



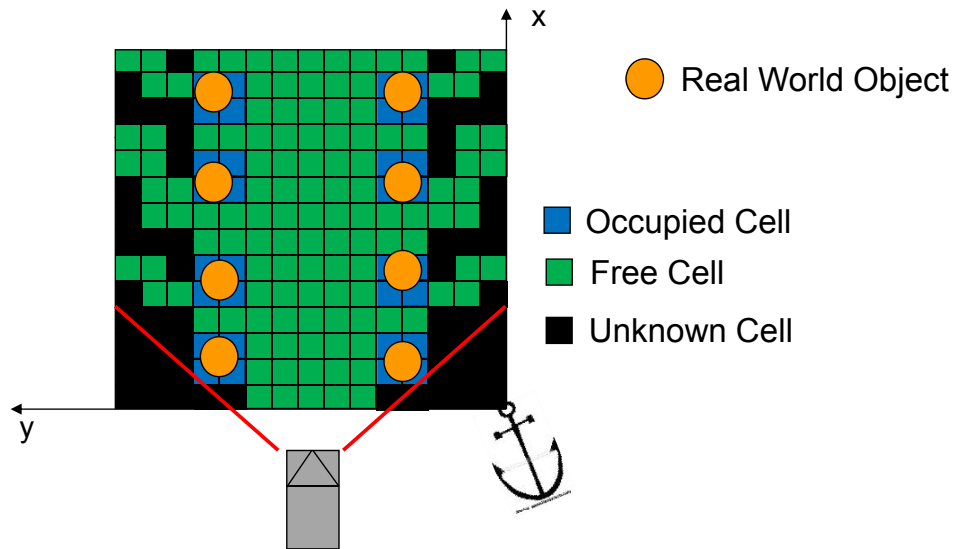
Genauigkeitsanalyse eines gridbasierten Verfahrens zur Umfeldbeschreibung

5. Tagung Fahrerassistenz

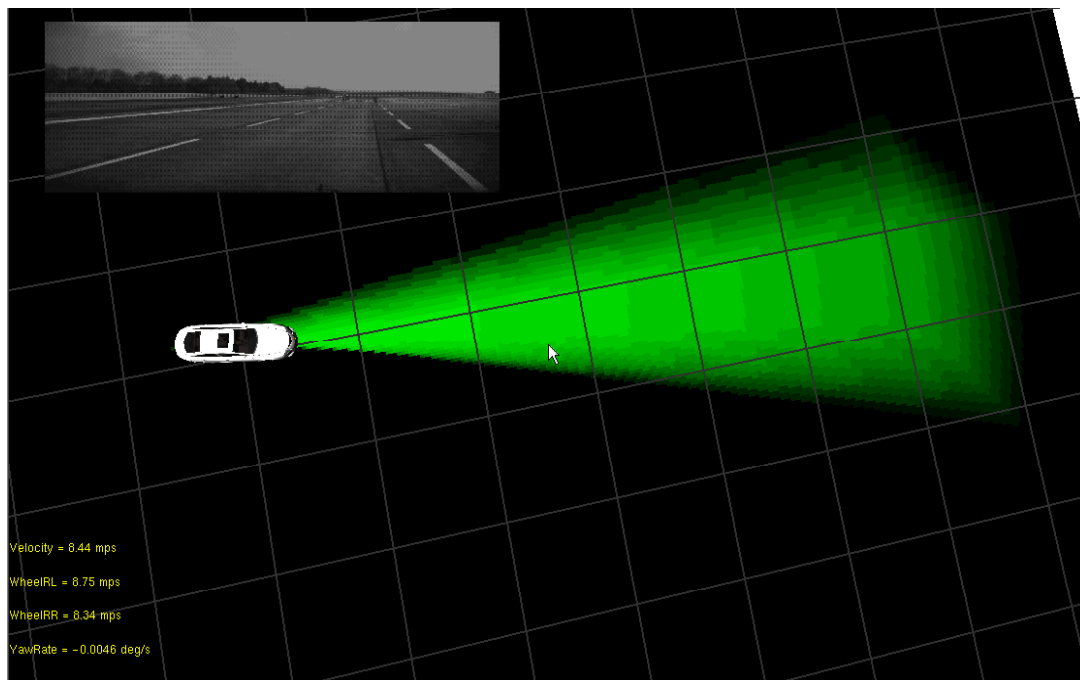
Überblick

- ▶ Einleitung
 - ▶ Occupancy Grid Mapping
 - ▶ Motivation Genauigkeitsanalyse
 - ▶ Entwicklung der Bewertungswerkzeuge
 - ▶ Erwartete Fehler
 - ▶ Übersicht Bewertungsverfahren
 - ▶ Implementierte Bewertungsverfahren
 - ▶ Ergebnisse Validierung
 - ▶ Genauigkeitsanalyse
 - ▶ Einfluss der Zellengröße
 - ▶ Einfluss der Odometrie
 - ▶ Optimierung des Radar-Mappers
-

Einleitung: Wie funktioniert eine gridbasierte Umfeldbeschreibung?



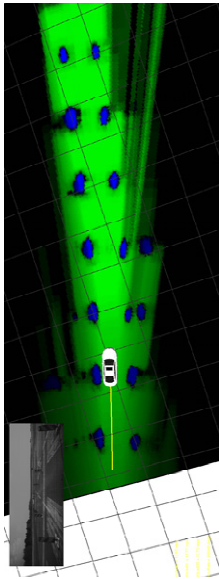
Einleitung: Praxis: Occupancy Grid zur Straßenrandschätzung



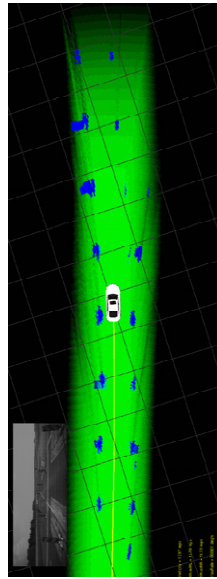
Einleitung: Welches Grid ist besser?

