

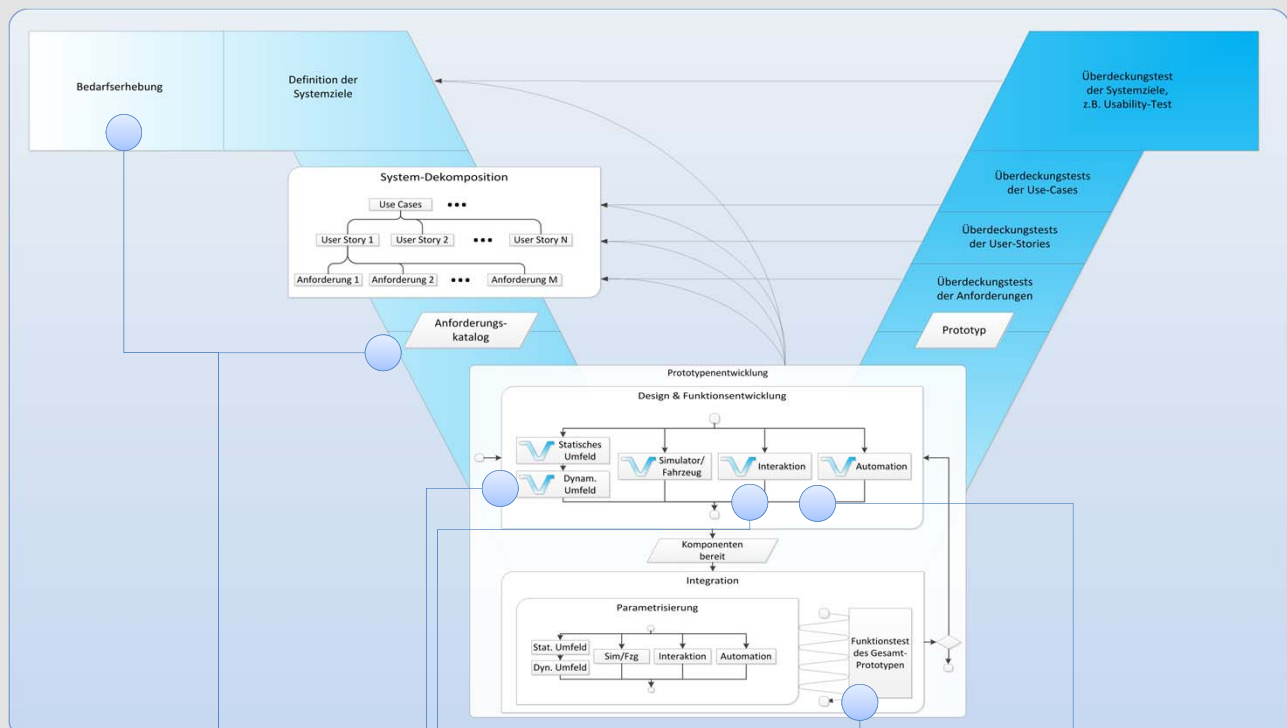
Entwicklungsprozess von Assistenz und Automation

Ziele

- Schaffung eines modellbasierten und durchgängigen Entwicklungsprozesses
- Integration von Methoden aus unterschiedlichen Domänen, z.B. Ergonomie, Human Factors, Design, Informatik, Funktions- und Reglerentwicklung

Umsetzung

- V-Modell mit Fokus auf iterative Entwicklungen
- Atlassian JIRA als Framework
- Entwickler wird durch Prozess geführt
- Verweben der Tools durch modellbasierten Datenaustausch
- Verbesserung der Usability



Unterstützung bei der Durchführung des Prozesses und bei der Erfassung von Anforderungen



Exploratives Szenariendesign

Dynamische Erstellung von Szenarien am Multitouchtisch

Interaktionsdesign

Modellbasiertes Design von Interaktion und GUI gestützte Modellierung von multimodaler Interaktion,

Auswahl an Tools

Dominion

Serviceorientierte Systemarchitektur für Prototypen und deren Test in Simulatoren



