



FORSCHUNGSINITIATIVE
K O - F A S

Ko-TAG

Kooperative Transponder-Technologie für präventive Fahrzeugsicherheitsanwendungen

Dr. Daniel Schwarz

BMW Group Forschung und Technik

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Partner

FORSCHUNGSINITIATIVE
K O - F A S

BMW Group
Forschung und Technik



Continental



DAIMLER

Fraunhofer
IIS

Fraunhofer
Heinrich-Hertz-Institut

st w Steinbeis Transferzentrum Embedded Design und Networking
Steinbeis Innovationszentrum Embedded Design und Networking
Duale Hochschule Lörrach

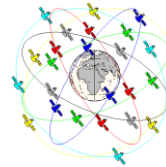
TUM **HST**

- Was ist kooperative Sensorik?
- Technologie
- Ziele von Ko-TAG
- Funktionen
 - Schutz verletzlicher Verkehrsteilnehmer (VRUs)
 - Rundumsicherheit
 - Eigenlokalisierung
- Zusammenfassung



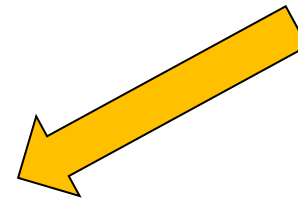
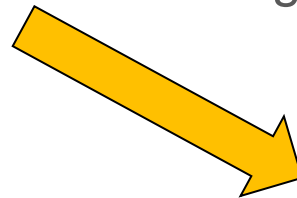
Bordautonome Fahrumfelderfassung:

- + Exakte relative Positionsbestimmung
- + Plausibilisierung von kommunizierten Daten durch eigene Messung



Kommunikation:

- + Klassifikation
- + Übertragung von Informationen, die nicht direkt gemessen werden können
- + Datenübertragung auch ohne Sichtverbindung möglich



Kooperative Sensorik

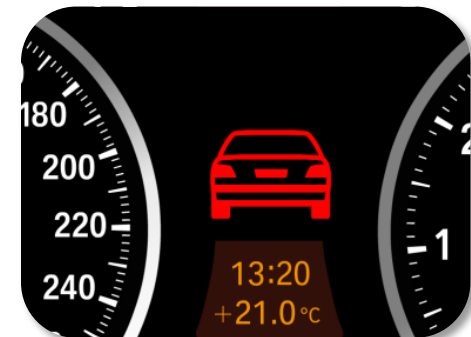
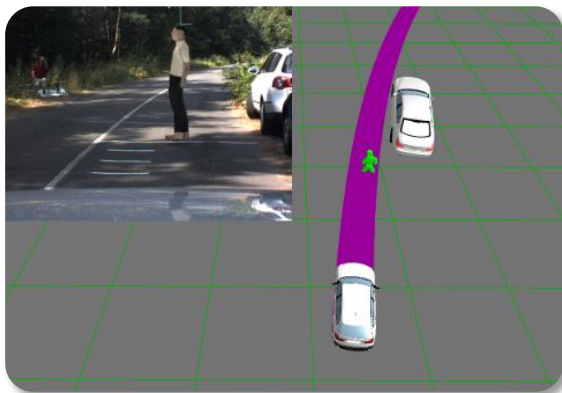


Kooperative Sensorik Grundlagen

- Kooperative Sensorik ortet kooperative Objekte, auch bei Sichtverdeckung



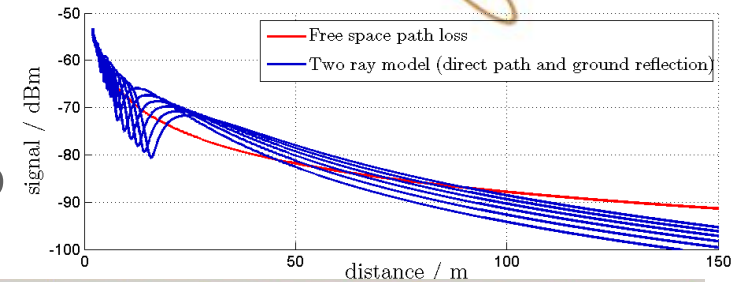
- SafeTAGs werden von Ortungseinheiten im Fahrzeug geortet.



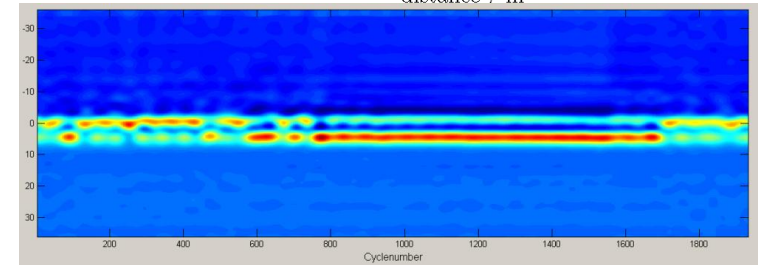
- Durch gleichzeitige Kommunikation werden relevante Daten übertragen

