

B32: Hochpräzise Karten für vernetztes und automatisiertes Fahren

GI Week 2020
8.7.2020 10:00 – 10:45

Karl Rehrl, Salzburg Research

Roland Spielhofer, Austrian Institute of Technology

Thomas Piribauer, Prisma solutions

Koordinator



Assoziierte Partner



Partner

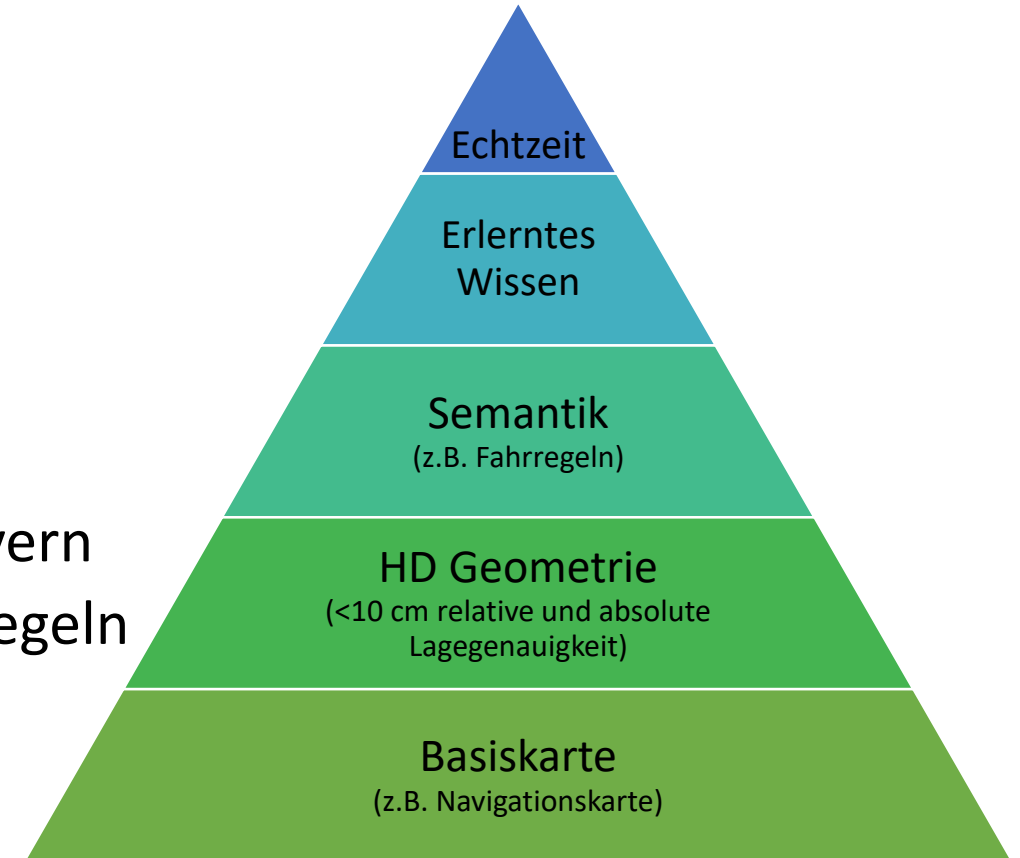


Fördergeber



Die Rolle der hochpräzisen Karten für autonomes Fahren

- „Mit“ oder „ohne“ HD-Karte?
- Die HD-Karte als zusätzlicher Sensor
 - Unterstützung bei der Lokalisierung
 - Fahrstreifengenaue Navigation
 - Vorausschauende Planung von Fahrmanövern
 - Standardisierte Kommunikation von Fahrregeln
- Die 5 Ebenen einer HD-Karte nach Lyft Level 5



Quelle: übernommen und angepasst von Lyft Level 5

<https://medium.com/lyftlevel5/https-medium-com-lyftlevel5-rethinking-maps-for-self-driving-a147c24758d6>

Von der SD-Karte zur HD-Karte

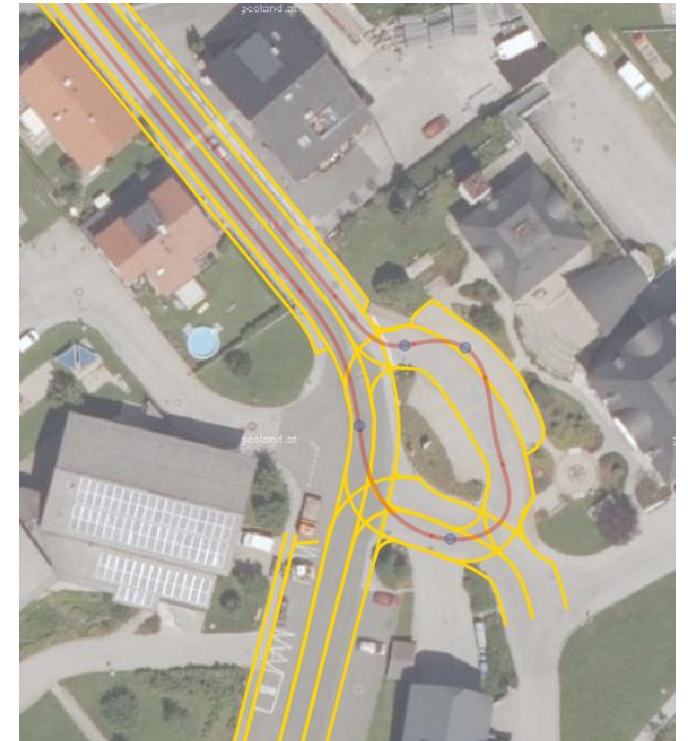
SD-Karte (z.B. GIP) 