Erstellung von zertifiziertem Code für Regler und Displays



Theater-System

Interaktives und effizientes Erstellen und Testen von Prototypen



Deutsches Zentrum
DLR für Luft- und Raumfahrt

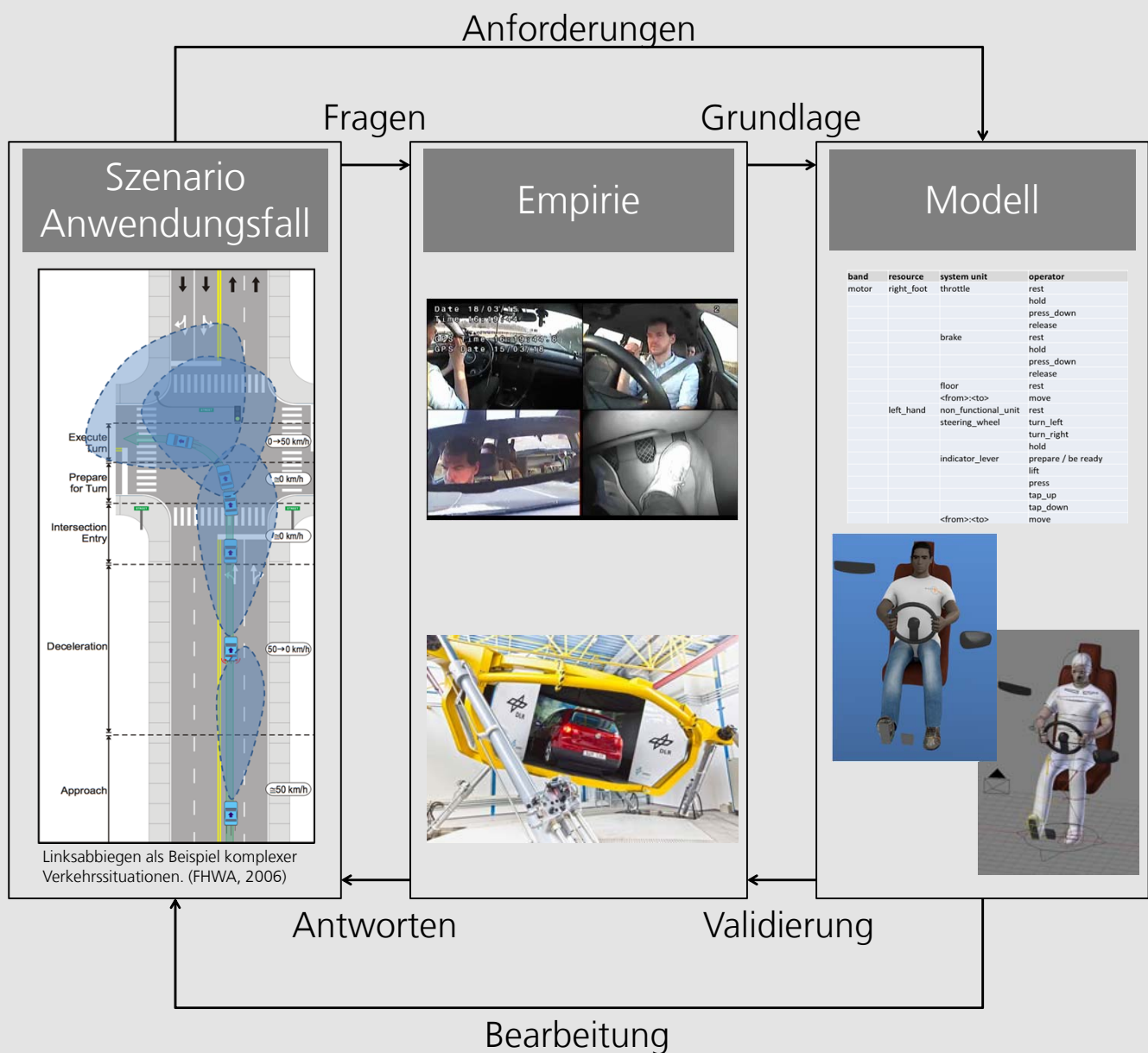
DriveGOMS – Drivers' Goals, Operators, Methods, and Selections

Was sollen Fahrermodelle leisten?