**Bisher: Subjektive Bewertung durch den Entwickler
-> Keine Rangordnung bezüglich Genauigkeit möglich**

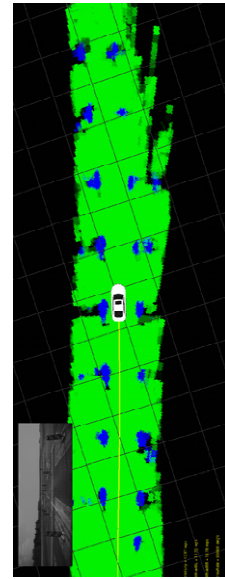
Variante 1



Variante 2



Variante 3



Überblick

▣ Einleitung

- ▣ Occupancy Grid Mapping
- ▣ Motivation Genauigkeitsanalyse

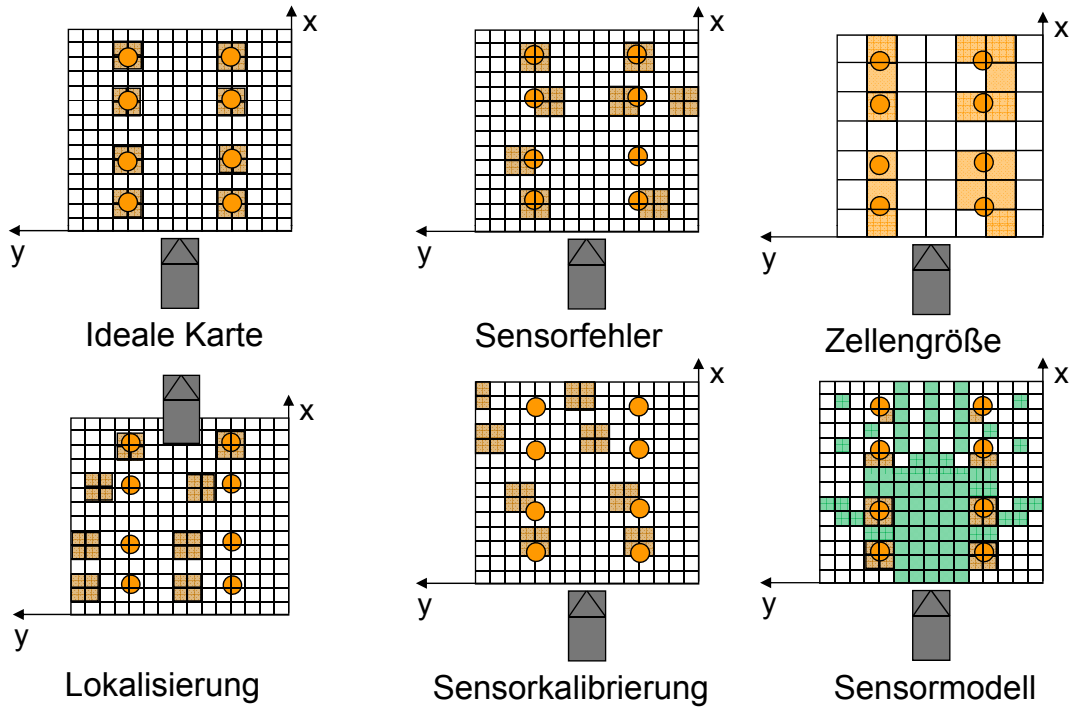
▣ Entwicklung der Bewertungswerkzeuge

- ▣ Erwartete Fehler
- ▣ Übersicht Bewertungsverfahren
- ▣ Implementierte Bewertungsverfahren
- ▣ Ergebnisse Validierung

▣ Genauigkeitsanalyse

- ▣ Einfluss der Zellengröße
- ▣ Einfluss der Odometrie
- ▣ Optimierung des Radar-Mappers

Bewertungswerkzeuge: Welche Fehler sind beim Occupancy Grid Mapping zu erwarten?



Bewertungswerkzeuge: Ziel: Werkzeuge zur Unterstützung des Entwicklers

Werkzeuge für die Bewertung

Subjektiv:

Referenz als Overlay

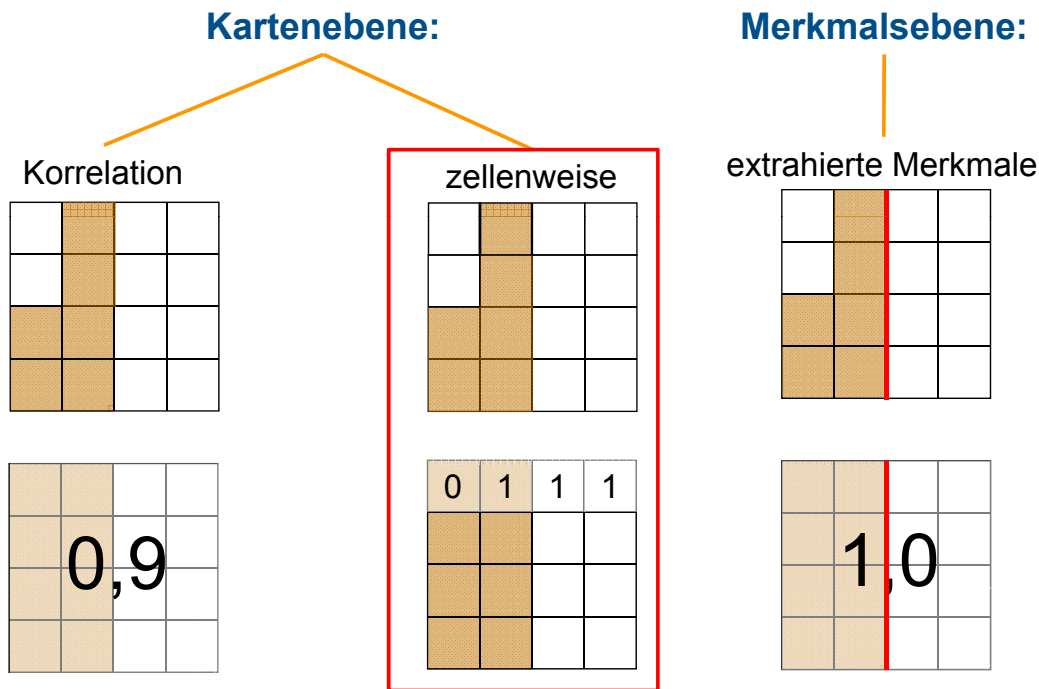
- ▶ Erkennen von Fehlern, die durch Kennzahlen nicht erfasst werden
- ▶ Erkennen von Ursachen für niedrige Bewertung durch Kennzahlen
- ▶ Schnelle qualitative Bewertung

Objektiv:

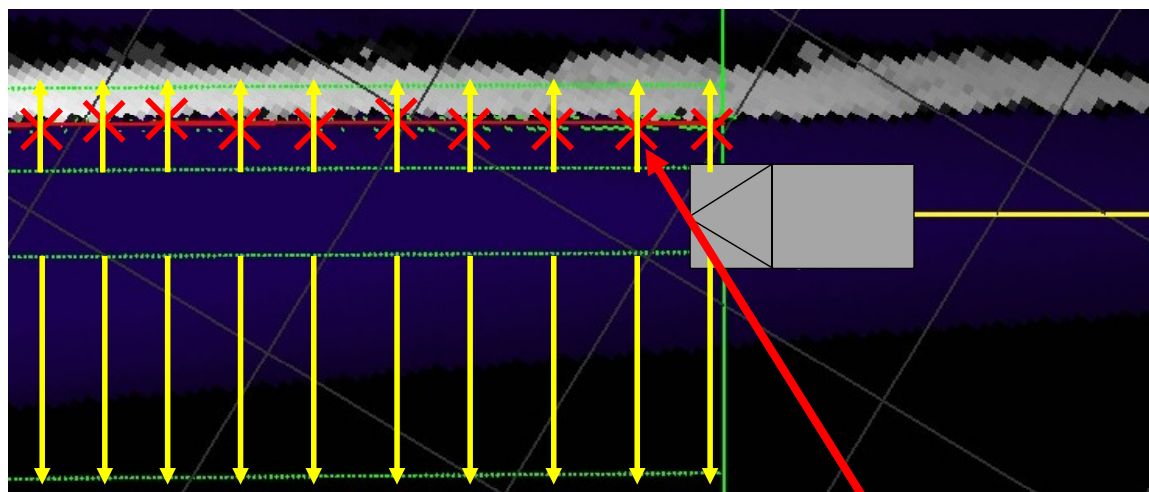
Berechnung von Kennzahlen

- ▶ Optimierung von Parametern (Zellengröße, ...)
- ▶ Vergleich von Algorithmen
- ▶ Erkennen von Verbesserungspotentialen
- ▶ Quantitative Bewertung

Bewertungswerkzeuge: Wie kann eine objektive Bewertung durchgeführt werden?



Bewertungswerkzeuge: Verwendetes Validierungsverfahren: Vergleich auf Merkmalsebene



