

# PALONA

*Passive Lokalisierung als robuste  
Ergänzung für eingeschränkten GNSS  
Empfang*

*OVN Webinar, 2020-12-03*

*Web-Conference*

*Speaker: Matthias Rüther  
<matthias.ruether@joanneum.at>*



# *Agenda*

---

2

- Motivation und Problemstellung
- Lösungsansatz
- Experimente
- Zusammenfassung und Ausblick

# Motivation und Problemstellung

- GNSS- basierte Lokalisierung ist Stand der Technik in globaler Positionsbestimmung
  - Weitestgehend verfügbar
  - Hohe Genauigkeit möglich
  - Kombination mit IMU System möglich → Überbrückung von Unterbrechungen, Erhöhung der Sampling-Rate



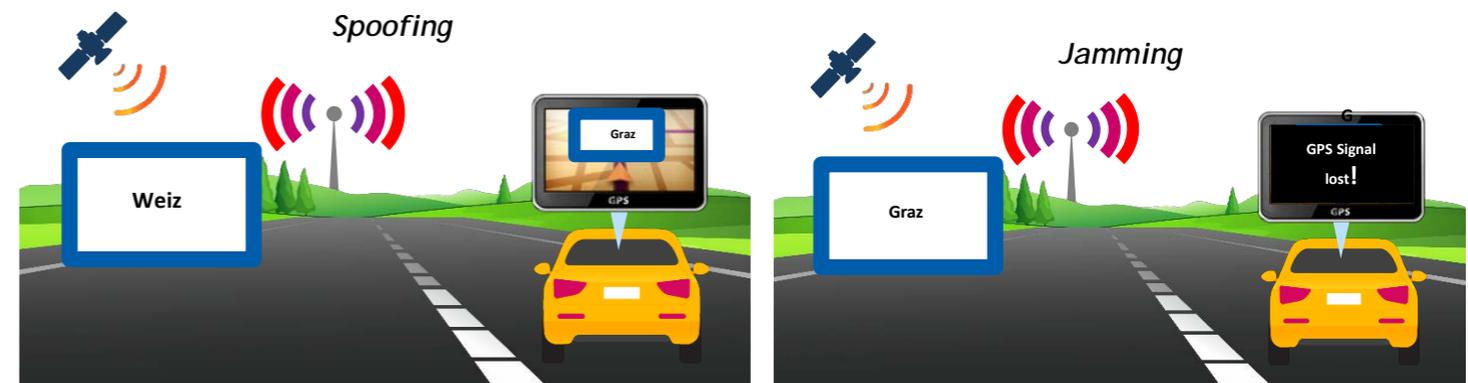
Source of Orthophoto: Basemap.at



Source: Google Earth

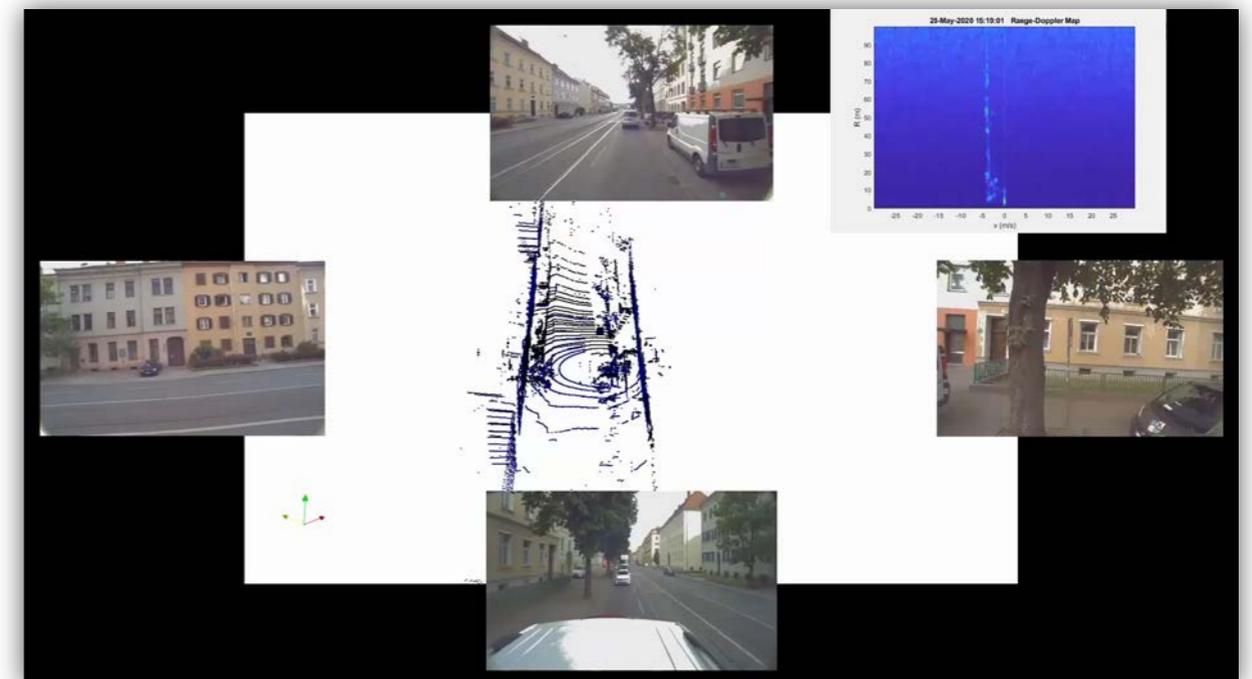
- Nachteile
  - Genauigkeit und Verfügbarkeit abhängig von Sichtlinie zu Satelliten → Varianz der Genauigkeit schwer steuerbar
  - Empfang schnell unterbrochen
  - Kann aktiv gestört werden
  - Kann aktiv verfälscht werden

- Fazit
  - Im Fahrzeug als Navigationshilfe genutzt
  - Als Grundlage für autonome Navigation riskant



# Motivation und Problemstellung

- Aktive Sensorik ist Stand der Technik bei automotiver Umfelderkennung
  - LiDAR genutzt für Hinderniserkennung
    - Auch Messung der Eigenbewegung
