

Automatisiert Bewegungen durch Stadt und Land – gesellschaftliche Implikationen der Implementierung von ITS-Technologien in das Verkehrsgeschehen des zukünftigen Mobilitätssystems

Heinz Dörr, Viktoria Marsch, Andreas Romstorfer

(Dr. Dipl.-Ing. Heinz Dörr, arp-planning.consulting.research, A 1090 Wien, Postfach 15, heinz.doerr@arp.co.at)

(DDipl.-Ing. Viktoria Marsch, arp-planning.consulting.research, A 1090 Wien, Postfach 15, viktoriamarsch@aon.at)

(Dipl.-Ing. (FH) Andreas Romstorfer, MA, arp-planning.consulting.research, A 1090 Wien, Postfach 15, a.romstorfer@arp.co.at)

1 EINLEITUNG

Das Mobilitätssystem befindet sich in einem permanenten Umbruch, der von digitalen Technologien der Automatisierung der Verkehrsmittel und der Interkonnektivität im Verkehrssystem getragen wird. Diese als Intelligente Verkehrssysteme (ITS) bezeichneten Technologien bemächtigen sich der Mobilitätsbedürfnisse und -gewohnheiten, sodass die Frage der gesellschaftlichen Nutzenentfaltung und dessen Zuteilung auf die verkehrsteilnehmenden Gruppen aufgeworfen werden darf. Gesellschaftliche Implikationen manifestieren sich unmittelbar durch die Betroffenheit aller mobilitätsausübenden Gruppen im Straßenraum.

Keywords: Testverfahren, Use Cases, Betroffenheiten, Verkehrssystem, automatisierte Kraftfahrzeuge

1.1 Strategien zur Automatisierung des Kraftfahrverkehrs

Die politischen Strategiepapiere der EU, von Deutschland und von Österreich folgen weitgehend den Visionen der Automobilwirtschaft (ERTRAC 2015, BMVI 2015, BMVIT 2016). Dahinter steht als Triebfeder die Befürchtung der europäischen Erzeugerländer, von den USA, China und Ostasien auf den Absatzmärkten überholt zu werden. Es wird also mit dem Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Automobilindustrie argumentiert. Dem soll die Gestaltung der zukünftigen Mobilität dienen. Dazu wird die Öffentlichkeit via Medien und Politik von der Automobilindustrie mit dem vielfältigen Kundennutzen gelockt, der durch die Fülle der Assistenzsysteme den Kfz-Haltern zugutekommen soll, wie der Spurhalte-, Überhol-, Einpark- oder Notbremsassistent. Neuerdings wird ein sogenannter Stauassistent propagiert, der zwar nicht den Stau selbst auflöst, ihn aber kurzweiliger gestalten soll, indem der Fahrer sich im Stop-and-Go-Verkehr zwischendurch anderen Tätigkeiten zuwenden wird können, soweit das behördlich so zugelassen werden wird. Ferner wird über Use Cases nachgedacht, die mobilitätseingeschränkten Personen zusätzliche Bewegungsmöglichkeiten mit einem Fahrzeug bieten werden, und über die Automatisierung der Lieferlogistik, die den Dienstleistern vor allem Personalkosten sparen helfen soll, wobei das Lieferfahrzeug nur ein Element in einer weitgehend robotisierten Logistikkette sein würde.

1.2 Automatisierte Wirkungskette „Sensorik-Interpretation-Prädiktion-Steuerung-Motorik“

Die einzelnen Automatisierungsfunktionalitäten, die im fahrzeuginternen Zusammenspiel ein Automatisierungssystem zur Autonomisierung des Fahrbetriebes bilden sollen, bestehen im Wesentlichen aus folgenden Komponenten (Abb. 1):

- (1) aus der Sensorik verschiedener sich mehr oder minder ergänzender Positions- und Detektionstechnologien, wie Ultraschall, Radar, Kamera, Laser und Light Detection and Ranging (LiDAR), GPS;
- (2) aus der die Signale interpretierenden Software, die ihrerseits mit Datenbanken, vor allem zur Objekterkennung, und mit Daten aus der Cloud (z. B. zur Beurteilung des Verkehrszustands im Wegenetz) hinterlegt sein müsste;
- (3) aus den daraus gespeisten Rechenmodellen zur dynamischen Prädiktion der unmittelbar bevorstehenden Interaktionen auf der Fahrbahn und schließlich
- (4) aus der darauf mittels Entscheidungsalgorithmen reagierenden und mittels Befehlsalgorithmen steuernden Software, die auf das Fahrwerk zwecks Lenkung und auf den Antriebsstrang zwecks Dosierung der Fahrdynamik wirken, um so dem Fahrer als Arbeitserleichterung zu assistieren (Advanced Driving Assistance Systems) oder ihn sogar zeitweilig bis gänzlich zu ersetzen (Autonomous Vehicle System).

1.3 Road Map zur Automatisierung und Autonomisierung der Kraftfahrzeuge

1.3.1 Das Kraftfahrzeug als Solitär-Objekt

Derzeit vermittelt die Darstellung der Forschung und Entwicklung zur Aufgabenstellung, sofern der interessierten Öffentlichkeit überhaupt ein Einblick gewährt wird, den Eindruck, dass ein Kraftfahrzeug in der Automatisierungsforschung und Komponentenentwicklung als ein Solitär-Objekt betrachtet wird, das eine Singularität in der Ereignisbewältigung darstellt. Eine Aufbereitung der Umgebung, in der entlang eines Fahrweges Ereignisse auftreten, die eine automatisiert ablaufende Reaktion erforderlich machen, scheint noch sehr am Anfang zu stehen und nur in vereinfachter Form für Einzelereignisse im Verkehrsfluss stattzufinden. Dieser Befund kontrastiert Medienmeldungen, wonach sehr bald eine breite Implementierung dieser Technologien bevorstehen würde. Ein objektives Bild des Entwicklungsstandes zu gewinnen und einen realistischen Zeithorizont abschätzen zu können, fällt daher schwer.

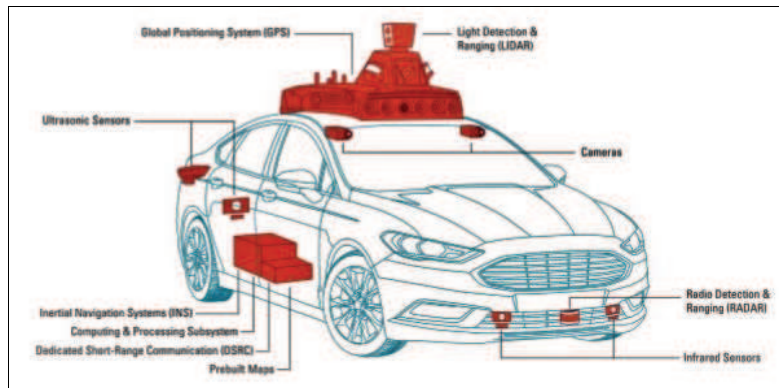


Abbildung 1: Ein mit Automatisierungsfunktionalitäten hochgerüstetes Kraftfahrzeug (Quelle: Taiebat, Qu et.al, 2018)

1.3.2 Stufen der Automatisierung und der Zulassungsanforderungen

Auf der Road Map der fahrzeugseitigen Automatisierung sind fünf Entwicklungsstufen (gemäß den amerikanischen Standards Automotive Engineering als SAE-Levels bezeichnet) definiert. Davon sind nunmehr die den Lenker hoch unterstützende Automatisierung (Level 3) über die den Lenker zeitweilig befreiende teilautonome Fahrweise (Level 4) bis zur vollen Autonomie des Fahrzeugbetriebes (Level 5) von Belang, was letzten Endes in einen personallosen oder gar insassenfreien robotisierten Fahrbetrieb münden würde. Je höher der Automatisierungsgrad am Fahrzeug ist, desto mehr steigt der Bedarf an Datenaustausch mit adjazenten Fahrzeugen (v2v) im Verkehrsstrom und mit der örtlichen Verkehrsbeeinflussungsinfrastruktur (v2i), aber auch mit der durchfahrenen Umgebung, von der sich beispielweise Fahrzeuge aus Anlagen des ruhenden Verkehrs in den Verkehrsstrom einflechten.