Mit Fahrermodellen sagen wir menschliches Verhalten quantitativ vorher. Dafür müssen sie an empirischen Daten validiert sein und relevantes Verhalten abbilden.

DriveGOMS analysiert die Fahraufgabe auf 3 Ebenen: *Kognitiv*, *perzeptuell* und *motorisch*. Aufgabenausführung wird zerlegt in Ziele, Operatoren, Methoden, und Auswahlregeln für diese Methoden.

- Input: Verhaltens- und Fahrdaten
- Output: Modell der Fahraufgabe, wie sie vom Mensch ausgeführt wird



Untersuchung der PKW-Radfahrer-Interaktion an der AIM-Forschungskreuzung



Sicht auf die Forschungskreuzung (Hagenring/Rebenring)

Zielsetzung

- Prädiktion von Verkehrskonflikten zwischen Rad- und Autofahrern an Kreuzungen
- Prävention von Konflikten durch frühzeitige Detektion

Fragestellung

- Wie, wann, wo, warum entstehen Konflikte zwischen Rad- und Autofahrern?
- Inwiefern unterscheiden sich *Konflikte* von *Begegnungen*?

Analyse

- Geschwindigkeiten der VTs: Veränderungen, Wechselwirkung, zeitlicher Verlauf → **Kohärenzanalyse**
- Bestimmung von Begegnungen und Konflikten (TTC, PET, Δv)

Ziel

- Quantifizierung der Verhaltens- und Interaktionsmustern

Motivation

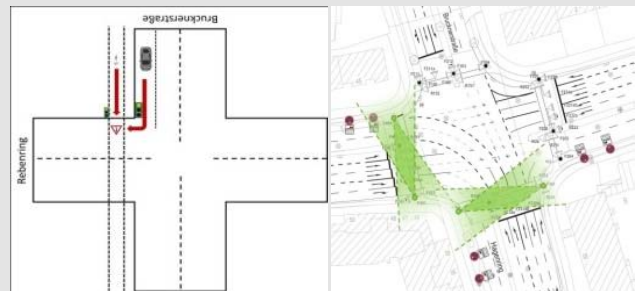
- Zahl der tödlich verunglückten Radfahrer von 635 auf 381 (2001-2010) gesunken, die Unfallrate aber angestiegen
 - Hauptursache: fehlendes Miteinander zwischen PKWs und Radfahrern
- Interaktionsverhalten komplex, divers und wenig erforscht

Methodik

- Interdisziplinärer Ansatz zur Analyse menschlichen Verhaltens und
- Mustererkennung basierend auf Online-Erfassung von Radfahrern und motorisierten Verkehr an der **AIM- Forschungskreuzung**