Hochpräzise Fahrspur 



Hochpräzise Karte 



Prozess für die Erstellung von HD-Karten in Digibus® Austria



AIT
AUSTRIAN INSTITUTE
OF TECHNOLOGY
Roland Spielhofer

PRISMA
solutions
Thomas Piribauer

- Was wir schon immer (> 20 Jahre) getan haben....
 - Straßenzustandserfassung
 - Griffigkeit, Ebenheit, Oberflächenschäden
 - auf Netzebene
 - auf Projektebene
 - in der Forschung
 - Inventarisierung des Straßenraumes
 - Verkehrszeichen
 - Bodenmarkierungen
 - Rückhaltesysteme
- Was neu ist ...
 - HD Map (Geometrien, Objekte)



- Zwei Testgebiete – Teesdorf und Koppl

Verkehrsübungsplatz, homogen in Qualität
und Ausstattung

Ortsgebiet und Freiland, sehr
heterogen was Zustand und
Ausstattung betrifft

- Geometrien, Fahrbahn, Fahrstreifen
- Fahrstreifenbegrenzungen & Fahrbahnränder (Bodenmarkierungen, Gehsteigkanten, Schutzwege)
- Objekte
 - Verkehrszeichen inkl. Inhalt
 - Straßenlaternen
 - weitere Objekte (Zäune, Hecken, Fassaden)



Hardware

Positionierung –
Applanix POS LV420

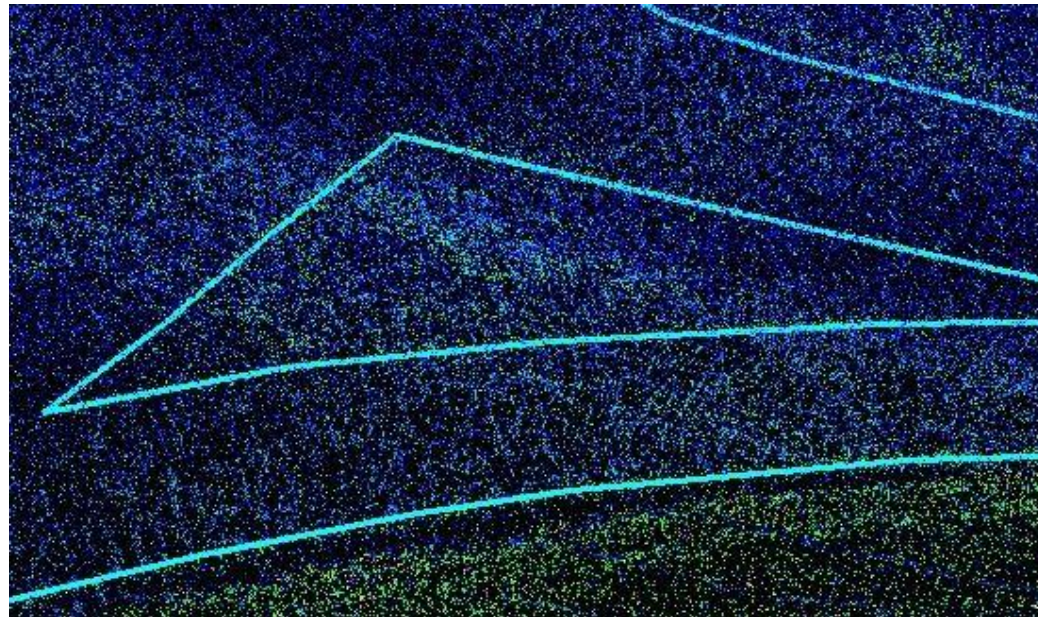
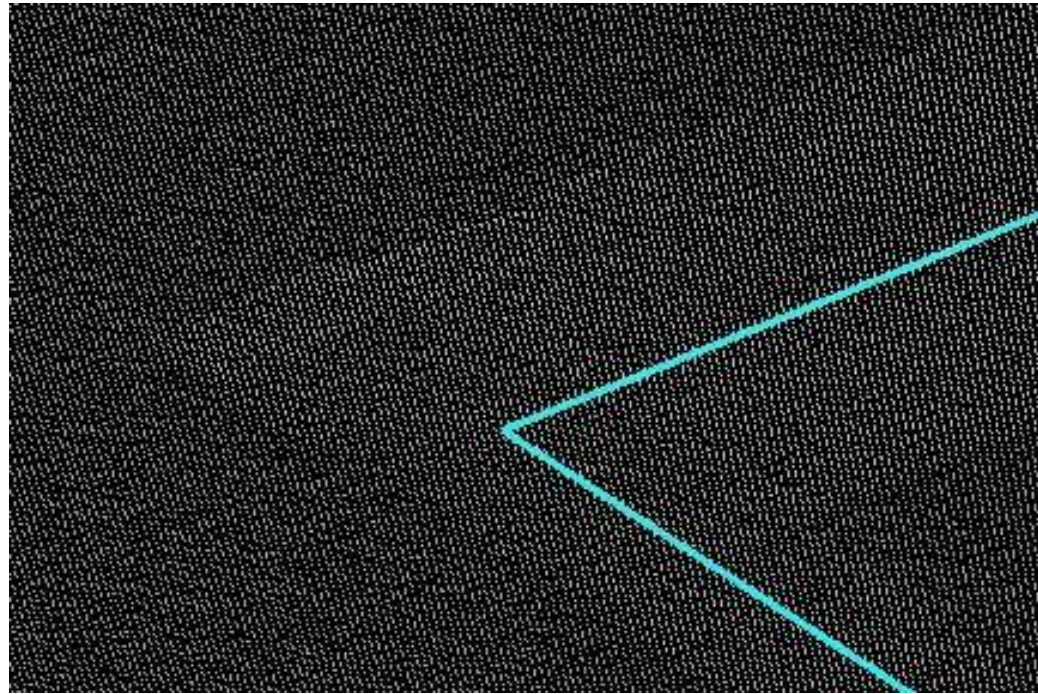
2x Laserscanner
Velodyne VLP-16

