

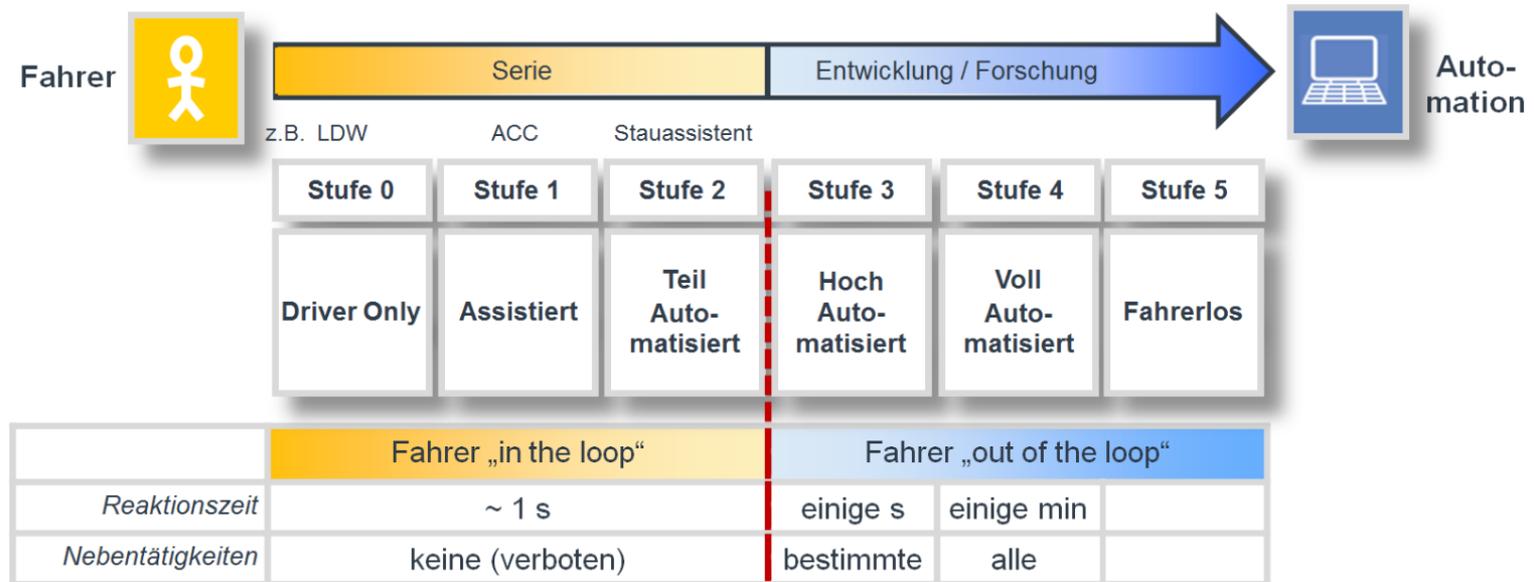
Neue Methoden zur Informationsfusion in vernetzten Fahrzeugen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit

¹Sven Eckelmann, ²Benjamin Reichelt, ¹Toralf Trautmann

1 Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden

2 Technische Universität Dresden

- Motivation
- Problemstellung LiDAR
- Objekterkennung über LiDAR und WLANp
- Positionsbestimmung über LiDAR und Landmarken
- Ausblick



- Hohe Verfügbarkeit des Systems und Integrität der Daten
- Mindestanzahl der verfügbaren Kanäle zur Erreichen der Funktionalität ≥ 3
- LiDAR + WLANp

Sinkender Informationsgehalt über vertikalen und horizontale Auflösung

Velodyne:

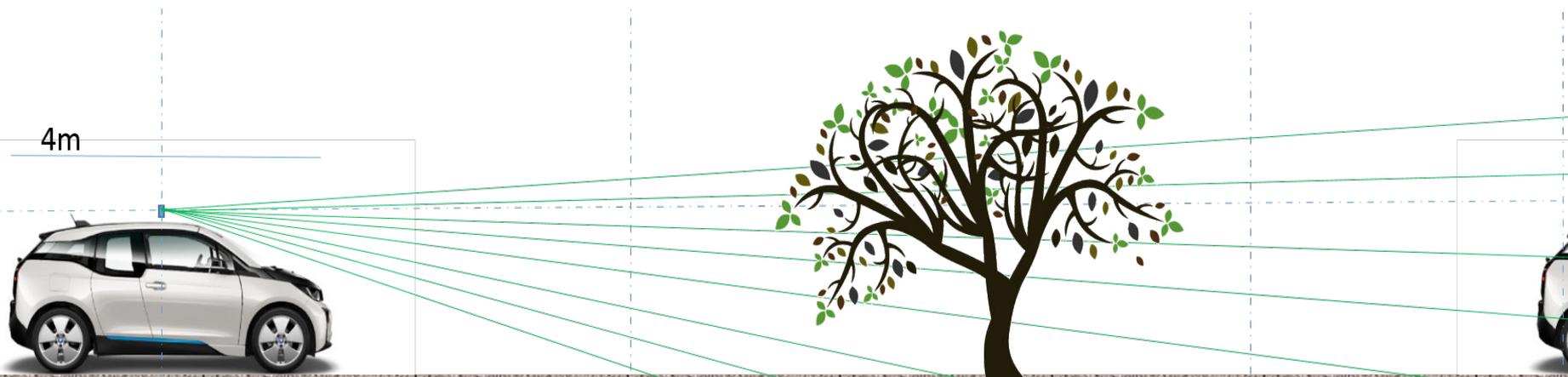
Anbauhöhe 1,70m

16 Kanäle

30° Öffnungswinkel (-15°/+15°) 2° Winkeldifferenz zwischen

2 Ebenen

Fahrzeughöhe 1,6m → ab 45 m nur eine Ebene

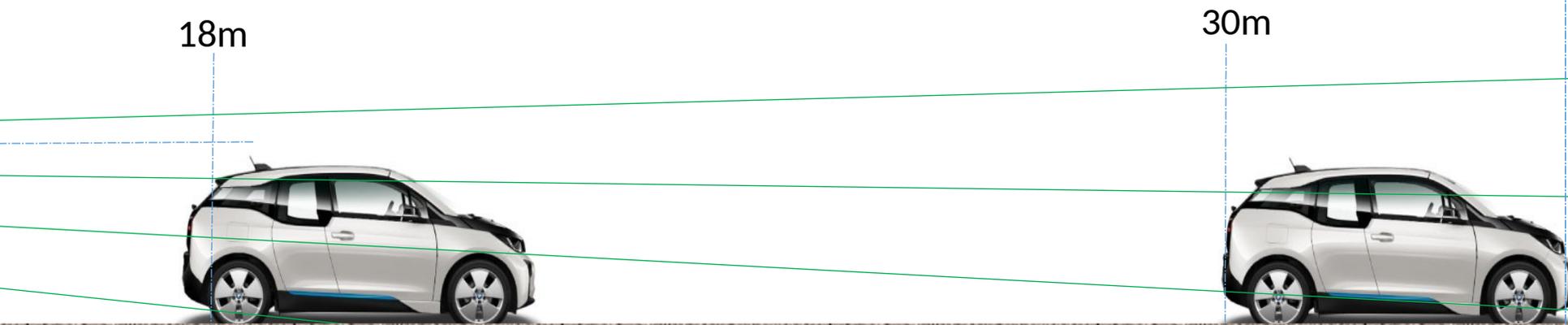


Objekteigenschaften / Reflexionseigenschaften

- Form
- Ausrichtung
- Oberflächeneigenschaften (Spektrum)

