

# **Netzweite Wirkungsermittlung kooperativer Fahrerassistenzsysteme zur Verbrauchsreduzierung mittels Simulation - Beispiel eCoMove**

Dipl.-Ing. Jonas Lüßmann, Lehrstuhl für Verkehrstechnik Technische Universität München

Dipl.-Ing. Christoph Rommerskirchen, Lehrstuhl für Ergonomie Technische Universität München

Prof. Dr. phil. Klaus Bengler, Lehrstuhl für Ergonomie Technische Universität München

Prof. Dr.-Ing. Fritz Busch, Lehrstuhl für Verkehrstechnik Technische Universität München

## **Einleitung**

Das im 7. Rahmenprogramm von der EU geförderte Projekt eCoMove hat sich zum Ziel gesetzt den Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr zu senken. Dazu werden im Projekt kooperative Fahrerassistenzsysteme, die sowohl im einzelnen Fahrzeug als auch im gesamten Verkehrsnetz Benzinverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzieren sollen, entwickelt.

Am Lehrstuhl für Ergonomie der TU München werden mit Hilfe des Fahrsimulators emissionsreduzierende Fahrerassistenzsysteme mit dem Schwerpunkt auf vorausschauendem Fahren, entwickelt.

Der Lehrstuhl für Verkehrstechnik ist an der Entwicklung infrastrukturseitiger Fahrerassistenzsysteme und optimierter Lichtsignalsteuerung, sowie der Netzmodellierung des eCoMove Testfelds München beteiligt.

Die Wirkungsermittlung für einzelne Fahrzeuge ist dabei relativ einfach umzusetzen. Schwieriger ist eine Wirkungsermittlung im Verkehrsnetz, besonders wenn die Ausstattungsrate in den Feldtests zu gering ist um einen Effekt auf dieses zu haben. Ein Mittel dazu ist die mikroskopische Verkehrsflusssimulation.

Für das eCoMove Testfeld im Norden Münchens wurde dazu ein Netz in der mikroskopischen Verkehrsflusssimulation VISSIM aufgebaut. Eine entscheidende Rolle für die Wirkung der in eCoMove entwickelten kooperativen Fahrerassistenzsysteme im gesamten Netz spielt die Fahrerreaktion bei der Zufahrt auf lichtsignalgeregelte Knotenpunkte. Um diese Fahrerverhalten in der Verkehrsflusssimulation modellieren zu können werden die vom eCoMove System adressierten Ineffizienzen analysiert um daraus Situationen im Fahrsimulator zu erstellen, die Aufschluss über das geänderte Fahrverhalten geben.

Dabei zeigt sich, dass diese Systeme nicht nur den Kraftstoffverbrauch beeinflussen, sondern auch das Fahrverhalten ändern. Unter anderem sind dabei Änderungen im Anfahrverhalten, z.B. bei der Stärke und dem Zeitpunkt der Verzögerung, auf einen Knotenpunkt zu beobachten.

## **Das eCoMove Projekt**

An dem durch das 7. Rahmenprogramm der europäischen Kommission geförderten Projekt eCoMove beteiligen sich 32 Partner aus 10 Ländern. Die Partner sind Automobilhersteller,

Automobilzulieferer, Kommunikationsunternehmen, Kartenhersteller, Forschungseinrichtungen und Hersteller infrastruktureitiger Verkehrssysteme. Das Projekt läuft über 3 Jahre (April 2010 – März 2013) mit dem Ziel kooperative Systeme zu entwickeln, die es den Kraftstoffverbrauch und die CO<sub>2</sub> Emissionen reduzieren.