Stereo-Kamerasystem

Laserscanner
Fraunhofer PPS+



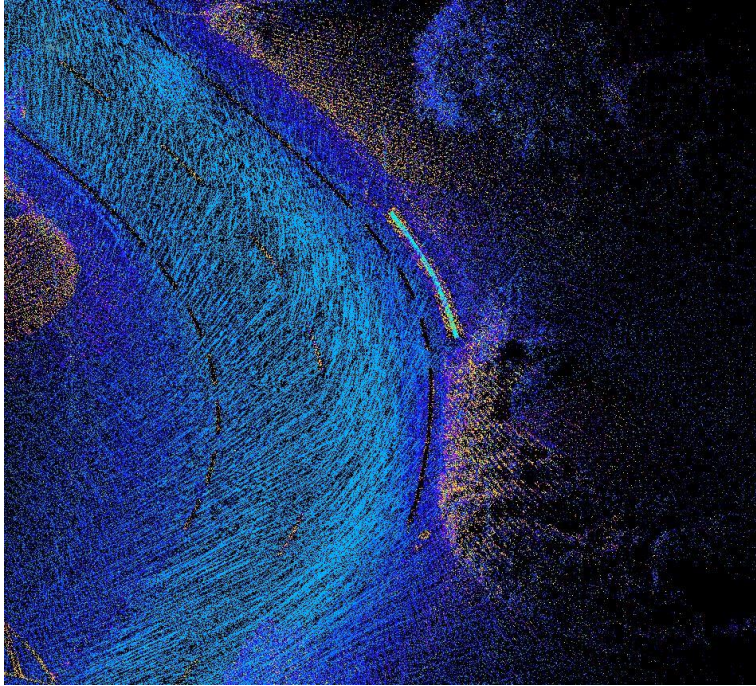
Hardware



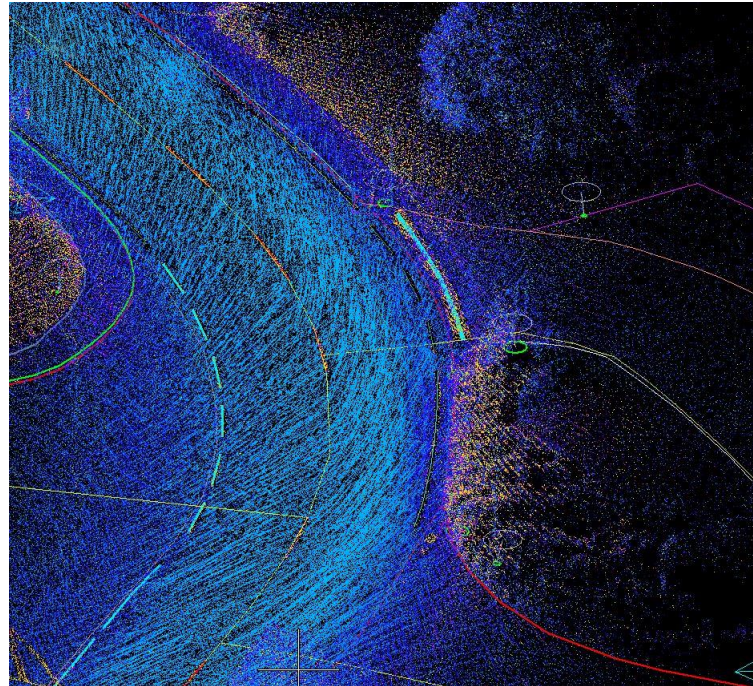
Digibus[®]
Austria



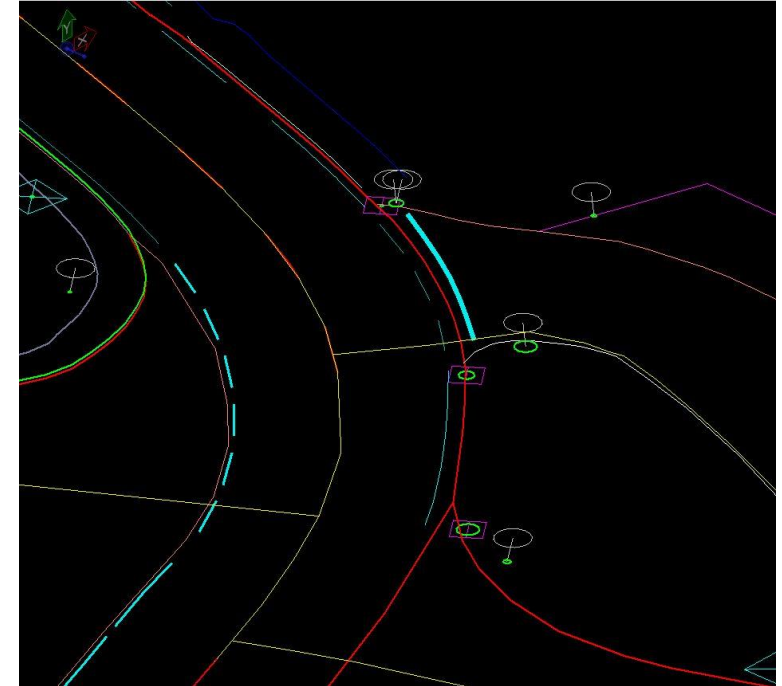
Extraktion Fahrumgebung



Punktwolke



Extraktion



Datenmodell



- Extraktion mit fertigen Tools mit Infrastrukturschwerpunkt
 - Orbit GT
 - TopoDOT
- Wie weit lässt sich die Extraktion automatisieren?
- Was muss manuell passieren?
- Welche Rolle spielt die Qualität der Punktwolke?
 - Genauigkeit
 - Punktdichte
- Export & Weiterverarbeitung



- Automatisierung für „röhrenförmige Objekte“ (Straßenlaternen, Verkehrszeichensteher) sehr hoch
 - „suche alle ... in gesamter Punktwolke“
- Bodenmarkierungen – stark von Ausführung und Qualität abhängig
 - Beginn & Richtung definieren, Auto-Verfolgung
- Gehsteigkanten - prinzipiell gut, solange die Kante gut definiert ist – Absenkungen bei Einfahrten
 - Beginn & Richtung – Templatebasiert, Extraktion von Ober- und Unterkante sowie Hinterkante
- Vertikale Flächen (Zäune, Hecken, Fassaden) ... work in progress



- Ergebnis der Extraktion hat „planlichen“ bzw. CAD-Charakter
- Definition ReferenceLine, Fahrstreifen, Zuordnung Verkehrszeichenbedeutung erfolgte manuell
- Export als XML-Format über vorher vereinbarte Bezeichner (Linework), punktförmige Objekte als CSV mit Geometrie und Attributen
- Verbleibende Projektzeit: Flächenextraktion, Semantische Klassifikation/KI-Ansätze



Erstellung der digitalen Karte

Motivation