✗ Extrahierte Measurement Points

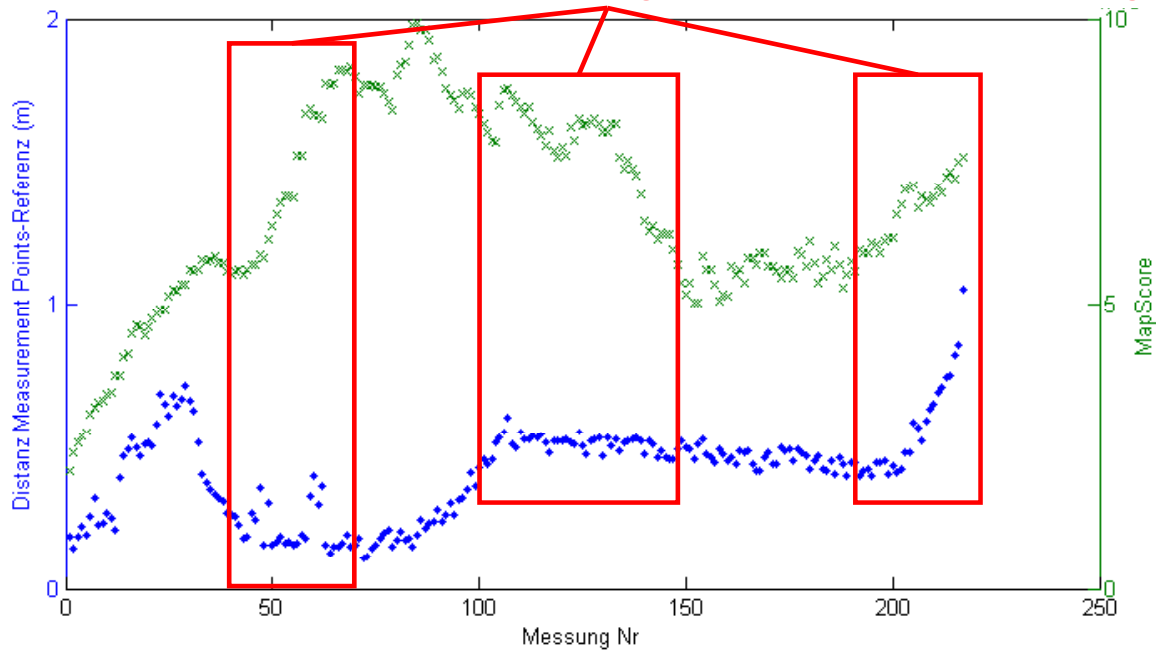


Kantensuche mit Gradientenfiltern

Suchfenster

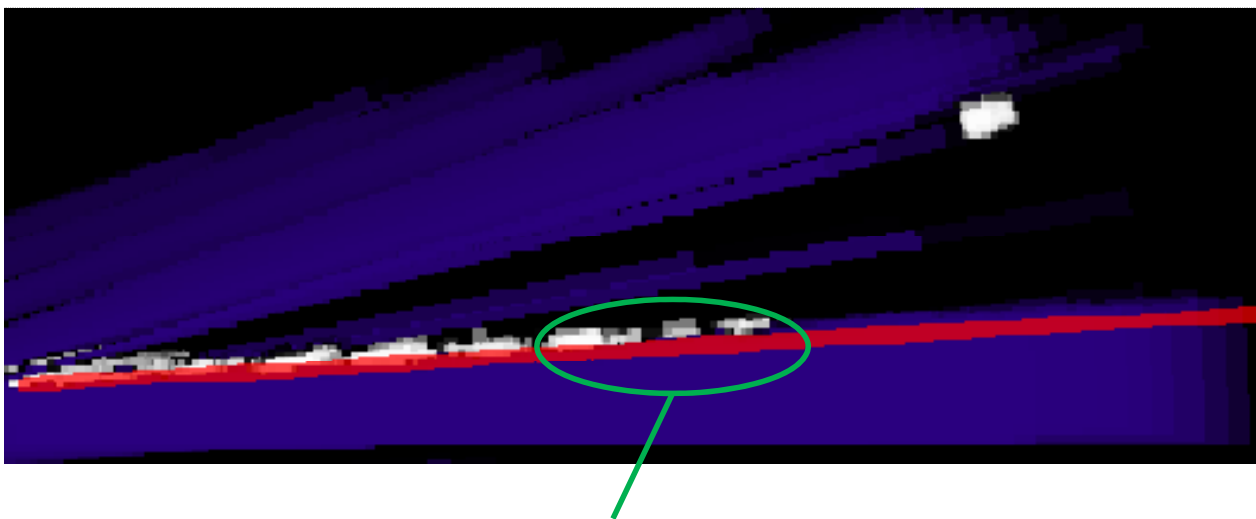
Bewertungswerkzeuge: Validierung des MapScore

Keine Korrelation MapScore – Genauigkeit der Straßenrandsschätzung






Bewertungswerkzeuge: Warum ist der MapScore nicht geeignet?

**Eine direkte Anwendung von Verfahren aus der Robotik
ist für Automotive-Anwendungen nicht möglich**



Offset führt zu niedriger Performance bei zellenweisem Vergleich

Bewertungswerkzeuge: Welche Messtechnik wird verwendet?

Prinzip	DGPS RTK / INS 	Laser Entfernungsmessung 	Referenz Lidar 
Vorhanden	ja	ja	ja
Genauigkeit	Position 0,02 m 95% CEP, Heading 0,1°	Max: +/- 0,005 m zwei Sigma Ab 100 m Anzeige in cm	Distanz: 0,10 m (ein Sigma), Winkel unbekannt
Vorteile	verifiziertes Messverfahren, nur vermessene Objekte werden gemappt	Hohe Genauigkeit	Keine Vermessung notwendig
Nachteile	Nur vermessene Objekte werden gemappt, Optimale Empfangsbedingungen notwendig	Hoher Aufwand für Vermessung, manuelles Erstellen der Karte notwendig	Updatefrequenz niedrig (3D), Schnittpunkte unbekannt (2D), hoher Aufwand für Einbinden in die Messtechnik

