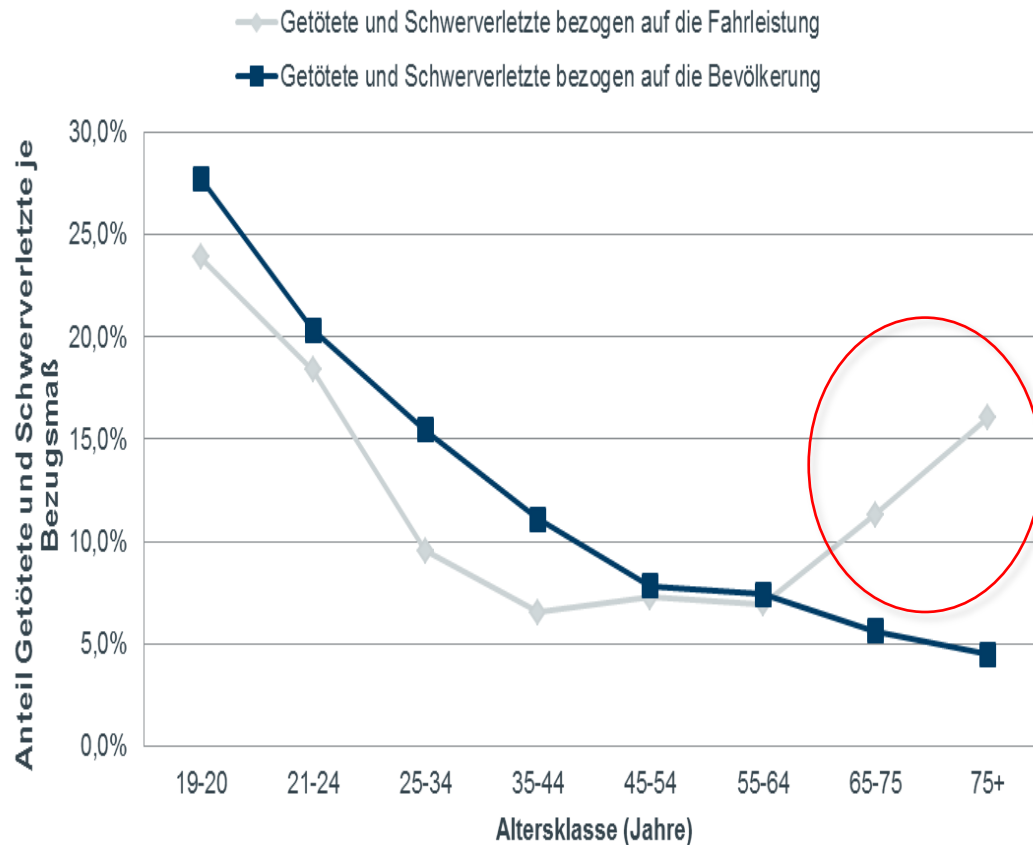
AUTOMATISCHES FAHREN AUF AUTOBAHNEN/LANDSTRASSEN KANN 1/3 ALLER GETÖTETEN VERMEIDEN



GETÖTETE BEI STRAßENVERKEHRSUNFÄLLEN NACH BETEILIGUNGSART UND UNFALLORT DEUTSCHLAND 2013
 QUELLE: STATISTISCHES BUNDESAMT, WIESBADEN 2014



MOBILITÄT IM ALTER - ÄLTERE MENSCHEN SIND ÜBERPROPORTIONAL AN STRAßENVERKEHRSUNFÄLLEN BETROFFEN



Quellen: BASt, Fahrleistungserhebung (2002), DESTATIS (2010), VW-GIDAS Datenbank ab 1995 mit Status=4

- **Schwere Unfälle pro Fahrzeugführer**
 - ➔ Erhöhung bei jungen Fahrern (aber nicht bei Älteren)
- **Unfälle bezogen auf tatsächliche Fahrleistung (Unfälle/km)**
 - ➔ Das Risiko an einem schweren Unfall beteiligt zu sein, ist bei älteren Fahrern deutlich erhöht.
- **Anteil der älteren Fahrer im Verkehr nimmt kontinuierlich zu**
 - ➔ Gefährdungspotenzial für ältere Fahrer steigt überproportional an

AGENDA

WAS MÜSSEN AUTOMATISCH FAHRENDE FAHRZEUGE IM STRAßENVERKEHR LEISTEN?

1. Sicher und komfortabel fahren

2. Wie gut fährt der Mensch?

3. Was muss das AF Fahrzeug können?

4. Sehen

5. Verstehen

6. Handeln

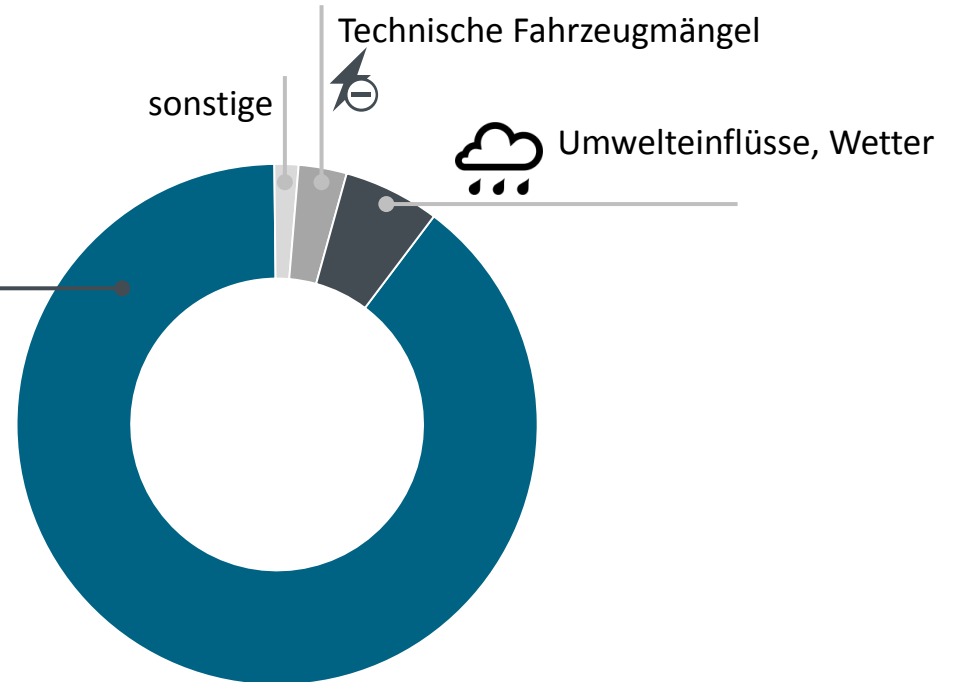
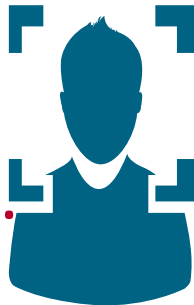
7. Wie gut ist gut genug?

8. Was will PEGASUS?

WIE GUT FÄHRT DER MENSCH?



Mehr als **90%** aller
Unfälle
entstehen durch
menschliches Verhalten.



WIE GUT FÄHRT DER MENSCH?

TESTS NUR MIT REALFAHRTEN REICHEN NICHT MEHR AUS

	Unfälle mit Personenschäden	Fahrleistung	Distanz zw. zwei Unfällen mit Verletzten
Deutschland - alle Fahrzeuge	300.000	7.1 10^{11} km	2.0 Mio. km
Deutschland - Autos	180.000	6.0 10^{11} km	3.3 Mio. km
Autobahnen – alle Straßenfahrzeuge	ca. 18.000	2.2 10^{11} km	12.0 Mio. km

Für eine statistische Relevanz wären ca. 240 Mio. km Fahrzeugintegrationstest notwendig

240 Mio. km Testkilometer auf Straßen sind notwendig um zu beweisen, das automatisch Fahrende Fahrzeuge so sicher sind wie von Menschen gefahrene Fahrzeuge.

