



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Verkehr und
digitale Infrastruktur

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

CAPE
REVISIO

KURZBESCHREIBUNG

Abb. 1 (Titelseite): Automatische Erkennung von Verkehrsteilnehmer*innen mit Machine Learning in der Tübinger Straße in Stuttgart. Gespeichert werden lediglich Meta- und keine Bilddaten.



Radfahrer und Fußgänger auf gemeinsamen realen und virtuellen Flächen
Optimierungsstrategien für Führungsformen und Knotenpunkte durch Erfassung des
gegenwärtigen Zustandes und Simulation von Variationen im Living Lab

Akronym: Cape Reviso
(Cyclist And PEdestrians on REal and VIRTual Shared rOads)

Kurzfassung des Projektantrages im Rahmen des Nationalen Radverkehrsplans (NVRP) 2020

Uwe Wössner, Thomas Obst, Fabian Dembski (HLRS), Peter Zeile (KIT), Saskia Ellenbeck (ADFC)

Schlüsselbegriffe zur Projektskizze:
Machine Learning / Digitaler Zwilling / Volunteered Geographic Information / Urban Emotions /
Virtuelle und Erweiterte Realität / Shared Spaces / Konflikte und Gefahren im Verkehr

Projektkoordination:
Dr.-Ing. Uwe Wössner
Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS)
Nobelstraße 19, 70569 Stuttgart
Tel: +49 711 / 68 56 57 90 woessner@hlrs.de www.hlrs.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Einleitung und Problemstellung

Urbane öffentliche Verkehrsräume unterliegen ständigem Wandel. Die Planung von Städten und ihrer Infrastruktur ist komplex und von unterschiedlichen Interessen geprägt. Im vorgestellten Projekt soll ein Werkzeug für die Stadt- und Verkehrsplanung (*Planning- and Decision-Support-Tool*) entwickelt werden, um mit Hilfe von Simulationen zu einer verbesserten Entscheidungsgrundlage zu gelangen.

Der Verkehrsraum in Städten muss zwischen allen Verkehrsteilnehmern aufgeteilt und zum Teil gemeinsam genutzt werden. Neben anderen Faktoren wie Kosten und Wegzeit hängt die Wahl des Verkehrsmittels davon ab, ob Mobilität als angenehm oder unangenehm empfunden wird. Großen Einfluss darauf haben Konflikte entlang des Weges und subjektiv empfundener Stress.

Zur Förderung des Fuß- und Radverkehrs ist es wichtig, die Konflikte, die besonders schwache Verkehrsteilnehmer*innen erleben, zu reduzieren. Eine Analyse der Unfälle und Gefahrensituationen mit Beteiligung von Radfahrer*innen und Fußgänger*innen ist aufgrund der geringen Fallzahl in einem Erhebungsgebiet schwierig. So bleiben gefährliche und konfliktreiche Knotenpunkte und Führungsformen oft unerkannt und bilden ein persistierendes Hemmnis für unentschlossene Radfahrende und zu Fuß Gehende.

Das in diesem Projekt vorgeschlagene Verfahren zielt auf eine Verbesserung von Knotenpunkten und Führungsformen in der Schnittstelle zwischen dem Rad- und Fußverkehr durch Erfassung der Verkehrssituation mittels *Machine Learning* und Humansenso-rik in der Realität und der Simulation zukünftig geplanter Varianten mit Menschen als Proband*innen in Virtueller Realität und im Living Lab ab.

Gesamtziel des Vorhabens, Zusammenfassung des Projektvorschlages

In *Cape Reviso* werden unterschiedliche Methoden, die aufeinander aufbauen bzw. einander bedingen eingesetzt. Es werden innovative Ansätze des *Machine Learning*, der Echtzeit-Humansenso-rik, der szenarienbasierten Fahrsimulation und die Nutzung von digitalen Zwillingen in Virtueller und Erweiterter Realität im Kontext der Stadt- und Verkehrsplanung und zur Analyse und Reduktion der Konflikte zwischen Fußgänger*innen und Radfahrer*innen erforscht.

Angestrebtes Ergebnis ist ein Methoden-Set, in



Abb. 2: Fahrradsimulator in der CAVE des HLRS: Beispiel einer Konfliktsituation auf gemeinsamem Geh- und Radweg in Stuttgart.

dem o.g. Schlüsseltechnologien eng verzahnt eingesetzt werden, um zu einer verbesserten Entscheidungsgrundlage bei der Planung von Knotenpunkten und Führungsformen im Rad- und Fußverkehr zu gelangen. Das zu entwickelnde Methoden-Set (*multi-method-approach*) wird im Folgenden gegliedert beschrieben:

Beispiele für Verkehrsräume im Fokus

Als mögliches Living Lab wird der Stuttgarter Marienplatz als zentraler städtischer Platz mit komplexer Ausgangslage betrachtet: Die Haupttradrouten 1 des Stuttgarter Radverkehrsnetzes und die im Fußverkehrskonzept der Landeshauptstadt als 2,8 km lange Hauptfußwegeverbindung 7 treffen mit U-Bahn, Zahnradbahn und Busstationen sowie Taxistandplatz zusammen. Die Stadt Stuttgart ist daran interessiert, diesen Bereich für alle Verkehrsteilnehmer*innen neu zu organisieren, um Gefahren zu reduzieren. Dies macht die bestehende Ausgangssituation sowohl für die Projektpartner*innen als auch für die Stadt Stuttgart als assoziierte Partnerin als *Living Lab* interessant.