Eine weitere Stufe in der Interkonnektivität wird der Sprung zur zentralen Verkehrslenkung sein, die die Verkehrsbewegungen der individuellen Fahrzeuge in einem größeren Verkehrsraum übernimmt und damit die Autonomie eines einzelnen Fahrzeuges relativieren würde. Für eine solche übergeordnete Vernetzung bedarf es erstens eines möglichst flächendeckenden und hoch gesicherten Mobilfunknetzes (5G) sowie zweitens einer nahezu in Echtzeit gepflegten hochauflösenden Geoinformationsplattform (s. Abb. 8).

Außerdem sind Fragen zu beantworten, wie mit der informationellen Selbstbestimmung oder der individuellen Wahlfreiheit des Mobilitätsmodus als Zivilrechten umgegangen werden soll. Der Ergebnisbericht der Ethikkommission des deutschen Verkehrsministers (BMVI, 2017/1) ist diesbezüglich ein erster Schritt, der den Diskurs eröffnet hat. Aber ethische Grundsätze müssen in die Anforderungsprofile der Testanordnungen und Zulassungsbedingungen einfließen, also aus verschiedenen disziplinären Blickwinkeln operationalisiert werden. Dabei wird die Frage zu lösen sein, auf welchem Automatisierungslevel welche Zulassungskriterien als Pflichtenheft angewendet werden, wenn die alleinige Verantwortung des Kraftfahrzeuglenkers unwirksam wird. Ist ein Fahrzeug mit einer Vielzahl an Automatisierungsfunktionalitäten bestückt, stellt sich die Frage des systemischen Zusammenwirkens, das zu fahrdynamischen Steuerungsbefehlen führt. Wird es eine „End-to-End“-Befehlskette einer Detektionstechnologie für den Zweck einer bestimmten Funktionalität (wie Abstands- und Spurhaltung) geben oder wird, wenn die Tests Schwächen einer Technologie aufzeigen sollten, eine verknüpfend interpretierende Plattform eingezogen, die algorithmische Entscheidungen über Steuerungsbefehle mehrfach absichert? Besonderes Augenmerk wird

dem „Rear-end“, also der Beobachtung der Annäherungen auf der Fahrzeugrückseite, zu widmen sein. Das betrifft etwa den Fahrstreifenwechsel oder das Einfädeln auf die Autobahn.

Der ADAC (Niedersachsen-Sachsen-Anhalt) hat als Vertretung der Gruppe der Kraftfahrer die Fährte dieser Technologieentwicklung aufgenommen und veranstaltet alljährlich eine Fachkonferenz mit Demonstrationen zum Entwicklungsstand auf dem Schulungstestgelände Laatzen bei Hannover, womit ein rarer Einblick von einigen Protagonisten gewährt wird. Wie die Bilder 2-3 zeigen, sind die Testanordnungen noch sehr einfach gehalten. Der Tempomat ist auf 20 km/h begrenzt, um die Notbremsfunktionalität im Falle einer orthogonalen Annäherung den mitfahrenden Fachgästen zu demonstrieren. Um eine Datenbasis über Abläufe und Vorkommnisse an vielbefahrenen Straßenknoten zu generieren, wird im Testfeld der Autobahnen A2-A7-A39 im Städtedreieck Hannover-Braunschweig-Hildesheim ab 2019 eine Detektionsstation aufgestellt.

Das zeigt, wie wenige belastbare Daten noch über die Interaktionen im täglichen Verkehrsgeschehen vorliegen (Abb. 4).



Abbildungen 2-4: Demonstrationen zur Technologienentwicklung am ADAC-Schulungsgelände Laatzen (15.10.2018, Fotos: Dörr)

2 DAS MOBILITÄTSSYSTEM ALS ANWENDUNGSRAHMEN

2.1 Mobilität als zeitloses Daseinsbedürfnis

Das Mobilitätssystem ist als Umsetzung des Daseinsanspruchs aller mit unterschiedlichen Bedürfnissen und Bewegungsmöglichkeiten ausgestatteten Mobilitätsgruppen anzusehen. Die Gestaltung der Mobilität in der Zukunft betrifft nicht allein technologische Optionen, sondern ist auch mit den gegensätzlichen verkehrspolitischen Leitvorstellungen von zentraler Lenkung der Verkehrsströme und individueller Bewegungsfreiheit verknüpft. Standards, wie die Barrierefreiheit für mobilitätseingeschränkte Personen, die Bevorrangung des öffentlichen Verkehrs oder die Verkehrsberuhigung in Wohngebieten, geraten unter Druck der technologischen Entwicklungstreiber, wenn potenzielle Nebeneffekte nicht ausreichend antizipiert werden. Der Fortschritt sollte auf breiter Front von Nutznießungen erfolgen und möglichst keine Ausschluss-Effekte erzeugen. Insbesondere sollten das Sicherheitsgefühl allgemein und das Sicherheitsniveau überprüfbar gesteigert werden können. Daran, und nicht nur am beworbenen Kundennutzen des Autokäufers, werden die Nutzenanwendungen der Automatisierungstechnologien im Verkehrssystem zu bewerten sein.

2.2 Zivilisatorische und multidisziplinäre Einbettung in das Mobilitätssystem

Bislang gibt es viele Narrative über die Einsatzreife, die medial verbreitet werden. Ein objektiviertes Monitoring des Entwicklungsstandes der Automatisierungstechnologien findet jedoch nicht statt. Inwieweit die Automotiv-Entwicklungsingenieure weitere Fachdisziplinen auf dem Forschungspfad bis zur Implementierung der hochautomatisierten SAE-Levels beiziehen sollten, lässt sich ansatzweise anhand folgender Einbettungsstufen ableiten:

- (a) Einbettung in das Fahrzeug (Karosserie, Fahrwerk, Antriebs- und Lenkungssteuerungssysteme)
- (b) Einbettung in den Verkehrsfluss der Fahrzeuge auf den Fahrbahnen der Laufwege bzw. in die Hierarchie der Verkehrsnetze (von der Wohnstraße bis zum Autobahnnetz)
- (c) Einbettung in das technische Verkehrssystem (mit allen seinen verkehrsteilnehmenden Gruppen)
- (d) Einbettung in das gesellschaftliche Mobilitätssystem (mit seinen Interessentengruppen)

(e) Einbettung in den städtebaulichen Hintergrund der Lebensumwelt (Ausprägung von „Mobilitätsgesellschaften“ in Siedlungs- und Wirtschaftsräumen unterschiedlicher Struktur)

Es mangelt aber generell – übrigens auf allen befassten Seiten – an Übersicht und Systemverständnis. Das liegt auch an einem gewissen Nachholbedarf an zeitaktueller und zukunftsorientierter Theorien- und Modellbildung zur Verkehrsabwicklung, die die technologischen Herausforderungen zu integrieren vermag. Der Ansatz der Einbettungen in Systeme erscheint als eine sowohl integrative als auch antagonistische Vorgangsweise, die so auch gegenseitige Überprüfungen und wechselseitige Anpassungen ermöglicht.