Das Projekt ist dazu in 6 Teilprojekte unterteilt. Neben dem Projektmanagement sind dies die Teilprojekte

- „Core Technology Integration“, zur Entwicklung der Kerntechnologien des eCoMove Systems, wie der Kommunikationsplattform und der Kommunikationsprotokolle, der Datenbanken und digitaler Karten und verschiedener Modelle zur Beschreibung des Verkehrs auf makroskopischer und mikroskopischer Ebene sowie dessen Vorhersage,
- „ecoSmart Driving“, zur Entwicklung fahrzeugseitiger Systeme zur Fahrerunterstützung bei Navigation und allgemeinem Längsfahrverhalten,
- „ecoFreight & Logistics“, zur Entwicklung fahrzeugseitiger Lkw Systeme zur Fahrerunterstützung bei Navigation und allgemeinem Längsfahrverhalten, sowie zentralenseitiger Tourplanung,
- „ecoTraffic Management and Control“, zur Entwicklung infrastruktureitiger Systeme (innerstädtisch und außerorts), wie zentralenseitiges Routing, Lichtsignalsteuerung, sowie
- „Validation and Evaluation“, zur Wirkungsermittlung und Bewertung der entwickelten Systeme sowie des Gesamtsystems.

Der Nachweis der Wirksamkeit der entwickelten Systeme ist aufgrund der geringen Ausstattungsrate im Feld nur für einzelne Fahrzeuge möglich, nicht aber für den gesamten Verkehr im Netz. Aus diesem Grund wird versucht die Wirkungsermittlung im gesamten Verkehrsnetz im Projekt mittels mikroskopischer Verkehrsflusssimulation durchzuführen.

## **Wirkungsermittlung der eCoMove Systems**

Für einzelne Applikationen, wie die in den Teilprojekten „ecoSmart Driving“ entwickelten ecoDriving Support und ecoNavigation zur Unterstützung des Längsfahrverhaltens beziehungsweise des Routings, lassen sich einzeln die Wirkung relativ einfach bestimmen. Wesentlich komplexer ist es die Wirkungen im System als Ganzem zu ermitteln.