  - Radar genutzt für Erkennung dynamischer Objekte
    - Lokalisierung und Mapping Forschungsthema
- Nachteile
  - Robustheit: bewegliche und/oder aktive Komponenten
  - Kann detektiert werden
  - Kann sich gegenseitig stören
  - Kann andere Systeme beeinflussen
- Fazit
  - Hohes Potential im Straßenverkehr
  - Nicht anwendbar im militärischen Kontext



# Motivation und Problemstellung

- Fahrt im unbefestigten Gelände
  - Kaum Regeln (versus Straßenverkehr)
    - Befahrbarkeit bestimmt Route
  - Keine externe Infrastruktur
    - Markierungen, Schilder, Car2X
  - Starke Lageänderung des Fahrzeugs
    - Böschungen, Hügel, Gräben
  - Hohe Abschattungen möglich
    - Wald, Gebirge, Gräben
  - Physische Kollision mit Umgebung
    - Äste, Büsche
  - Starke Veränderung der Umgebung über die Zeit
    - Wetter, Jahreszeit
- Fazit
  - Bedarf an Navigationslösung ergänzend zu GNSS



## *Motivation und Problemstellung*

---

- Anwendungs-Szenario: autonomer Material-Transport in unbefestigtem Gelände
  - Zwei Teil-Aspekte
    - Fahrzeug findet automatisch von Startpunkt zu Zielpunkt
    - Fahrzeug folgt anderem Fahrzeug
  - Verzicht auf aktive Emission von Signalen
  - Verzicht auf Empfang von maschinell erzeugten Signalen
  - Verzicht auf Fahrzeug-Fahrzeug Kommunikation