Überblick

▣ Einleitung

- ▣ Occupancy Grid Mapping
- ▣ Motivation Genauigkeitsanalyse

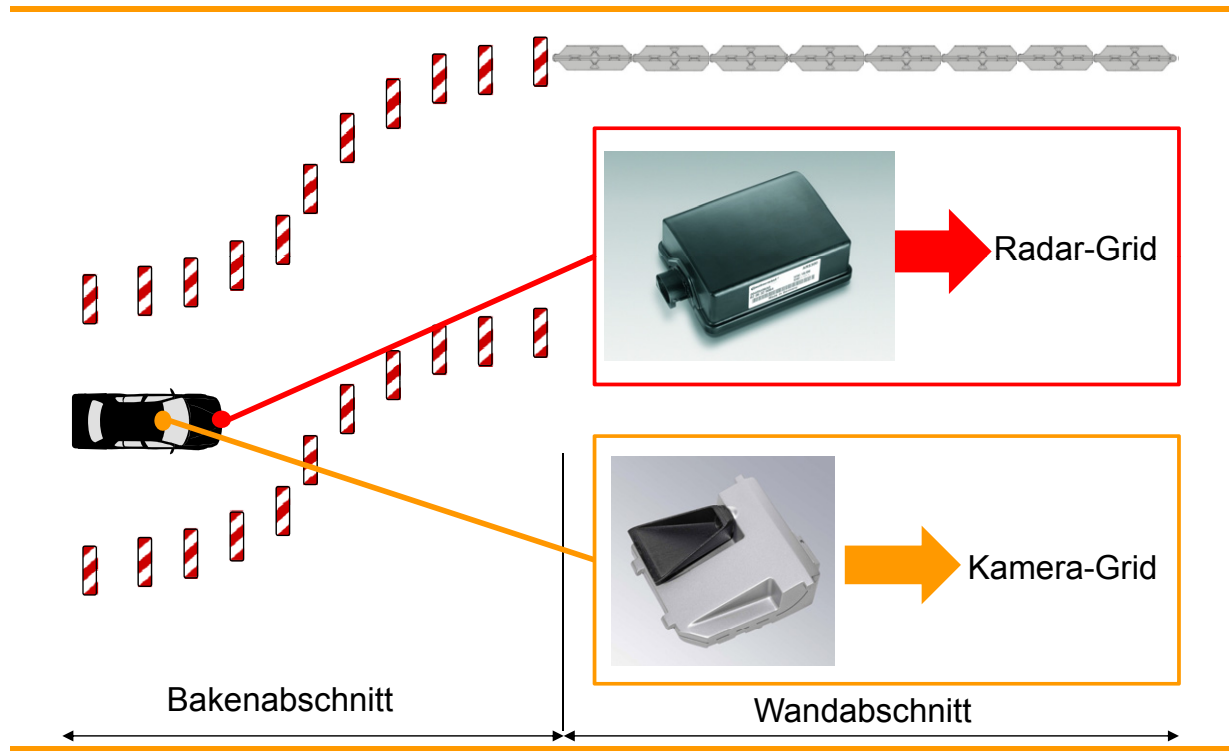
▣ Entwicklung der Bewertungswerkzeuge

- ▣ Erwartete Fehler
- ▣ Übersicht Bewertungsverfahren
- ▣ Implementierte Bewertungsverfahren
- ▣ Ergebnisse Validierung

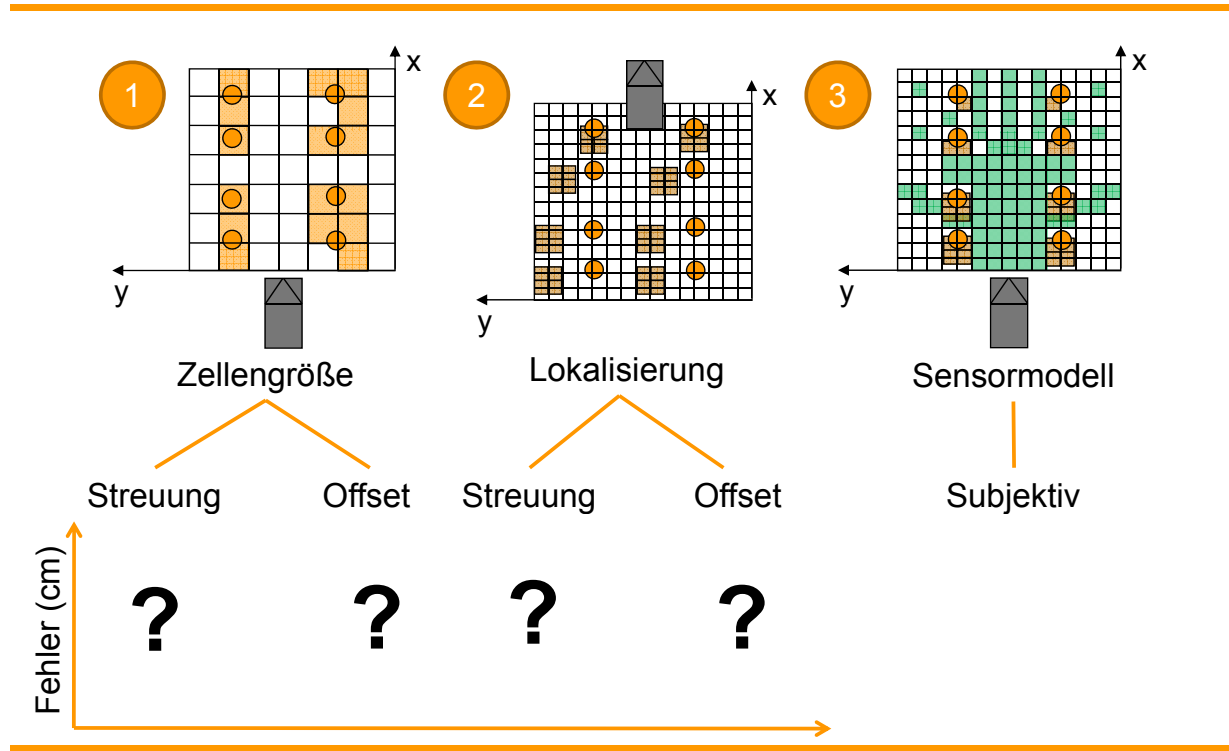
▣ Genauigkeitsanalyse

- ▣ Einfluss der Zellengröße
- ▣ Einfluss der Odometrie
- ▣ Optimierung des Radar-Mappers