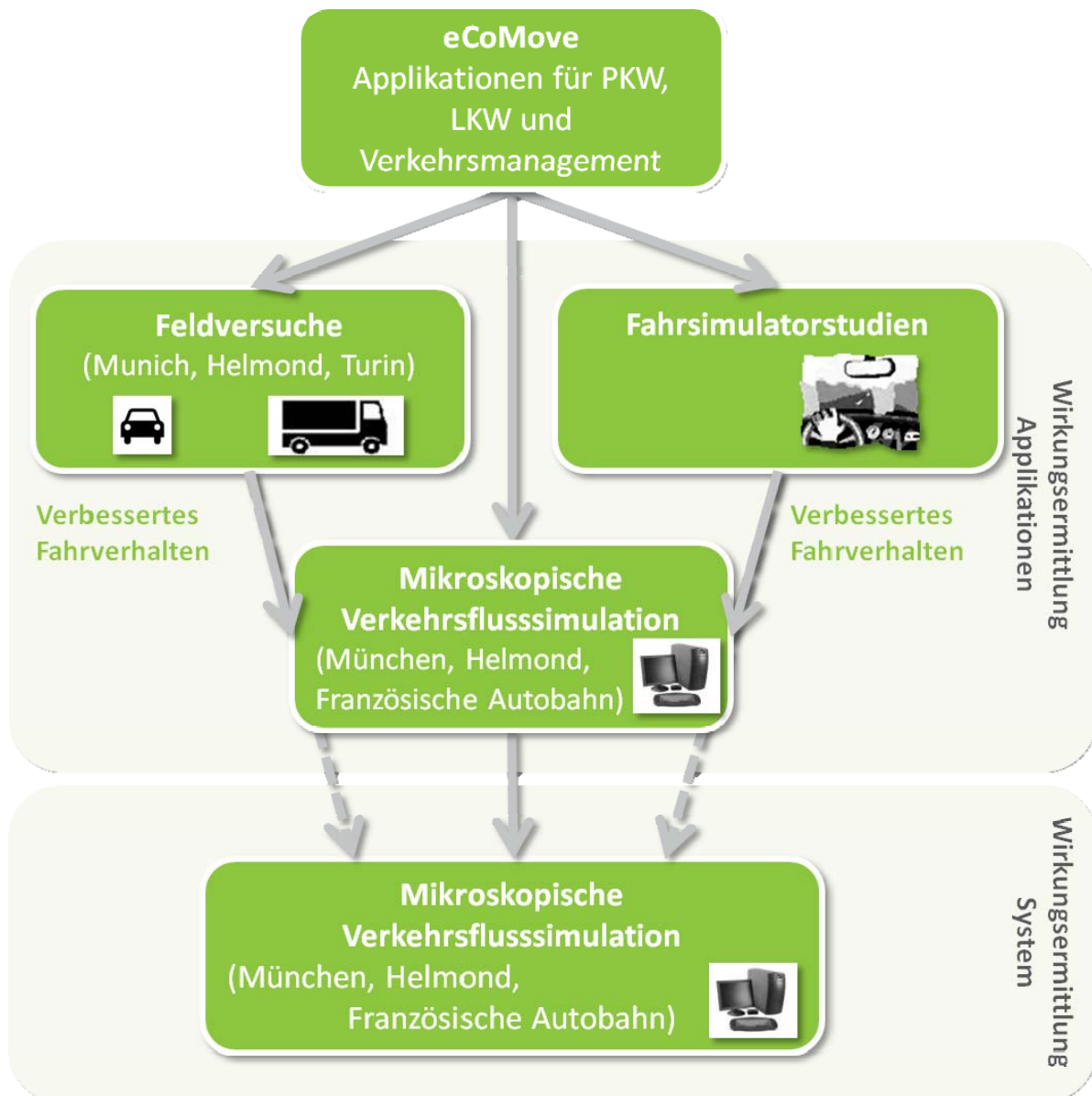


Abbildung 1: Ansatz zur Wirkungsermittlung im ecoMove Projekt [1]

Für die Wirkungsermittlung der infrastrukturseitigen Applikationen und der Kombination mit den fahrzeugseitigen On-Trip Applikationen im Netz wird eine mikroskopische Verkehrsflusssimulation eingesetzt. Dies hat mehrere Gründe. Da im Rahmen des Projektes nur wenige Fahrzeuge und Road Site Units mit dem ecoMove System ausgerüstet werden und der damit verbundenen geringen Ausstattungsrate, ist eine Wirkungsermittlung für infrastrukturseitige Applikationen, die den gesamten Verkehr berücksichtigen müssen und das gesamte System, in der Realität nicht möglich.

Für die Kalibrierung des Fahrerverhaltens in der mikroskopischen Verkehrsflusssimulation werden neben Daten aus den realen Feldtests vor allem Daten aus den Fahrstudien verwendet.

Die Verkehrsflusssimulation liefert dabei direkte Ergebnisse zur Verkehrseffizienz im Netz. Mit Hilfe der Software EnViVer [2] lassen sich zudem aus den Fahrzeugprotokollen, welche sekundliche Geschwindigkeitsprofile enthalten, Emissionen und Kraftstoffverbrauch

abschätzen. Zudem können in der Simulation unterschiedliche Ausstattungsraten untersucht werden.

## Konzept der Netzsimulation

Als Simulationsumgebung wird die mikroskopische Verkehrsflusssimulation VISSIM [4] des eCoMove Partners PTV AG eingesetzt. Die Software VISSIM verwendet als Verkehrsflussmodell ein stochastisches, zeitschrittbasiertes mikroskopisches Modell. Die Fahrer-Fahrzeug-Einheiten sind die elementaren Einheiten des Systems.

Das Testfeld umfasst die alle Straßenkategorien mit Verbindungsfunktion im Norden Münchens. Es wurde so ausgewählt, dass alle infrastrukturseitigen Anwendungen im Testfeld kombiniert zum Einsatz kommen können. Ausschlaggebend ist damit vor allem das zentralenseitige Routing.