# Motivation und Problemstellung

## ■ Das Projekt PALONA

■ FFG Projekt im Rahmen der FORTE Programms

■ Bedarfsträger

■ BMLV

■ Partner

■ JOANNEUM RESEARCH

■ Technische Universität Graz, Institut für Softwaretechnologie

■ AVL

■ IVECO



# Lösungsansatz

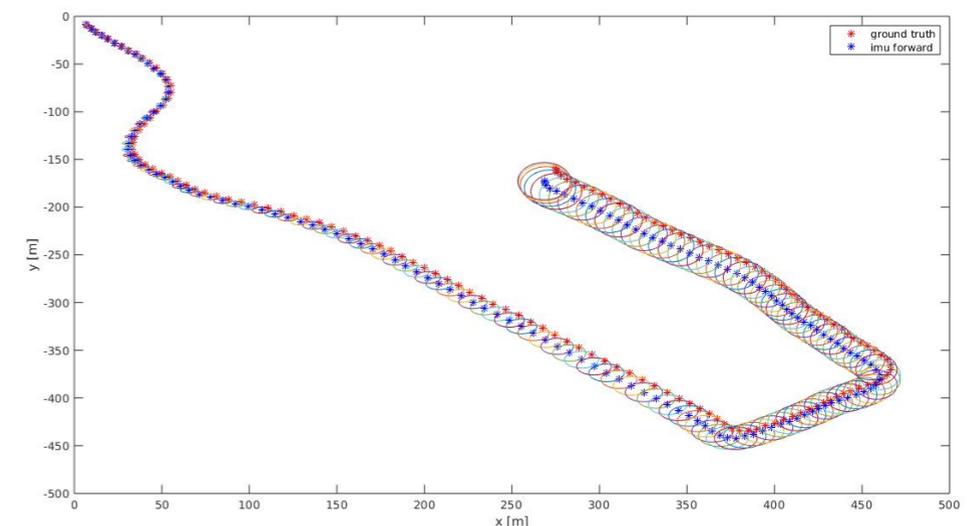
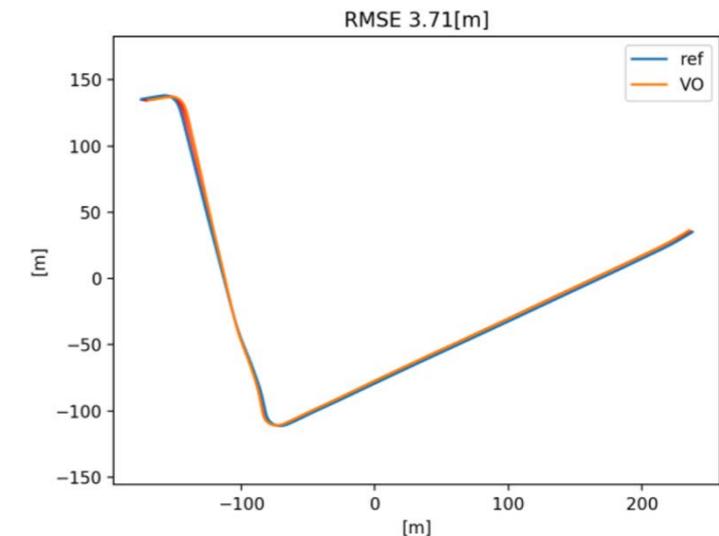
---

- Sensoren und ihre Eigenschaften
  - Kameras
    - passiv, im Automotive-Umfeld etabliert, ermöglicht flächige Umfeldwahrnehmung und Bewegungsschätzung, störbar durch Blendung und Witterung
  - IMU
    - passiv, im Automotive-Umfeld etabliert, ermöglicht Bewegungsschätzung, kaum störbar
  - Kompass, Magnetometer
    - passiv, wenig etabliert, da störanfällig durch magnetische Umgebung
  - Passiv-Radar
    - passiv, Forschungsthema, störbar durch elektromagnetische Quellen