Zum Vergleich: Derzeitig haben wir Integrationstest mit mehreren 100.000 km

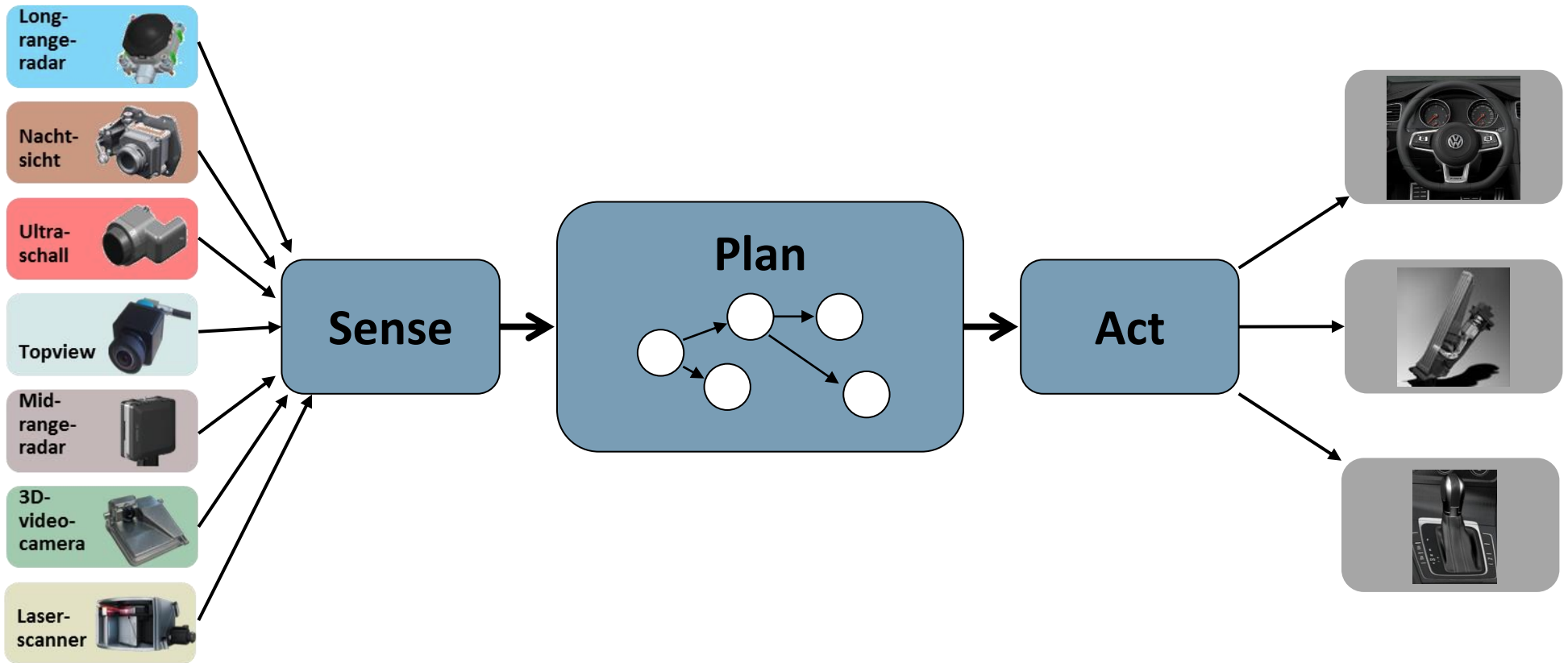


AGENDA

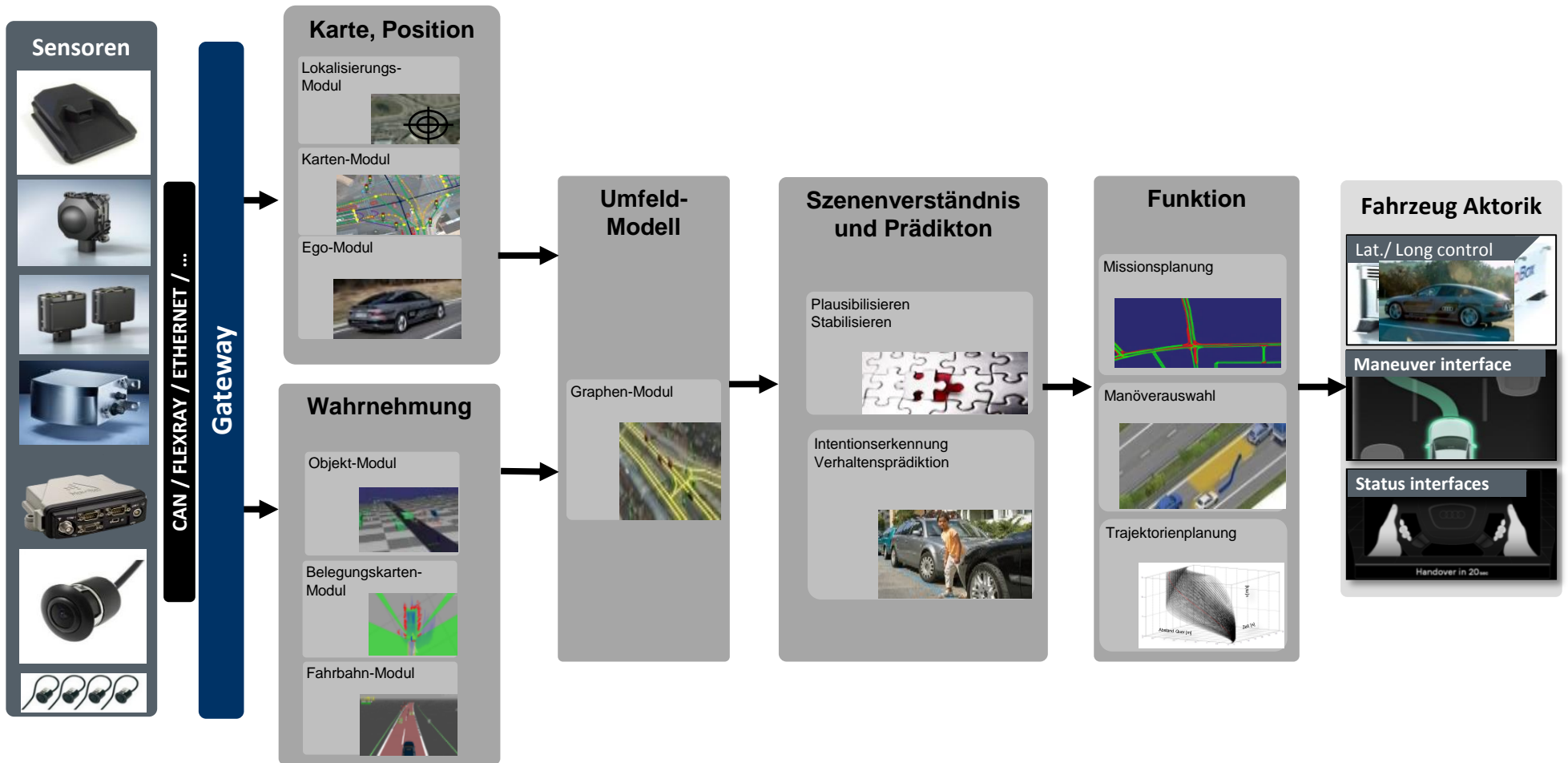
WAS MÜSSEN AUTOMATISCH FAHRENDE FAHRZEUGE IM STRAßENVERKEHR LEISTEN?

1. Sicher und komfortabel fahren
2. Wie gut fährt der Mensch?
3. Was muss das AF Fahrzeug können?
4. Sehen
5. Verstehen
6. Handeln
7. Wie gut ist gut genug?
8. Was will PEGASUS?

SENSE / PLAN / ACT



AUTO-PILOT - SKALIERBARE UND MODULARE ARCHITEKTUR

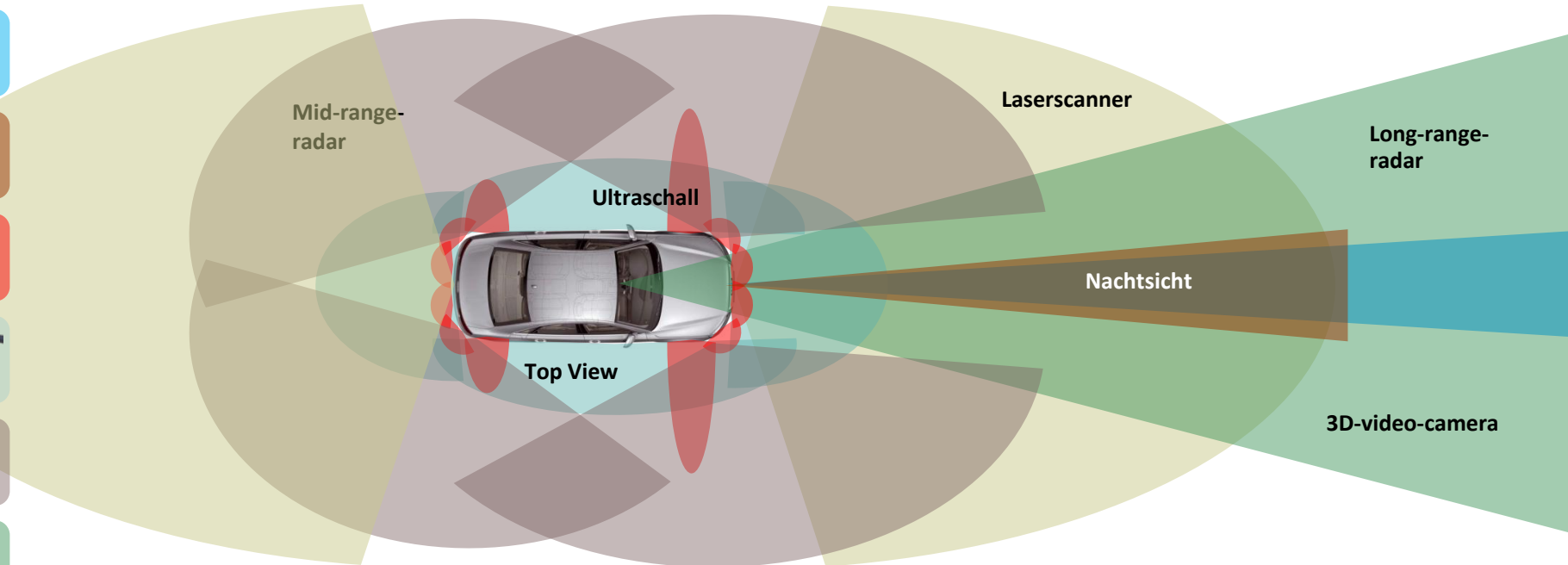
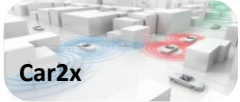


AGENDA

WAS MÜSSEN AUTOMATISCH FAHRENDE FAHRZEUGE IM STRAßENVERKEHR LEISTEN?