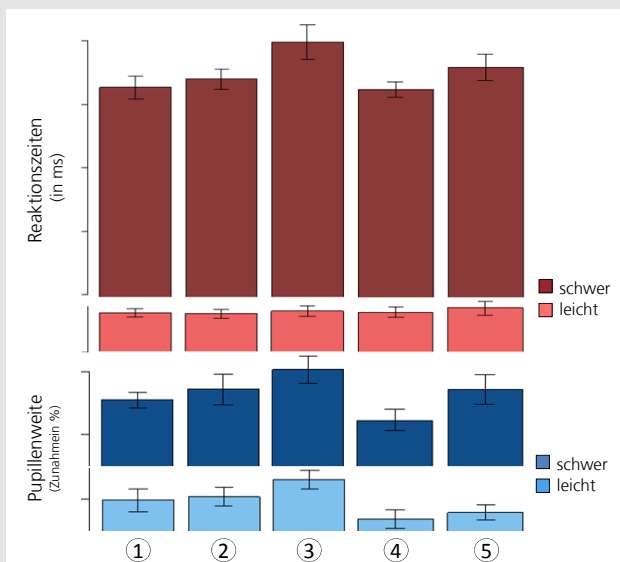
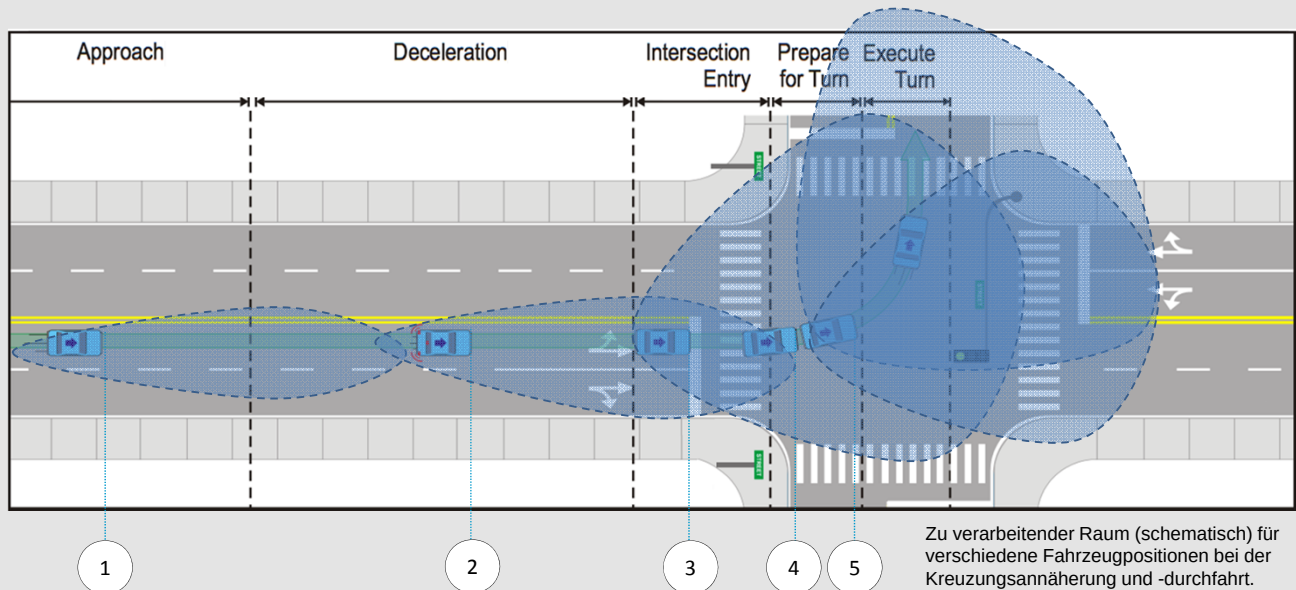
...mit Hilfe von...

- Fusionssystem (8 Monokameras, 4 24GHz-Radars, 4 Stereokamerasysteme)
- und künstliche IR-Beleuchtung



Links: Schematische Darstellung des Begegnungsraums von Rad- und Autofahrern. **Rechts:** Schematische Darstellung des Erfassungsraum an zwei Fußgängerfurten

Workload als Folge zunehmender Komplexität im Raum



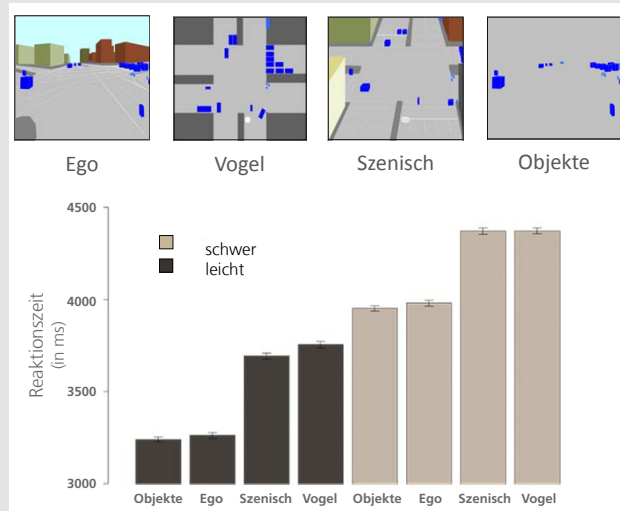
Reaktionszeiten und Pupillenweiten zur Tonaufgabe je Position.