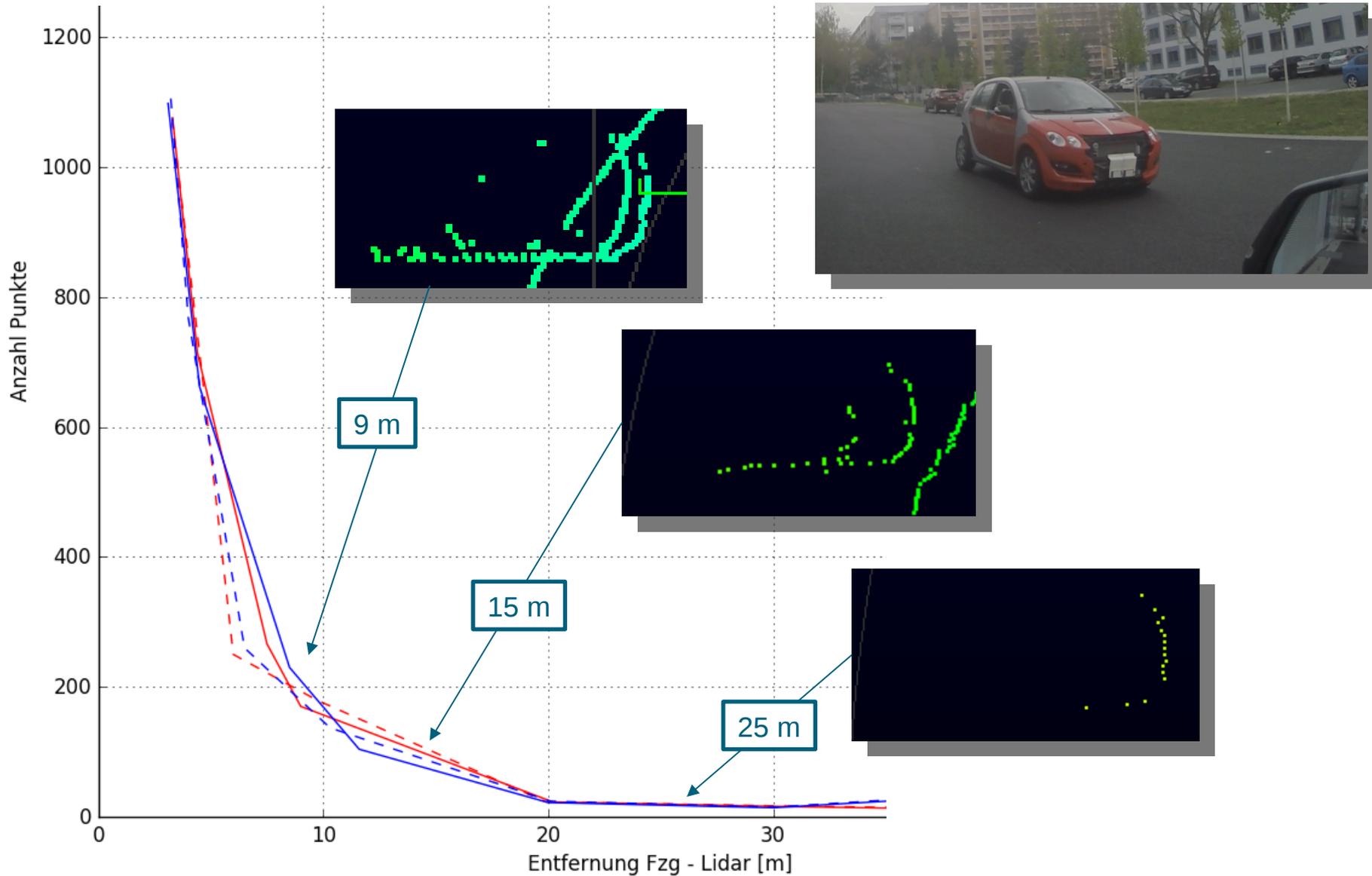
Transmissioneigenschaften

- Entfernung
- Umwelteinflüsse
- Verdeckung

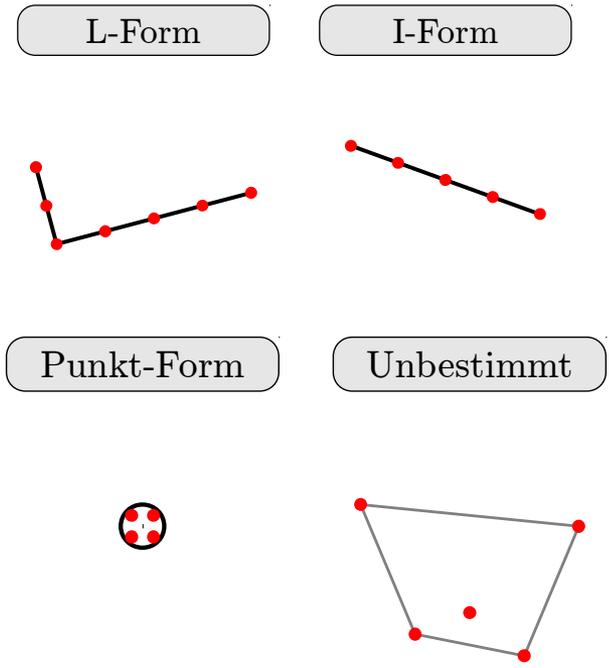
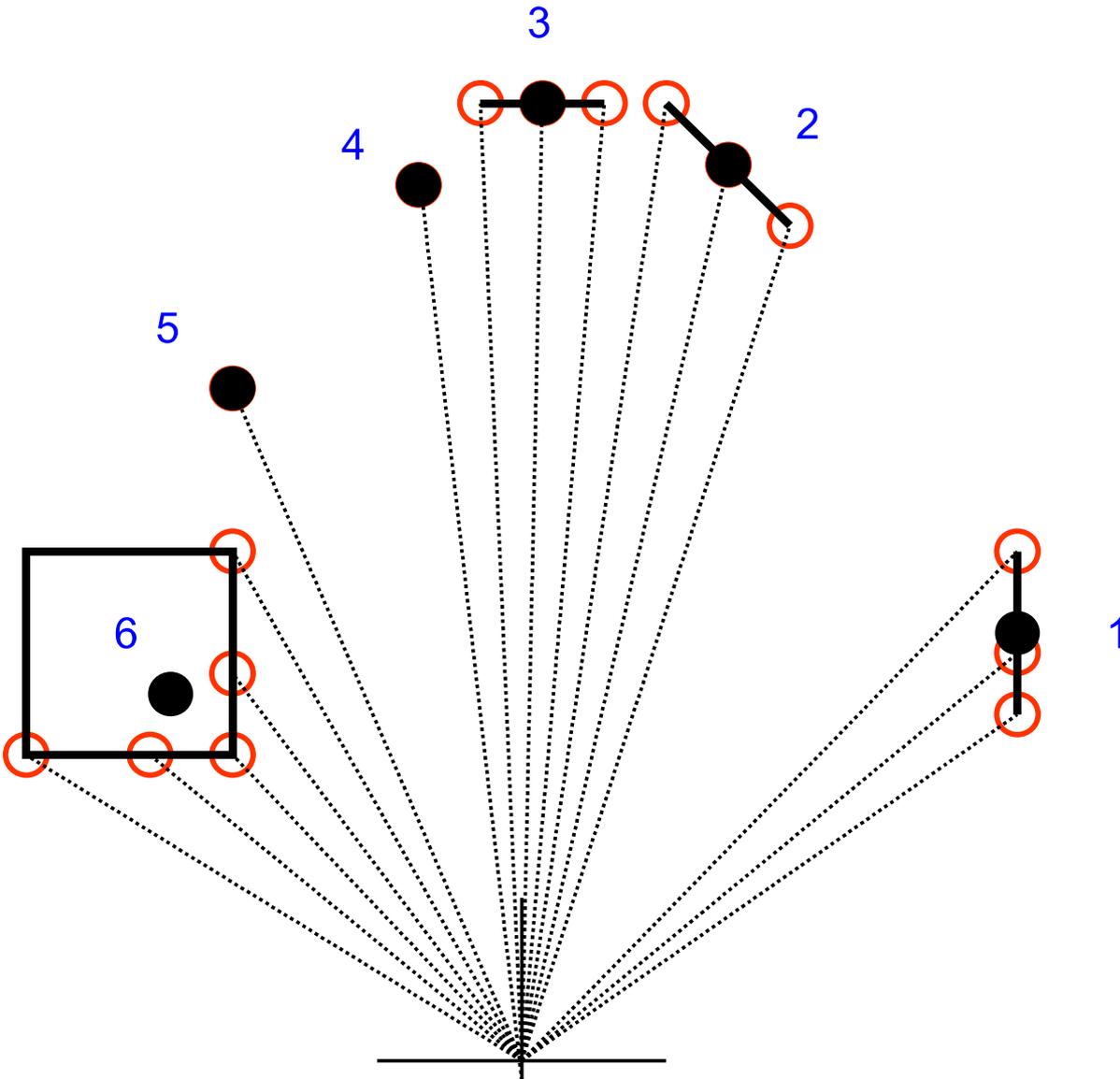