- Weiterentwicklung von kooperativen Ortungstechnologien
- Fusion der Ko-TAG Sensordaten mit weiteren Sensordaten
- Integration von Beschleunigungssensoren auf den TAGs
- Erweiterte Bewegungsmodelle für verschiedene Verkehrsteilnehmer
- Umsetzung von Assistenzsystemen zum Schutz verletzlicher Verkehrsteilnehmer und zur Fahrzeugsicherheit
- Adressierung von Sondersituationen
- Frequenzwahl und Protokollentwicklung
- Industrialisierung und Standardisierung
- Wirtschaftliche Optimierung (Kosten, Bandbreite, Performance)

Interferenz durch Mehrwegeausbreitung
→ Signalauslösung z.B. durch Bodenecho



Begrenzte Bandbreite
→ Begrenzte Mehrwegegetrennfähigkeit



Design und Integration
→ Kleine Antennenabmessungen



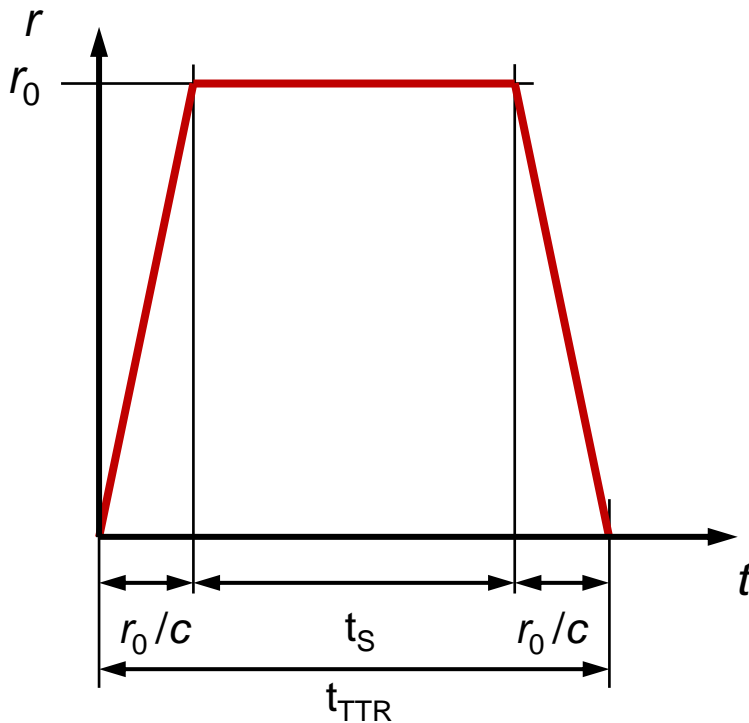
Synergien mit existierenden Standards
→ Nutzung von Car2X Technologie für Ortungssystem

Technologie Kooperative Ortung

FORSCHUNGSINITIATIVE
K O - F A S



Technologie Kooperative Abstandsmessung



c : Lichtgeschwindigkeit
 r_0 : Abstand
 t_s : Schutzzeit (variabel)
 t_{TTR} : Gesamtlaufzeit (time-to-return)