Erstellung der digitalen Karte

Datenformate

- Extrahierte Features
 - xml bzw. csv
- OpenDRIVE[®]
 - Datenformat für die präzise Beschreibung von Straßennetzen
 - <http://opendrive.org> (bis Version V1.5)
 - <https://www.asam.net/standards/detail/opendrive/>
- Lanelet2
 - Open-Source map framework
 - <https://github.com/fzi-forschungszentrum-informatik/Lanelet2>



Erstellung der digitalen Karte

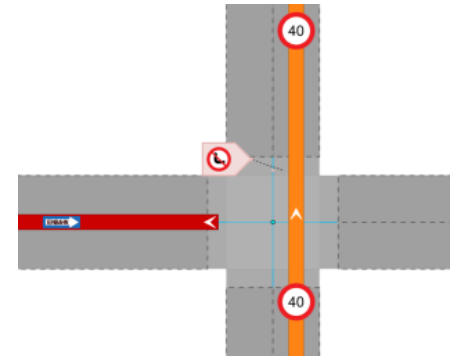
Statische Informationen

- Erzeugung eines topologisch korrekten fahrstreifenfeinen Netzes
 - Straßenabschnitte
 - Querschnittselemente (Fahrstreifen, Gehsteig etc.)
 - Kreuzungen
 - Abbiegerelationen
- Erzeugung von Infrastrukturelementen
 - Verkehrszeichen
 - Bodenmarkierungen
 - weitere Objekte (Laternen, Leitpflöcke, Zäune etc.)



Erstellung der digitalen Karte Verkehrsregeln

- Erzeugung von Erlaubnissen
 - Motorisierter Verkehr, Fußgänger etc.
- Erzeugung von verkehrlichen Maßnahmen
 - auf Basis von Verkehrszeichen und Bodenmarkierungen
 - Geschwindigkeitsbeschränkungen, Fahrverbote etc.
- Berechnung der verkehrlichen Wirkung
 - Auswertung der Information von Maßnahmen im Hinblick auf bestimmte Aspekte des Routings



Datenexport

Inhalte

Road Network
Geo-Reference
Road
Elevation Profile
Lateral Profile
Lanes
border/width
markings
speed restrictions
access restrictions
Junctions
connection roads
linkage

Objects
Signals
Verkehrsschilder
Objects
Anbringung
Schutzweg
Leitpflock
Straßenlaterne
Beton- bzw. Steinwände
Buswartehalle
Weitere einfache Objekte