2.3 Wege als Untersuchungsrahmen

Mobilität wird in Wegen umgesetzt. Diese Feststellung erscheint zunächst trivial. Aber in Hinblick auf den künftigen Technologieeinsatz stellt sich die Frage, aus welchem fachlichen Blickwinkel und aus welcher mobilitätsbezogenen Interessenlage heraus man sich dem Phänomen annähert, was wiederum methodische Konsequenzen nach sich zieht. Wege konstituieren sich vornehmlich als Wegeketten, die einen mehr oder minder (werk)täglichen oder zumindest ungefähr regelmäßigen Aktionsradius in einem Verkehrsraum umschreiben und mit Zwecken, die sich aus den Daseinsgrundfunktionen ableiten, verbunden sind.

Wobei können demzufolge Automatisierungstechnologien hilfreich sein, um den Menschen bei den Fortbewegungen zur der Ausübung ihres Mobilitätsbedarfs, mit welchen Verkehrshilfsmitteln auch immer, entlastend, unterstützend oder erweiternd zu nützen? Dazu gibt es noch großen Klärungsbedarf, wie und wo ein gesellschaftlicher Mehrwert erzeugt werden kann!

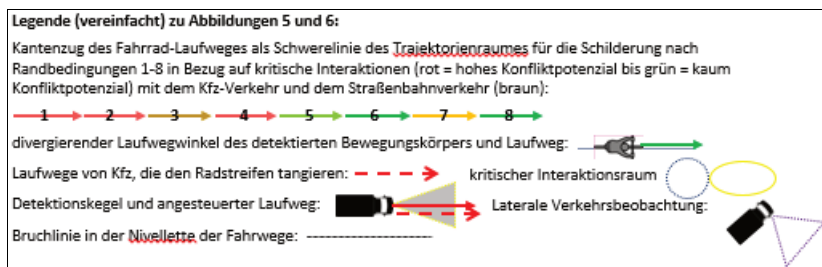
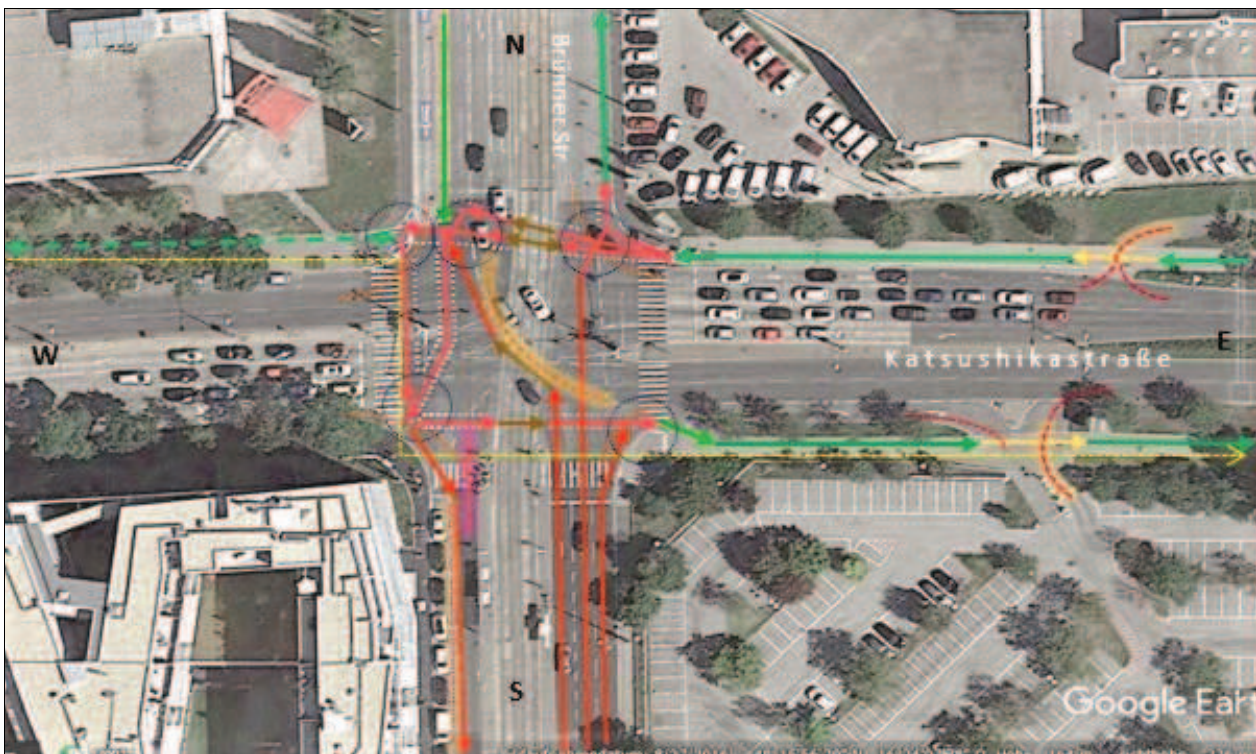


Abbildung 5: Die verkehrsorganisatorisch vorgesehenen Fahrwege für den Radverkehr im Geschehnisraum eines Straßenknotts in Wien-Floridsdorf gliedert in Kantenzüge unterschiedlicher Randbedingungen für kritische Interaktionen (Grundlage: Google Earth August 2016, Bearbeitung: Dörr/Marsch/Romstorfer)

Wegeketten setzen sich aus individuell motivierten Laufwegen zusammen, die zwar in Abhängigkeit vom jeweiligen Wegezweck zieldeterminiert und in Hinblick auf die Routenwahl prädestiniert sind, etwa was die

Eiligkeit betrifft, jedoch im Verkehrsverhalten gewisse Freiheitsgrade aufweisen. Diese hängen einerseits vom Bewegungspotenzial ab, welches v.a. das jeweilige Verkehrsmittel ermöglicht, und werden andererseits von der akuten Kapazitätserschöpfung des Fahrweges beeinflusst. Der Laufweg ist also Ausdruck individueller Verhaltensweisen. Der Fahrweg auf einer öffentlichen Verkehrsfläche eröffnet die Gelegenheiten zur Bewegungsbahn für einen Laufweg (Abb. 5 u. 6). Es handelt sich um unverrückbare Randbedingungen (vorausgesetzt bei StVO-gerechtem Verhalten), die für alle dort zugelassenen Verkehrsmittel (als Bewegungskörper) gleichermaßen gelten und künftig einen hochaufwändig aufzustellenden, aber prinzipiell hochauflösend konfigurierbaren Datenbestand für die Automatisierung der Kraftfahrzeuge für die Trajektorien-Navigation und die anzusteuende Fahrdynamik auf der Fahrbahn darstellen werden.