Räumliche Repräsentation

- Die räumliche Repräsentation von Verkehrsteilnehmern, die den Autofahrer umgeben, ist wesentlich für den Aufbau eines mentalen Modells der Kreuzung.
- Die Ergebnisse legen nahe, dass die räumliche Repräsentation entsprechend der Ego-Perspektive im mentalen Modell des Autofahrers hinterlegt wird.
- Zur Unterstützung des Fahrers sowie Entwicklung von Assistenz sollte die Ego-Perspektive berücksichtigt werden.

Workload an Kreuzungen

- Gefahrenpotential: Kreuzungssituationen zeichnen sich durch hohe Komplexität aus und erzeugen damit höheren Workload.
- Beansprucht werden insbesondere Ressourcen zur räumlichen Verarbeitung.
- Evidenz: Erhöhte Reaktionszeiten und Pupillenweite für eine räumliche Nebenaufgabe (Bedingung „schwer“) bei der Kreuzungsannäherung.
- Die Ergebnisse geben Hinweise darauf, in welchen Situationen Autofahrer besondere Unterstützung erhalten sollten.



Reaktionszeiten zur Gedächtnisaufgabe, in Abhängigkeit vom Schema.



Fahrdynamikregelung – Bewegungsvorgaben präzise umsetzen



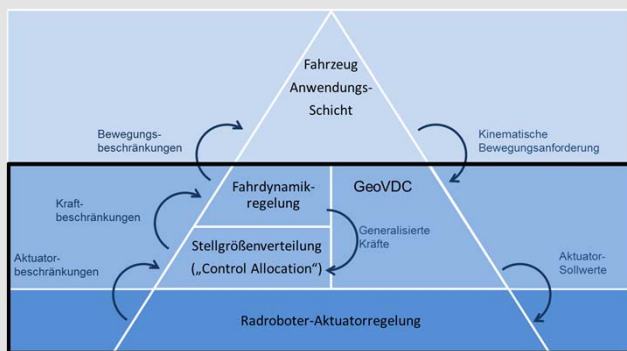
Versuchsfahrt zur Parameteroptimierung der Querdynamikregelung



Radroboter

Reproduzierbares Fahrverhalten für die Fahrzeugintelligenz

- Hierarchische Steuerungsarchitektur aus der Robotik
- „Dienst“: Horizontale Bewegungsanforderung (3 DOF) robust umsetzen

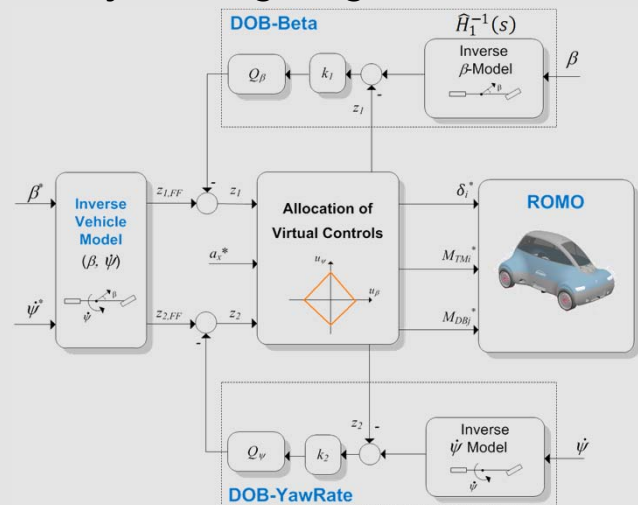


Aus der Robotik abgeleitete hierarchische Steuerungsarchitektur

Realisierung durch vier Radroboter

- Ausnutzung der redundanten Aktuatorik (vier individuelle Radlenkwinkel, Radnabenmotoren) für Steigerung von Leistung, Effizienz und Fehlertoleranz