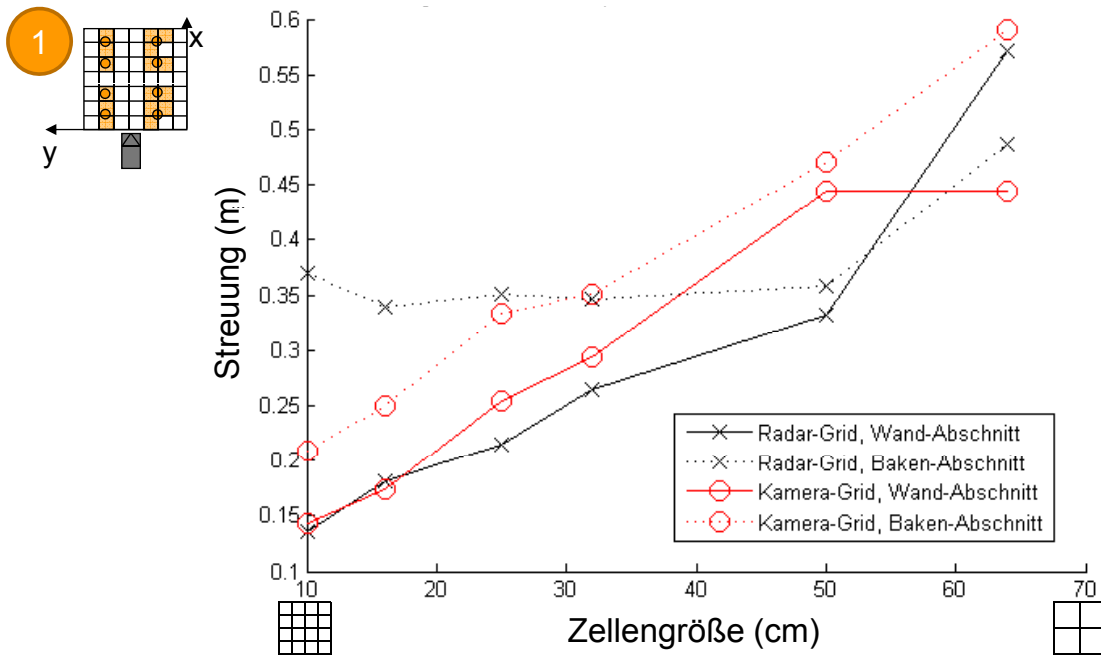
Genauigkeitsanalyse: Untersuchtes Szenario



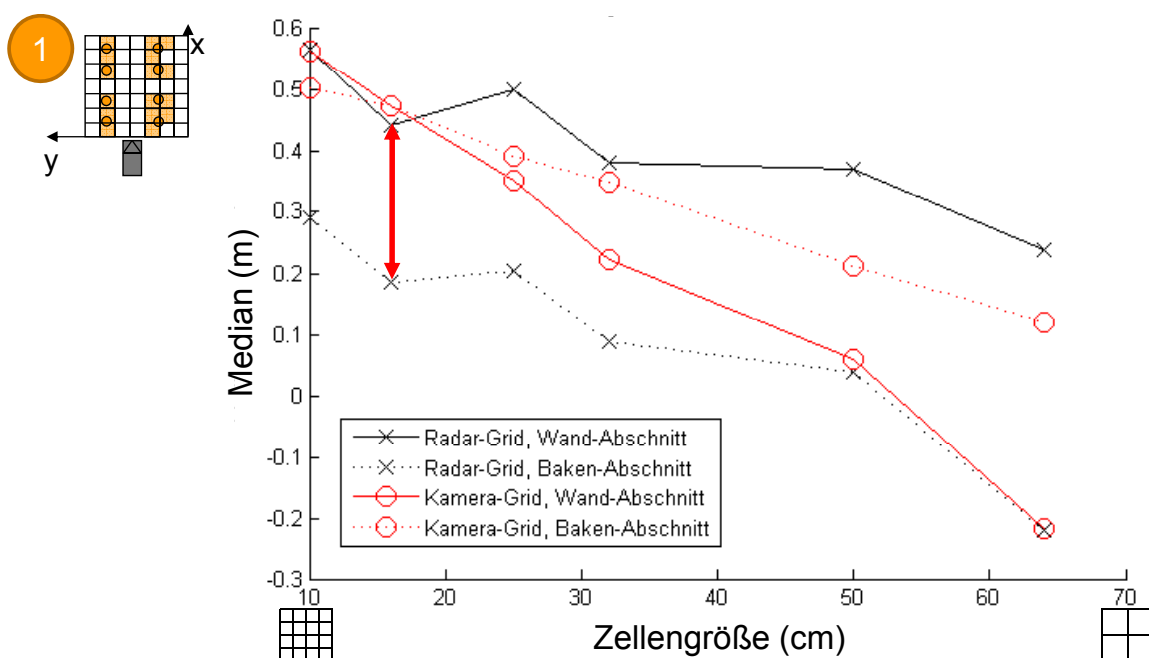
Genauigkeitsanalyse: Untersuchte Einflüsse