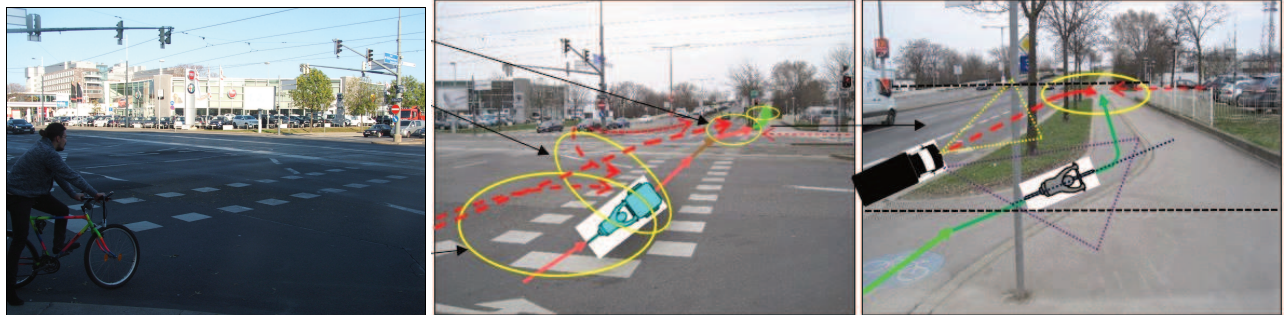


Abbildung 6: Piktogramm-artige Szenenkonstruktion zur Querung des Hauptstraßenknotens im Zuge eines Laufweges eines Radfahrers mit der Abfolge von kritischen Interaktionsräumen potenzieller Annäherungen von Kraftfahrzeugen als reale Testvorgabe

Das Verkehrsgeschehen wird auch in absehbarer Zukunft noch von den Zufälligkeiten des zeitlichen und örtlichen Zusammentreffens von verkehrsteilnehmenden Akteuren im Straßenraum geprägt sein. Es gesellen sich also weitere variable, beschränkt standardisierbare, aber statistisch (selektiv) beobachtbare Rahmenbedingungen des kleinräumigen Verkehrsgeschehens hinzu. Dabei verknüpfen sich für eine gewisse Zeitspanne in einem Geschehnisraum auf der Verkehrsfläche die Laufwege der Akteure. Es handelt sich um spontan sich ergebende Interaktionen zwischen unterschiedlich verkehrsmitteltechnisch ausgestatteten und persönlich veranlagten Verkehrsteilnehmenden (Abb. 7). Diese Vielfalt eröffnet unzählige Variationen für die Szenarienbildung, die durch Konventionen und Regulationen als Rahmenbedingungen wieder auf ein strukturiertes pragmatisches Maß reduziert werden muss, wobei allerdings möglicherweise auftretende oder beobachtbare Eventualitäten, wie Radfahrer auf dem Fußgängerschutzweg oder zu einer ÖV-Haltestelle auf kurzem Wege eilende Personen, nicht völlig außer Acht bleiben dürfen.

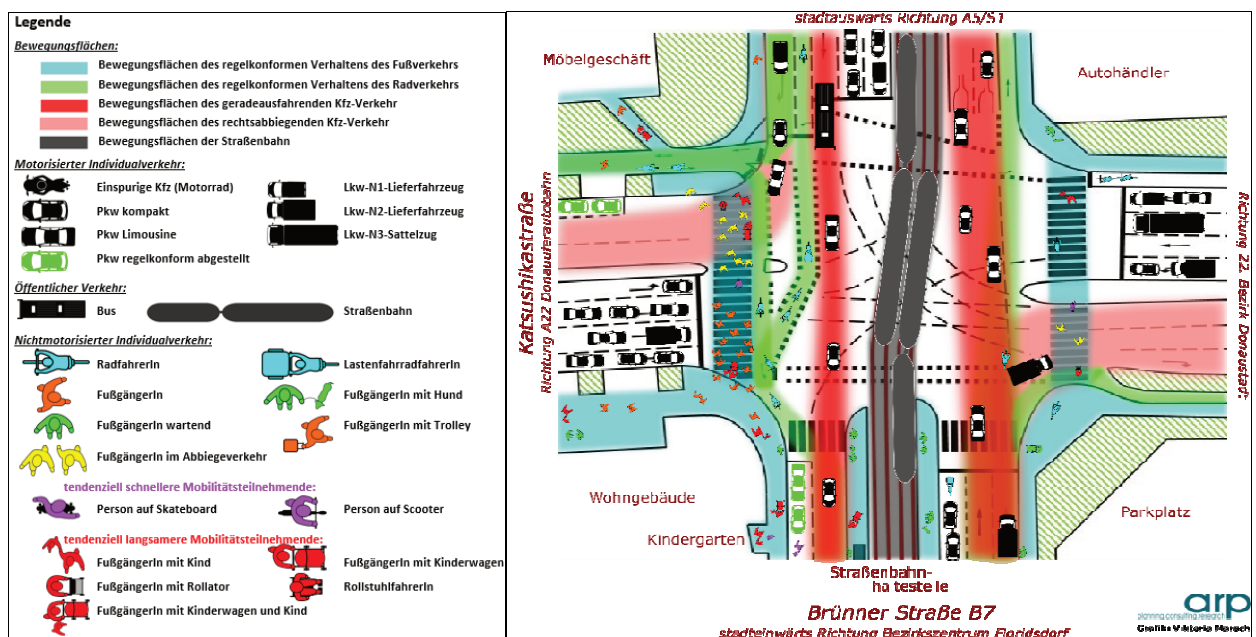


Abbildung 7: Ein Knoten städtischer Hauptstraßen als zufälliger Treffpunkt und Interaktionsraum verschiedener Mobilitätsgruppen in Wien-Floridsdorf (Grafik und Bearbeitung: Marsch)

3 THEORIE UND METHODIK DER SZENENANALYSE UND SZENARIENBILDUNG

Warum bedarf es nunmehr der Ansätze zu einer zukunftsorientierten Theorie in Hinblick auf Digitalisierung und Automatisierung im Straßenverkehr? Zunächst ist festzuhalten, dass Straßenverkehr nicht gleichzusetzen ist mit Kraftfahrverkehr. Obgleich wir diesem den weitaus überwiegenden Anteil der Verkehrsflächen in den letzten Jahrzehnten gewidmet haben. Das zu betonen, erscheint wichtig, weil mit den neuen digitalen Verkehrstechnologien wiederum Ansprüche an den öffentlichen Raum transportiert werden, die möglicherweise auf eine noch stärkere Spezialisierung und Funktionalisierung in der Benutzung der Infrastruktur zugunsten des motorisierten Individualverkehrs hinauslaufen könnten, etwa, um Schwachstellen in der Operabilität der Automatisierungstechnologien besser zu beherrschen.