Abbildung 2: Modelliertes Testfeld München

Im abgebildeten Netz soll eine netzweite Wirkungsanalyse des eCoMove Gesamtsystems erfolgen.

Um den Mehraufwand eine Re-Implementierung in der Simulation zu vermeiden wurde das infrastrukturseitige ecoMove System mittels Software an die Simulation angebunden. Das infrastrukturseitige System entspricht softwaretechnisch der Implementierung in den realen Testfeldern. Die Simulation spiegelt die realen Testfelder wider. Mittels entsprechender

Adapter wird zudem sicher gestellt, dass nicht nur dieselben Daten zur Verfügung sondern diese auch dem Format aus realen Fahrzeugen und realer Detektion entsprechen. Da es rechentechnisch nicht möglich ist neben dem infrastrukturseitigem ecoMove System auch jedes fahrzeugseitige ecoMove System an die Simulation anzubinden (bei einer Vollausstattung wären dies 50.000 Einzelsysteme) werden die fahrzeugseitigen Anwendungen sowie die Kommunikation nicht simuliert, sondern über Modelle abgebildet.

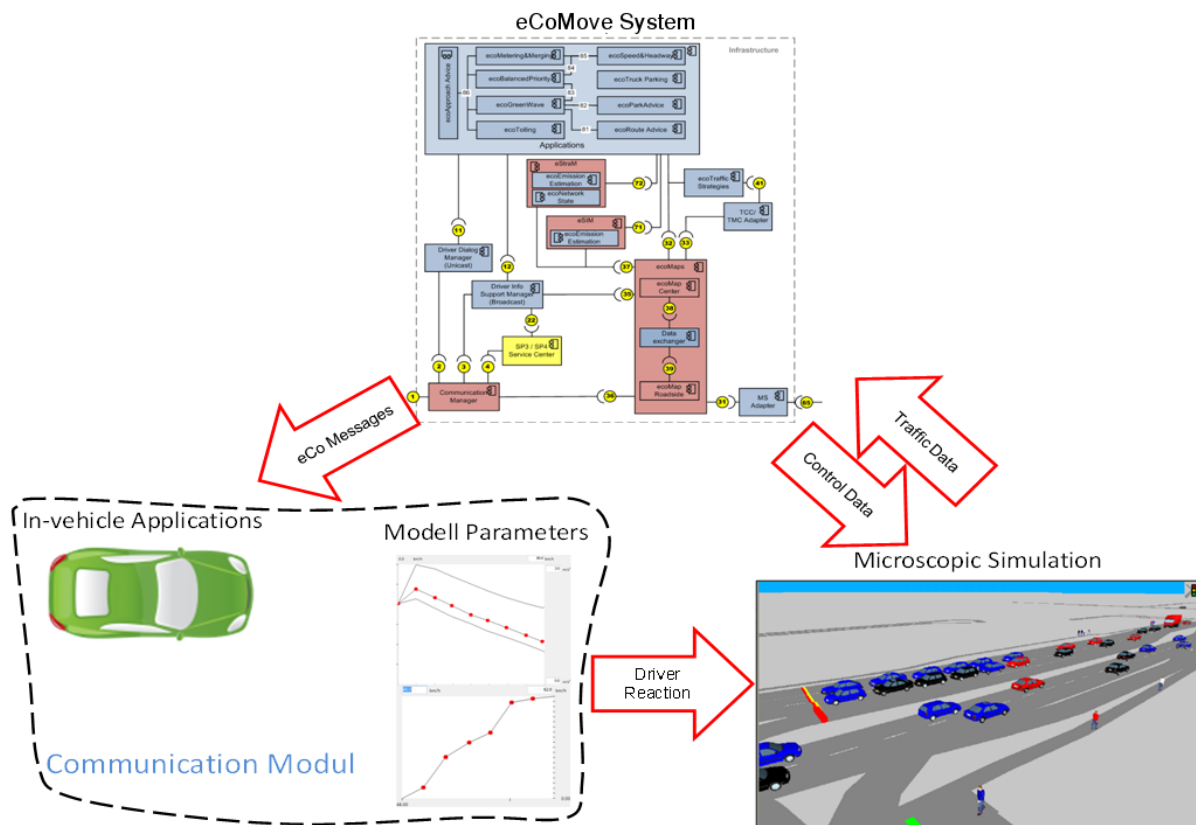


Abbildung 3: Konzept der eCoMove Simulationsumgebung [3]

Die Kalibrierung der Fahrer-Fahrzeug-Einheiten für ausgestattete Fahrzeuge erfolgt über die später beschriebene Simulationsstudie.