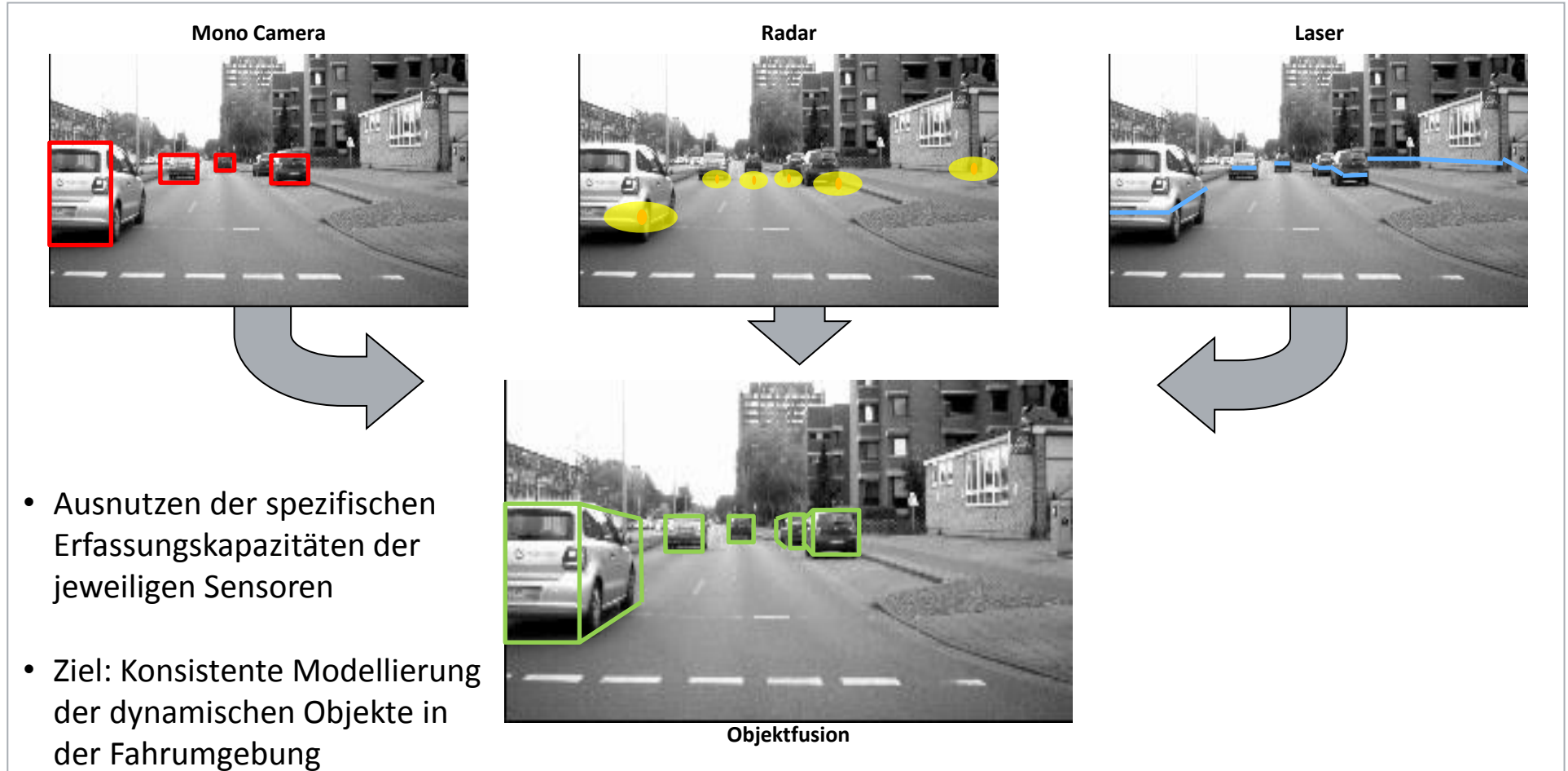
1. Sicher und komfortabel fahren
2. Wie gut fährt der Mensch?
3. Was muss das AF Fahrzeug können?
4. Sehen
5. Verstehen
6. Handeln
7. Wie gut ist gut genug?
8. Was will PEGASUS?

TECHNOLOGIEZIEL – SEHEN WIE EIN (AUFMERKSAMER) MENSCH

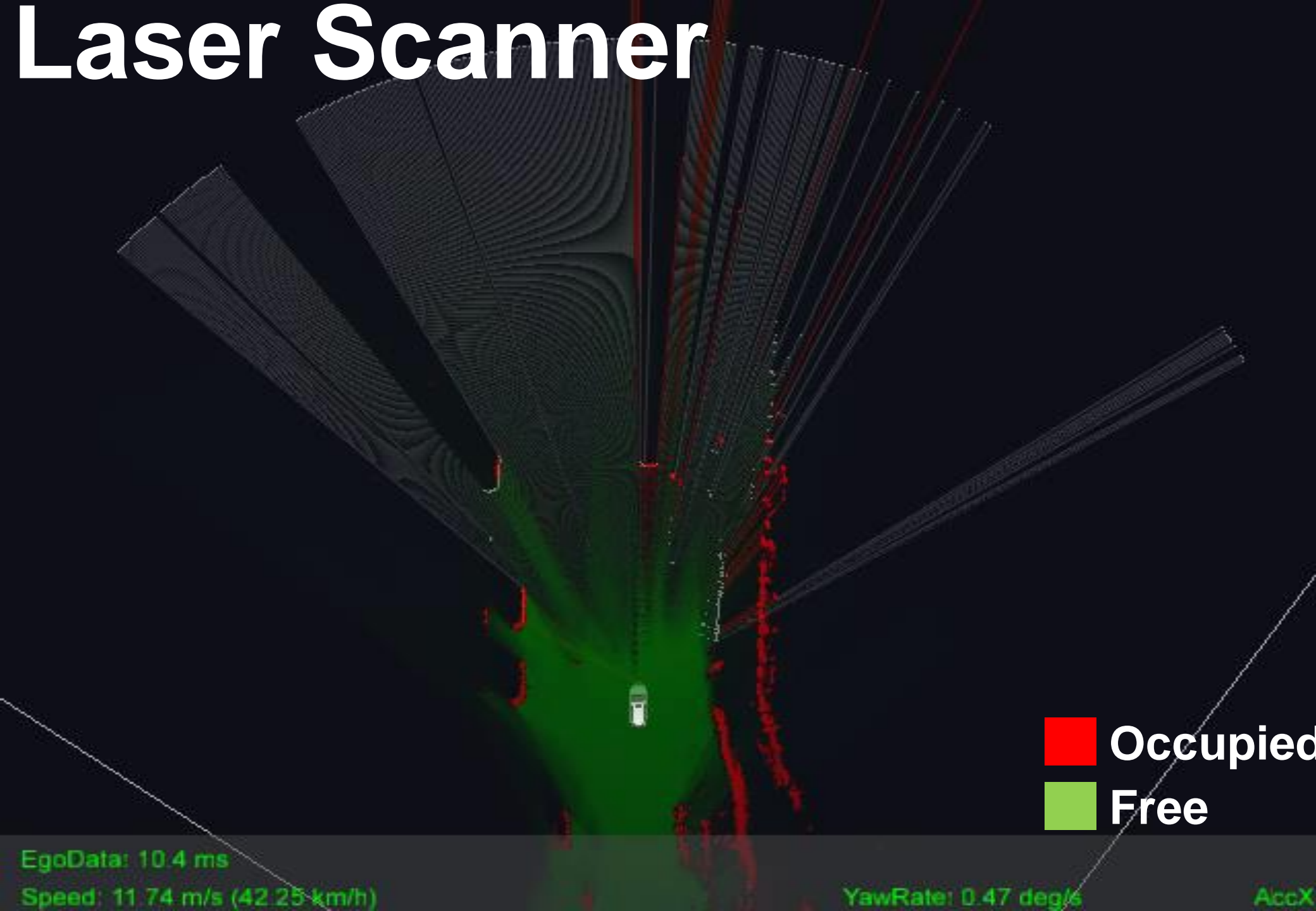


➔ Die Weiterentwicklung von automotive kompatiblen Sensoren (Funktion, Performance) ermöglicht eine dreidimensionale 360° Wahrnehmung des Umfelds.