3.1 Verhältnis Fahrzeug(e) – Mensch(en) – Öffentlicher Raum

3.1.1 Humane Wirkungsstufen der Fahrerabsenz „hands off – eyes off – mind off“

Eine gesicherte Wissensbasis über das fahrdynamische Verhalten von Fahrzeugen mit Automatisierungsfunktionalitäten auf höherem Level liegt noch nicht vor, sodass ihr Verhalten in Verkehrsflüssen und ihre Wirkung auf die Verkehrsqualität mit den bewährten Verkehrsplanungs-Tools derzeit schwerlich simuliert werden können. Erst dokumentierte Fahrleistungen unter Praxisbetriebsbedingungen werden Aufschluss über die Erfüllung von Sicherheitsanforderungen des software-determinierten Fahrverhaltens geben. Daraufhin können die Spielregeln für die drei Wirkungsstufen der Fahrerabsenz „hands off“ (Fahrer lässt Lenkrad für eine gewisse Zeit los), „eyes off“ (Fahrer wendet Blick von der Fahrbahn ab) und „mind off“ (Fahrer beschäftigt sich anderweitig und ist nicht sofort übernahmebereit) für einen maßgeblichen Zeitraum und für bestimmte Netzabschnitte festgelegt werden. Schließlich würde im ultimativen Stadium „driverless“ (kein Lenker mehr erforderlich, weil auch keine Steuerungsarmaturen im Fahrzeug vorhanden sind) ein personalloses vollautonomes Fahrbetriebssystem bedeuten.

3.1.2 Kraftfahrzeuge als Interakteure auf der Fahrbahn

Bei fortschreitendem Automatisierungsgrad der Fahrzeuge und zunehmender Durchmischung unterschiedlich automatisierter Fahrzeuge im Kfz-Bestand kommen künstliche digitale Akteure zur Wirkung, die fahrzeugintern mit einem Lenker („Human Machine Interaction“) interagieren und parallel dazu sich mit anderen „adjazenten“ Fahrzeugen im Verkehrsfluss auseinandersetzen, um die Bewegungsbahn (Trajektorie) für den gewünschten Laufweg zu realisieren. Einerseits zeitigt die Verkehrswirksamkeit von Automatisierungssystemen eine Relativierung der Lenker-Souveränität und potenziert die kausalen Wirkungsketten und deren systemologischen Verflechtungen bei Interaktionen zwischen den Interakteuren auf der Fahrbahn. Andererseits erweitern diese Detektionstechnologien und Assistenzsysteme quasi als Wahrnehmungs-Prothese für den Fahrzeuglenker als unbedachte Nebenwirkung auch den Verantwortungsrahmen, der sich bis jetzt auf das menschliche Blickfeld und die Verarbeitungszeit der visuellen Informationen und die übliche Reaktionszeit bezogen hat. Die Fahrbahn wird derart gewissermaßen zu einem dynamischen Spielfeld mit ständig wechselnden Mitspielern, die teils humaner, teils digitaler Natur sein werden, was die Berechenbarkeit (dazu gehören der Vertrauensgrundsatz ebenso wie die Erfahrungen aus der Fahrpraxis) voraussichtlich kompliziert gestalten wird, wenn die Programmierung der digitalen Fahrstile modell- und markenübergreifend künftighin nicht standardisiert und harmonisiert werden sollte (Abb. 8).

Welche Regulierungsinstitution wird dafür in Frage kommen? Übrigens auch künstliche Intelligenz der Automatisierungssysteme will gelernt sein und eine Volksweisheit sagt „Aus Schaden wird man klug“. Das mögen erste Hinweise auf gestufte und protokollierte Testverfahren sein, zumindest sofern sie unter der Beteiligung uninformatierter Dritter im öffentlichen Verkehrsnetz stattfinden sollten. Am Rande sei auch erwähnt, dass solche Dokumentationen, wenn sie in ausreichender Dichte vorliegen werden, erste Schlüsse auf etwaige positive Effekte auf die Verkehrssicherheit und Unfallverhütung erlauben werden, die bislang nur als Vermutungen verbreitet werden.

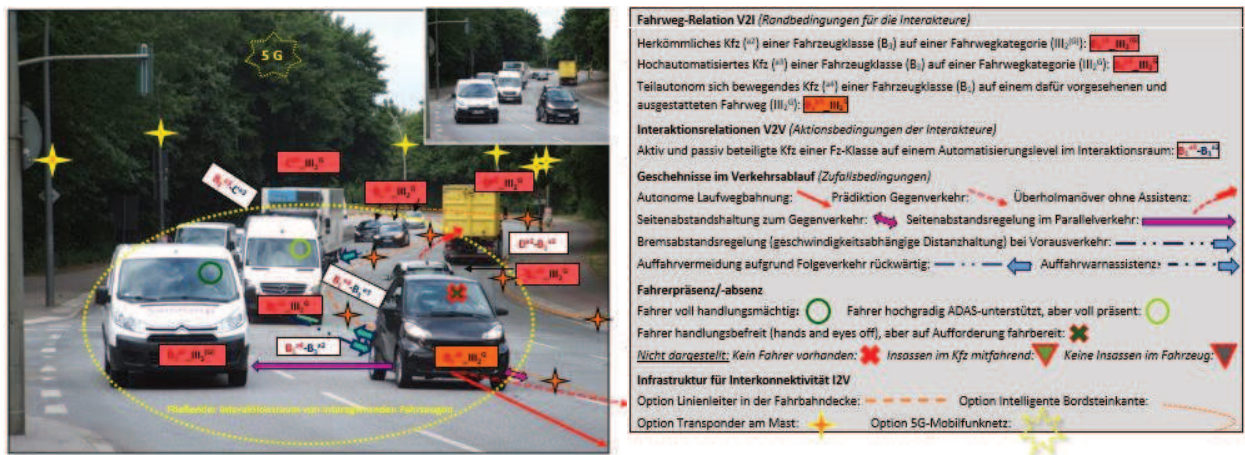


Abbildung 8: Szenenbeobachtung als Grundlage für eine Szenarienkonstruktion der Interaktionsmuster zwischen Kraftfahrzeugen an einem VLS-geregelten nachrangigen Knoten in Hamburg-Diebstreich. (Foto und Bearbeitung: Dörr)

3.2 Wegeketten und tägliche Aktionsradien als gesellschaftliche Nutzenfälle (Societal Use Cases)

3.2.1 Paradigmenwechsel und Methodenausrichtung

Ein gesellschaftlich orientierter Perspektivenwechsel zur gegenwärtig gepflegten fahrzeugzentrierten Sichtweise und zur Propagierung der kundenzentrierten Use Cases stellt eine Bedürfnisbetrachtung dar, bei der die tägliche Mobilität der Menschen bei ihrer Ausübung der Daseinsgrundfunktion Verkehr in den Mittelpunkt gerückt wird. Damit kommen grundlegende Konzepte der Mobilitäts- und Sozialraumforschung wiederum aktualisiert ins Spiel. Wenn aber das solitäre Kraftfahrzeug nicht die Sache darstellt, um die sich die Welt dreht, sondern die Menschen als Mobilitätsausübende und Verkehrsteilnehmende in den Blick genommen werden, dann bedarf es einer methodischen (Neu-)Ausrichtung bei der Betrachtung des Verkehrsgeschehens und seiner auslösenden Momente (Abb. 7 u. 13). Damit mutiert das Kfz zu einem Verkehrsmittel, neben vielen anderen auch, das sowohl individuell als auch kollektiv Nutzen stiften soll, der regional unterschiedlich ausfallen kann. Wie aber kann dieser Nutzen annähernd ermittelt werden?