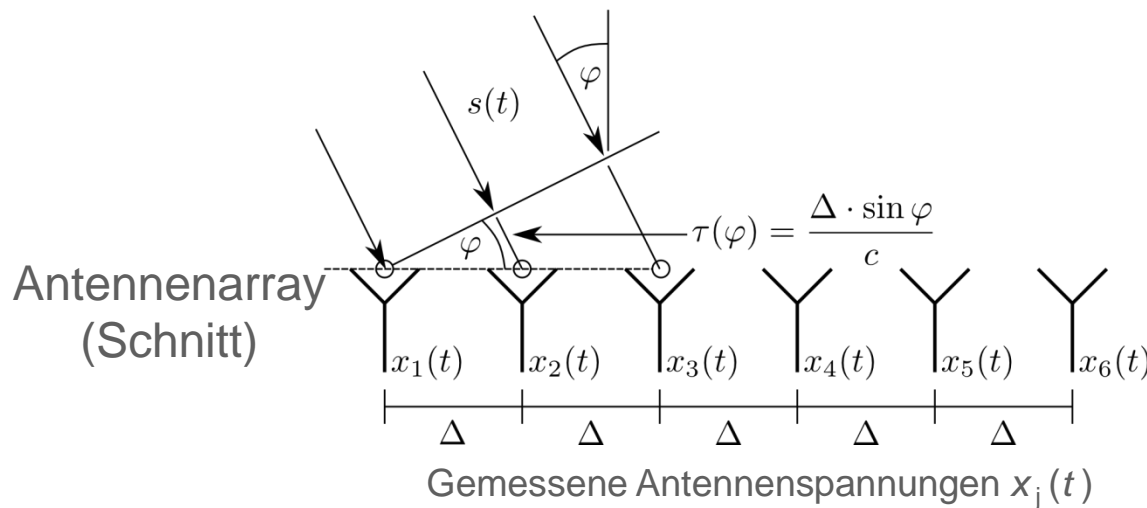
Abstandsberechnung

$$r_0 = c_0 \frac{t_{TTR} - t_s}{2}$$

Technologie Kooperative Winkelmessung



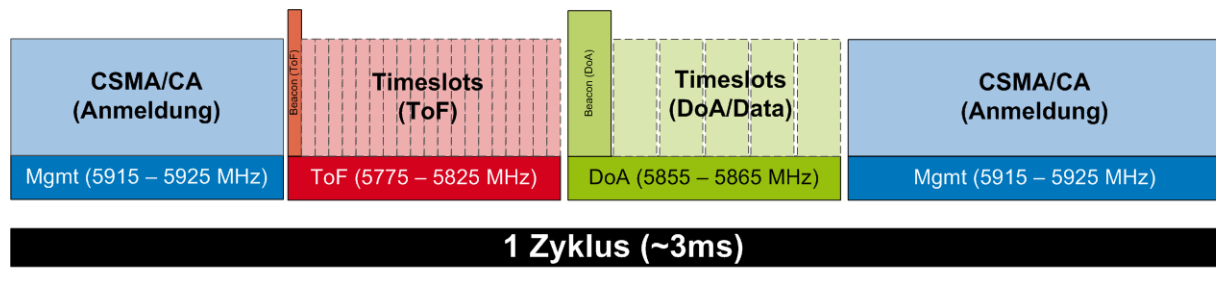
Einfallende
Transponderantwort



φ : Einfallswinkel
 Δ : Antennenabstand
 $\tau(\varphi)$: Zeitunterschied („Gangunterschied“) der Signale zwischen benachbarten Antennen

Nutzung von 3 Kanälen:

- Management-Kanal (Anmeldung von SafeTAGs, Vergabe von Zeitschlitzten)
- DoA-Kanal zur Winkelmessung und Datenübertragung
- ToF-Kanal zur Abstandsmessung

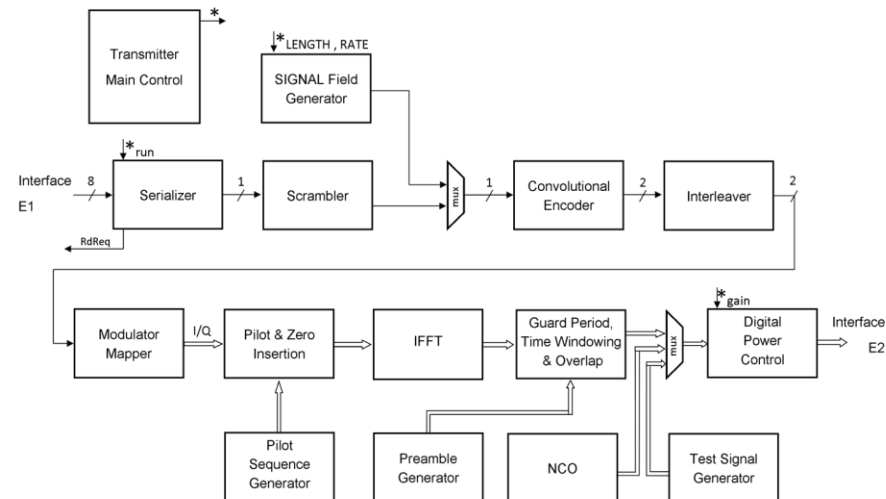


Eigenschaften:

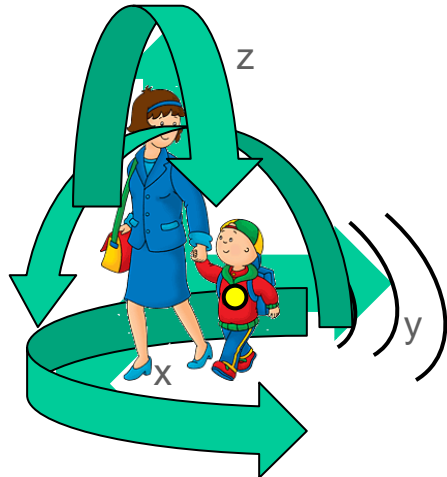
- Unterstützung von dynamischen Topologien
- Zeitliche Trennung von Abstands- und Winkelmessung
- Selektive Abfrage von SafeTAGs möglich

Nachbildung im Simulator für eine frühzeitige Evaluierung

- Realisierung einer zuverlässigen Funk-Datenkommunikation zwischen Fahrzeugen (OBU) und Transpondern (Tag)
- Einbettung in das Ko-TAG Systemkonzept
- Nutzung von standardisierten Übertragungsmethoden (IEEE802.11p)



Sensoren auf Ko-TAG Transponder:



- 3-Achsen Drehratensensor
- 3-Achsen Beschleunigungssensor
- 3-Achsen Magnetfeldsensor

Sensordaten werden teilweise im SafeTAG teilweise in der Ortungseinheit verarbeitet:

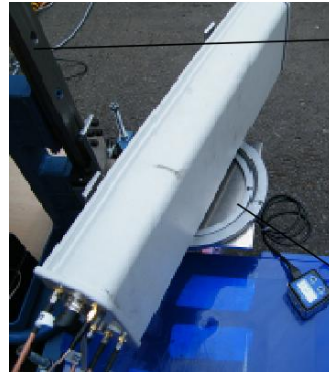
- Klassifikation der Bewegungssituation (stehen, gehen, laufen...)
- Erkennung von schnellen Änderungen in der Bewegungsrichtung
- Optimierte Objektverfolgung