Abb. 3: Karlsruhe Heatmap: Stresspunkte von Radfahrern entlang einer vorgegebenen Route.

Verkehrsanalyse mit Machine Learning

Um eine bessere Analyse der Unfälle und Gefahrensituationen mit Beteiligung von Radfahrenden und zu Fuß Gehenden zu erwirken, soll ein System entwickelt werden, welches die Analyse der Verkehrssituation vor Ort in Langzeituntersuchungen automatisch durchführt. Dieses Erfassungssystem erhebt anonymisierte Metadaten des Verkehrs wie die Art der Verkehrsteilnehmer*innen (Fahrradtypus, Fußgänger*in, E-Roller, etc.) und ihr Verhalten (Fahren, Bremsen, Stehen, etc.). Dazu werden Bilddaten im öffentlichen Raum mit einem neuronalen Netz zur Bilderkennung analysiert. Eine Speicherung der eigentlichen Bilddaten ist dabei nicht notwendig.

Um die Verkehrsteilnehmer*innen sicher automatisch erkennen zu können, wird Maschinelles Lernen eingesetzt. Das Erfassungssystem lernt aufgrund von Trainingsdaten. Während diese für motorisierte Verkehrsteilnehmer*innen bereits vorliegen, müssen Trainingsdaten für Radfahrer*innen und Fußgänger*innen noch erstellt werden. Dazu wird ein Tool entwickelt, in dem händisch exemplarische Bilddaten mit Metadaten verknüpft werden. Für diese zeitintensive Aufgabe wird eine öffentliche Mitarbeitersplattform entwickelt. Interessierte Bürger*innen können mit einer Zeitspende helfen, Trainingsdaten zu erstellen.

Verkehrserfassung und Urban Emotions mit Proband*innen

Zusätzlich zu den anonym erfassten Verkehrsdaten können detaillierte Daten im Verkehrsgeschehen mit Proband*innen erfasst werden. Neben Befragungen können Sensordaten das Bild vervollständigen. Das Projekt *Urban Emotions* des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) entwickelt Methoden, um Emotionen im urbanen Umfeld für die spätere Berücksichtigung in der Stadt und Raumplanung messbar zu machen. Ergänzend zum Stresslevel lässt sich der physische Abstand zu anderen Verkehrsteilnehmer*innen mit Abstandssensoren messen. Werden Abstands- und Stresssensoren mit einer App gekoppelt, können Proband*innen auf ihren täglichen Wegen raumbezogene bzw. georeferenzierte Daten sammeln und sie fallweise bewerten.

Extraktion relevanter Szenarien und Umsetzung in der virtuellen Realität (VR)

Sofern die untersuchten Orte nicht schon als digitaler Zwilling vorliegen, werden diese mit den relevanten Elementen (Verkehrsraum, Verkehrsteilnehmer*innen, Ampelschaltungen, Umgebung) realitätsnah modelliert. Der Verkehr und die aufgenommenen Situationen werden hier durch intuitive Interaktion wie mit dem Fahrradsimulator erlebbar.



Abb. 4: Punktwolke basierend auf einem 3D-Laserscan einer Kreuzung im Stuttgarter Westen („Gutenberg-Plätzle“) als Ausgangsbasis für die Entwicklung des digitalen Zwillings.

Entwicklung von Varianten für den virtuellen Verkehrsraum

Die Stadt Herrenberg liegt im virtuellen Modell bereits vor (vgl. Bauwelt, 2018).

Simulationen und ihre Visualisierungen bieten die Möglichkeit, Visionen zu illustrieren und räumlich erleb- und erfahrbar zu machen. So lassen sich beispielsweise Änderungen bei geplanten Baumaßnahmen oder Veränderungen bzw. Verbesserungen der aktuellen Situation darstellen.

*Simulation mit Proband*innen im Fahrrad- und Fußgänger*innensimulator*

In der virtuellen Realität können Proband*innen die aktuelle und zukünftig mögliche Verkehrssituation mit dem Fahrrad oder zu Fuß erleben. Mit *OpenCOVER* lassen sich als Massenware erhältliche Produkte wie ein Rollentrainer und eine VR-Brille zu einem interaktiven Fahrradsimulator im digitalen

Zwilling der Stadt verknüpfen. Die Abbildung zeigt die Anwendung in einer CAVE.