3.2.2 Nutzenbezogene Aspekte der Automatisierung im Straßenverkehr

Durch die propagierte Nützlichkeit der technologischen Entwicklungen werden vielfältige Erwartungen geweckt. Dadurch entsteht Handlungsdruck für Entscheidungsträger in der Mobilitäts- und Verkehrspolitik im weitesten Sinn. So unaufhaltsam dieser technologische Fortschritt sein mag, ist es keine interne Angelegenheit einer wettbewerbsgetriebenen Branche und der die Technologien nutzenden Wirtschaft. Denn er wird der mobilen Gesellschaft zu entsprechenden Preisen verkauft werden und der öffentlichen Hand erhebliche Investitionen kosten, wofür schon medial ein gewisser Konsumdruck von den Marketingstrategen aufgebaut wird. Der Mobilitätsgesellschaft mit ihren fachkundigen Vertretern und politischen Anwälten muss das Anrecht zugebilligt werden, informiert zu werden, Fragen zu stellen, Aufklärung zu verlangen und auch Anforderungen aufzustellen. Dabei müssen demokratiepolitisch noch Defizite abgebaut werden.



Abbildungen 9-10: Szenenbeobachtungen an ÖV-Knoten in Stuttgart (Olgaeck) und Paris-Chevilly-la-Rue (Tram 7). (Fotos: Dörr)
 Als generelle Zielsetzungen und Begründungen für den enormen Entwicklungsaufwand werden angeführt:

- Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Automobil-Industrie auf dem Weltmarkt
- Individuelle Kosteneinsparungen für die Transportwirtschaft
- Entlastung der Autolenker von der Steuerungsarbeit (auch von der Lenkerverantwortung?)
- Optimierte Auslastung des bestehenden Straßennetzes, was wohl Mehrverkehr ermöglichen soll.
- Sicherheitsgewinne durch modulierte Fahrstile und erhöhte Konfliktvermeidung im Fließverkehr
- Allenthalben wird angeführt, dass zur Reduktion von Emissionen beigetragen werden könnte.
- Ferner werden Hoffnungen an die automatisierte (öffentliche) Verkehrsbedienung peripherer, dünn besiedelter Gebiete geknüpft.

Es gilt also, individuelle (für die einzelnen Autofahrer), kollektive (für Gruppen von Verkehrsteilnehmern), korporative (für gewerbliche Fuhrparkbetreiber), regionale (für Verkehrsdienstleister) und „globale“ (Umwelt und Klima) Nutzen- oder Kosten-Effekte zu unterscheiden. In einer Systembetrachtung sind die verfolgten Ziele nicht konfliktfrei und im Sinne einer Nutzenmessung bedarf es der Benennung der Vorteile und ihrer Nutznießer und ebenso der Nachteile und ihrer (unfreiwilligen) Inkaufnehmer, damit verkehrspolitisch notwendige Weichenstellungen und Priorisierungen vorgenommen werden können. Auf den genannten Ebenen sind die Nutzenäußerungen zuzuordnen, wobei deren Quantifizierung (Nutzeneinheiten x Zahl der Nutznießer) schwierig zu bewerkstelligen ist und daher eher als eine diskursive als eine mathematische Aufgabe zu lösen wäre. Zahlenwerke können den Argumentationsprozess unterstützen.

3.2.3 Wahrung der personalen Integrität und Bewegungsfreiheiten von allen Straßenbenutzern

Schließlich geht es aber genauso um Bedürfnisse und Rechte von Minderheiten (wie Leute mit Lenkerberechtigung ohne Kfz-Besitz im Car-Sharing), Benachteiligten (Personen mit Kinderwagen oder Rollator u.ä.) und Gefährdeten (wie Geh- und Sehbehinderte, Kinder, Radfahrer) im Mobilitätssystem, die mit zu Gewinnern des technologischen Fortschrittes gemacht werden sollten (Abb. 7, 9-10). Dafür werden Bürgerverbände und Planer der öffentlichen Körperschaften zu sorgen haben. Dazu braucht es ein methodisches Instrumentarium, um den Entwicklungen auf den Grund zu gehen. Diesbezüglich vielleicht unliebsame verkehrsteilnehmende Gruppen, die nicht in die mechatronisch geprägte Logik hineinpassen, könnten aus manchen Mobilitätsgelegenheiten im öffentlichen Verkehrsraum verdrängt werden. Als Symptom dabei kann beispielweise wahrgenommen werden, dass bewegungseingeschränkte Senioren zwar vielleicht als Nutzer und Kunden von automatisierten Fahrzeugen Erwähnung finden, aber keines der Werbevideos und Computersimulationen zeigt einen Senior mit Rollator beim unbeholfenen Überqueren eines Schutzweges einer vielbefahrenen Straße; der sich im Übrigen den letzten Rest seiner aktiven Mobilität bewahren will. Er gehört nicht zur Kundenzielgruppe der Automobilhersteller und stellt für die Technologieentwicklung vermutlich einen Störfaktor bei der Einrichtung der durchtechnisierten künftigen Mobilitätswelt dar. Auf die Eingebung, das Verkehrshilfsmittel Rollator als Signalgeber und Informationsträger auszustatten, ist unserer Information nach noch niemand draufgekommen. Eine sich aufdrängende Schlussfolgerung wäre, dass der Schwächere im Verkehrsgeschehen erhöhten Schutz seiner körperlichen Integrität genießt und dem Stärkeren, weil hochgerüstet, nicht nur formell mehr Verantwortung zukommen wird (wie beim 360°-Rundumblick), sondern dieser auch passiv-reaktiv zu handeln haben wird.

3.2.4 Graphen als Wegemuster, Netzkonfiguration und Beziehungsgeflecht von Interaktionen

Wenn neue technologische Assistenzsysteme auf den Prüfstand der praktischen Verkehrsabläufe im öffentlichen Raum gestellt werden müssen, stößt man auf theoretische Lücken und terminologische Verwirrungen. Allerdings bietet die angewandte Verkehrsforschung durchaus genügend methodische Werkzeuge, die genutzt werden können, wenngleich sie in einem neuen aufgabenbezogenen Kontext eingesetzt werden. Die Graphenmethode bietet dazu vielfältige Anwendungsmöglichkeiten. Ihr Einsatz ist dazu noch weitgehend anwendungsneutral, wenn man an die gebräuchlichen Anwendungen in der diskreten Routenplanung oder in der infrastrukturellen Netzplanung denkt. Sie bildet aber des Weiteren nichtphysische Beziehungsabhängigkeiten und Entscheidungssituationen zwischen Akteuren ab, womit eine methodische Brücke zwischen der Verkehrsinfrastruktur als Set von physischen Randbedingungen und deren Benutzung durch uns alle, d.h., den Mobilitätsgruppen und ihren unvermeidlichen Interaktionen im Verkehrsgeschehen, geschlagen wird.

So werden künftige Verkehrsmodi, wie das Platooning, also das digital verkettete Fahren mehrerer Fahrzeuge, Reorganisationen in der Verkehrsinfrastruktur erforderlich machen. Dabei ist die grundlegende Frage, wer Platooning betreiben wird und wo es gebildet und wieder aufgelöst wird, noch zu beantworten. Wie soll sich das Verhältnis auf einer Autobahn zwischen dem Pkw-Verkehr, dem konventionellen Wirtschaftsverkehr und den Lkw-Konvois, die sich in langen Zügen auf reservierten Fahrstreifen bewegen werden, gestalten, wenn es eine dichte Abfolge von Anschlussstellen zu queren gilt (Abb. 12)?