PROBLEM DER OBJEKTFUSION



Laser Scanner



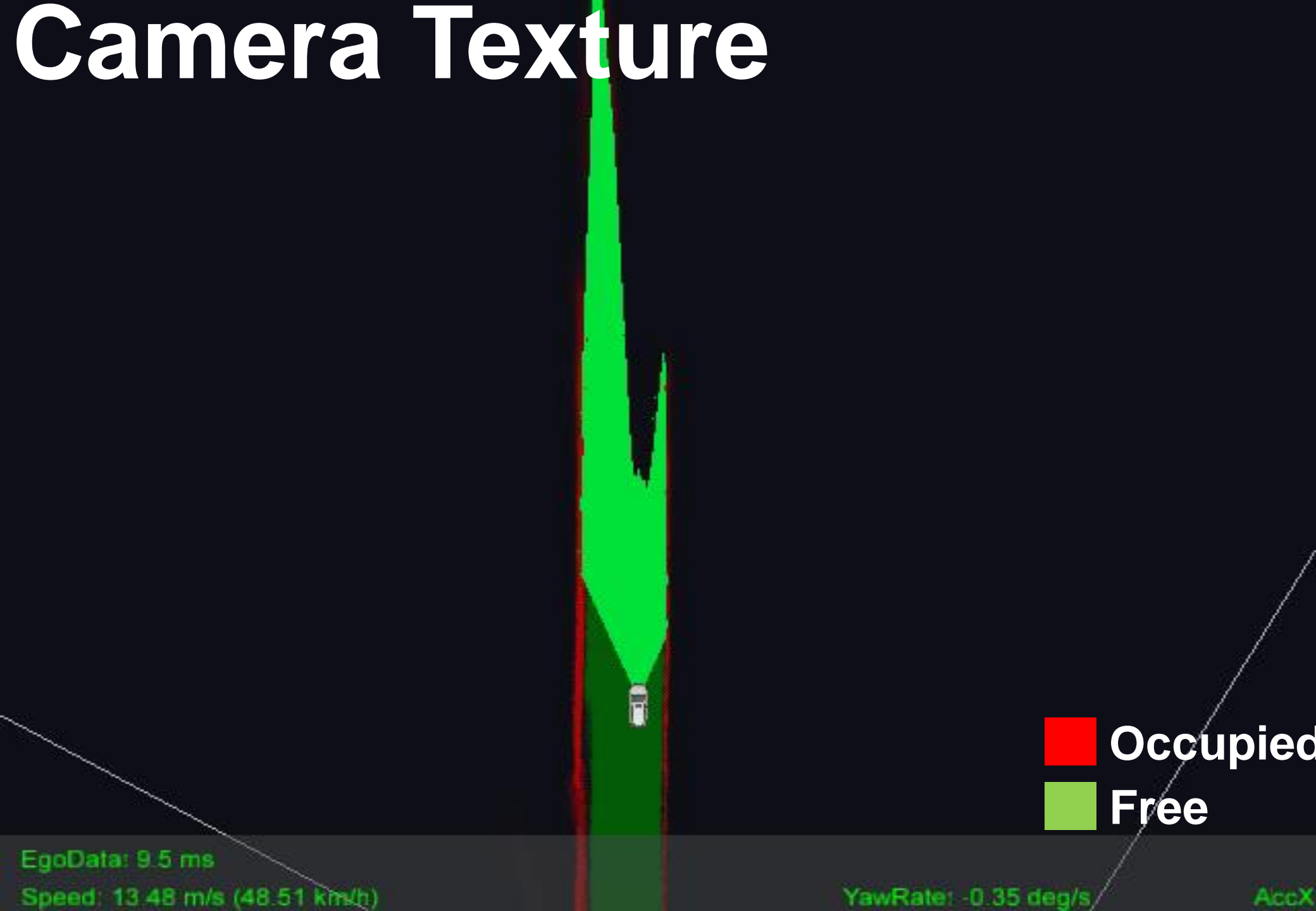
EgoData: 10.4 ms

Speed: 11.74 m/s (42.25 km/h)

YawRate: 0.47 deg/s

AccX

Camera Texture



Occupied
Free

EgoData: 9.5 ms
Speed: 13.48 m/s (48.51 km/h)

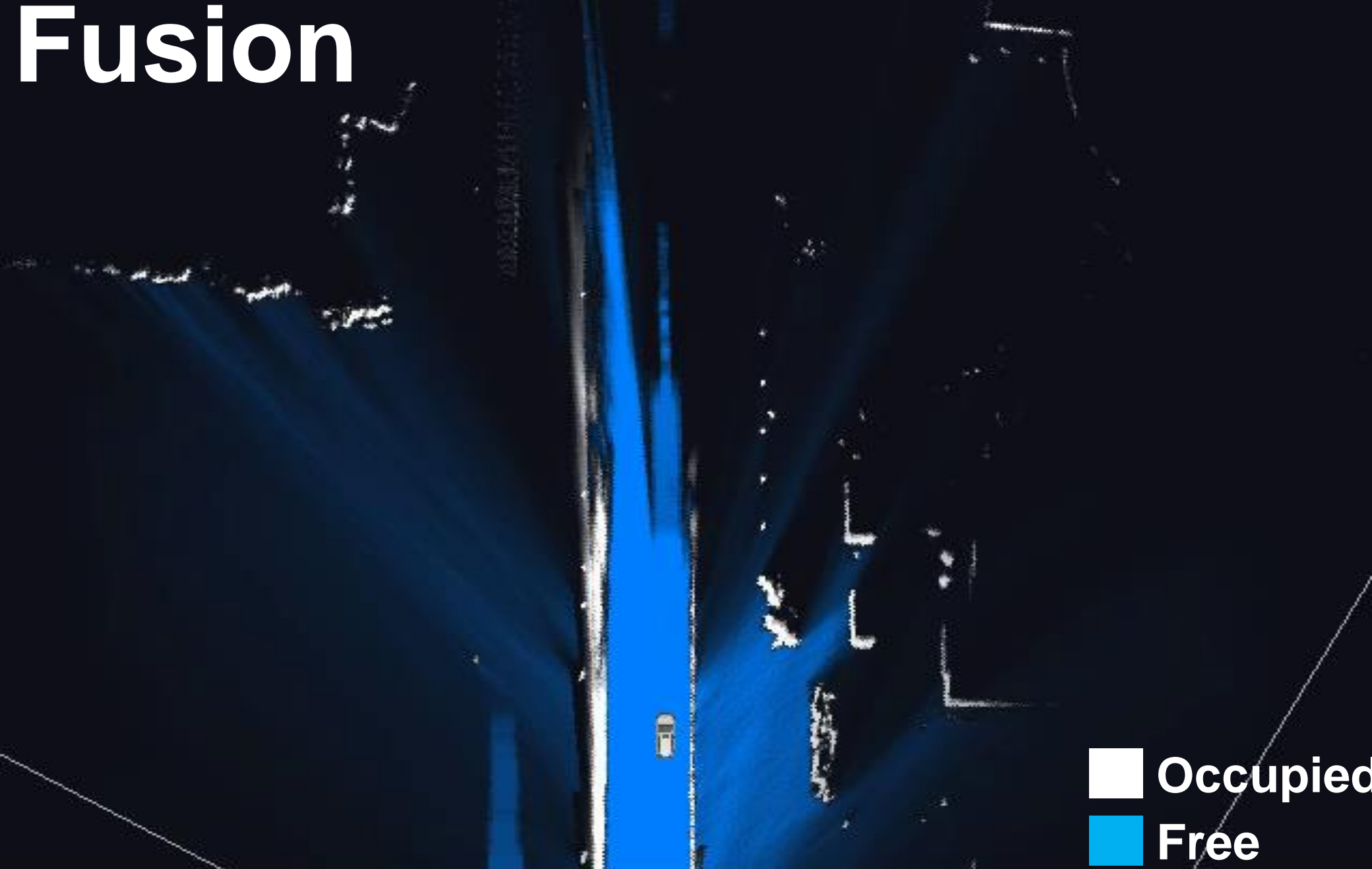
YawRate: -0.35 deg/s

AccX

Tracked Objects



Fusion



■ Occupied
■ Free

EgoData: 9.7 ms
Speed: 11.42 m/s (41.11 km/h)
YawRate: -0.43 deg/s
AccX

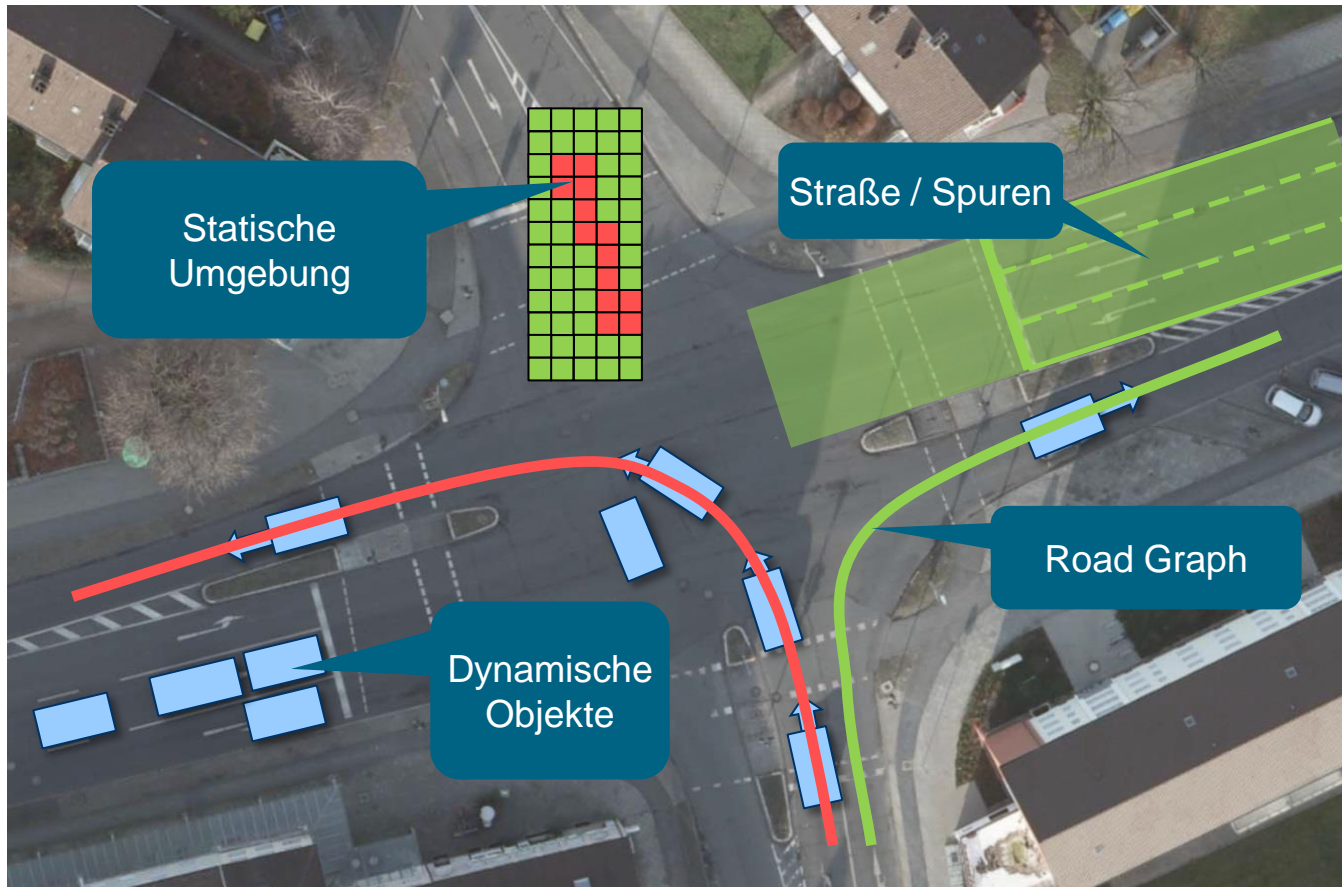
AGENDA

WAS MÜSSEN AUTOMATISCH FAHRENDE FAHRZEUGE IM STRAßENVERKEHR LEISTEN?