# Lösungsansatz

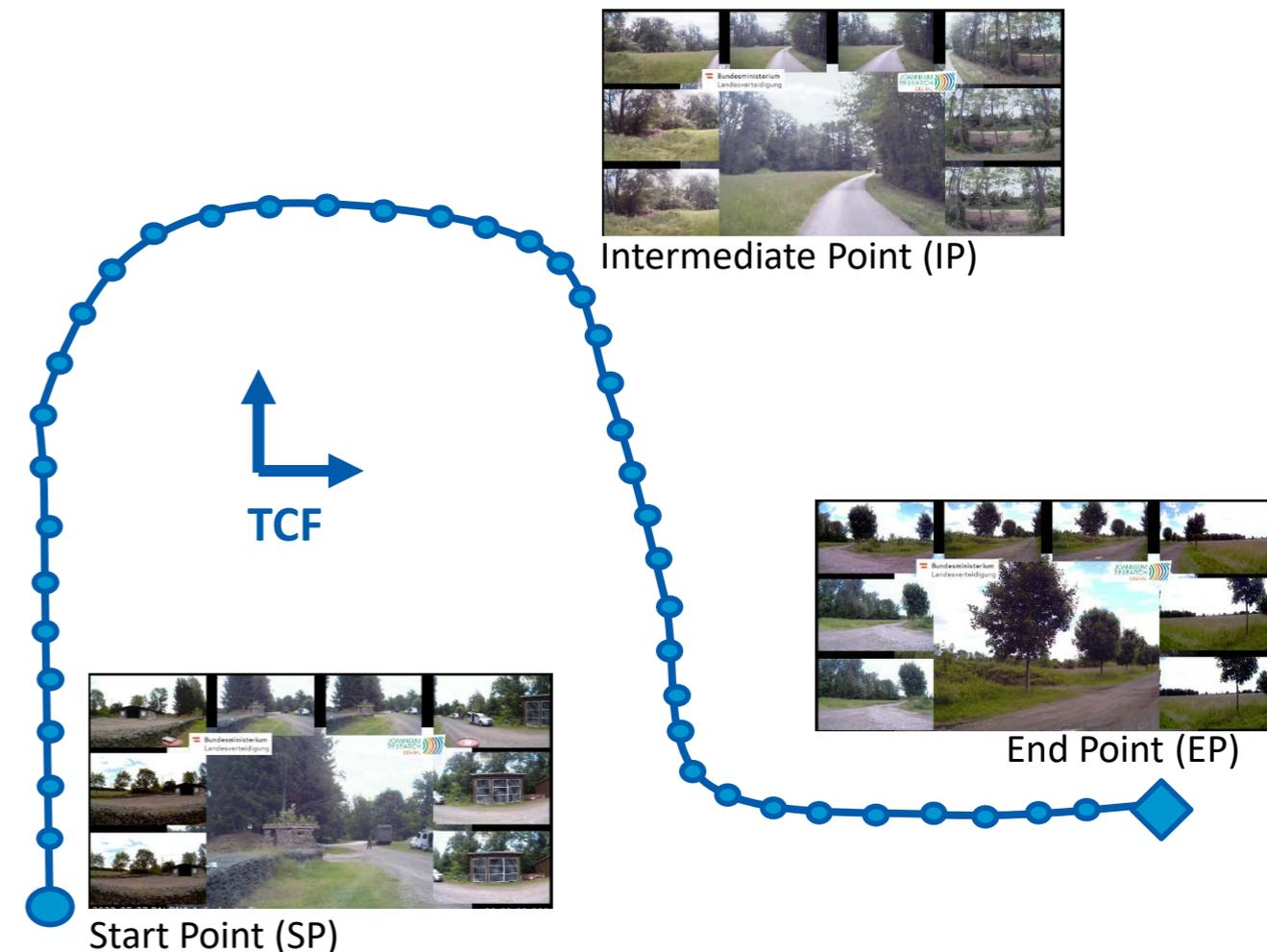
9

- Grundlegendes Problem: alle Sensoren sind Drift-behaftet
  - Entweder Fahrtstrecke liegt unter Schwellwert für erwartete Drift
  - Oder Ersatz für Absolut-Lokalisierung nötig
  
- Ansatz für Absolut-Lokalisierung
  - Lernfahrt: Kartierung der geforderten Wegstrecke mittels Kameras + IMU, inkl. soll-Trajektorie
    - Karte darf geometrisch inkorrekt sein
    - Karte muss „absolute“ Lokalisierung mittels Kameras ermöglichen
  - Folgefahrt: Regelkreis, welcher laufend die Fahrzeug-Abweichung von Soll-Trajektorie minimiert