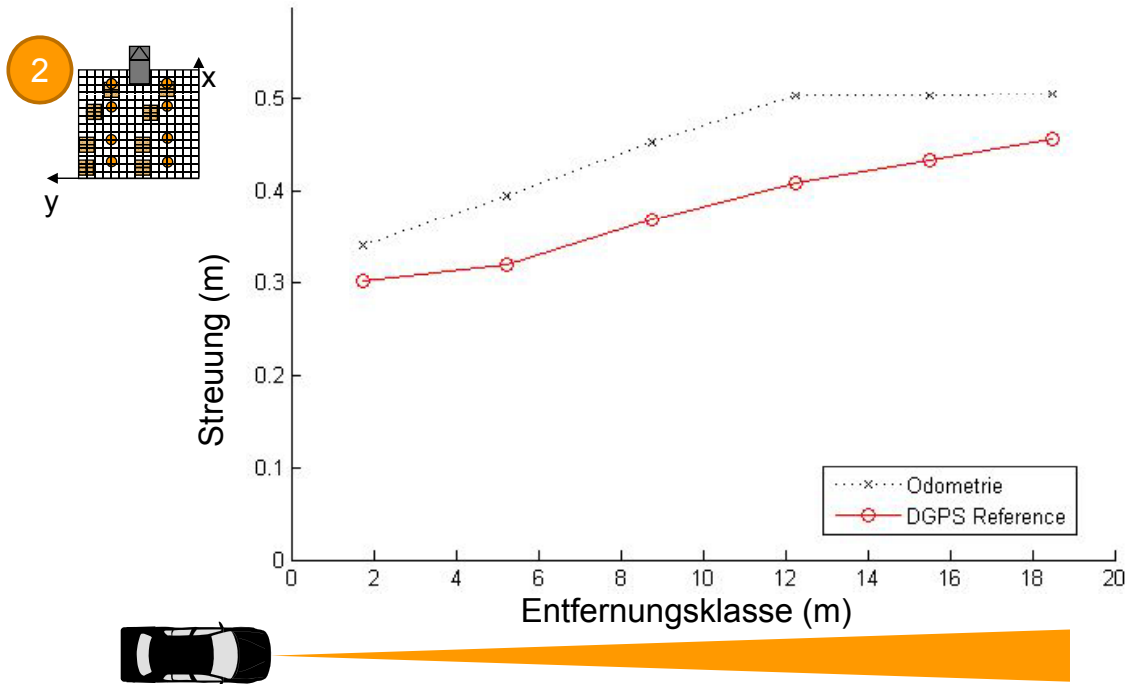
Genauigkeitsanalyse: Einfluss der Zellengröße auf die Streuung



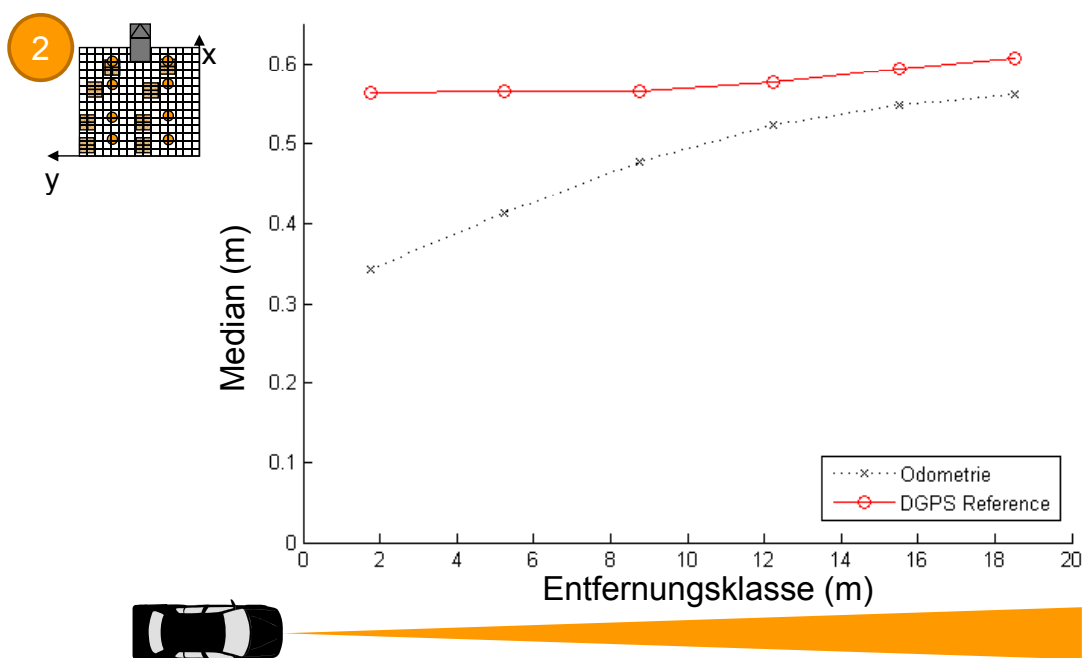
Genauigkeitsanalyse: Einfluss der Zellengröße auf den Offsetwert



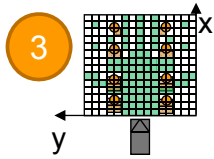
Genauigkeitsanalyse: Einfluss der Lokalisierung auf die Streuung