Querdynamikregelung



2DOF Querdynamikregelung mit redundanter Stellgrößenallokation

Schlupfregelung für hybrides Bremssystem

- Verkürzung des Bremswegs bei maximaler Rekuperation durch modellbasierte Radschlupfregelung
- Robustheit gegen Veränderung des Straßenzustands
- Flexibler MPC-Regelungsansatz für verschiedene Bremssystemarchitekturen

Implementierung und Toolketten

- Dynamische inverse Modelle aus Modelica/Dymola
- Echtzeitfähige Online-Optimierung
- Toolkette von Modellen bis zur Steuergeräte-Codegenerierung

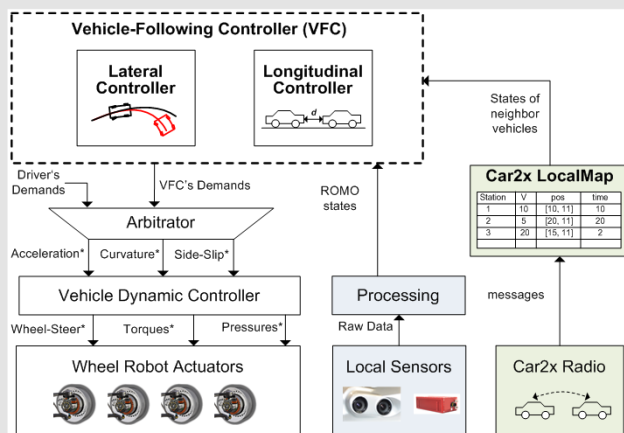
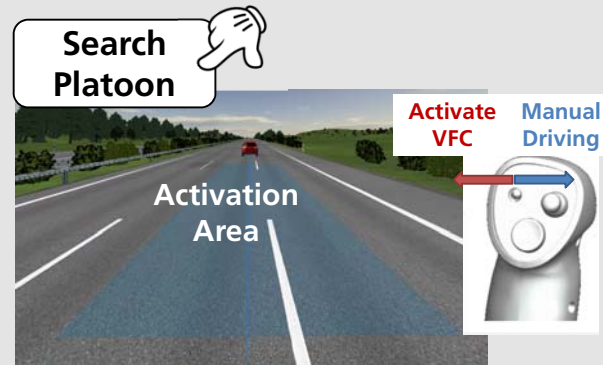


Vehicle Following Controller (VFC)

VFC's goals

- Determine appropriate control actions (steering and torque demands) for the ROMO, such that the **path of a target vehicle is followed, while a safe inter-vehicle separation is imposed**
- **Car2x communications** are used as a privileged mean to collect the status of the target vehicle

HMI and VFC's Activation Process

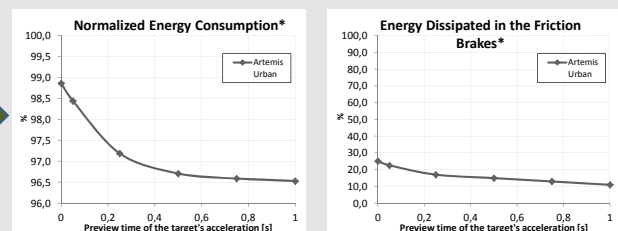
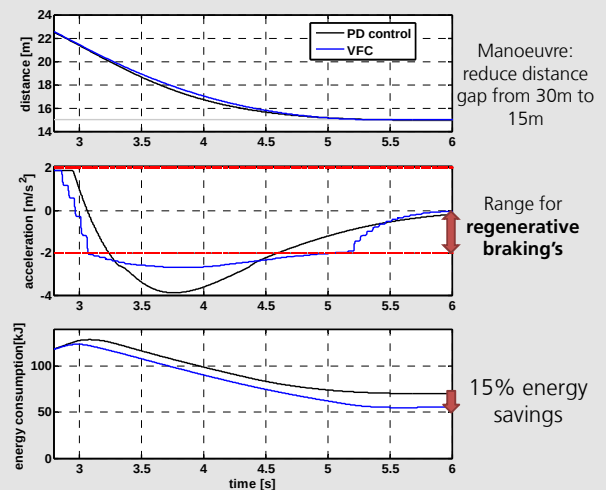