# Lösungsansatz

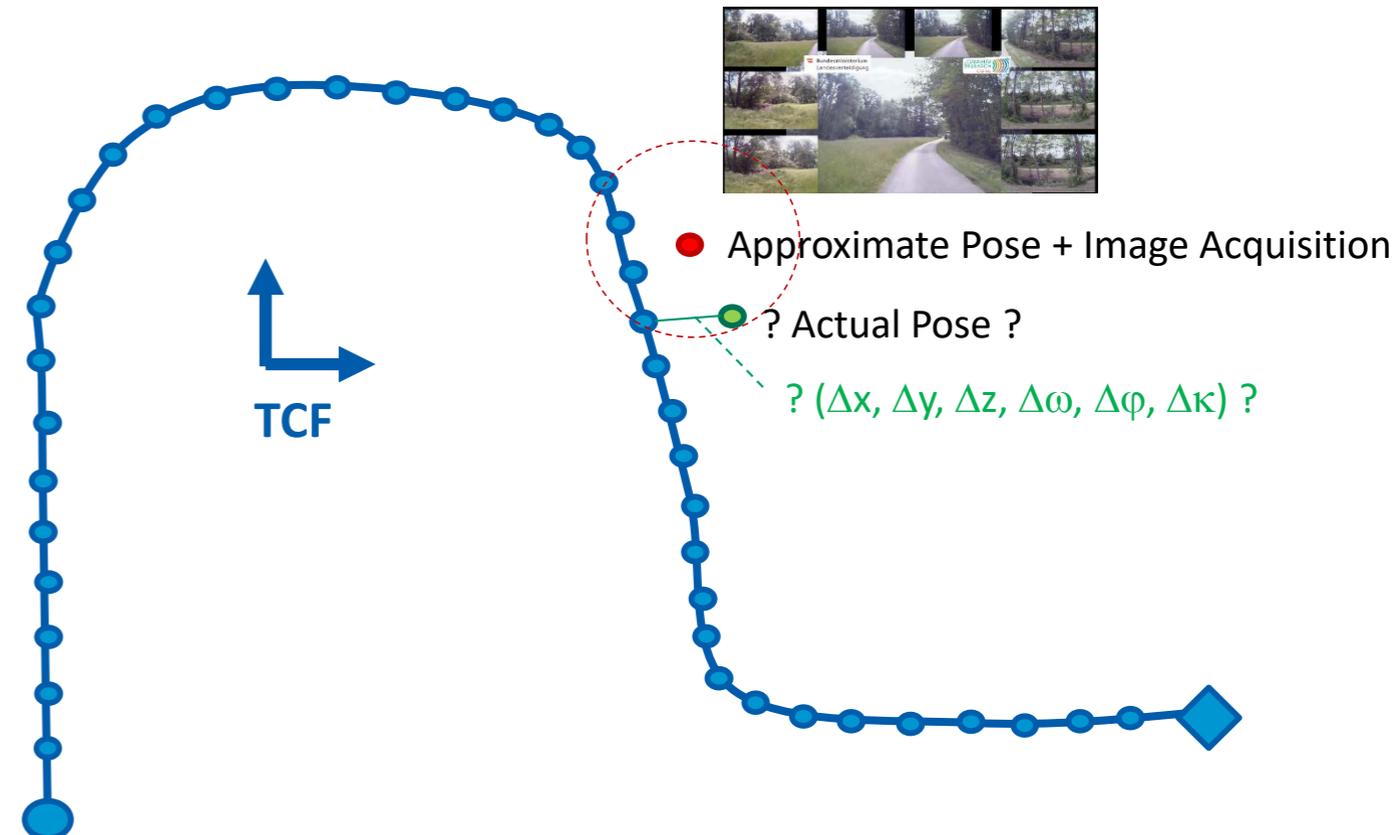
- Lernfahrt
  - Datenerfassung
    - Manuell betriebenes Fzg. fährt die Ziel-Trajektorie ab
    - Kamera- und IMU-Stream wird aufgezeichnet
    - Koordinaten bekannter Orte werden hinzugefügt
  - Datenaufbereitung
    - IMU-Prozessierung: Constrained Optimization der Trajektorie
      - Integration von optischer Structure from Motion
    - Erstellen eines „visuellen Vokabulars“ (Image Feature Set), referenziert relativ zur Trajektorie
    - == Karte