Living Lab

Einzelne Szenarien können auch im *Living Lab* umgesetzt werden und die Auswirkungen der Veränderung in selber Weise mit dem System zur automatischen Verkehrserfassung mit *Machine Learning* untersucht und verglichen werden. Denkbar wären temporäre räumliche Interventionen oder farblich-grafische Gestaltung öffentlicher Flächen (im Straßenraum, auf Parkplätzen, Geh- und Radwegen etc.).



Abb. 5: Präsentation von Szenarien und Interventionsmöglichkeiten im Stadtraum mithilfe einer mobilen Virtuellen Realität (VR): Beteiligung unterschiedlicher Bürger*innengruppen.

Projektkonsortium und Aufgaben

Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS)

Das HLRS wird im Projekt schwerpunktmäßig die Entwicklung der *Machine-Learning*-Komponenten und der für die Analyse der Daten erforderlichen Komponenten ausführen. Die Weiterentwicklung der bereits bestehenden digitalen Zwillinge um alle für die realitätsnahe Fahrsimulation von Verkehrsszenarien erforderlichen Elemente wird ebenfalls vom HLRS geleistet.

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Die Schwerpunkte des KIT im Projekt liegen in der Bereitstellung und Betreuung der Technologie für die Emotionsmessung. Die aus der *Urban Emotions* Initiative entwickelten Methoden mit Bezug zu Fahrrad- und Fußgängerverkehr, georeferenziert und mit dem Fokus auf Stadt- und Verkehrsplanung werden hier eingesetzt und zielgruppengerecht aufbereitet.

ADFC-Bundesverband

Im Fokus des Teilvorhabens des ADFC steht vor allem die Aktivierung von Tester*innen für die Erstellung von Trainingsdatensätzen für das maschinelle Lernen und die Bekanntmachung des Projektes und der Projektergebnisse.

Assoziierte Partner

Übersicht und Ansprechpartner der assoziierten Partner*innen in der Tabelle "Ansprechperson" am Dokumentanfang.

Arbeitsplan

Zur Erfassung des Verkehrsgeschehens in der Realität, der Übertragung in computergestützte Modelle zur Analyse und Simulation im digitalen Zwilling, der Evaluierung der Ergebnisse in der Realität und der Rückführung der Ergebnisse zur Verbesserung der angewandten Modelle und Methoden plant das Konsortium nachstehend aufgeführte Arbeitspakete.

- AP 1 Einrichtung, Projektmanagement, Installation Kommunikationskanal
- AP 2 Kommunikation mit Kommunen, Genehmigungsverfahren, Daten Verkehrsleitsysteme
- AP 3 Design Proband*innenstudien, inkl. Klärung ethischer Fragen
- AP 4 Entwicklung/Anpassung einer *Volunteered Geographic Information (VGI)* -App
- AP 5 Erstellung, Bewerben und Betreiben eines Webportals für das Erstellen von Trainingsdatensätzen für *Machine Learning*

- AP 6 Entwicklung und Bau von Sensoren zur Erfassung von Daten durch Proband*innen und für Netzwerkanalysen
- AP 7 Projektbegleitende Workshops zum Nachbau, Betrieb und zur Auswertung einzelner Sensorsysteme und Einsetzen der Tools
- AP 8 Ausführung Proband*innenstudien zur Netzwerkanalyse
- AP 9 Auswertung Netzwerkanalyse
- AP 10 Entwicklung und Anpassung *Machine Learning*
- AP 11 Durchführung Feldtests mit gleichzeitigem Einsatz aller Sensoren und Systeme, Vergleich der Städte
- AP 12 *Virtual Reality*, Entwicklung im digitalen Zwilling
- AP 13 *Living Lab*
- AP 14 Dissemination, Projektbericht, Handlungsempfehlungen, Abschlussworkshop

Bezug zu anderen NRVP-Projekten

- SAFENESS (TU Berlin)
- MMoNK - Mikromobilität auf Geh- und Radwegen – Nutzungskonflikte und verkehrliche Wirkungen (Verbundprojekt von DLR und Difu)

Ergebnisverwertung

Werkzeuge und Systeme

Soweit möglich werden alle Hauptbausteine des Methodensets als quelloffene Software frei zugänglich sein.

- Prototypensystem zur Verkehrserfassung
- Softwarekomponenten für die Simulation in der virtuellen Realität
- Eine Bürgerbeteiligungs-App

Dissemination und Öffentlichkeitsarbeit

Die Ergebnisse sollen neben der Wissenschaft, Entscheidungsträger*innen und Ausführenden auch der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

Dazu gehören unter anderem:

- Anfertigung einer Projekt-Publikation mit Handlungsempfehlungen
- Ausrichtung eines Abschlussworkshops/Symposiums
- Bürger*innenworkshops in den beteiligten Kommunen