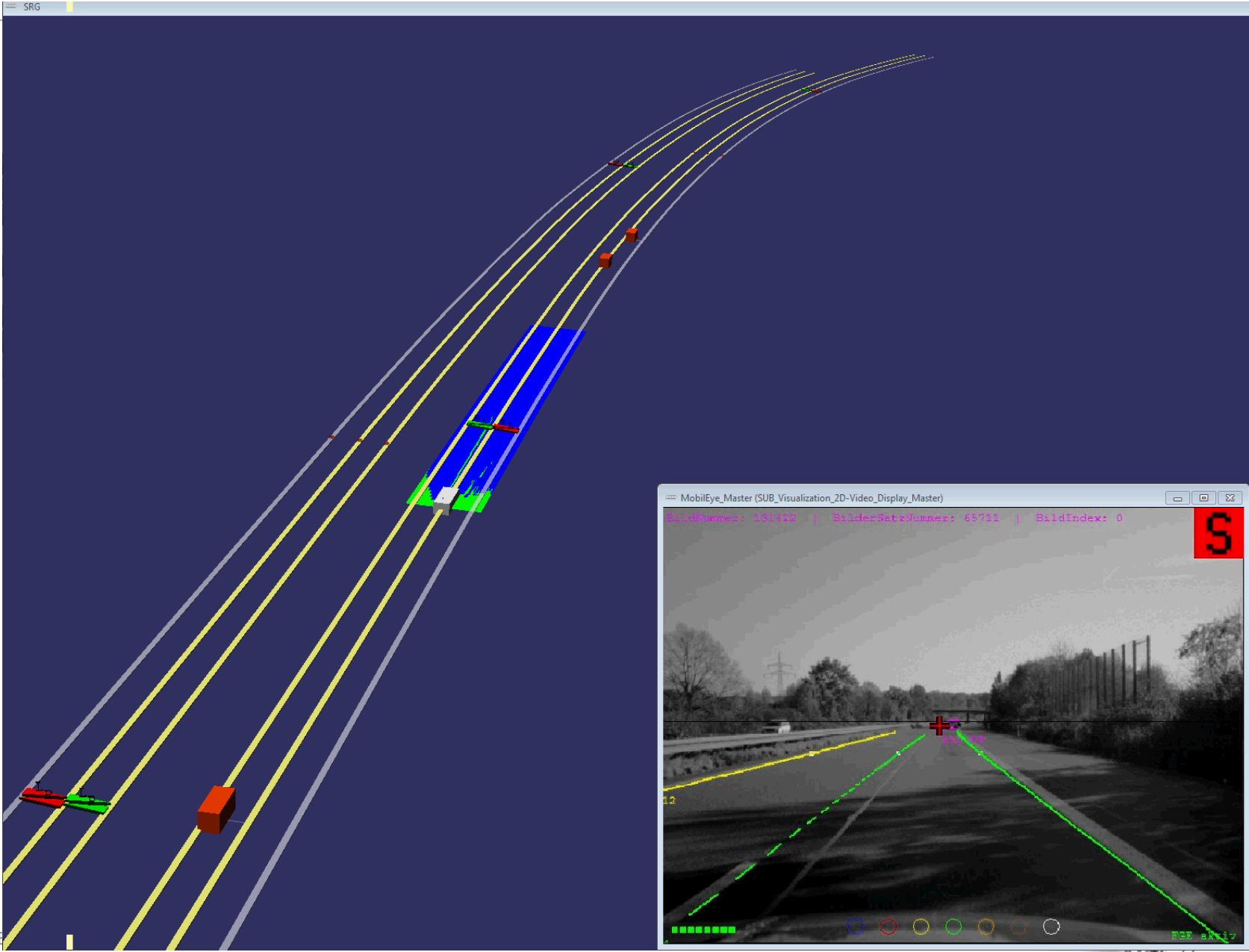
1. Sicher und komfortabel fahren
2. Wie gut fährt der Mensch?
3. Was muss das AF Fahrzeug können?
4. Sehen
5. Verstehen
6. Handeln
7. Wie gut ist gut genug?
8. Was will PEGASUS?

WELTMODELL

Darstellung der Welt um das Fahrzeug herum



BEISPIEL
AUF EINER
AUTOBAHN



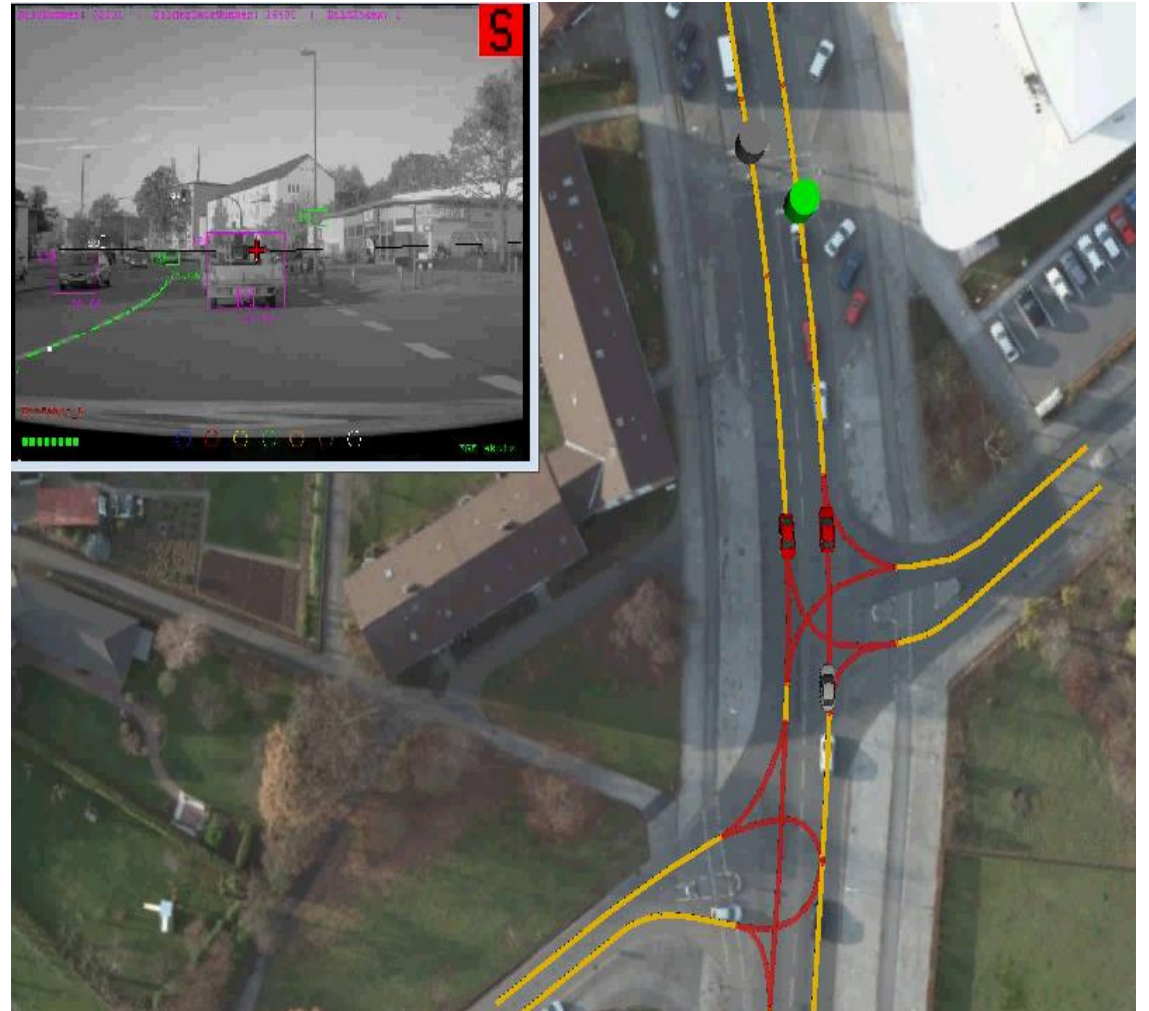
ROADGRAPH UND SZENENINTERPRETATION

RoadGraph

- Roadgraph stellt Kontextwissen (Fahrstreifen-netz) bereit
- Ausgangsdaten der übrigen Umfeldwahr-nehmung werden integriert und in Bezug zum Kontext gesetzt
- Roadgraph ist die Haupt-Schnittstelle zwischen Umfeldwahrnehmung und Funktion

Herausforderungen

- Fusion von Fahrbahnfusionsdaten mit Kontextwissen in eine einheitliche, konsistente und vollständige Sicht
- Szeneninterpretation im innerstädtischen Bereich, insb. in komplexen Kreuzungen (Modellerweiterungen, Algorithmen)
- Umgang mit Verkehrsteilnehmern, die sich nicht „kontextkonform“ verhalten

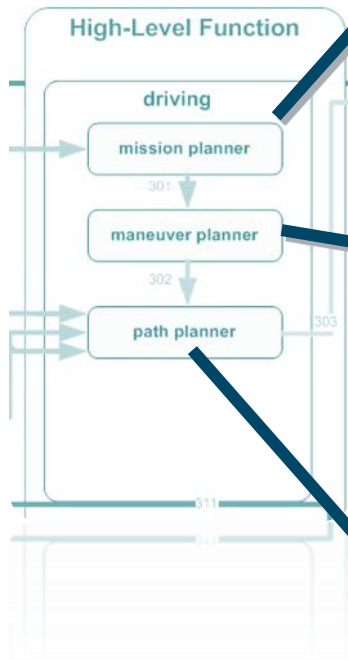


AGENDA

WAS MÜSSEN AUTOMATISCH FAHRENDE FAHRZEUGE IM STRAßENVERKEHR LEISTEN?