# Lösungsansatz

## ■ Bildbasierte Lokalisierung

- Schritt 1: Prädiktion
  - Vorhersage der vermuteten Position auf der Karte, mit Unsicherheit
- Schritt 2: Image Retrieval
  - Bestimmung des ähnlichsten visuellen Inhalts
- Schritt 3: Lagebestimmung
  - Bestimmung der exakten Relativposition relativ zur Karte
- Schritt 4: Extrapolation zur Kompensation der Berechnungszeit
  - Vorhersage der Lageänderung bis Jetztzeit, Ausgabe der Abweichung zur vorgegebenen Trajektorie



# Experimente

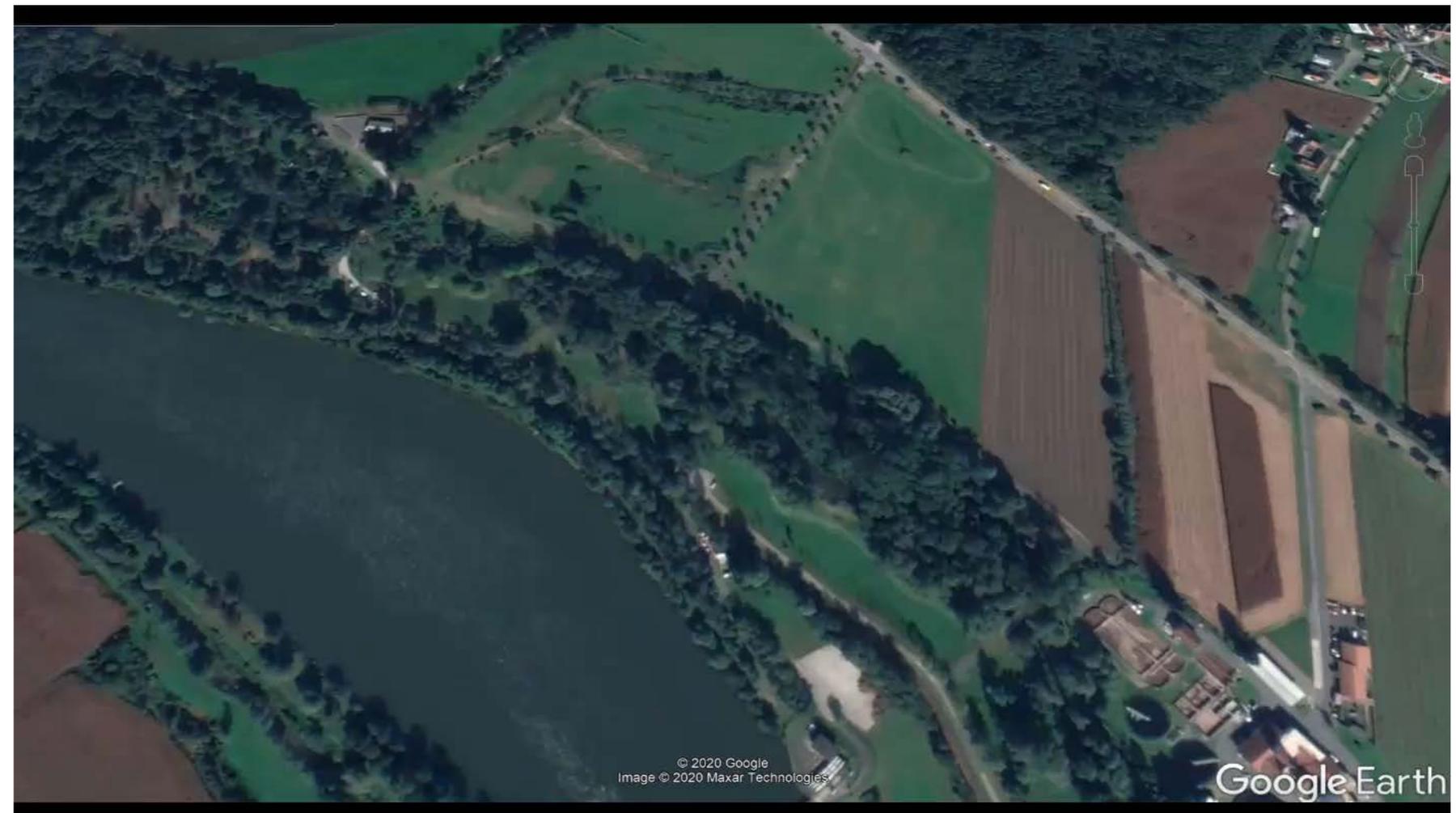
- System-Aufbau
  - LKW 3-Achsig
  - 6-Kamera System
  - Faseroptische IMU
  - GNSS als Ground-Truth