Technologie Ortungseinheit

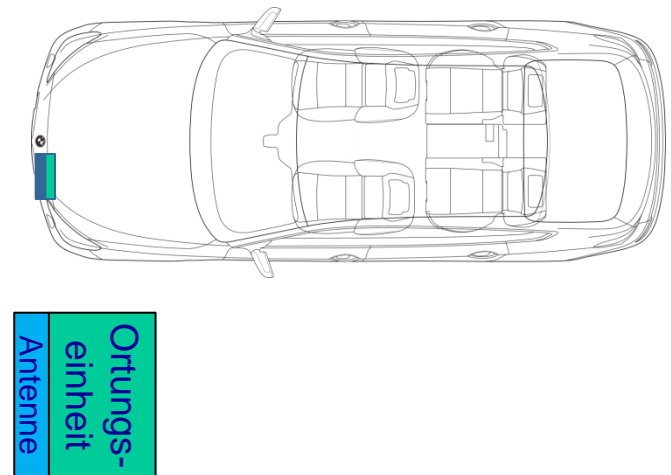
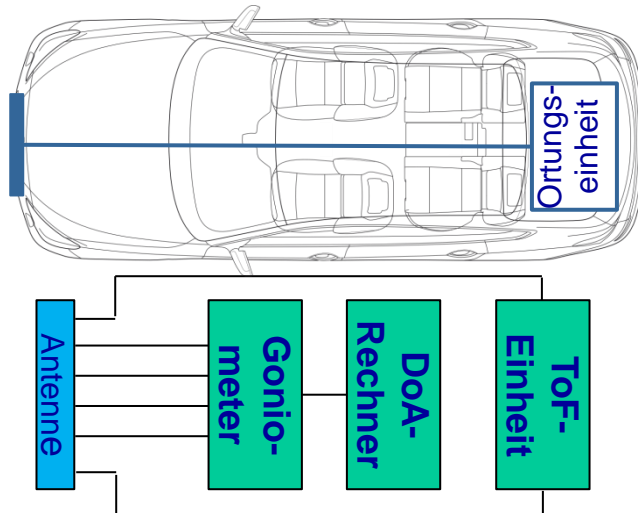
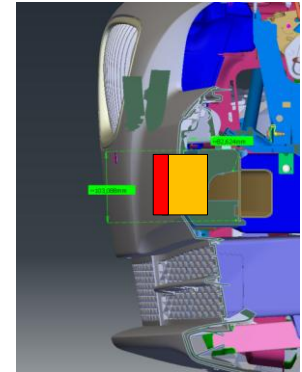
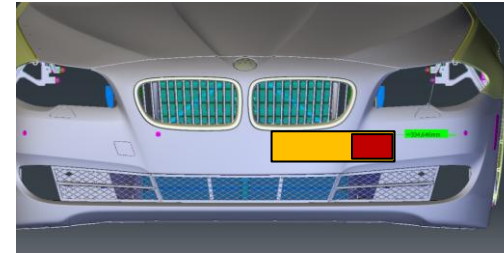
AMULETT
Scheibenantenne



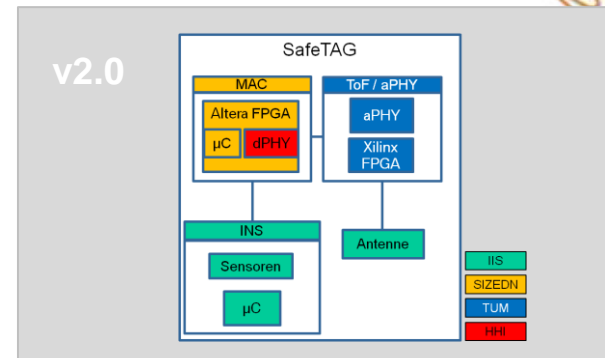
Ko-TAG v1.0
Stoßstangenantenne



Ko-TAG v2.0
Stoßstangenantenne



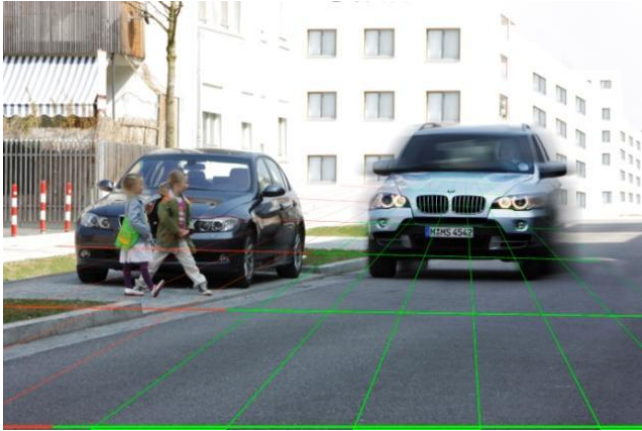
Technologie Transponder (SafeTAG)



- SafeTAG v1.0
 - Mehrnutzerfähigkeit
 - Reduktion von Größe und Stromverbrauch
 - Arbeitsfrequenzband 2,4 GHz
- SafeTAG v2.0
 - Umstieg auf 5,8 - 5,9 GHz für Abstandsmessung, Winkelmessung und Kommunikation
 - Kommunikation angelehnt an IEEE 802.11p
 - Integration von Inertialsensorik auf dem Transponder