Results

- The VFC was successfully tested in a hardware-in-the-loop environment, extended with real car2x communications
- Up to **15% energy saving** were obtained with the proposed VFC during **transient manoeuvres**

Method

- A combination of a **non-linear guidance law** (lateral control) and a **model-predictive method** (longitudinal control) was developed**
- Minimization of the vehicle's energy consumption due to aerodynamic drag reduction and **penalization of the friction brakes' use**
- **Preview information**, e.g. predicted acceleration of the target vehicle transmitted via car2x communications, was explored to further improve the controller performance and its energy efficiency



* Normalization performed w.r.t. a PD controller, tuned for energy minimization and offering similar transient properties as the VFC

**Additional details can be found in R. de Castro et al. "A Vehicle Following Controller for Highly-Actuated Vehicles" in the 13th Int. Symposium on Advanced Vehicle Control (to appear)

Virtuelle Welt

Heterogene Geodaten

Auswahl regional vorhandener und systematische Erhebung spezieller Geodaten

teilautomatisierter Datenimport

einheitlicher Datenpool für diverse Management-Anwendungen

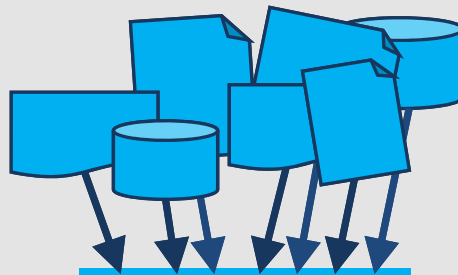
Werkzeugkette

hochautomatisierte Aufbereitung, Fusion und Konvertierung der Geodaten unter Nutzung von Geodatenbanken und Geoinformationssystemen

Digitaler Atlas

einheitliche topologische und topographische Abbildung multimodaler Metropolregionen

vollautomatischer Export für Fahrsimulatoren, automatisches Fahren und Sensorsimulation



- Straßentopographie, Straßeninfrastruktur- und -beleuchtungskataster
- Liegenschaftsdaten, Geländemodell, Stadtmodell, Landmarken
- Straßenvermessung, Crowd Sourced Data
- Luftbilder

Vorverarbeitung

- Fehlerkorrektur, Bereinigung, Vereinheitlichung
- Umprojektion
- Datenbankintegration

AIM Geoserver Rohdatenbank

- Verwaltung der AIM Referenzstrecke
- Bereitstellung von Bildkacheln aus Crowd Source Data, Luftbildern und Katastern
- Speicherung des allgemeinen Straßennetzes

Veredelung

- Flächennutzungsanalyse des Verkehrsraums
- Fusion der Positionen unterschiedlicher Straßeninfrastruktur
- Aufbereitung Stadtmöblierung
- Straßennetzerzeugung, Fusion des Straßennetzes mit Infrastruktur und Stadtmöblierung
- Stadtmodellparametererhebung, parametrisierte Stadtmodellerzeugung
- parametrisierte Vegetationsgeneration