## Das Fahrer-Fahrzeugmodell in VISSIM

Das eCoMove System beeinflusst zwei Komponenten des Fahrverhaltens. Dies sind die Längsbewegung und die Routenwahl.

### Längsbewegung

VISSIM verwendet für Längsbewegungen das psycho-physisches WIEDEMANN Fahrzeugfolgemodel [5][6]. Es wird angenommen, dass sich ein Fahrer in einem von vier Fahrzuständen befinden kann:

- Freies Fahren: Es ist kein Einfluss eines vorausfahrenden Fahrzeugs zu beobachten. Der Fahrer versucht seine Wunschgeschwindigkeit zu erreichen und dann beizubehalten.

- Annäherung: Der Fahrer passt seine Geschwindigkeit an ein vorausfahrendes langsames Fahrzeug an. Er verzögert so, dass im Idealfall die Geschwindigkeitsdifferenz zum Vorderfahrzeug Null ist, wenn er seinen gewünschten Sicherheitsabstand erreicht hat.
- Folgen: Der Fahrer folgt einem vorausfahrenden Fahrzeug, ohne zu bremsen oder zu beschleunigen. Wegen der unvollkommenen Beherrschung des Gaspedals und der damit einhergehenden Geschwindigkeitsdifferenz, die in einem kleinen Bereich um Null oszilliert, schwankt der Abstand damit.
- Bremsen: Der Fahrer verzögert, falls der Abstand zum Vorderfahrzeug unter den gewünschten Sicherheitsabstand fällt.