Funktionen Schutz verletzlicher Verkehrsteilnehmer

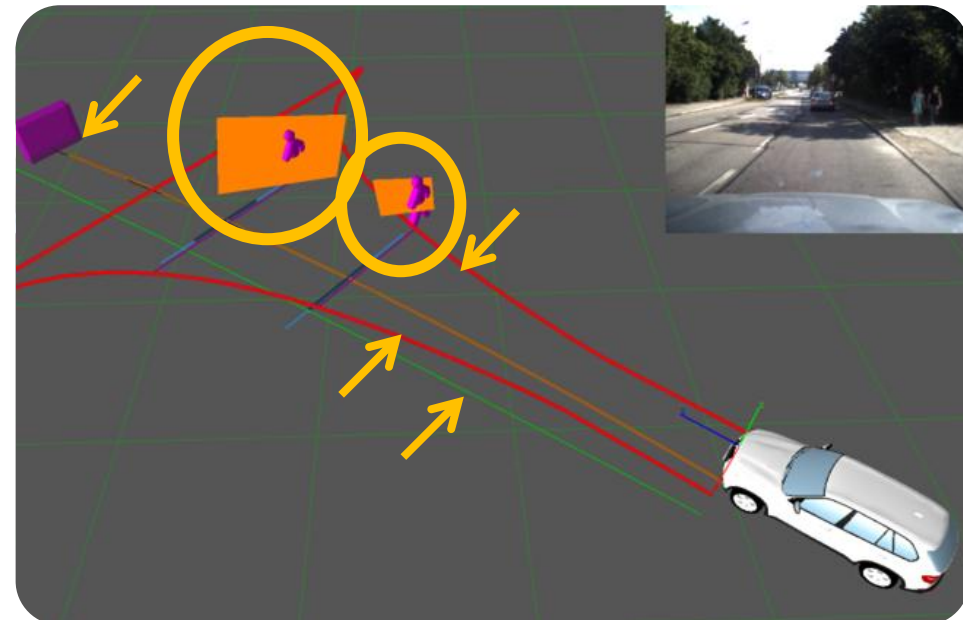
FORSCHUNGSINITIATIVE
K O - F A S



Funktionen Fußgängerschutz

Schlüsselkomponenten:

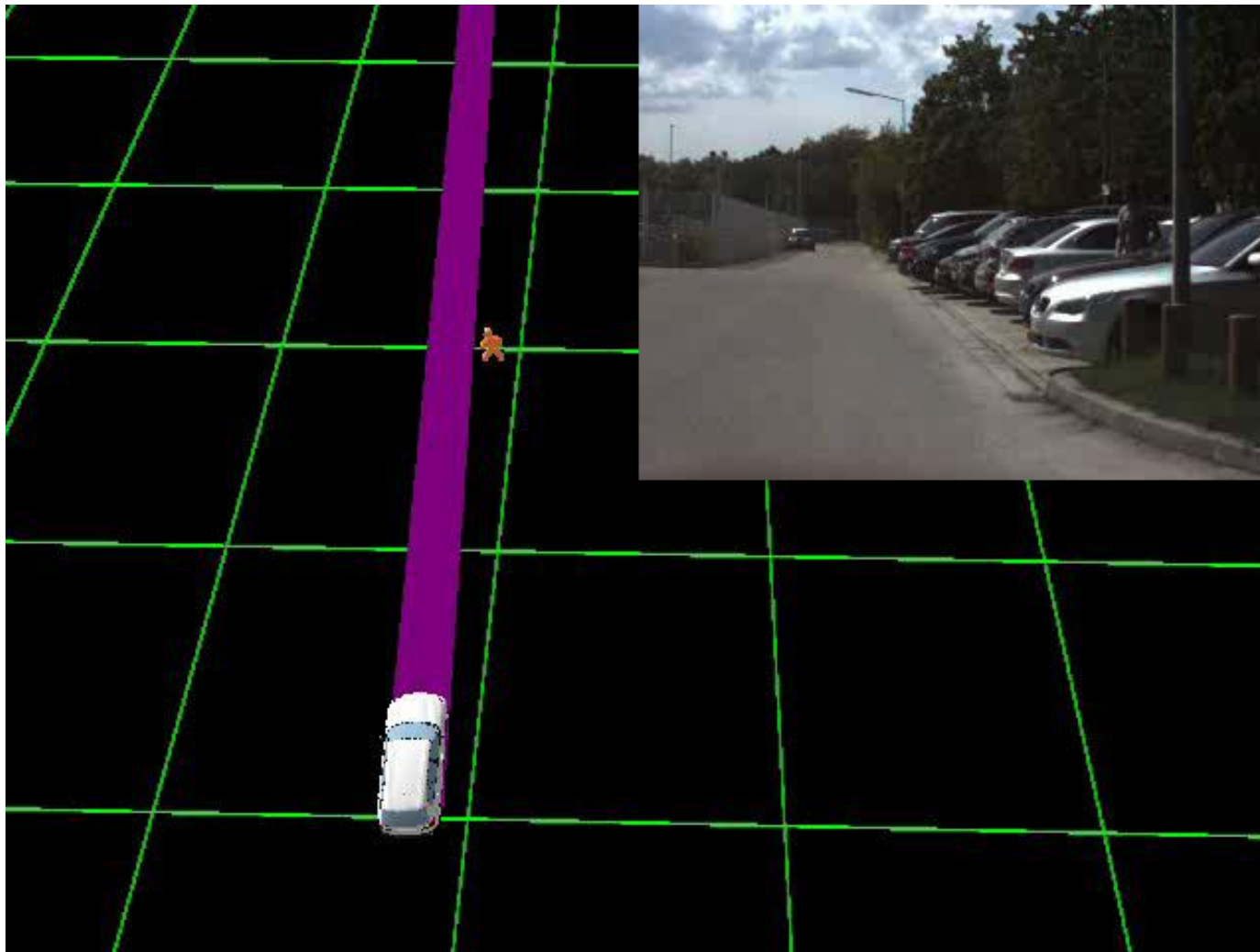
- Kooperative Sensordaten:
Ortungsdaten + Inertialsensorik
- Physiologische Bewegungsmodelle
- Dynamische Modelle
für Ego-FZG
- Umgebungsdaten
- Trajektorienprädiktion
- Kollisionswahrscheinlichkeiten
- Schutzmaßnahmen