1. Objekterkennung über LiDAR und WLANp

LiDAR - Informationsgehalt

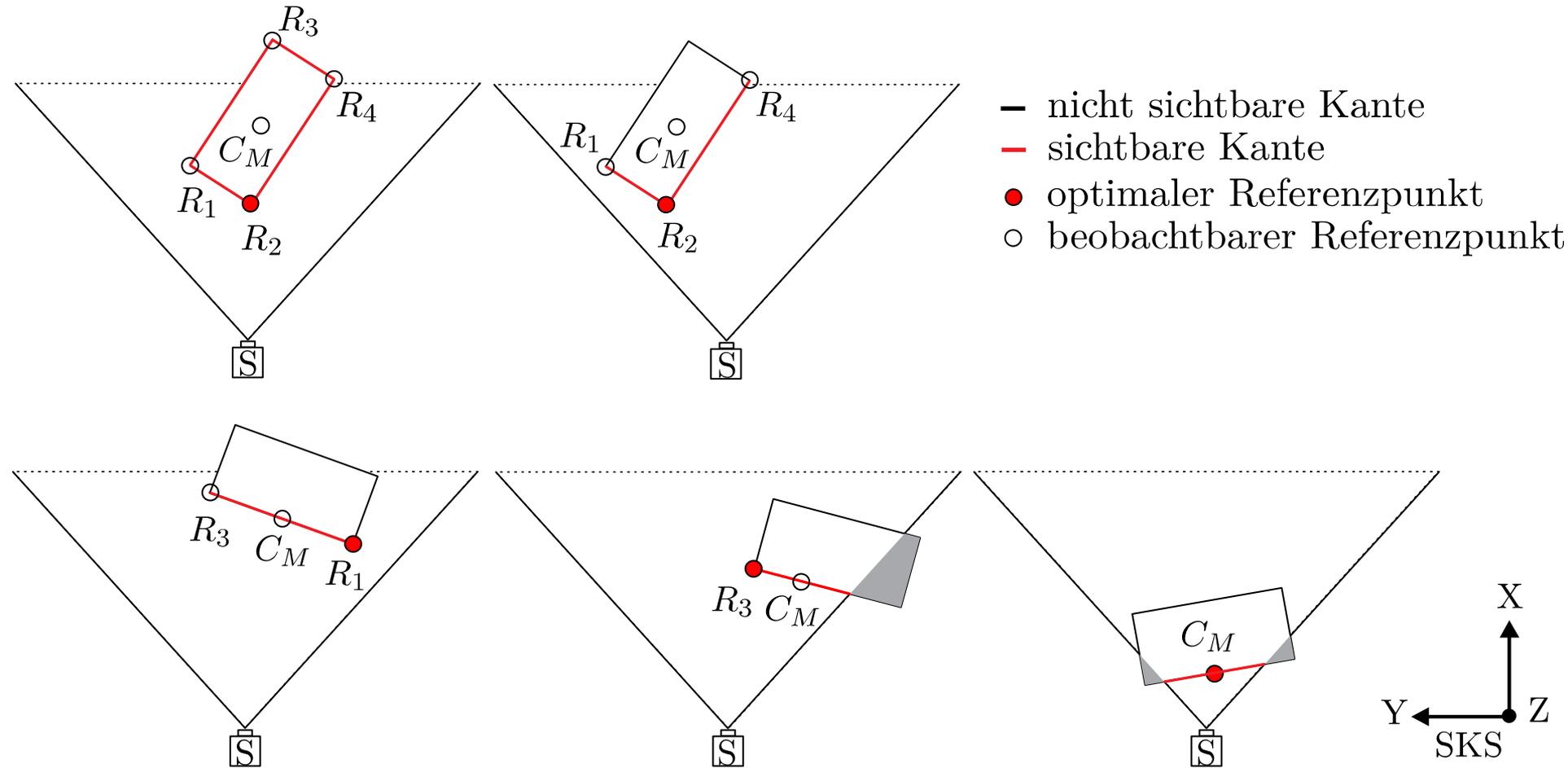


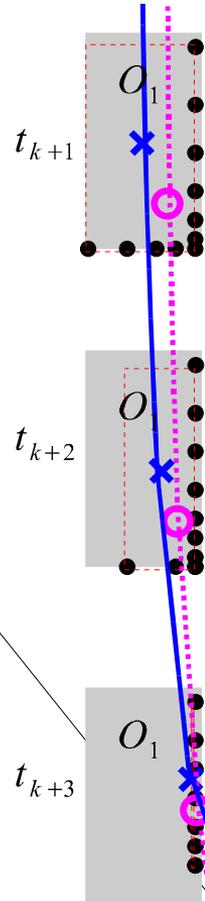
LiDAR - Segmentierung



Quelle: nach Pietzsch

Bestimmung des optimalen Objekt-Referenzpunktes unter Beachtung des Sichtbarkeitsbereiches des Sensors





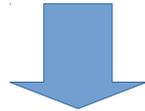
Bezugspunkte:

- Schwerpunkt der Messwerte
- + Mittelpunkt der Segmentbox

Bezeichnungen:

- O : Objekte
- t : Zeitpunkte

- LiDAR keine Zuordnung des Referenzpunktes (Fahrzeugmittelpunkt)
- LiDAR Oberflächeneigenschaften des Objektes beeinflussen maßgeblich den Informationsgehalt
- Klassifizierung der Objekte



- A priori Wissen über die Kontur, Eigenschaften und Art des Objektes



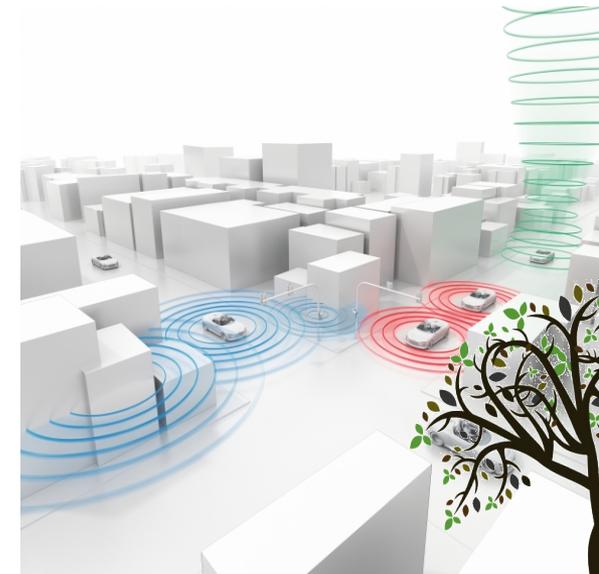
- Bilaterale Kommunikation

Standardisierung:

- USA
 - ASTM American Society for Testing and Materials (IEEE 802.11p und IEEE 1609) als Standards für WAVE Wireless Access in Vehicular Environments
 - Standardisierung der Nachrichtenformate durch SAE
- Europa :
 - Zuarbeit durch C2C-CC Car2Car-Communication Consortium
 - Standardisierung durch CEN, CENELEC, ETSI

Botschaftsformate:

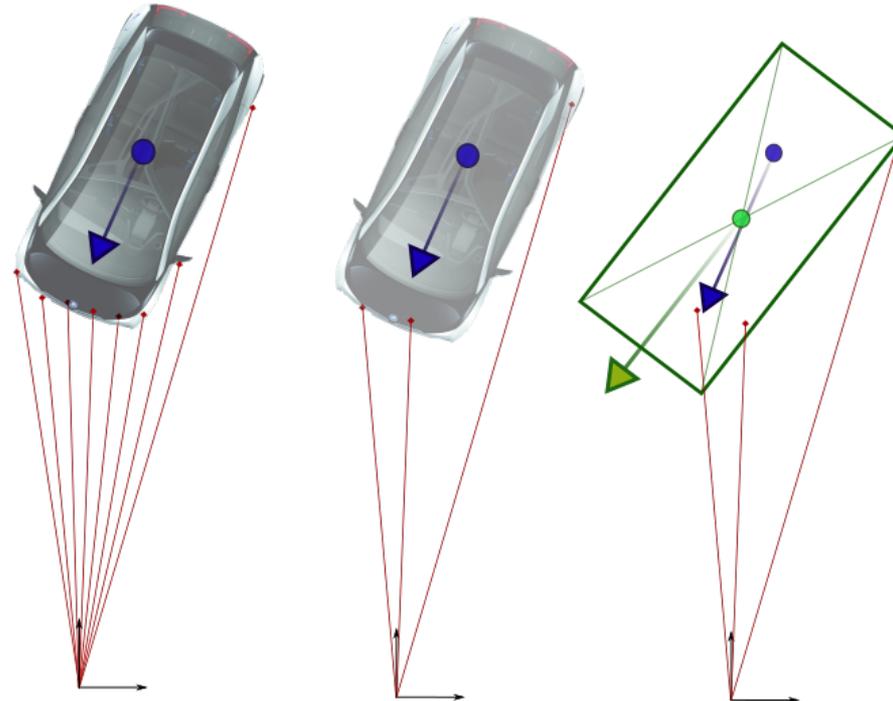
- V2V - CAM, DENM
- V2X – SPAT, MAT

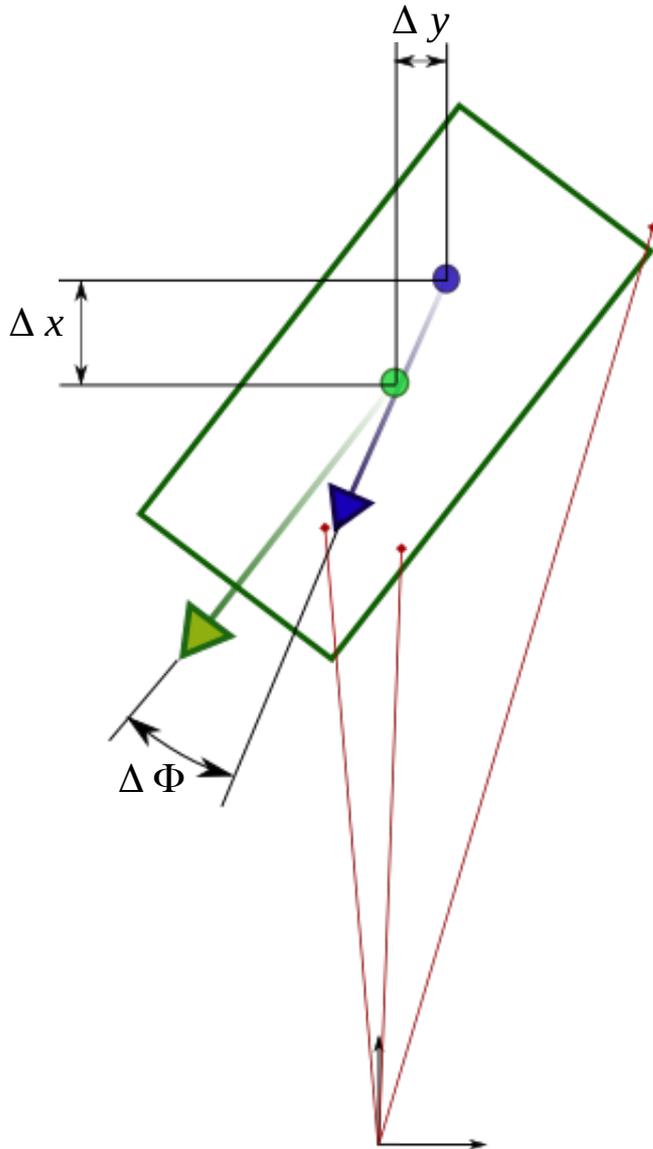


Übertragung von (auszugsweise aktueller Standard)[1-10 Hz] :