Virtuelle Welt Digitaler Atlas

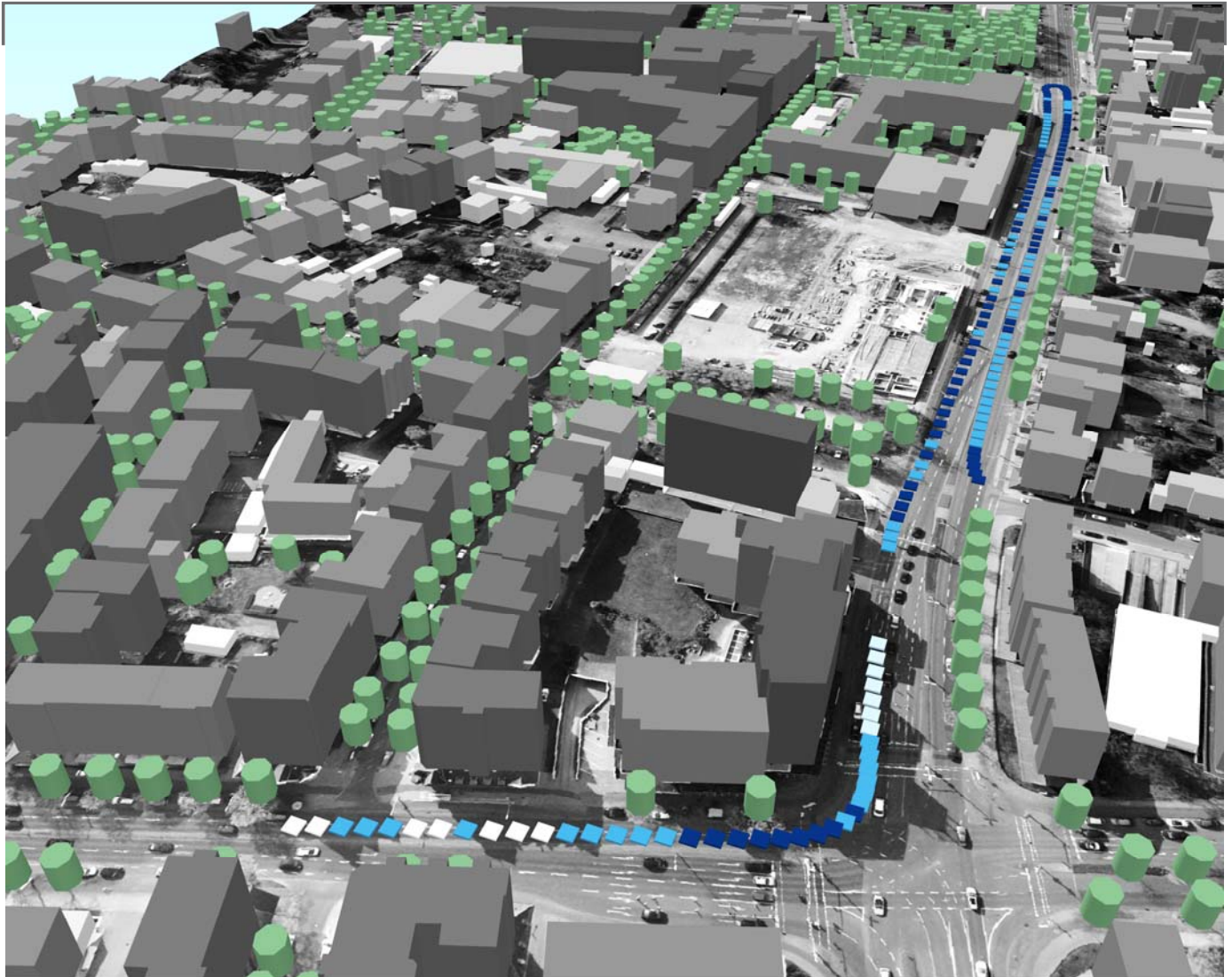
- File Geodatabase Umgebungsmodell
- OpenDRIVE Straßennetz, NDS in Vorbereitung
- railML Schienennetz

Export

- gekacheltes OpenSceneGraph Umgebungsmodell in unterschiedlichen Detailstufen
- OpenDRIVE Straßennetz
- railML Schienennetz



Virtuelle Welt – GPS-Simulation



Simulatives Testen

Komplexer werdende Assistenz- und Automationssysteme können effizient und zuverlässig nur noch mittels Simulation entwickelt und getestet werden.

Virtuelle Komponenten

Erhöhung des Realismusgrades durch virtuelle Systemkomponenten wie realistisches Kameramodell, realistisches Inertialsystem und fehleranfällige Verortung.

GPS-Simulation

„Dreckige“ Position auch in der idealen Simulation verfügbar machen:

- Nutzung der realen Geoposition
- Berücksichtigung der Satelliten-Sichtbeeinträchtigung durch Gebäude und Vegetation
- aktuelle und wiederholbare Satelliten-Positionen durch Satelliten-Almanach