Funktionen Fußgängerschutz



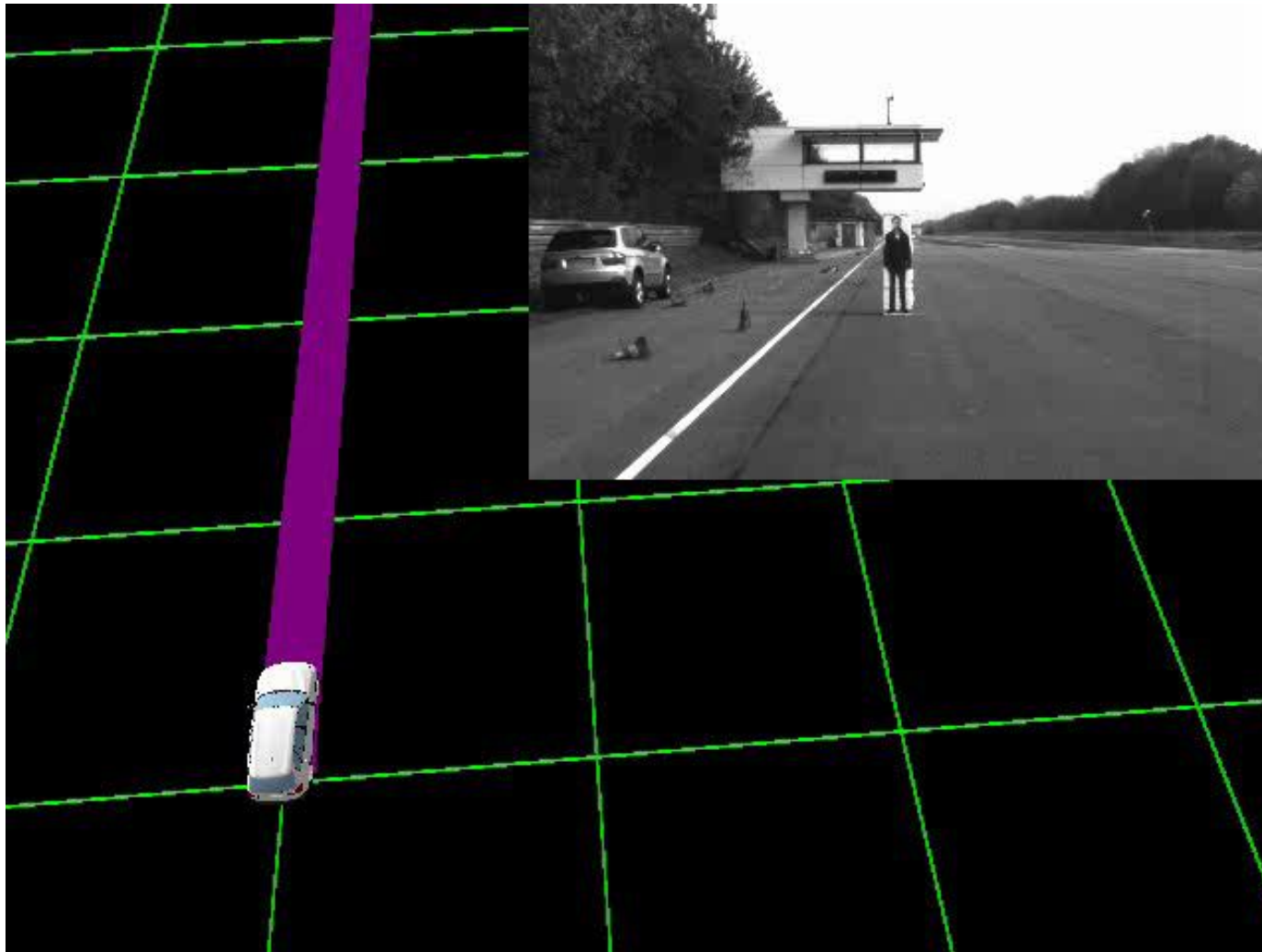
FORSCHUNGSINITIATIVE
K O - F A S



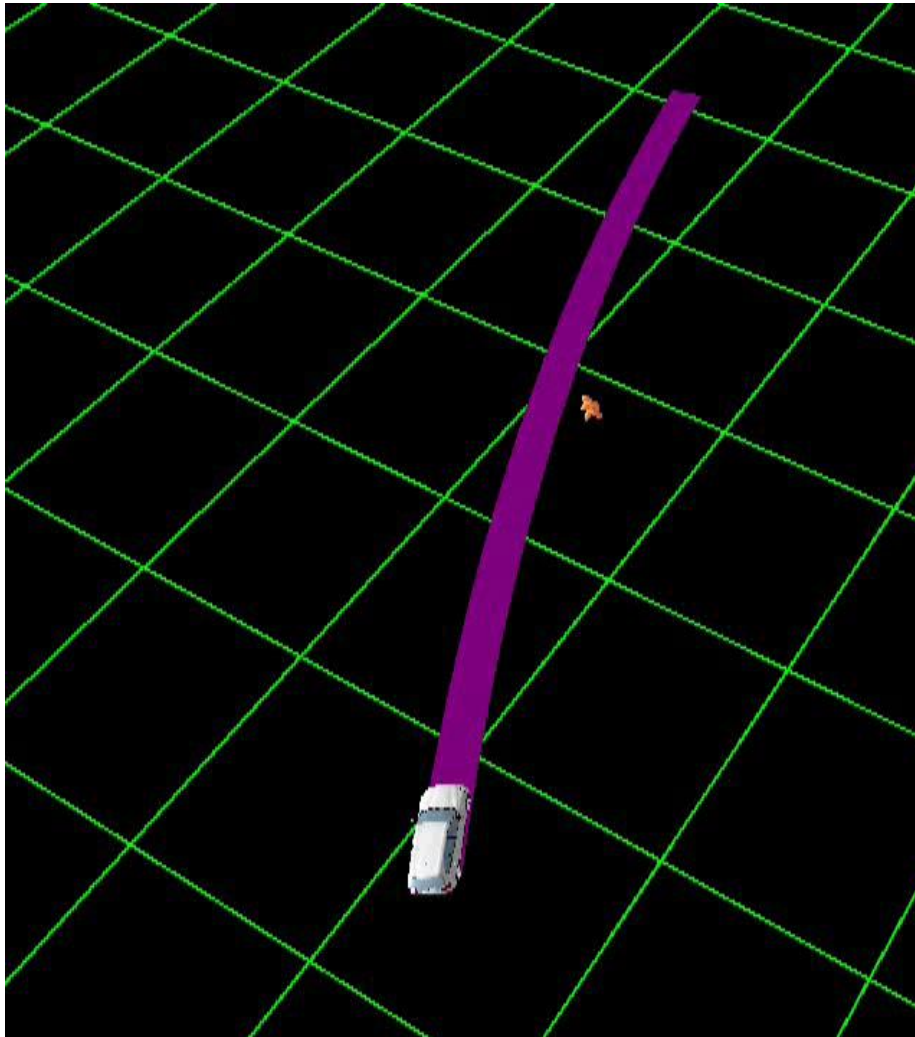
Funktionen Fußgängerschutz



FORSCHUNGSINITIATIVE
K O - F A S

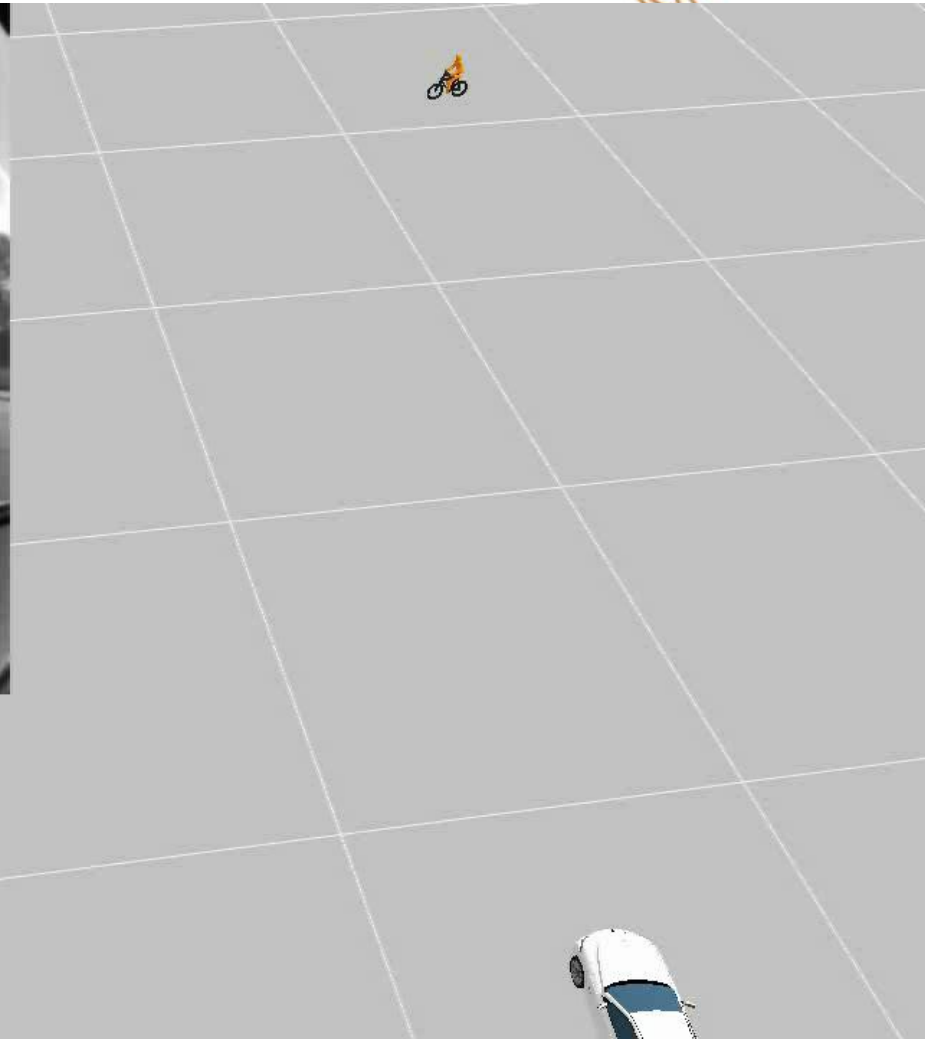


Funktionen Fußgängerschutz



Funktionen Radfahrerschutz

FORSCHUNGSINITIATIVE
K O - F A S



Funktionen Radfahrerschutz



FORSCHUNGSINITIATIVE
K O - F A S



Ortung kooperativer Fahrzeuge

Prinzip:

- Verbau der Transponderantenne auf dem Dach
- Rundumortbarkeit

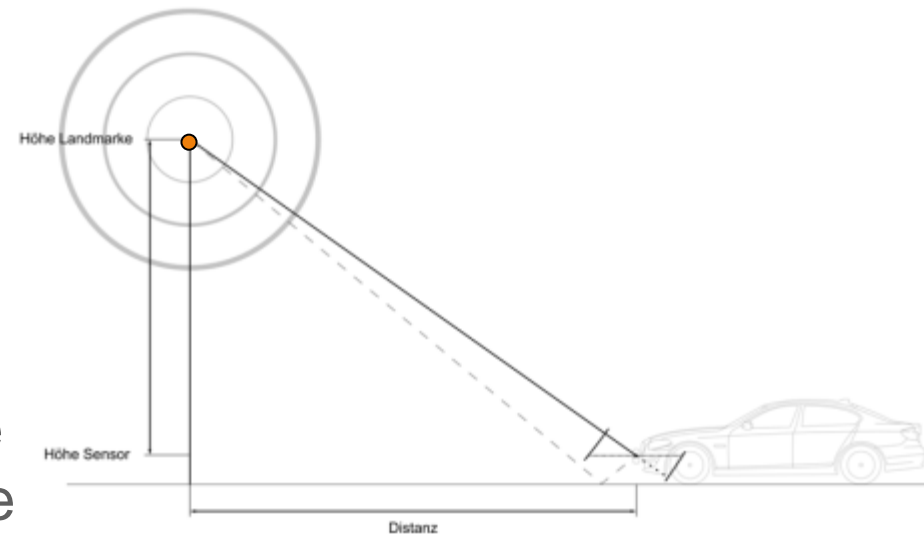
Ziel:

- Genaue Fahrzeugortung und Klassifikation mit geringer Sensorlatenz