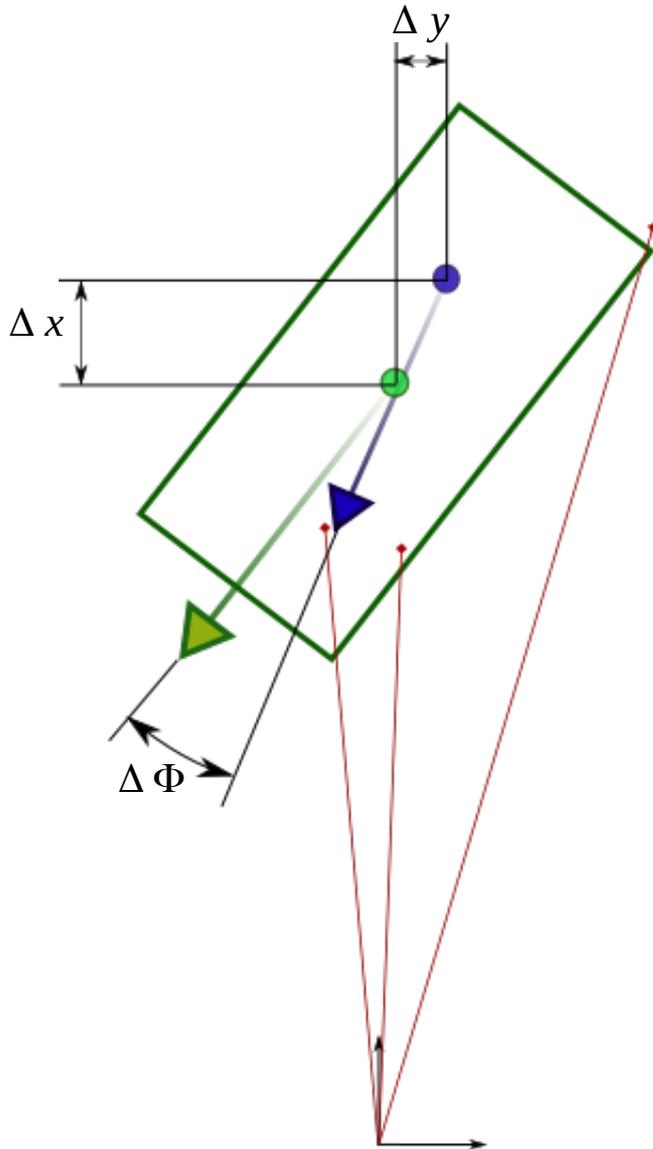
- GPS Informationen
- Heading
- Geschwindigkeit
- Konturinformation (Länge und Breite des Fahrzeugs)

Informationsgehalt aus CAM und LiDAR



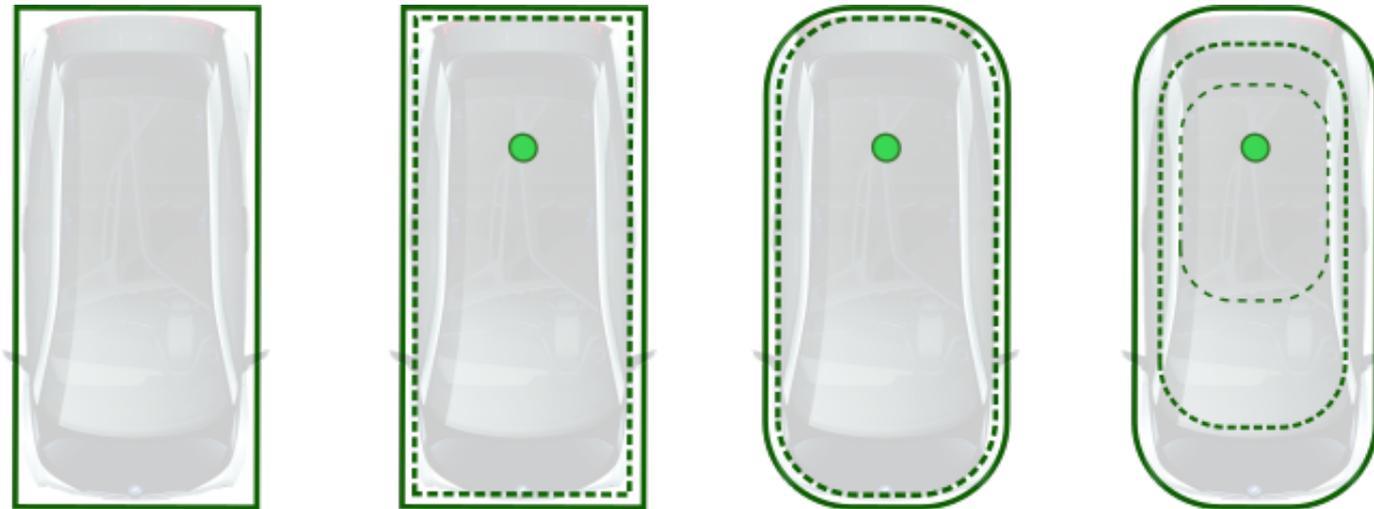


- Unsicherheit des GPS Signals
- Fehler zwischen Antenne und Fahrzeugschwerpunkt
- Keine „realitätsnahe“ Abbildung der Kontur
- Keine Informationen über die Oberflächeneigenschaft des Fahrzeuges
- Latenzen in der Übertragung



- (Unsicherheit des GPS Signals)
- Fehler zwischen Antenne und Fahrzeugschwerpunkt
- Keine „realitätsnahe“ Abbildung der Kontur
- Keine Informationen über die Oberflächeneigenschaft des Fahrzeuges
- (Latenzen in der Übertragung)

Anpassung der Konturinformationen / Erstellen eines Mindestdatensatzes



Datensatz Anpassung (links nach rechts):

a.) Aktueller Datensatz

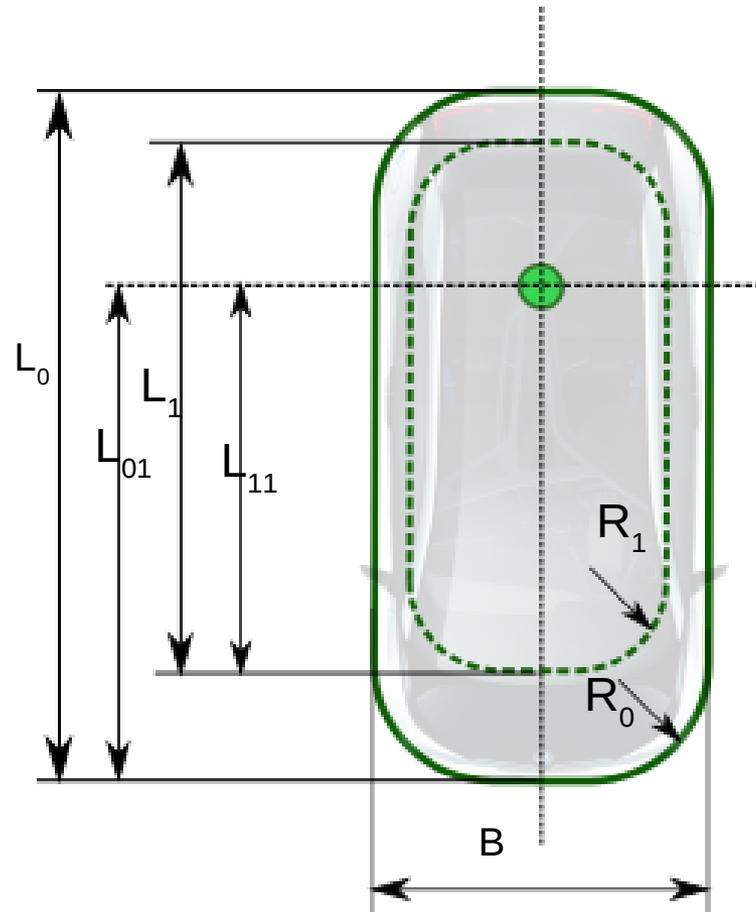
b.) Position der GPS Antenne und Höhe des Fahrzeuges

c.) Angepasste Form mit Antennenposition und Höhe des Fahrzeuges

d.) Unterteilung der Form c.) in 2 Segmente; Pro Segment wird der Reflexionsgrad der Oberfläche angegeben

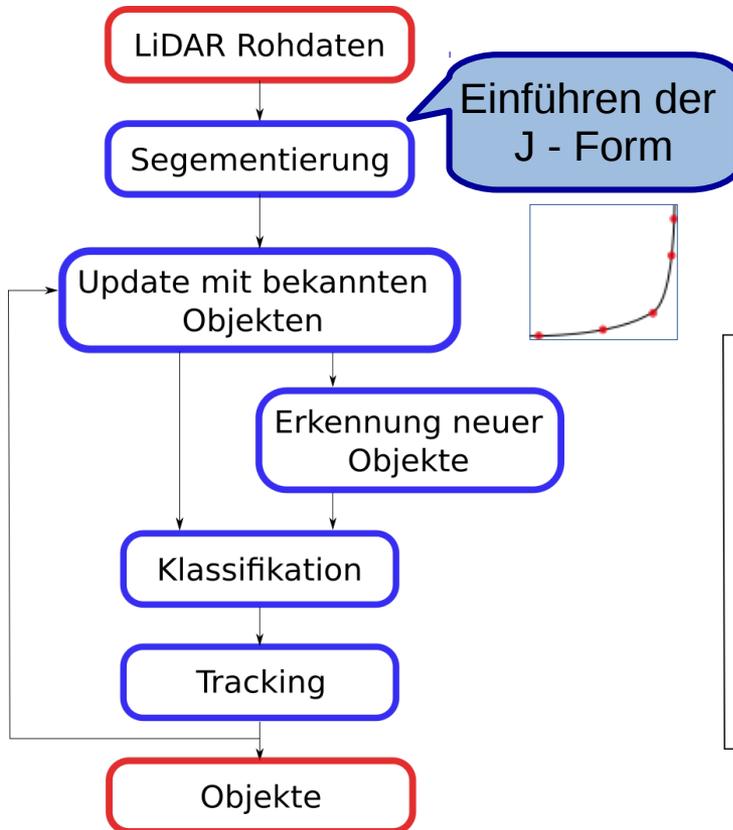
$0 \leq \epsilon \leq 1$ (schwarzer Körper $\leq \epsilon \leq$ weißer Körper)