# Experimente

## Testregion

- Testgelände in der Steiermark.
- Offroad-Fahrten in unterschiedlichen Konfigurationen



# Experimente

## Testregion

- Testgelände in der Steiermark
- Offroad-Fahrten in unterschiedlichen Konfigurationen
- 500min Aufnahmen
- ~1M frames
- 13 Testruns



# Experimente

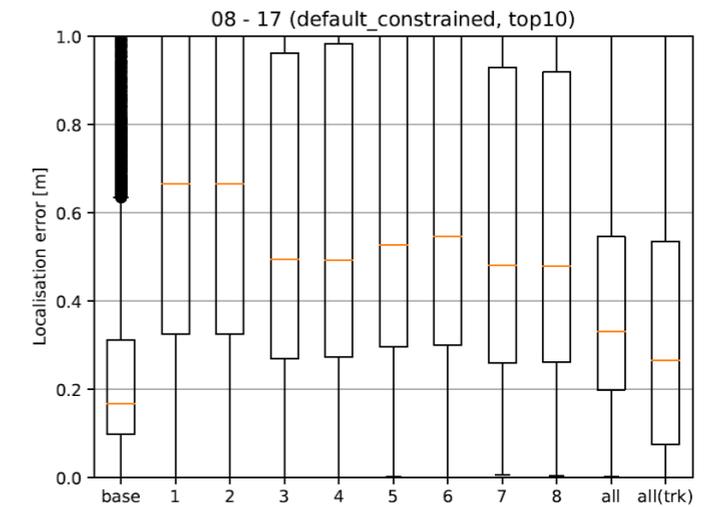
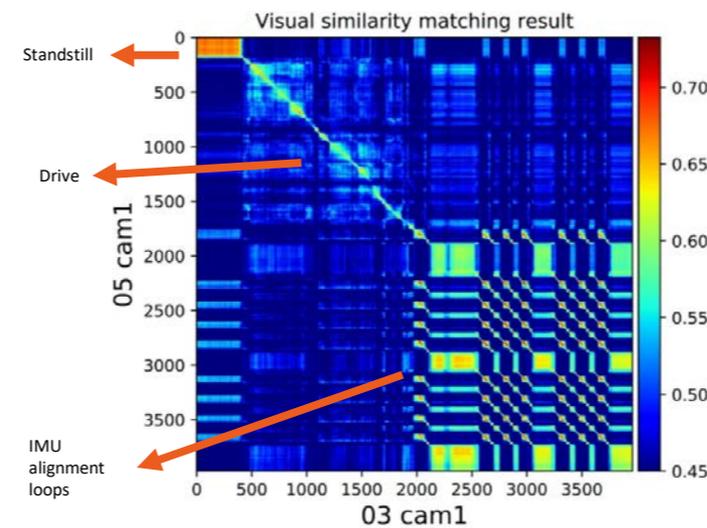
## Testregion

- Testgelände in der Steiermark
- Offroad-Fahrten in unterschiedlichen Konfigurationen
- 500min Aufnahmen
- ~1M frames
- 13 Testruns