1. Sicher und komfortabel fahren
2. Wie gut fährt der Mensch?
3. Was muss das AF Fahrzeug können?
4. Sehen
5. Verstehen
6. Handeln
7. Wie gut ist gut genug?
8. Was will PEGASUS?

HANDLUNGSEBENEN



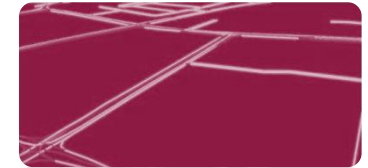
strategisch

taktisch

operativ

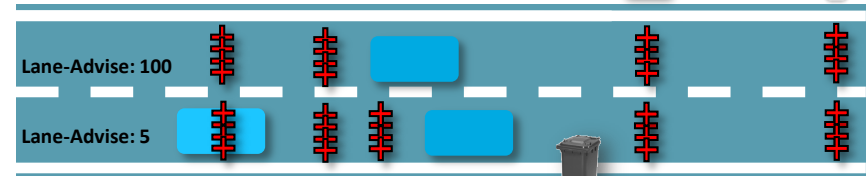
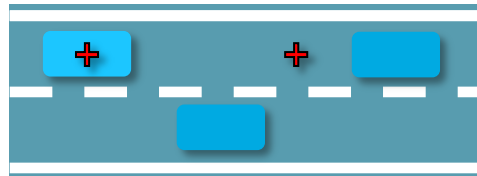
Mission (1-10Hz)

- Fahrstreifengenaue Navigation
- Bewertung der „Vorteilhaftigkeit“ eines Fahrstreifens



Manöver (10-20Hz)

- Reaktion auf dynamisches Umfeld (ACC, FSW, Kooperatives Fahren, ...)
- Einhalten von Verkehrsregeln (Schilder, Geschwindigkeit, ...)
- Wichtig: Konsistenz, Beständigkeit, Transparenz & Skalierbarkeit



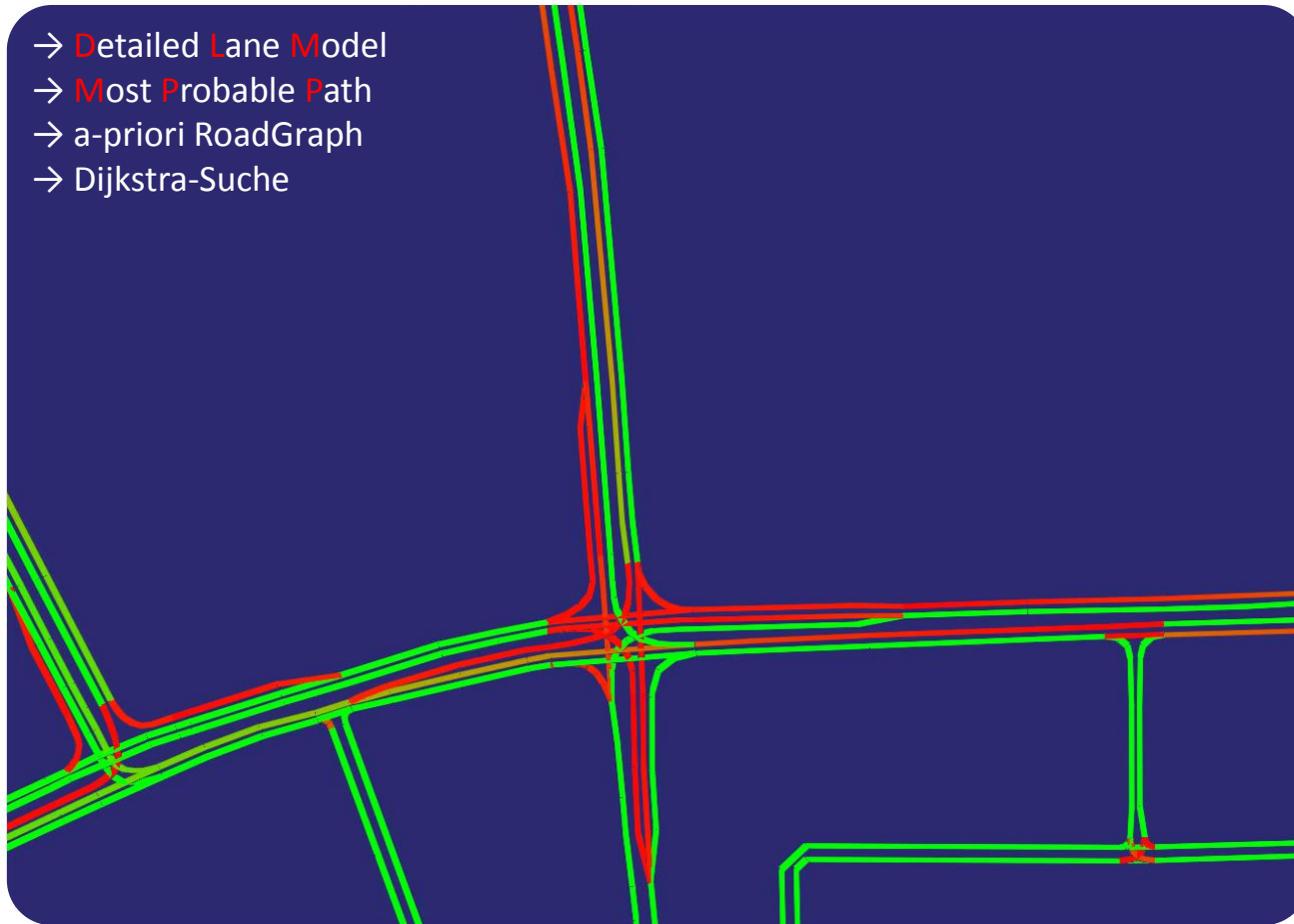
Bahnplanung (20-50Hz)

- Transparente Auswahl aus Manöverzielpunkten
- Gewährleistung „Kollisionsfreiheit“
- Gewährleistung „Physikalische Erreichbarkeit“
- „Wie komme ich zum Zielpunkt?“ = Fahrerpräferenzen