- Warnfunktionen, präventive Eingriffe und Pre-Crash-Maßnahmen



Funktionen Eigenlokalisierung

- Integration von Transpondern („kooperative Landmarken“) in umgebende Infrastruktur (z.B. an Kreuzungen)
- Fahrzeug ortet Landmarke durch Abstands und Winkelmessung
- Landmarke kommuniziert eigene globale Position und Verbauhöhe
- Fahrzeug bestimmt Eigenposition unter Einbeziehung der Eigendynamik



Funktionen Eigenlokalisierung



Raster: 200m
Kamera: Fest

Lat: 48.22206019 N GK: (653.273,180.063,54.709)
Lon: 11.73393966 E

Draw: Point POI RoadSec Road Image
Sel.: Point POI GeomLine Lane RoadSec Road | @ Selected 47.8



Projektfilm

FORSCHUNGSINITIATIVE
K O - F A S



- **Kooperative Ortung durch:**
 - Abstandsmessung → Vortrag TU München & Ko-TAG Pavillon
 - Winkelmessung → Vortrag Fraunhofer & Ko-TAG Pavillon
- **Ko-TAG Protokoll für Zugriffskontrolle**
 - Vortrag SIZEDN & Ko-TAG Pavillon
- **Kommunikationstechnologie angelehnt an IEEE 802.11p**
 - HHI am Ko-TAG Pavillon
- **Bewegungsmodelle und intelligente Risikoprädiktion**
 - Vortrag Continental & Live-Demonstration
- **Anwendungen**
 - **Fußgänger- und Radfahrerschutz** → Live-Demonstration
 - **Rundumsicherheit** → Vortrag Daimler & Ko-TAG Pavillon
 - **Eigenlokalisierung** → Ko-TAG Pavillon