# Experimente

## Image Retrieval

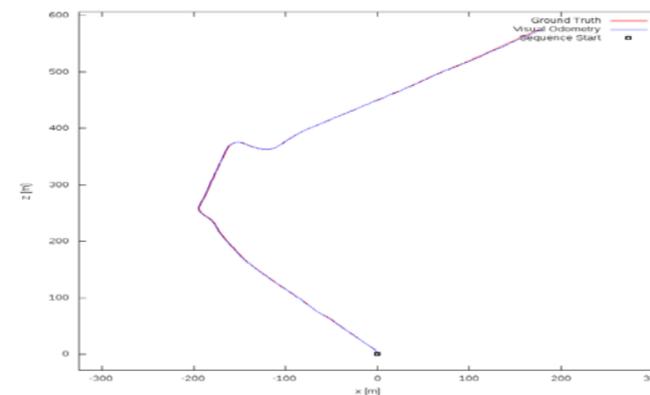


# Experimente

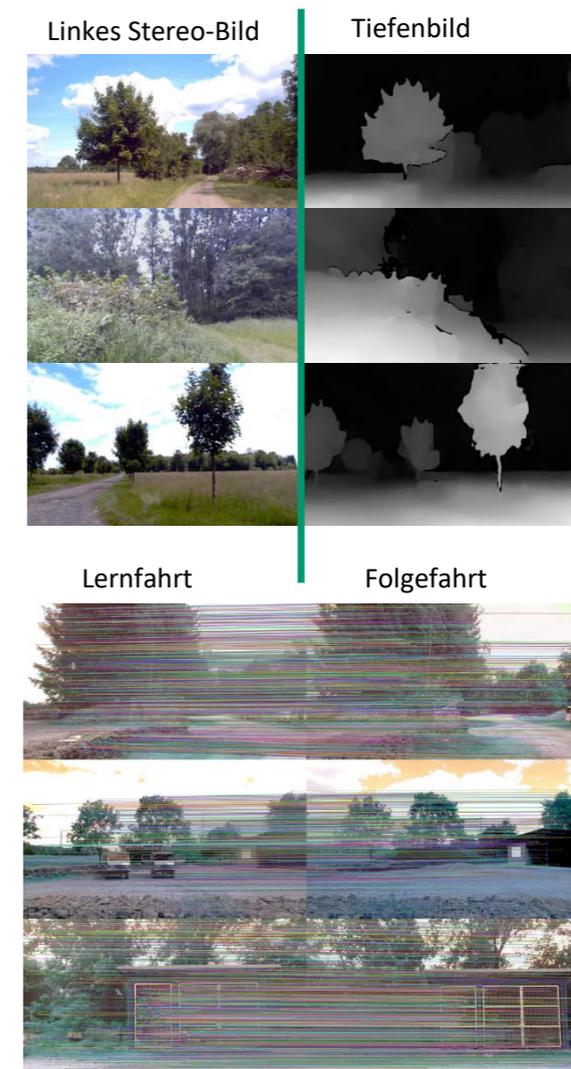
- Lageverfeinerung
- Ziel: Ermittlung der Position und Orientierung im Koordinatensystem der Lernfahrt

## Lernfahrt

- Globale Position und Orientierung des Fahrzeugs in Karte für Aufnahmen der Lernfahrt



- Zusätzlich lokale Geometrie in Form von Tiefenbilder
- Lokalisierung: Genauigkeit bei erster Evaluierung
  - Mittlerer Lokalisierungsfehler: 0.09m
  - Median Lokalisierungsfehler: 0.074m



## *Zusammenfassung und Ausblick*

---

- Rein passive Lokalisierung ist gangbare Alternative zu GNSS
- Vorteil: weitgehend Unabhängig von externen Einflüssen
- Erste Evaluierung zeigt gute Performance, auch bei zeitlichen Unterschieden zwischen Lern- und Folgefahrt
- Derzeit begrenzt in der Distanz und Witterungs- und Tageszeitabhängig (Nachttauglichkeit).
- Ausblick: Schritt zu Echtzeit-System, Einsatz erweiterter Kamerasysteme für Nachttauglichkeit

THE INNOVATION COMPANY



[www.joanneum.at/digital](http://www.joanneum.at/digital)