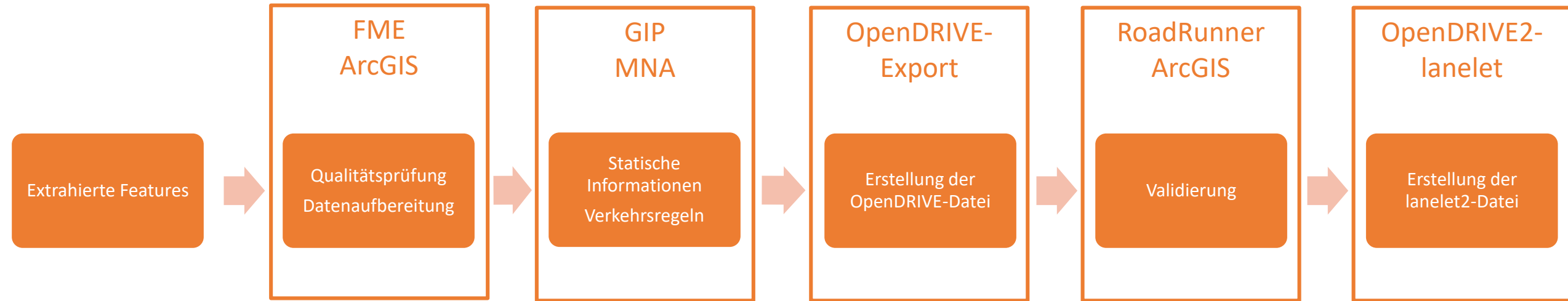
Erstellung der digitalen Karte

Eingesetzte Tools

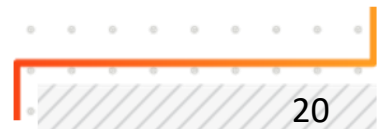
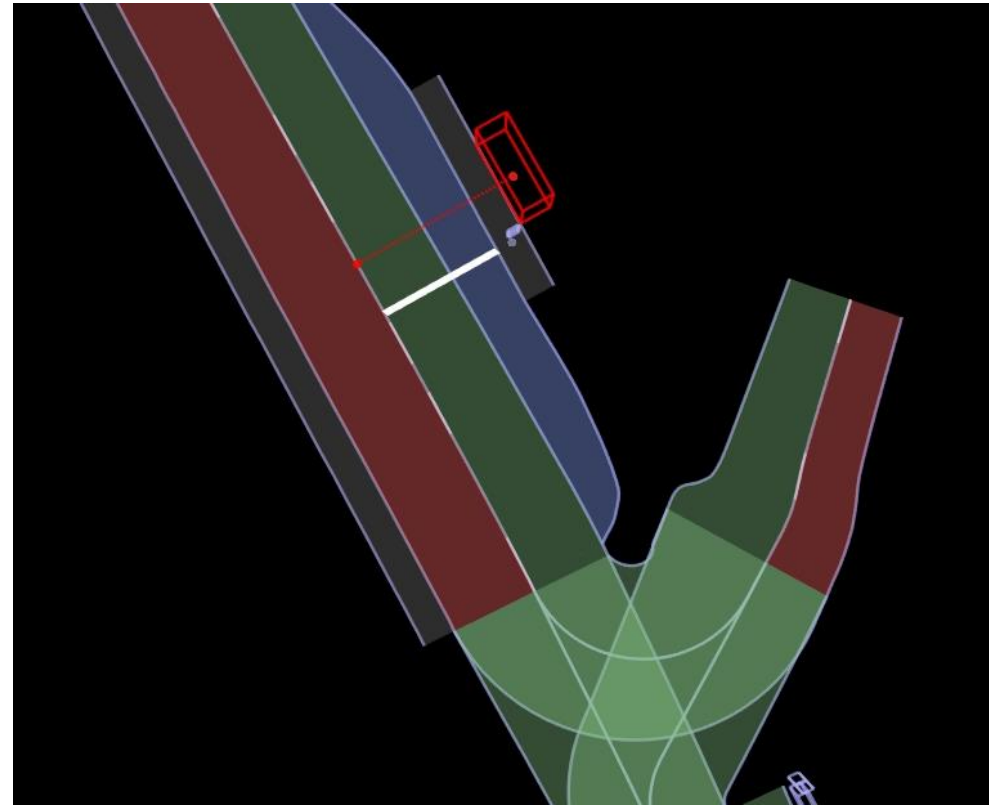
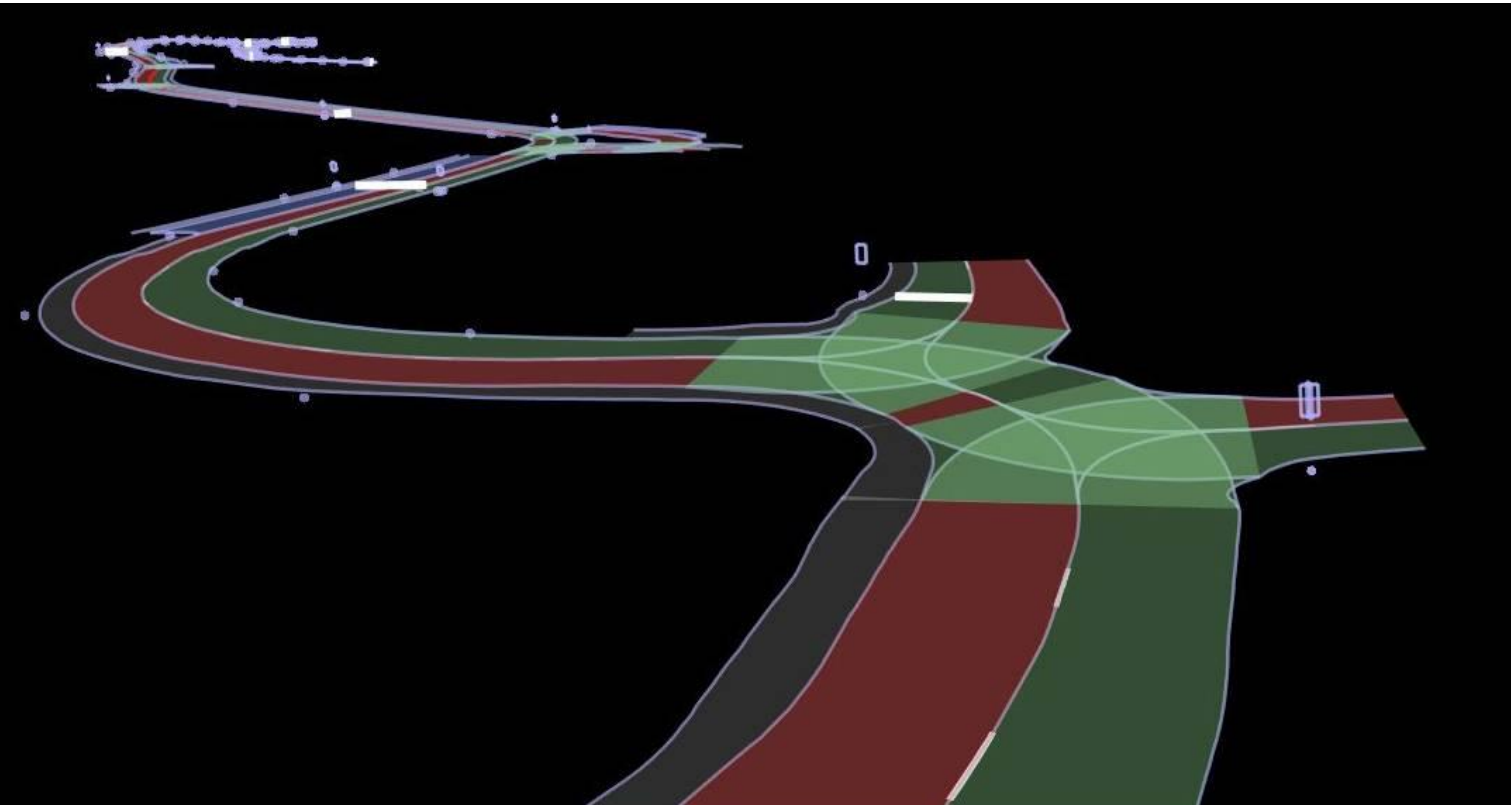
- FME – Feature Manipulation Engine und ESRI ArcGIS
 - Datenaufbereitung und Validierung
- GIP – Graphenintegrationsplattform (funktional erweitert)
 - Verwaltung der Netzdaten und zusätzlicher Infrastruktur-Objekte (z.B.: Leitpflöcke)
- Maßnahmenassistent (funktional erweitert)
 - Verwaltung verkehrlicher Maßnahmen, Verkehrszeichen und Bodenmarkierungen
- OpenDRIVE-Export
 - Exportfunktion eingebettet in eine funktional erweiterte GIP
- RoadRunner, ESRI ArcGIS, (OpenDRIVE Viewer)
 - Validierung des OpenDRIVE-Exports
- OpenDRIVE2lanelet
 - Konvertierung OpenDRIVE → lanelet2