FAHRSTREIFENWECHSEL

- Detailed Lane Model
- Most Probable Path
- a-priori RoadGraph
- Dijkstra-Suche



grün: vorteilhaft

rot: meiden

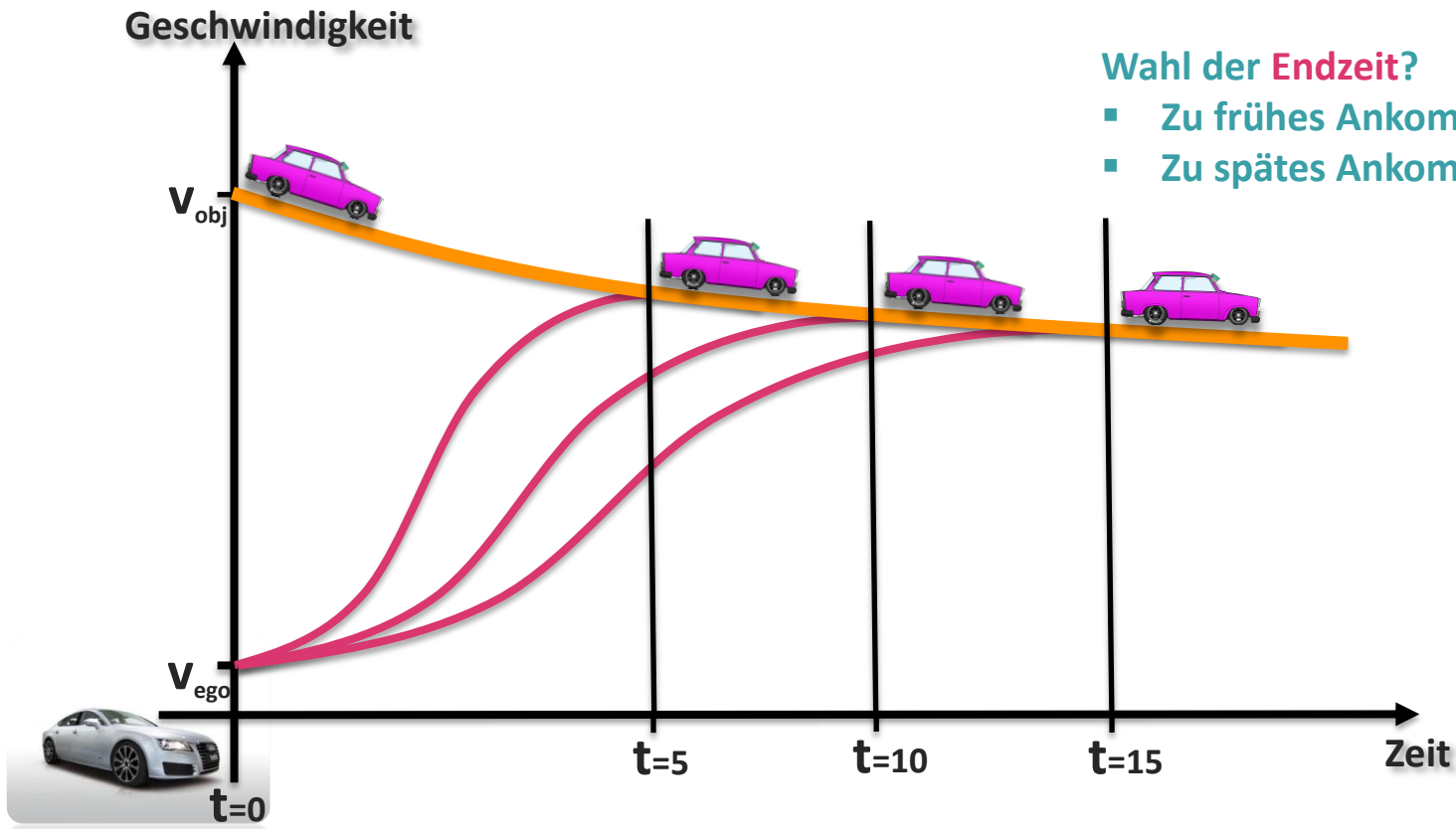
WAHL DES ENZZUSTANDES & DER ENDZEIT IN DER BAHNPLANUNG

Wahl des **Endzustandes** eindeutig:

- Wunschgeschwindigkeit $(?, v_{\text{wunsch}}, 0), (0, 0, 0)$
- FSW mit Wunschgeschwindigkeit $(?, v_{\text{wunsch}}, 0), (3.6, 0, 0)$
- Folgefahrt hinter Auto $(s_{\text{obj}}(t), v_{\text{obj}}(t), a_{\text{obj}}(t)), (0, 0, 0)$

Wahl der **Endzeit?**

- Zu frühes Ankommen = unkomfortabel
- Zu spätes Ankommen = träge, störend



AGENDA

WAS MÜSSEN AUTOMATISCH FAHRENDE FAHRZEUGE IM STRAßENVERKEHR LEISTEN?

1. Sicher und komfortabel fahren
2. Wie gut fährt der Mensch?
3. Was muss das AF Fahrzeug können?
4. Sehen
5. Verstehen
6. Handeln
7. Wie gut ist gut genug?
8. Was will PEGASUS?

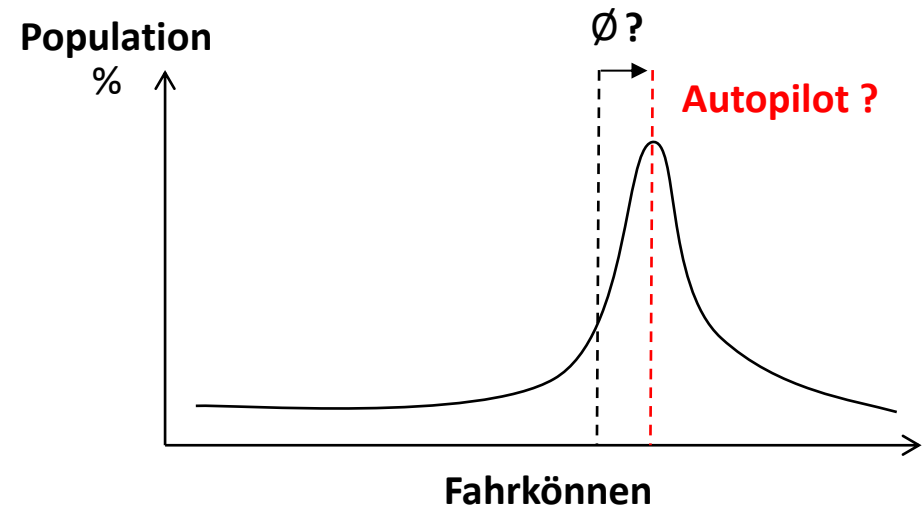
TECHNISCHE HERAUSFORDERUNGEN – WIE GUT IST GUT GENUG?

FÖRDERPROJEKT PEGASUS

Kernfragen:

- Welche funktionale Leistungsfähigkeit müssen automatische Fahrfunktionen aufweisen?
- Wie kann die Vollständigkeit der relevanten Testfälle sichergestellt werden?
- Welche Testfälle können in der Simulation geprüft werden, welcher auf der Straße?
- Welche Gütekriterien, Werkzeuge, Methoden u. Prozesse sind erforderlich?

Wie gut muss ein automatisches Fahrzeug fahren?

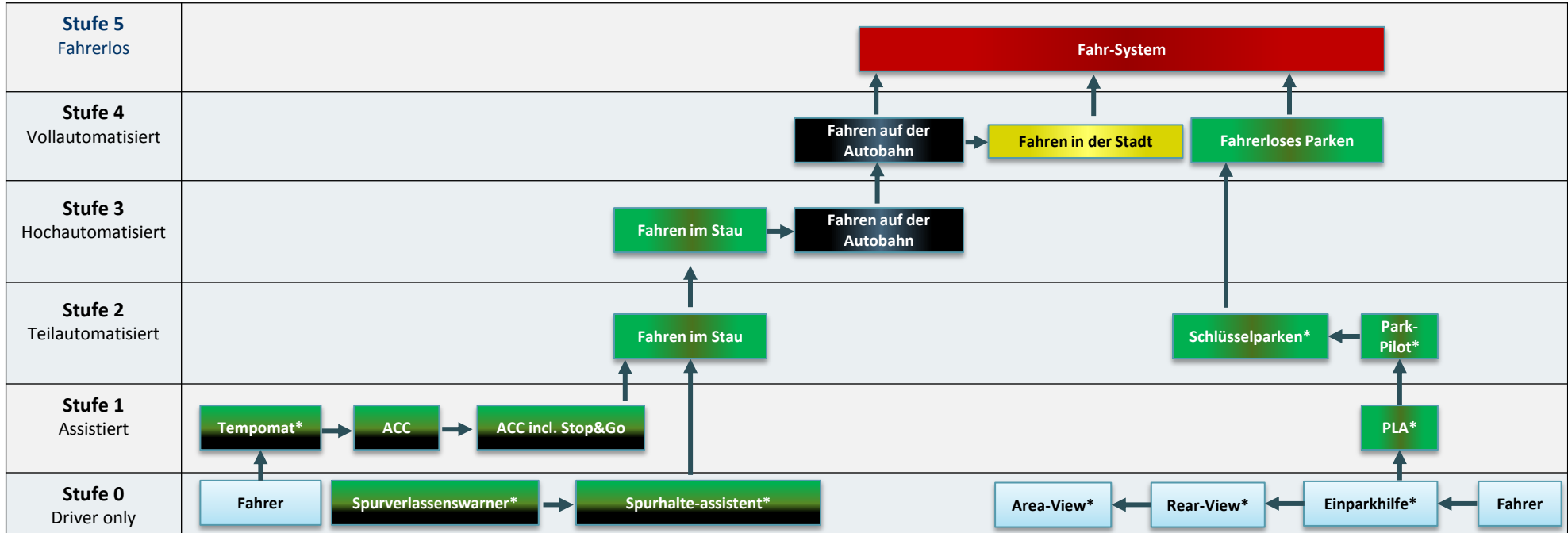


AGENDA

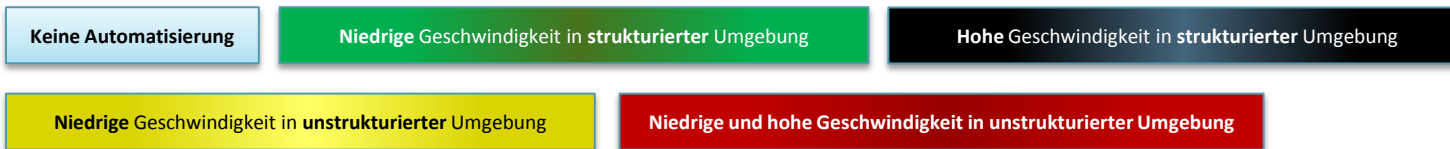
WAS MÜSSEN AUTOMATISCH FAHRENDE FAHRZEUGE IM STRAßENVERKEHR LEISTEN?