Abbildungen 11-12: Digitales Testfeld A9 München-Nürnberg für Platooning und probeweise geöffnetem Abstellstreifen (Fotos: Dörr, ein Freitag im Dezember 2017)

3.2.5 Spieltheoretische Ansätze und realitätsgetreue Visualisierungen

Methodisch bieten sich dazu spieltheoretische Ansätze zur Anwendung an, um die Entscheidungsoptionen der Mitspieler auf dem Spielfeld Fahrbahn darzustellen. Die Spieltheorie kann zur Verdeutlichung von zufällig sich ergebenden Verkehrssituationen und bei der Aufklärung über die komplexen und interdependenten Zusammenhänge im „Spielablauf“ der Verkehrsabwicklung helfen. Aber, das Verkehrsgeschehen darf nicht zum Computerspiel ausarten, dazu ist die Materie viel zu heikel.

Wird von der fahrzeugzentrierten Betrachtungsweise abgegangen, ist der Straßenraum das „Spielfeld“ für Interaktionen. Dazu bedarf es einer räumlichen und zeitlichen Eingrenzung des Handlungsablaufes der Akteure. Dabei kann von vorgegebenen verkehrsorganisatorischen Randbedingungen ausgegangen werden, die sich auf Szenenbeobachtungen in unverrückbaren statischen Interaktionsboxen, wie der Laufwegsortierung vor einer lichtsignalgeregelten Straßenkreuzung, stützen. In weiterer Folge stellen sich initiale Aktionen einzelner Akteure ein, wie bei einer Grünfreigabe für Fahrstreifen, die weitere mehr oder minder kritische Interaktionen auslösen. Daraus ergibt sich ein dynamischer Interaktionsraum, der sich vorwärts bewegt und in welchem sich die Mitspieler als initiale oder reagierende Interakteure abwechseln (Abb. 13).

Rücksichtnahme und Vorteilnahme sind Prinzipien in der Abwägung programmierter Fahrstile. Ob diese nun marken- oder modellabhängig von den Herstellern variiert werden, was zu erwarten ist, beeinflusst die Interaktionsverhältnisse zwischen den Mitspielern auf der Fahrbahn in noch weitgehend unerforschter Weise. Man stelle sich ein Szenario vor, wo alle hochautomatisierten bzw. autonomisierten Kraftfahrzeuge auf maximale Rücksichtnahme untereinander programmiert sein sollten. Eine solche Konditionierung könnte jedoch auf ein sich selbst blockierendes Verkehrssystem hinauslaufen, bei dem Stop-and-Go und die Schlangenlinie bei der autonomen Steuerung der Fahrdynamik der einzelnen Fahrzeuge vorherrschen würden, wenn keine Präferenzregeln für den gerichteten Verkehrsfluss allgemein gültig aufgestellt werden. Es sei denn, die Interkonnektivität mit der Verkehrsinfrastruktur wird mobilisiert, soweit sie dafür aufgerüstet sein sollte. Damit würde allerdings die Handlungsautonomie der individuellen Fahrzeuge, ob nun „teilhuman“ oder vollautonom gesteuert, relativiert werden, weil die individuelle Laufwegbahnung der Kfz durch eine zentrale Verkehrsflusssteuerung ersetzt würde. Unterstellt man andererseits ein Szenario, bei dem der sportliche Premiumwagen einer prestigeträchtigen Automarke schon aufgrund seiner fahrdynamisch überlegenen Leistungsparameter auf Vorteilnahme programmiert ist, sozusagen in Nachvollzug der Fahrstile der bisherigen Kunden, müssten die technisch unterlegenen Mittelklassewagen auf Rücksichtnahme in solchen Interaktionen konditioniert werden, wenn ein solches „Alpha-Fahrzeug“ sich annähert und durchzusetzen anschickt. Derart wären die Sitten der menschlichen Fahrstile kopiert und technologisch zementiert worden.

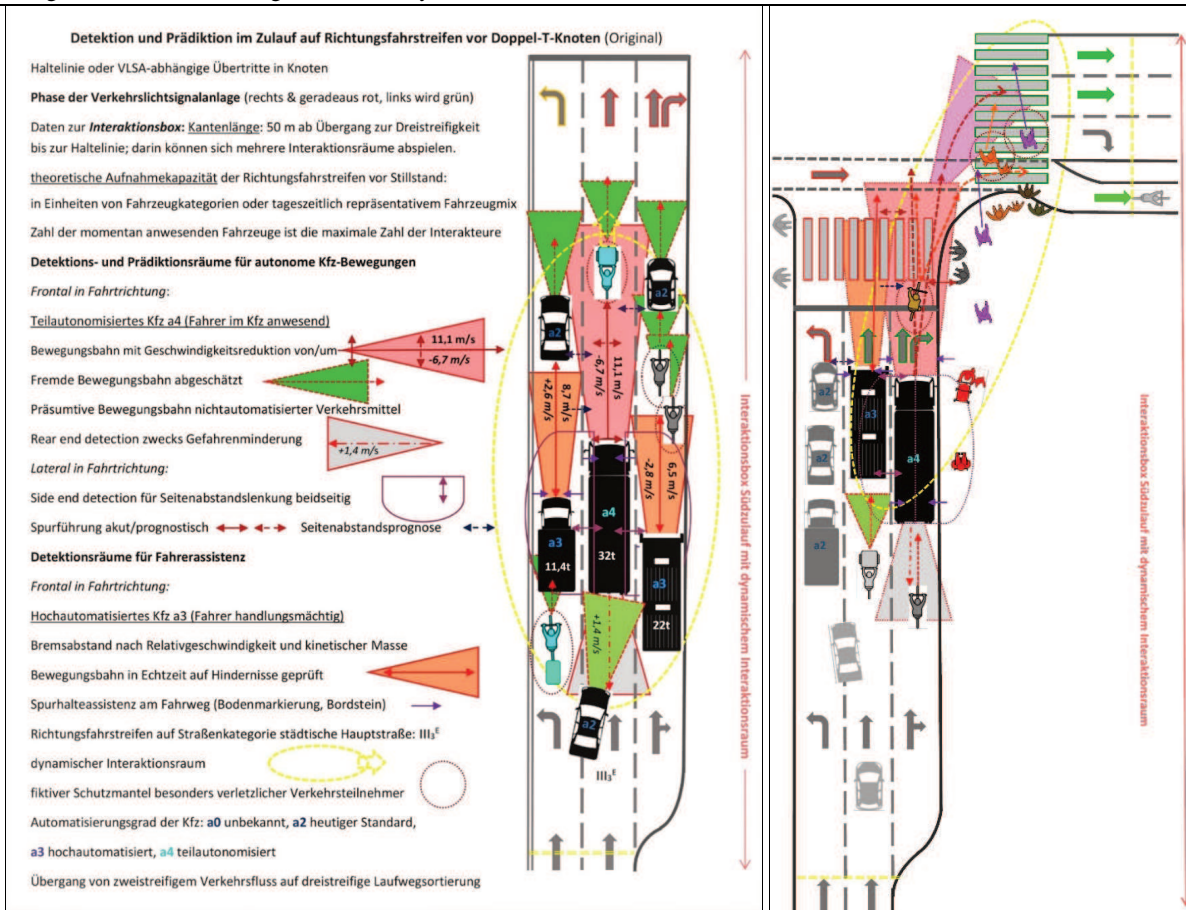


Abbildung 13: Beispiel für eine Szenarienkonstruktion ausgehend von einer Interaktionsbox "Laufwegsorientierung" vor einem VLS-regeltem Knoten als Ausgangslage für die spieltheoretische Simulation eines dynamischen Interaktionsraumes bei Grünfreigabe geradeaus und rechtsabbiegend mit antretendem Radfahrer und schutzwegquerenden Fußgängern als initiale Akteure ("Vulnerable Road Users") und abbiegendem Sattelzug als kritischem Interakteur (Grafik und Bearbeitung: Dörr & Marsch)