Anpassung der Konturinformationen / Erstellen eines Mindestdatensatzes

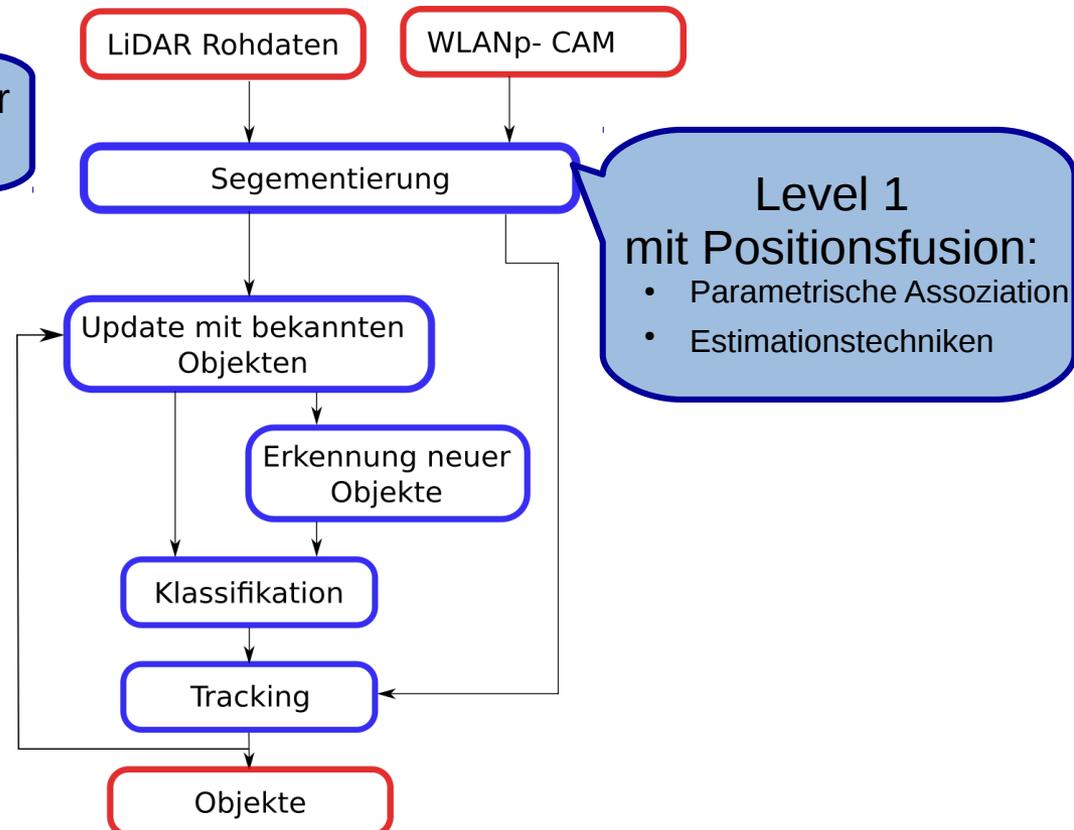


B	L_0	H	L_{01}	R_0	ϵ_0	L_1	L_{11}	R_1	h_1	ϵ_1
---	-------	---	----------	-------	--------------	-------	----------	-------	-------	--------------

Konventioneller Ansatz Lidar



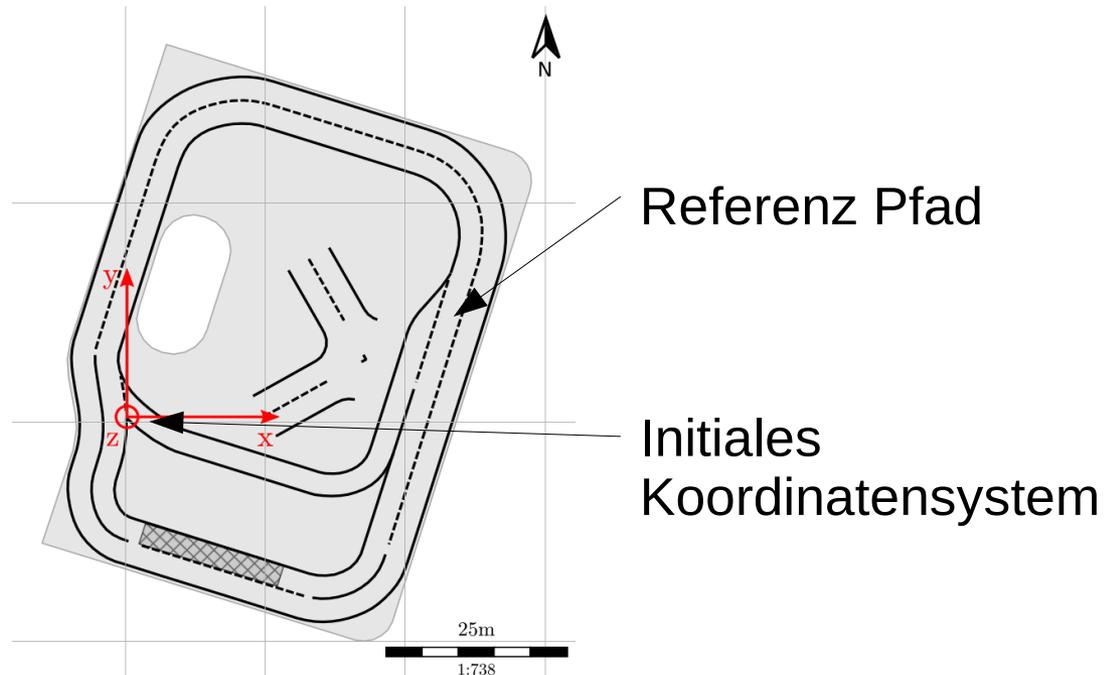
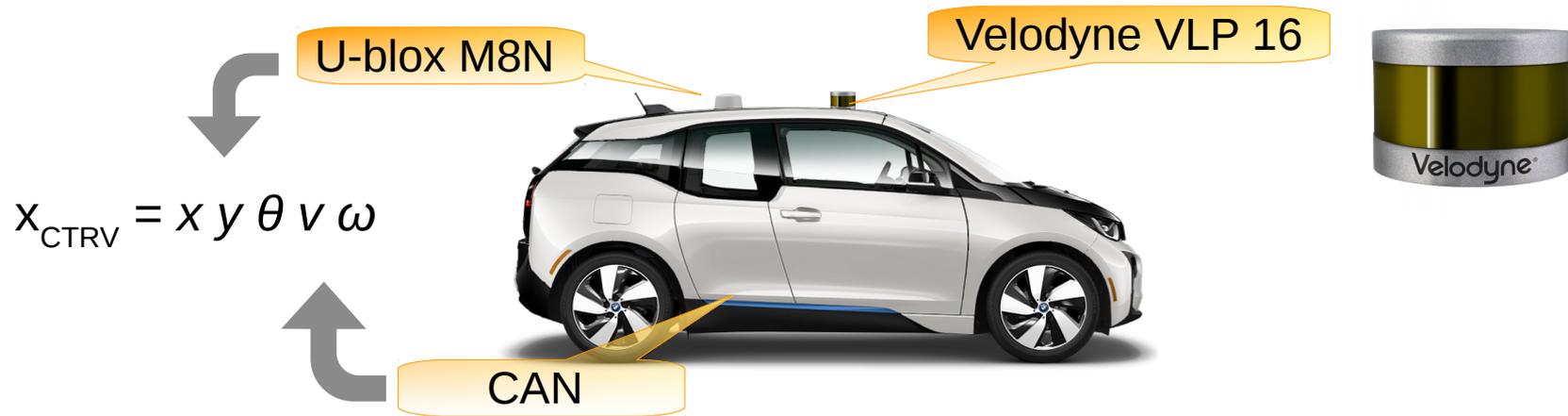
Anreicherung mit dem A priori Wissen über WLANp