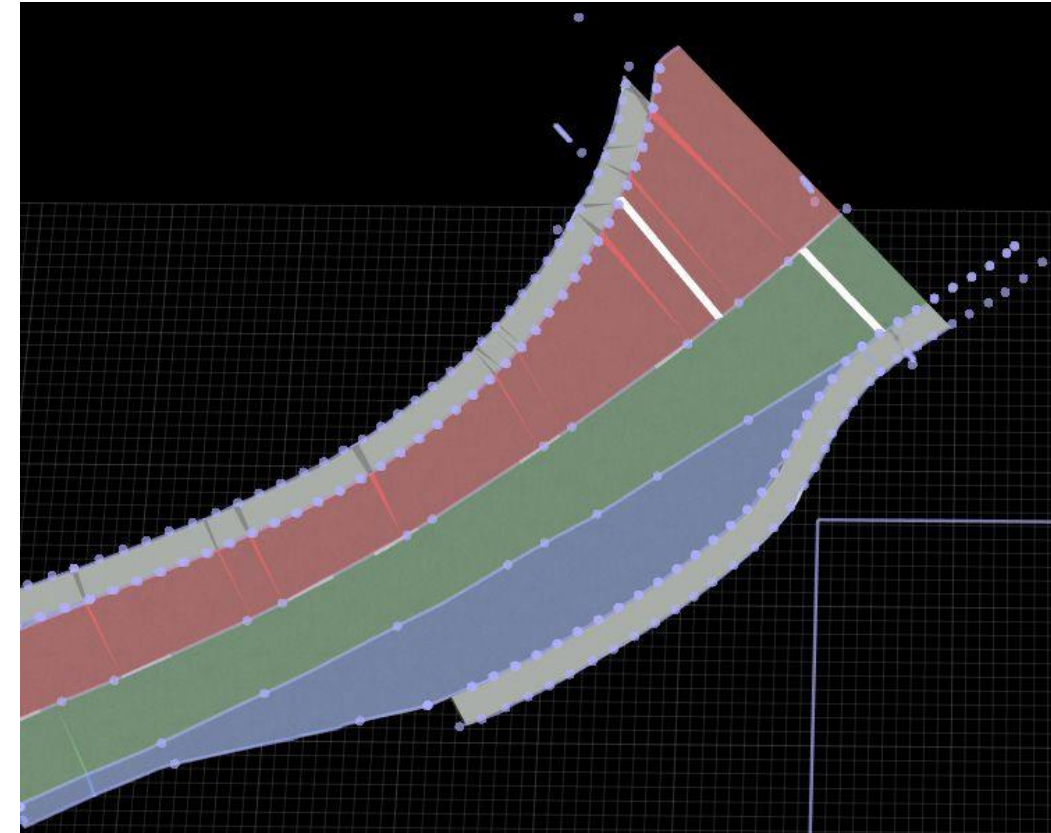
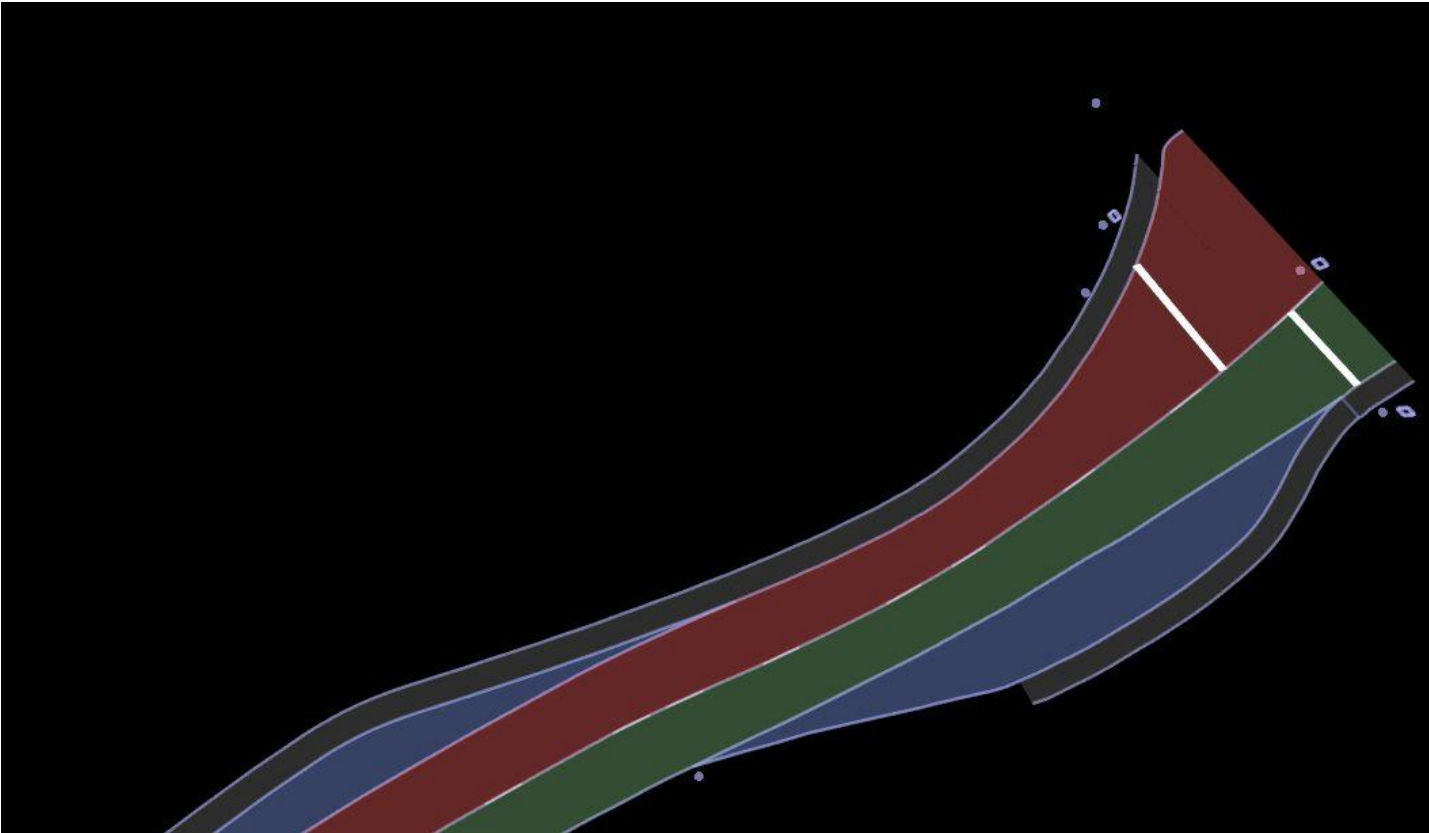
Erstellung der digitalen Karte Vorgehensweise