4 FAZIT: ANALYSE DER BETROFFENHEITEN UND IHRE DISKURSIVE EINBEZIEHUNG

Abschließend ist anzusprechen, ob und inwieweit sich die betroffenen Kreise, und das sind nicht nur die verkehrsteilnehmenden Gruppen im Straßenraum, seien es nun Vertretungen der Kraftfahrer oder der nicht motorisierten Mobilitätsgruppen, der Straßenverwaltungen, die Planungsträger von Regional-, Stadt- und Verkehrsplanung oder die Aufgabenträger für den öffentlichen Verkehr, auf diese technologischen Herausforderungen vorbereiten können, solange die Informationspolitik der industriellen Technologieentwickler nahezu ausschließlich über die Schiene der Marketing- und Werbestrategien gefahren wird. Solche Berichte in Medien werden auf ihren Wahrheitsgehalt und die Automatisierungsfunktionalitäten der Kraftfahrzeuge werden in dokumentierten Testverfahren auf ihre Verkehrstauglichkeit zu prüfen sein, wofür es realistisch fundierte und plausible Methoden brauchen wird, von denen einige in Ansätzen vorgestellt wurden.

So manche Grundsatzpapiere, von denen einige stellvertretend in den Quellenhinweisen angeführt sind und die Breite der gesellschaftlichen Betroffenheiten beleuchten, werden in den Diskurs einzubeziehen sein. Neben den humanbezogenen Wissensgebieten, die sich mit den Verhaltensmustern im Verkehrsgeschehen befassen, wird auch eine räumlich tiefergehende Analyse der Gegebenheiten im urbanen und im ländlichen Straßennetz und der Wechselwirkung mit den städtebaulichen Nutzungsstrukturen, wie die Erschließung von Wohnquartieren, in Hinblick auf autonomisierte Fahrzeugbewegungen aufzubereiten sein. Dazu wird es nützlich sein, aus Fallbeispielen theoretische und methodische Zugänge zu entwickeln. Aus demokratiepolitischen Überlegungen ist ein sachlicher Diskurs mit der industriellen Technologieforschung aufgrund der Inanspruchnahme öffentlicher Räume und der breiten Betroffenheit Dritter, wie vor allem nichtmotorisierter bzw. nichtautomatisierter Mobilitätsgruppen, anzupeilen.

5 LITERATUR

- ADAC e.V. (2018): Einführung von Automatisierungsfunktionen in der Pkw-Flotte. Auswirkungen auf Bestand und Sicherheit. Erstellt von Prognos GmbH. München-Berlin
- Boltze, M. (2016): Zukünftige Entwicklungen und Herausforderungen im Straßenverkehr. In: Straßenverkehrstechnik 12/2016. Sonderdruck
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2015): Strategie automatisiertes und vernetztes Fahren. Berlin
- Bundesminister für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2017): Bericht der Ethik-Kommission Automatisiertes und Vernetztes Fahren. Berlin
- Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) (2016): Automatisiert–vernetzt–mobil: Aktionsplan automatisiertes Fahren. Wien.
- Deutsche Akademie für Technikwissenschaften (acatech) (2018): Zwischenbericht Neue autoMobilität II. Kooperativer Straßenverkehr und intelligente Verkehrssteuerung für die Mobilität der Zukunft. München
- Deutsche Gesellschaft für Verkehrspsychologie (DGVP) (2016): Hochautomatisiertes oder autonomes Fahren als wünschenswerte Zukunftsvision? Offene Fragen mit Blick auf die Mensch-Maschine-Interaktion. Infos – Positionen – Empfehlungen 03/2016
- Dörr, H.; Marsch, V.; Romstorfer, A. (2017/1): Automatisiertes Fahren im Mobilitätssystem. Ein Spannungsbogen zwischen Ethik, Mobilitätsausübung, technischem Fortschritt und Markterwartungen. In: Internationales Verkehrswesen 3/2017. 40-44
- Dörr, H.; Marsch, V.; Romstorfer, A. (2017/2): Automatisiertes Fahren in urbaner Umgebung. Herausforderungen aus der Sicht der Stadt- und Verkehrsplanung. In: Transforming Cities 3/2017. 47-53
- Dörr, H.; Marsch, V.; Romstorfer, A. (2018): Automatisierter Straßenverkehr und spurgebundener ÖPNV. Betroffenheiten, Verantwortlichkeiten, Handlungsbedarfe. Der Nahverkehr. 36. Jg. 3-2018. 58-65
- Dörr, H.; Marsch, V.: Automatisierung der Kraftfahrzeuge im Straßenverkehr. Newsletter der Deutschen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft (DVWG aktuell) Oktober 2018. 9-11
- ERTRAC (2015): Automated Driving Roadmap. Task Force „Connectivity and Automated Driving“. Brussels.
- FERSI (2018): Safety through automation? Ensuring that automated and connected driving contribute to a safer transportation system. FERSI Position Paper – January 19, 2018
- International Transport Forum (ITF) (2017): Automation of the driving task. Some possible consequences and governance challenges. Discussion Paper No. 2017-07
- Rammert, W. (2016): Verteilte Intelligenz im Verkehrssystem: Interaktivitäten zwischen Fahrer, Fahrzeug und Umwelt. In: Technik–Handeln–Wissen. Zu einer pragmatistischen Technik- und Sozialtheorie. 2. Auflage. 125-131. Berlin
- Reschka, A. (2017): Fertigkeiten- und Fähigkeitengraphen als Grundlage des sicheren Betriebs von automatisierten Fahrzeugen im öffentlichen Straßenverkehr in städtischer Umgebung. Dissertation TU Braunschweig
- Schlag, B. (2016): Automatisiertes Fahren im Straßenverkehr – Offene Fragen aus der Sicht der Psychologie. In: Zeitschrift für Verkehrssicherheit 2/2016. 94-98
- Taiebat, M.; Brown, A.L.; Safford, H.R.; Qu, S.; Xu, M. (2018): A Review on Energy, Environmental, and Sustainability Implications of Connected and Automated Vehicles. Environmental Science and Technology. 2018, 52, 11449–11465
- Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (2017/1/2): Automatisiertes Fahren im Straßenverkehr – Teil 1, Herausforderungen für die zukünftige Verkehrspolitik. In: Straßenverkehrstechnik 8/2017. 533-539 – Teil 2, In: Straßenverkehrstechnik 9/2017. 622-628