1. Sicher und komfortabel fahren
2. Wie gut fährt der Mensch?
3. Was muss das AF Fahrzeug können?
4. Sehen
5. Verstehen
6. Handeln
7. Wie gut ist gut genug?
8. Herausforderungen und Roadmap

EVOLUTION VS REVOLUTION VON AUTOMATISIERTEN FUNKTIONEN



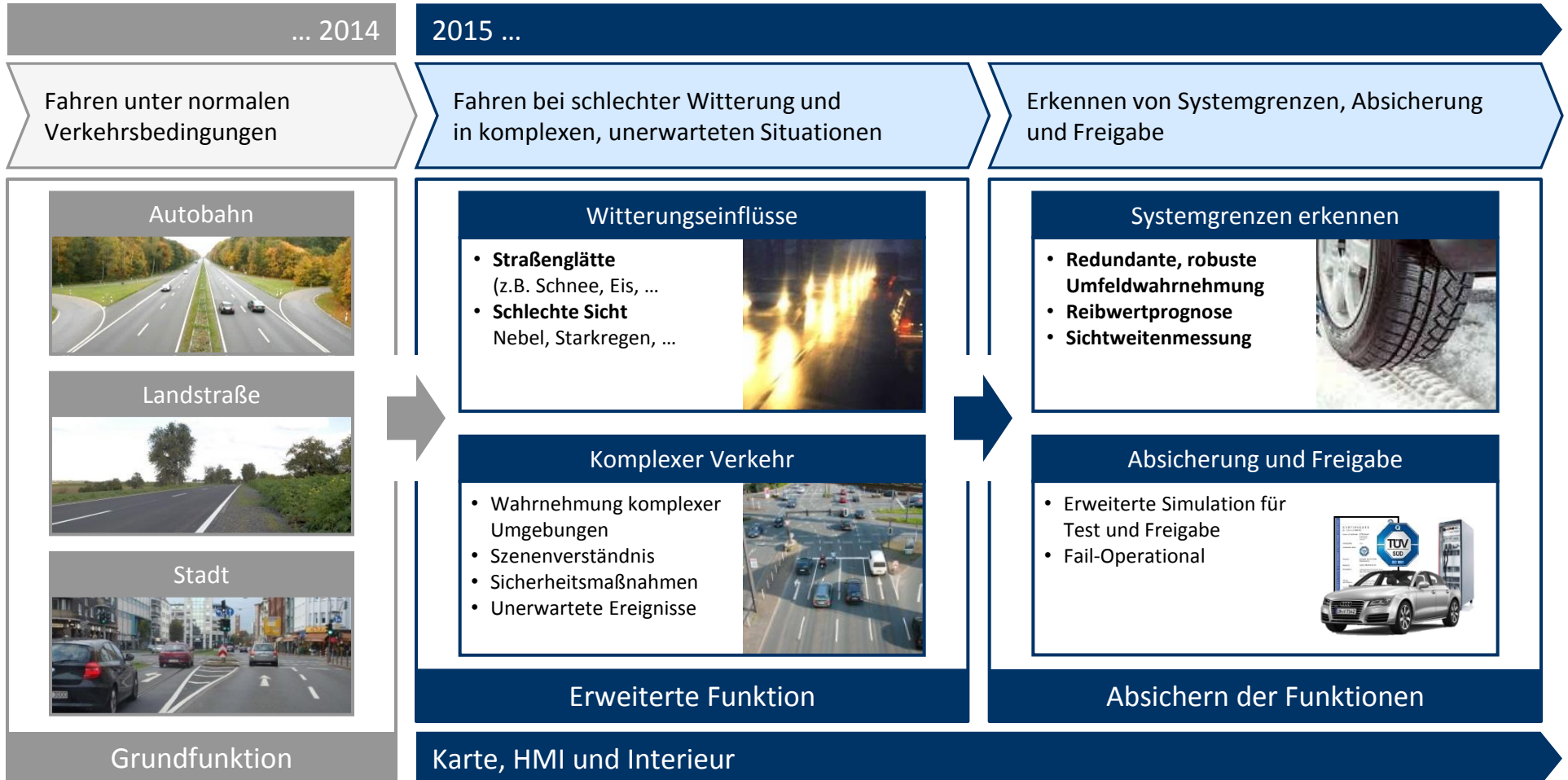
*Funktion bereits in Serie verfügbar



Quelle: VDA, Dr. Eichhorn

TECHNISCHE HERAUSFORDERUNGEN

AUTOMATISCHES FAHREN ERFORDERT MEHR ALS FAHREN UNTER NORMALEN BEDINGUNGEN



AKTUELLER ENTWICKLUNGSSTAND BEIM HOCHAUTOMATISCHEN FAHREN

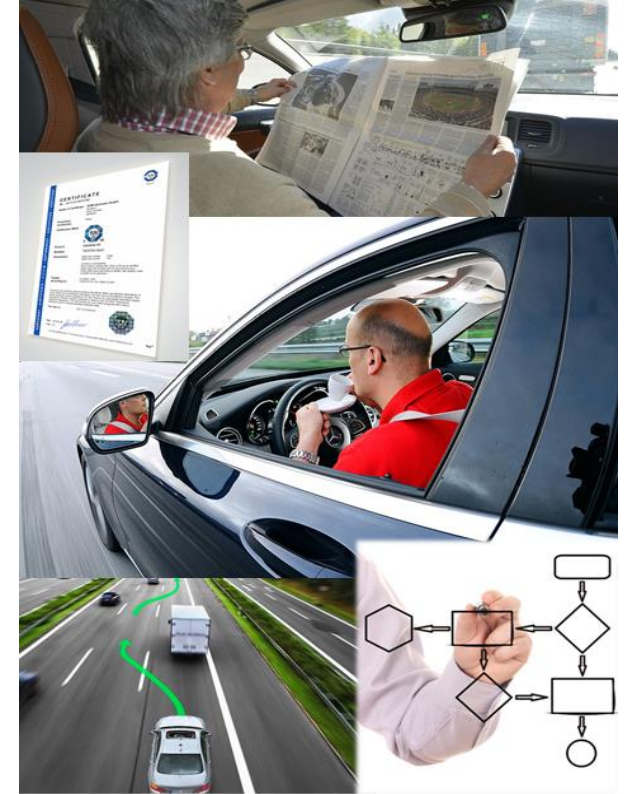
Prototypen



Labor / Testgelände



Produkte



Stand heute

AKTUELLER ENTWICKLUNGSSTAND BEIM HOCHAUTOMATISCHEN FAHREN

Prototypen

- Vielzahl von Prototypen durch OEM mit HAF-Funktionalität aufgebaut
- Beweis, dass HAF technologisch möglich ist
- Ausschnittsweise im Realverkehr erprobt
- Fahrten erfolgen stets mit einem Sicherheitsfahrer
- Erste Einzelbetrachtung von Labortests

Labor / Testgelände

- Bestehende Methoden für Test und Freigabe von FAS sind für hochautomatische Fahrfunktionen der zweiten Generation (z.B. Autobahn-Chauffeur) zu aufwändig (Prof. Winner: > 200 Mio. Testkilometer notwendig)
- Gütekriterien (welche Leistungsfähigkeit muss eine Hochautom. Fahr-funktion aufweise) fehlen.

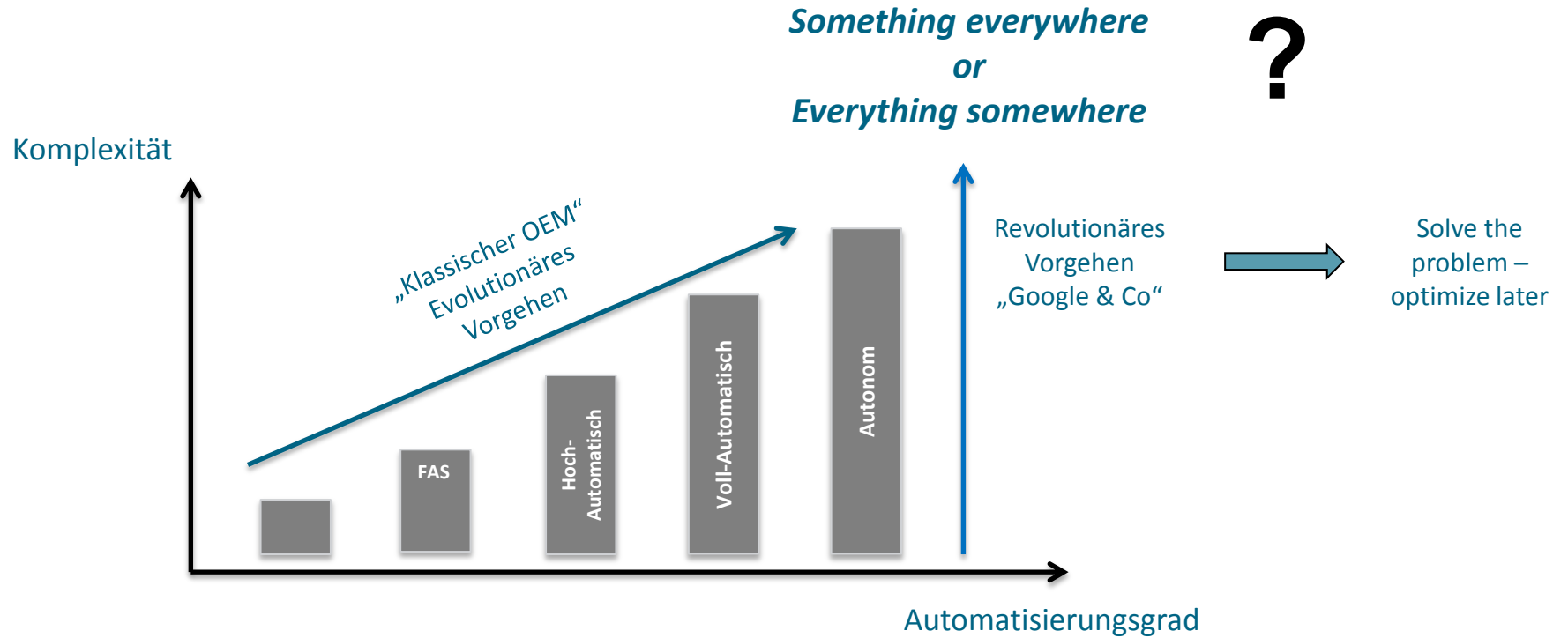
Produkte

- Ohne hinreichende Absicherung, keine Freigabe bzw. Einführung hochautomatischer Fahrfunktionen der zweiten Generation

Stand heute

EVOLUTIONÄRE VS. REVOLUTIONÄRE HERANGEHENSWEISE...

...IN BEZUG AUF DIE ENTWICKLUNG VON AUTOMATISCHEN FAHRFUNKTIONEN



VOLKSWAGEN

AKTIENGESELLSCHAFT

TO BE CONTINUED.

PROF. DR. THOMAS FORM

LEITER ELEKTRONIK UND FAHRZEUGFORSCHUNG – VOLKSWAGEN AG