Erstellung der digitalen Karte Ergebnisse - Teststrecke Koppl



Erstellung der digitalen Karte Ergebnisse - Teststrecke Koppl



- Fehlende frei verfügbare Validierungstools für OpenDRIVE
 - Hohe Effizienzsteigerung durch RoadRunner
- OpenDRIVE-Spezifikation
 - Deutliche Verbesserung durch überarbeitete Spezifikation und Beispiele
- Abbildung von Kreuzungsbereichen
 - Unterschiedliche Berechnungsmethoden von Geometrien und lane-Breiten

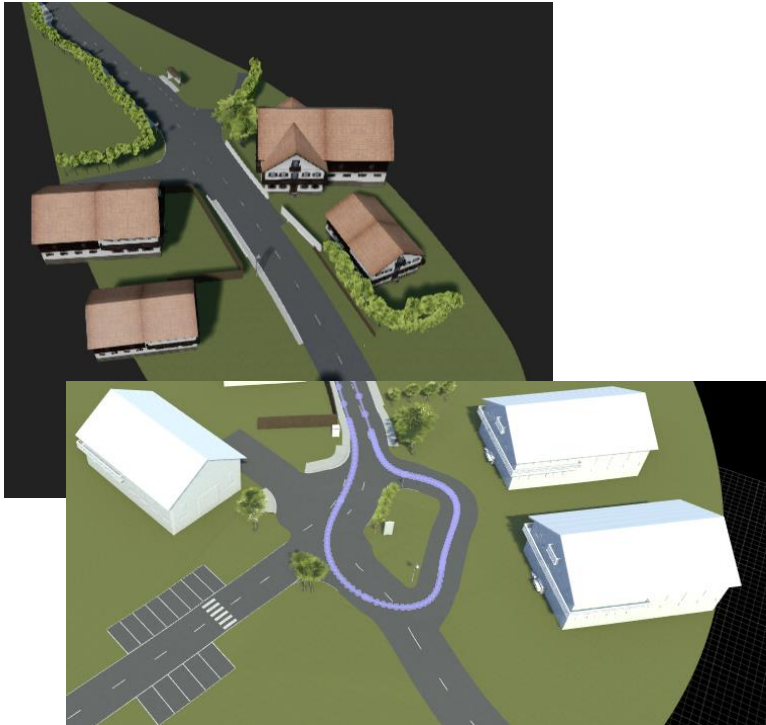


- Realerprobung anhand der Teststrecke Koppl
 - Input für diverse Anwendungsfälle in Digibus[®] Austria
- Realerprobung anhand der Teststrecke Teesdorf
 - Erweiterungen/Optimierungen

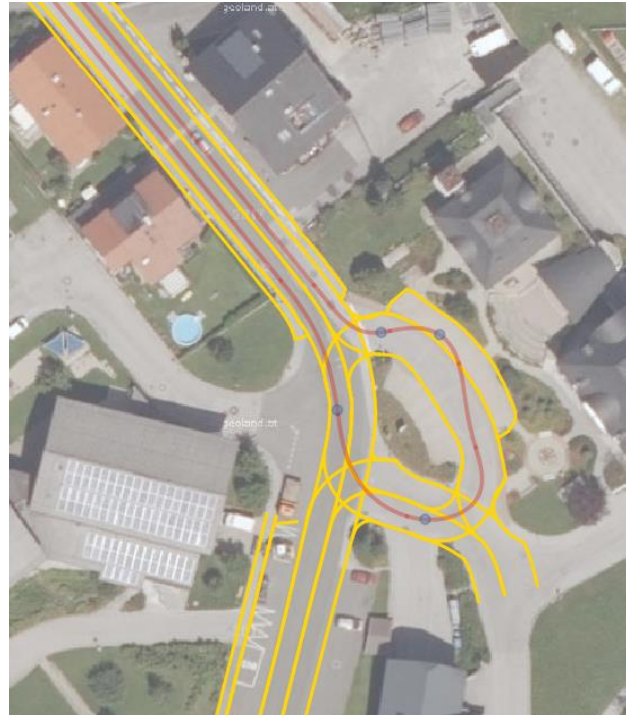


Anwendungsfälle in Digibus® Austria

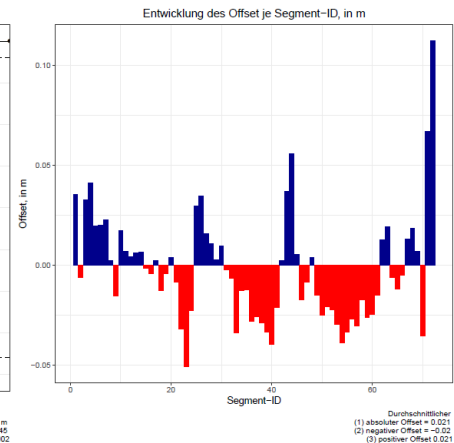
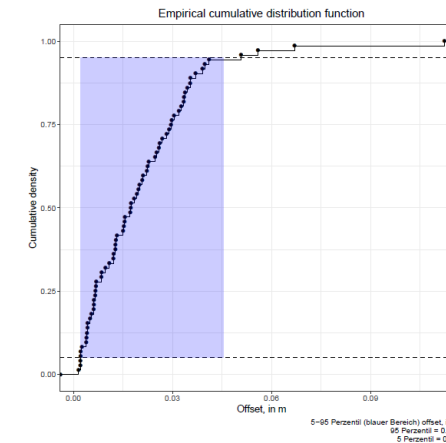
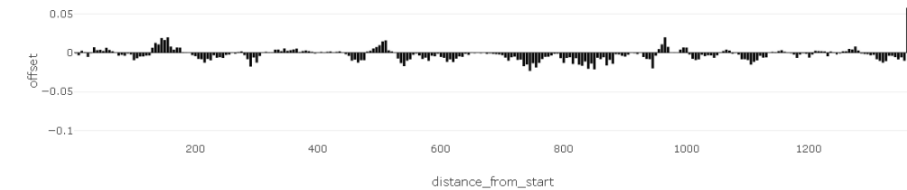
Modellierung der Verkehrsinfrastruktur Simulation des Shuttles



Ableitung der Fahrtrajektorie HD Map Matching



Hochpräzise Lokalisierung Überprüfung der Lokalisierungsgenauigkeit



Fragen & Diskussion

<https://www.digibus.at> | Twitter: @digibus_at | Facebook: digibus.at

Koordinator



Assoziierte Partner



Partner



Fördergeber



Kontakt

Karl Rehrl, Salzburg Research
karl.rehrl@salzburgresearch.at

Roland Spielhofer, AIT
roland.spielhofer@ait.ac.at

Thomas Piribauer, Prisma solutions
thomas.piribauer@prisma-solutions.at

<https://www.digibus.at> | Twitter: @digibus_at | Facebook: digibus.at

Koordinator



Assoziierte Partner



Partner



Fördergeber