Genauigkeitsanalyse: Einfluss der Lokalisierung auf den Offsetwert

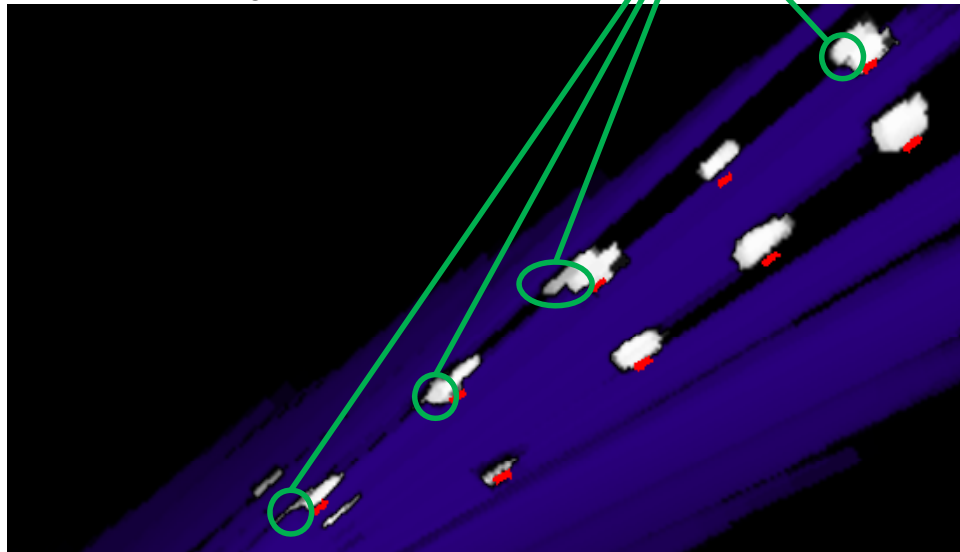


Optimierung Radar-Mapper: Subjektive Bewertung

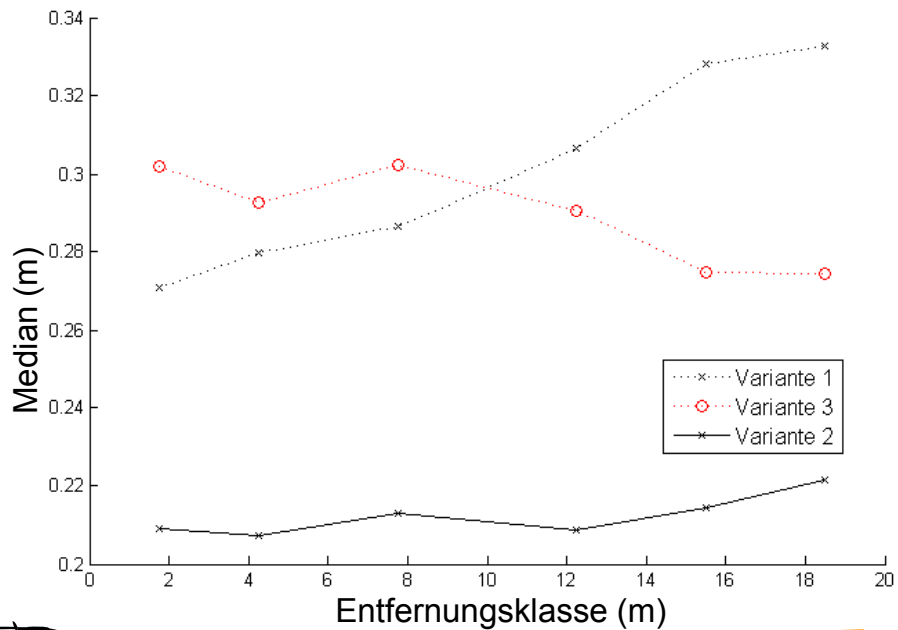
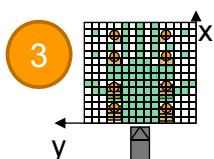


Kein Eintragen von Freiraum nach der 1. Detektion

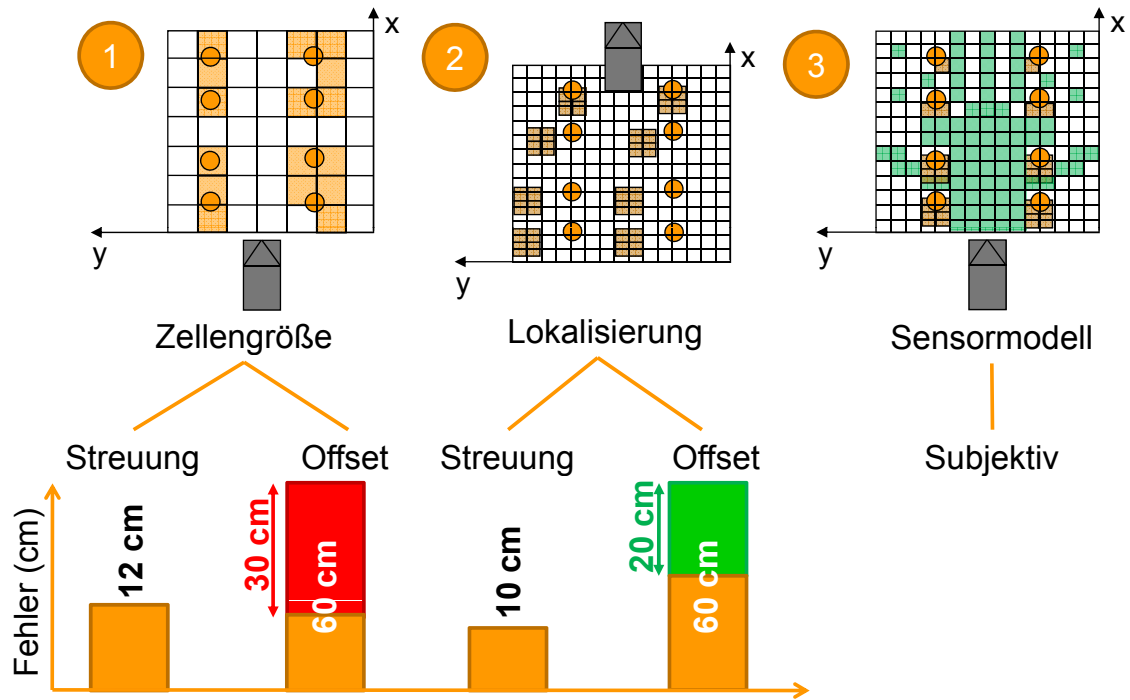
- ▶ Keine Korrektur von Fehldetektionen/Rauschen
- ▶ Erhöhte Streuung im Bakenabschnitt



Optimierung Radar-Mapper: Bewertung der Optimierung



Genauigkeitsanalyse: Bewertung der Einflüsse



Advanced Engineering, Continental Division Chassis & Safety

23 12-05-07 Ralph Grewe, © Continental AG



Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!
Fragen?



Advanced Engineering, Continental Division Chassis & Safety

24 12-05-07 Ralph Grewe, © Continental AG