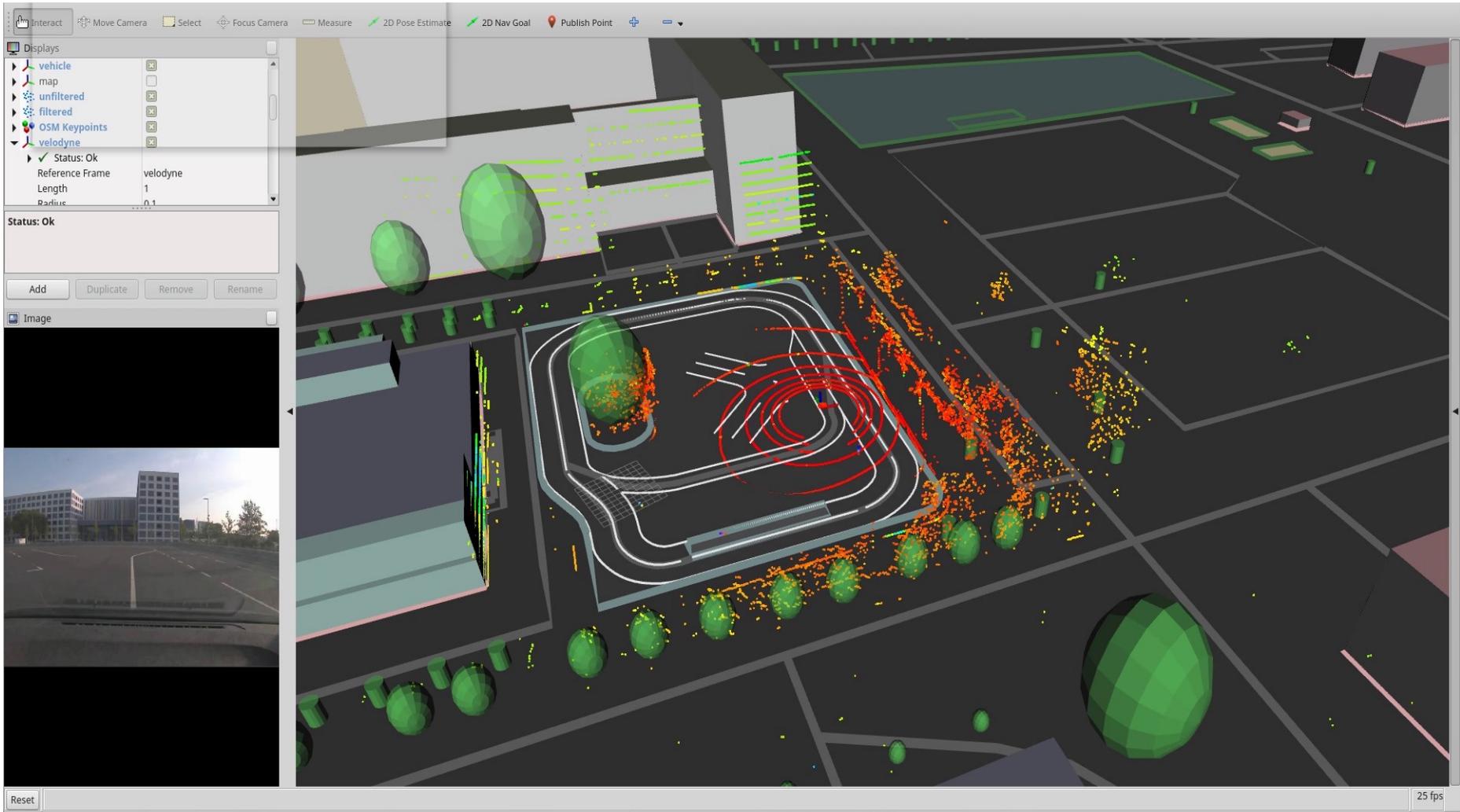


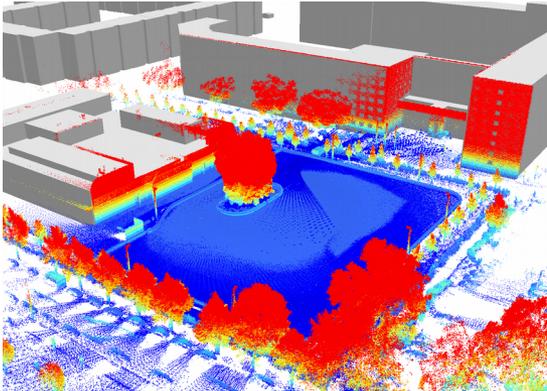
- Einführen der J-Form zur besseren Segmentierung der LiDAR Daten
- **Fernbereich** - Frühzeitige Zuordnung von Objektinformationen zu einer geringen Anzahl an LiDAR Daten
- **Nahbereich** – Anpassung der Punktinformationen an eine Kontur zur Prädiktion des Kollisionspunktes

2. Positionsbestimmung über LiDAR und Landmarken

Setup

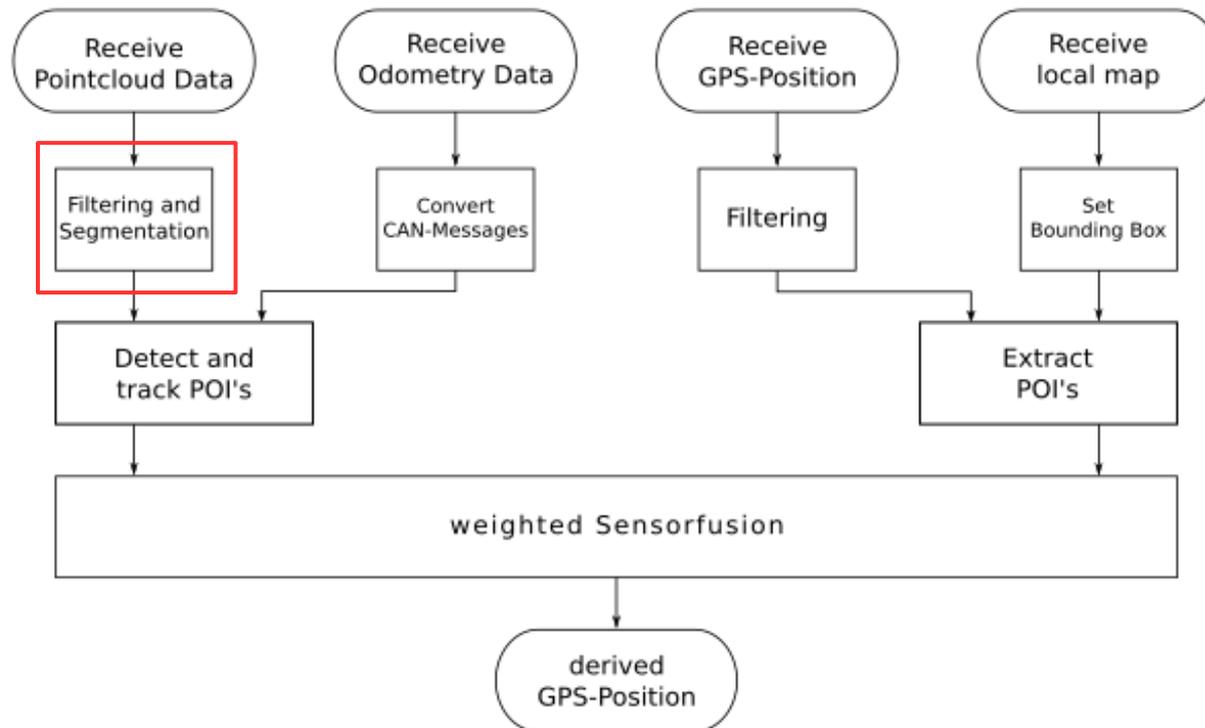


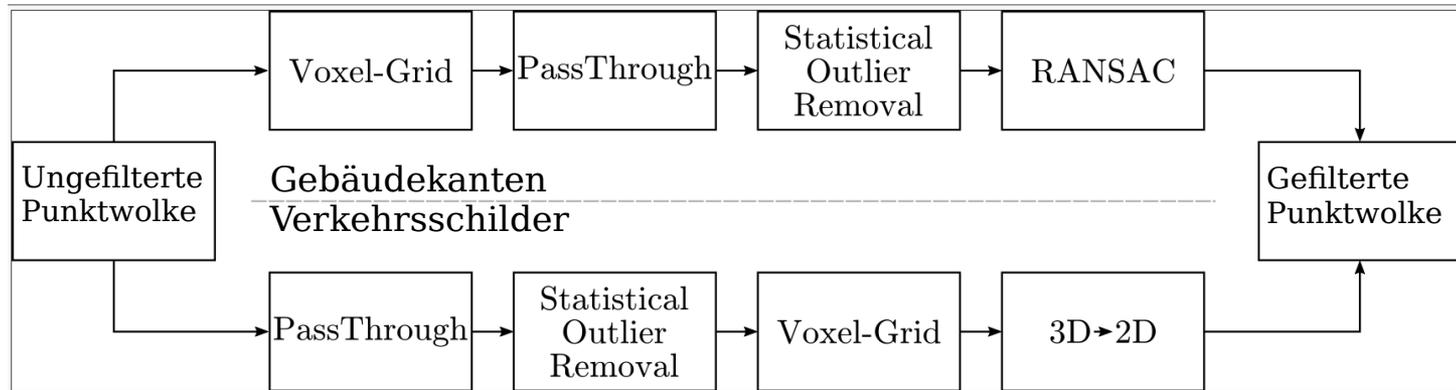




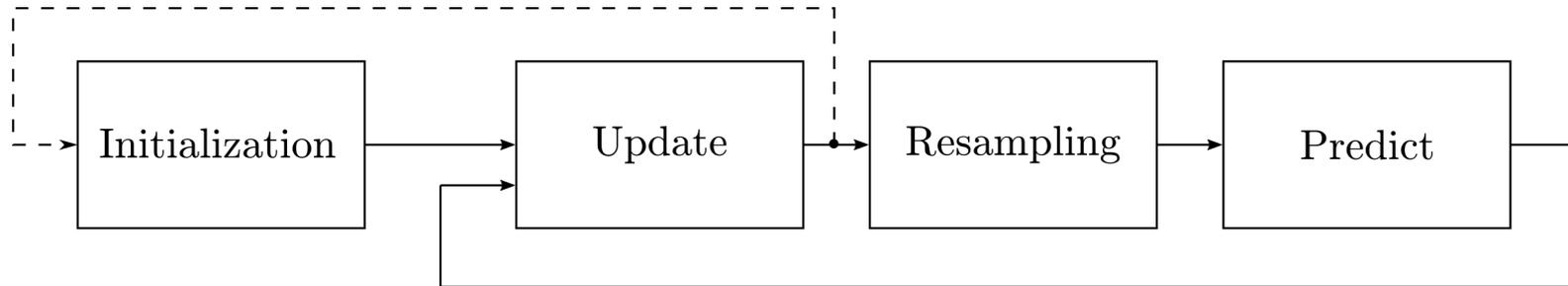
Landmarken in Form von :

- Gebäudekanten
- Verkehrsschilder
- Andere Elemente der Infrastruktur





- Gebäudekanten
 - Verarbeitungszeit ist abhängig von der Anzahl der Punktdaten
 - 3D Punktdaten werden in 2D transformiert
- Verkehrsschilder
 - Fehler durch die Voxel Bildung



Particles S

$$S_i^{k-1} = [\vec{X}_i^{k-1}, w_i^{k-1}]$$

with $n=2000$

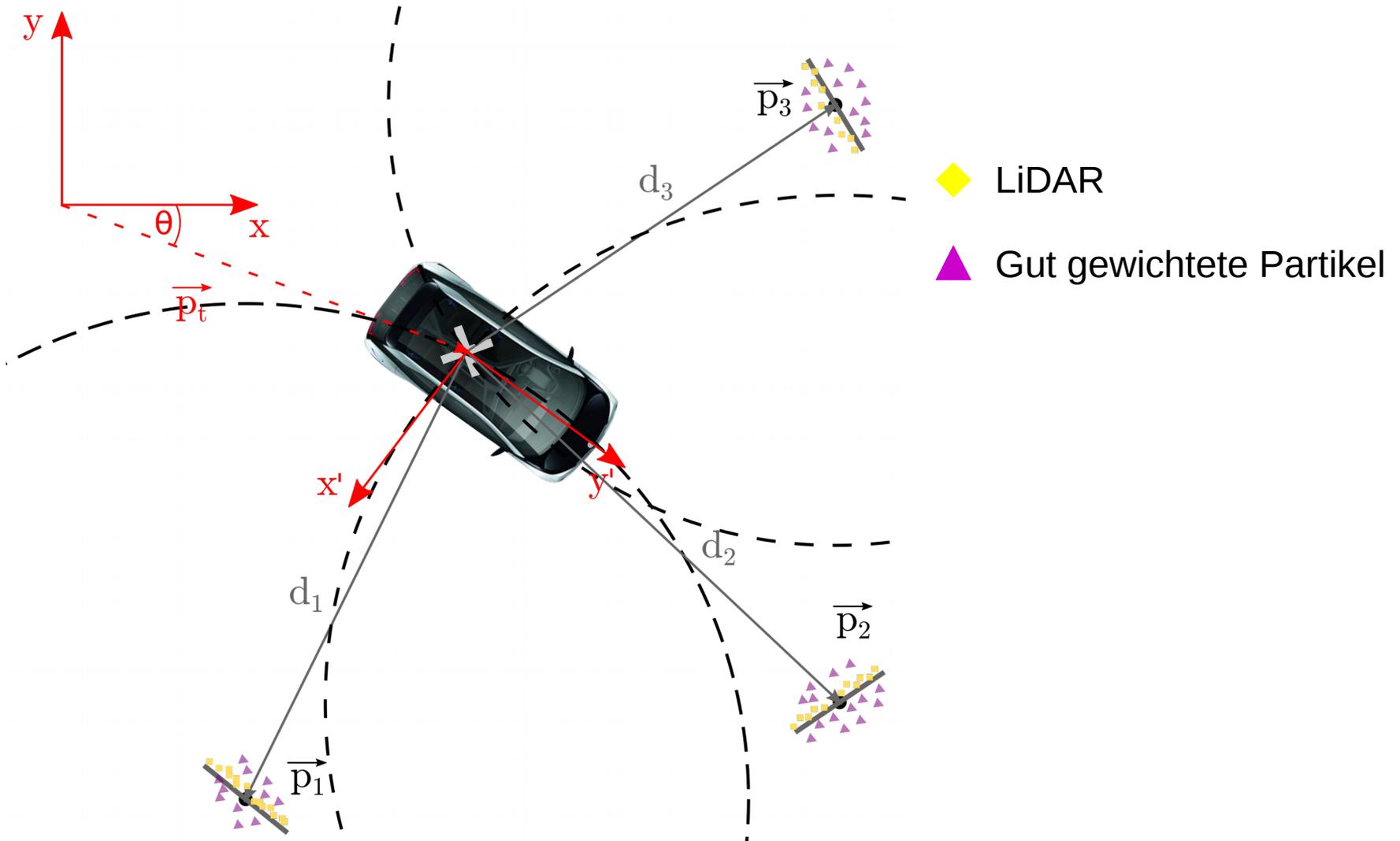
$$\text{inital weight } w = \frac{1}{n}$$

$$w_i = f(w_{max}, w_{min}, d, d_{max})$$

$$S_k' = [\vec{X}_i^{k'}, w_i^{k'}]$$

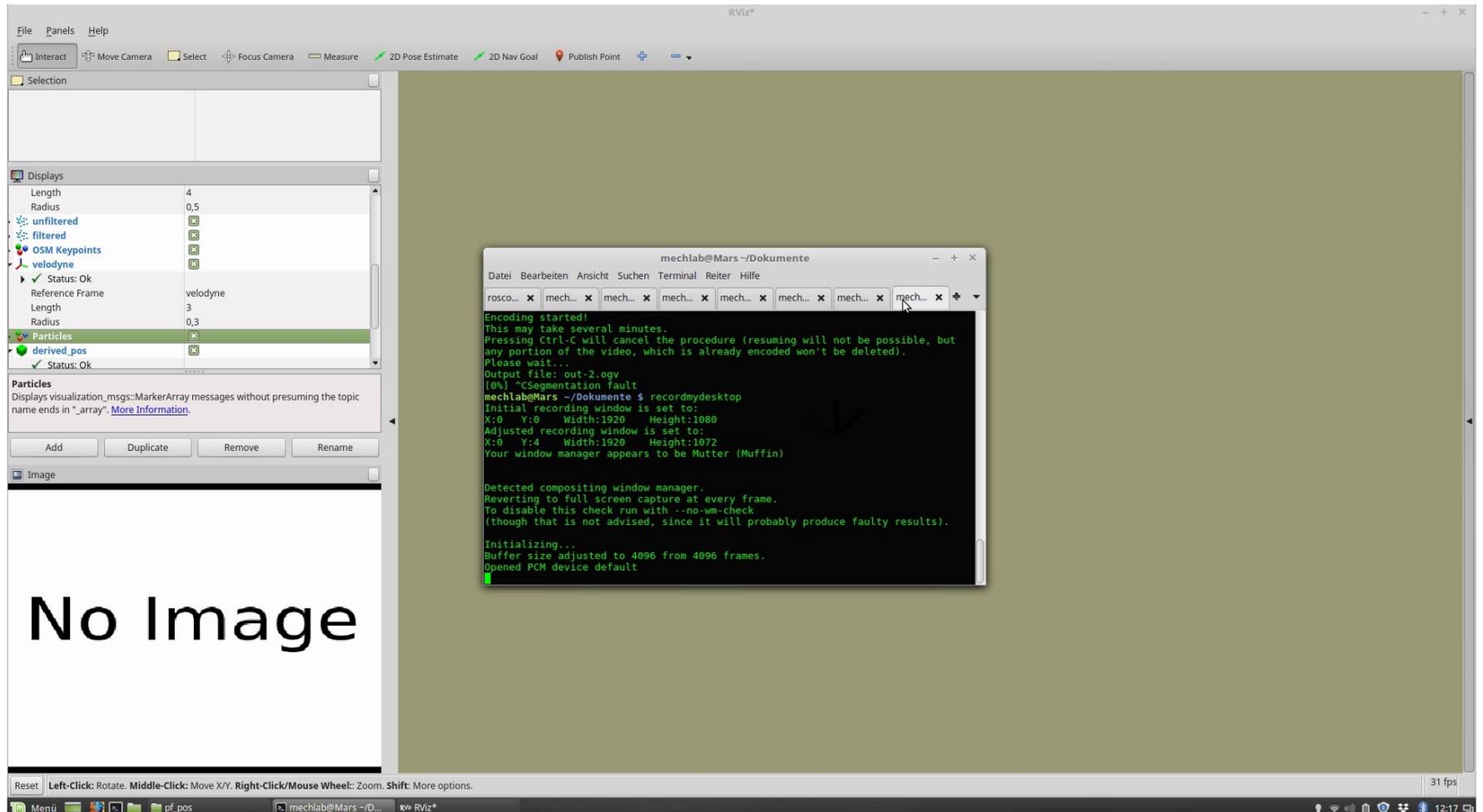
$$S_k'' = [\vec{X}_i^{k''}, w_i^{k''}]$$

- **Update:**
 - Vergleich zwischen den Lidardaten und dem Daten aus dem Prädiktionsschritt
- **Resampling:**
 - Geschichtetes Resampling mit deterministischen Anteil
- **Predict:**
 - CTRV Model + Rauschen für Sensormodell

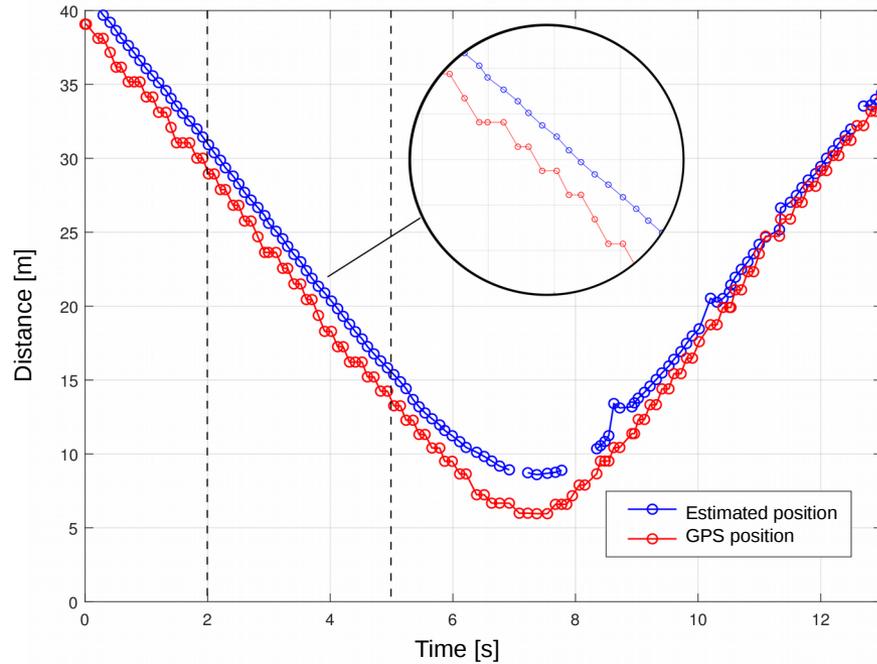


- 3 Verkehrsschilder
- $V_{\text{approx}} = 15 \text{ km/h}$

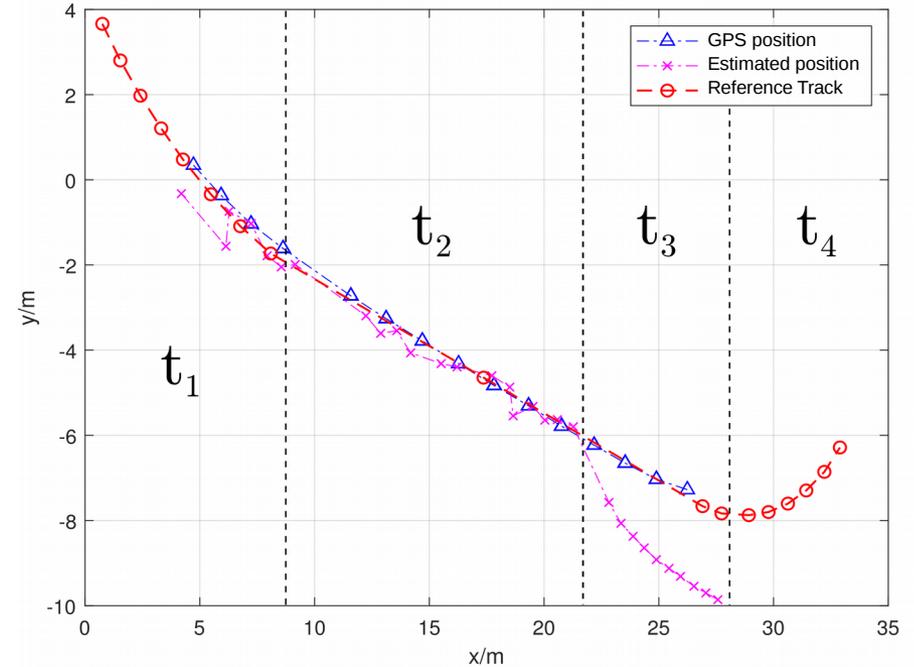




- Single Target



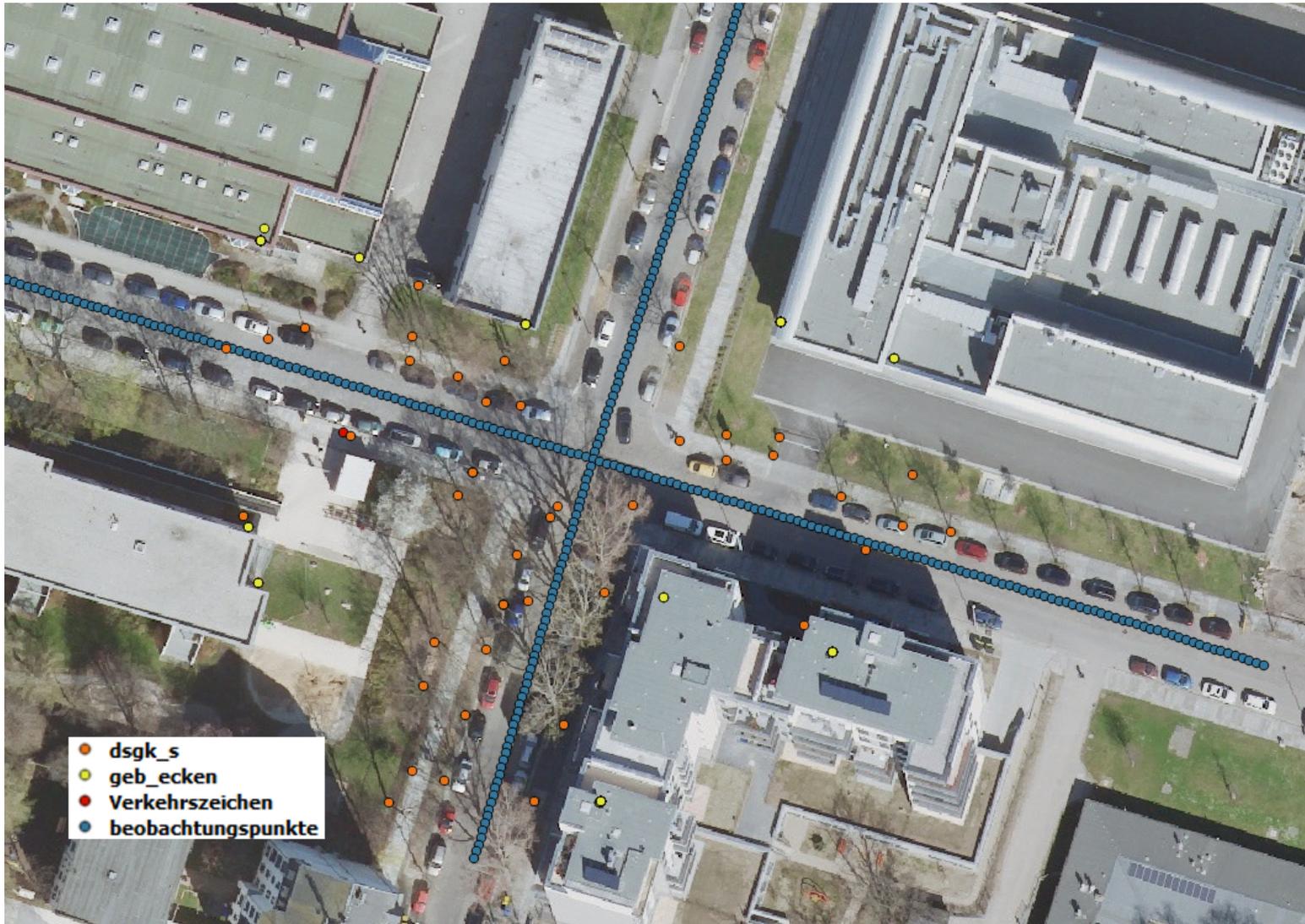
- Multi Target



RMSE	t1	t2	t3	t4
<i>Partikelfilter [m]</i>	0,199	0,137	0,94	-
<i>GPS [m]</i>	0,11	0,051	0,041	-

- Partikelfilter zur Positionsbestimmung über Landmarken
- Kurze Einschwingphase des Filters
- Stabiles Verhalten für mindestens 3 Landmarken und angemessener Fahrdynamik
- Schwerpunkt auf Gebäudekanten
- Hochgenaue Karten
 - Kooperation mit der Stadt Dresden
 - Gebiet ca. 2 km²
 - Digitale Stadtgrundkarte (Genauigkeit 3 cm)
 - Erweitertes Straßenknotennetz (Genauigkeit 3 cm)
 - Verkehrsschilder, Signalanlagen, Schachtabdeckungen (Genauigkeit 3 cm)

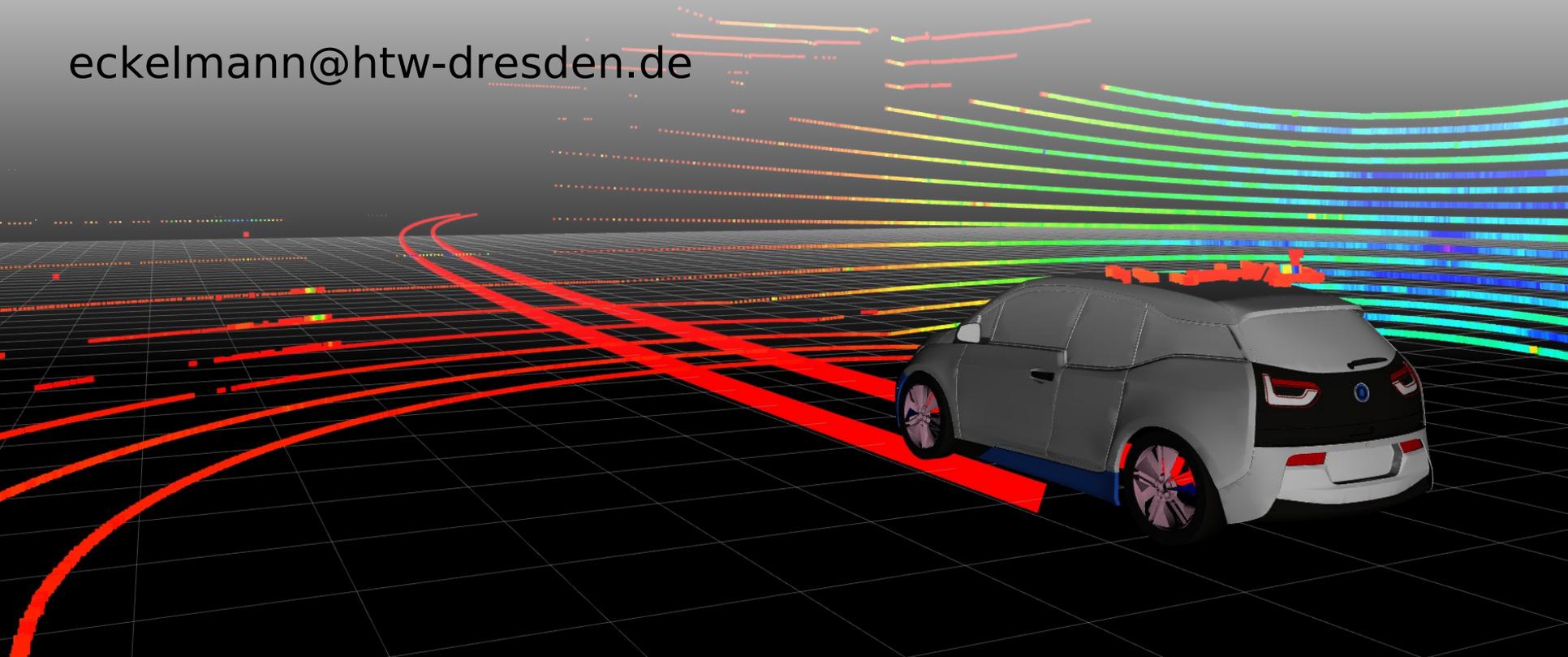




Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Sven Eckelmann

eckelmann@htw-dresden.de



- Literaturverweis
- Car2x:
<https://www.hardwareluxx.de/index.php/news/hardware/auto/40055-car2x-kommunikation-audi-spricht-mit-ampeln.html>
- Improving Lidar Data Evaluation for Object Detection and Tracking Using a Prior Knowledge and Sensorfusion David Wittmann, Frederic Chucholowski and Markus Lienkamp
Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik, Technische Universität München, Munich, Germany