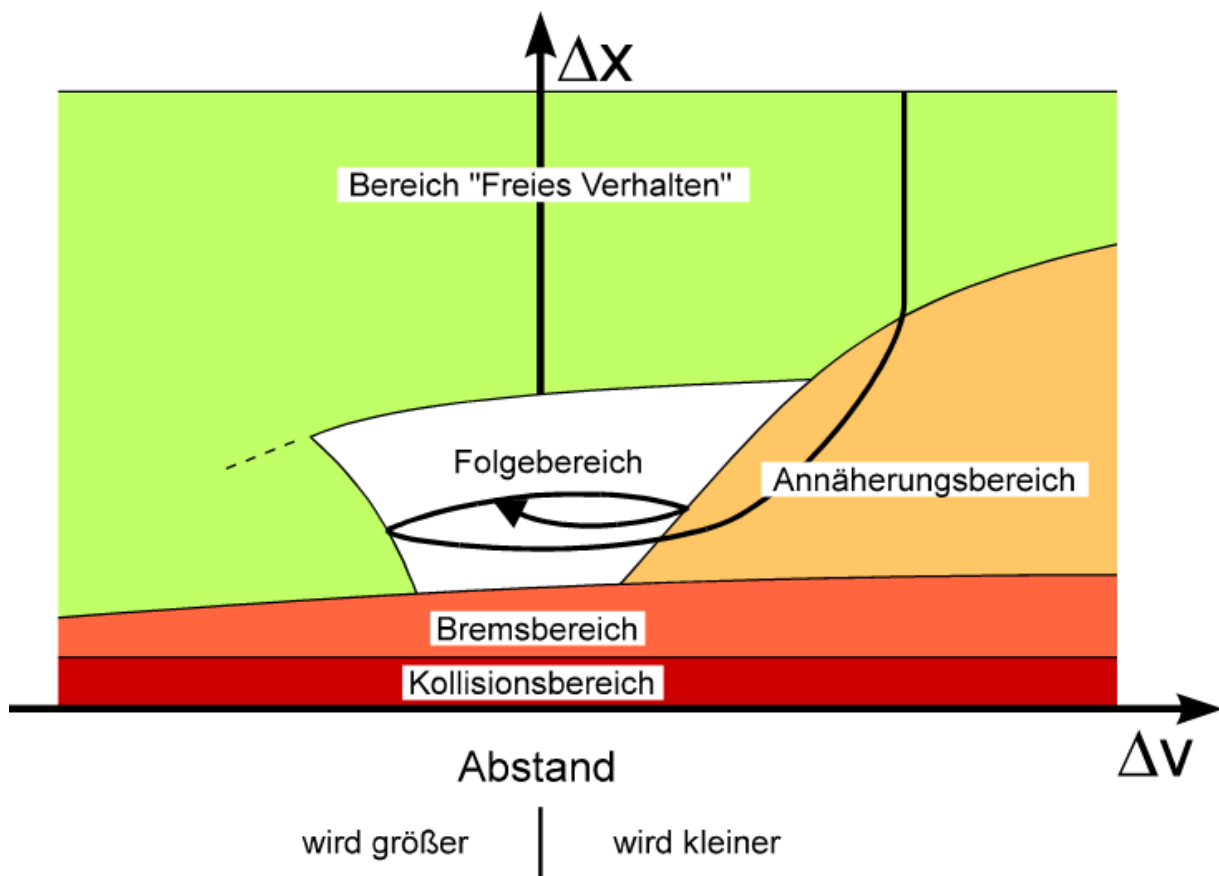


Abbildung 4: Fahrzeugfolgmodell (nach: WIEDEMANN 1974) [4]

Wesentliche Eingangsparameter für das Fahrzeugfolgmodell sind die Verteilungen der:

- Wunschgeschwindigkeit,
- Wunschbeschleunigung und
- Wunschverzögerung.

Diese Parameter sollen mittels der Fahrsimulatorstudie ermittelt werden.

### Routenwahl

Das Verhalten der Fahrer auf die Beeinflussung der Routenwahl hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, wie dem Übermittlungsmedium, der Anzahl der Alternativrouten sowie

deren Streckenlängen und Reisezeiten. Eine Kalibrierung der Routenentscheidung mittels Fahrsimulatorstudie ist nicht sinnvoll.

Für ortsunkundige Fahrer wird ein hundertprozentiger Befolgungsgrad angenommen. Für den Befolgungsgrad ortskundiger Fahrer werden Daten aus dem Forschungsprojekt wiki (**W**irkungen von **i**ndividueller und **k**ollektiver ontrip Verkehrsinformation und -beeinflussung auf den Verkehr in Ballungsräumen) [7] verwendet. In diesem Projekt wurde das Routenwahlverhalten ortskundiger Fahrer im Münchner Norden untersucht.

## Kommunikationsmodellierung mittels VCOM

Zur Modellierung der Kommunikation von Fahrzeugen bietet VISSIM die VCOM Schnittstelle an. Mittels der Schnittstelle können Informationen jedes Fahrzeuges, die eine CAM zur Verfügung stellen würde, aus der Simulation ausgelesen werden.

Um die Kommunikation abzubilden und ohne eine Kommunikationssimulation anwenden zu müssen modelliert VCOM die Kommunikation, indem die Informationen in Abhängigkeit der Entfernung zwischen Sender und Empfänger und der Anzahl der kommunizierenden Fahrzeuge pro Kilometer mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit übermittelt.

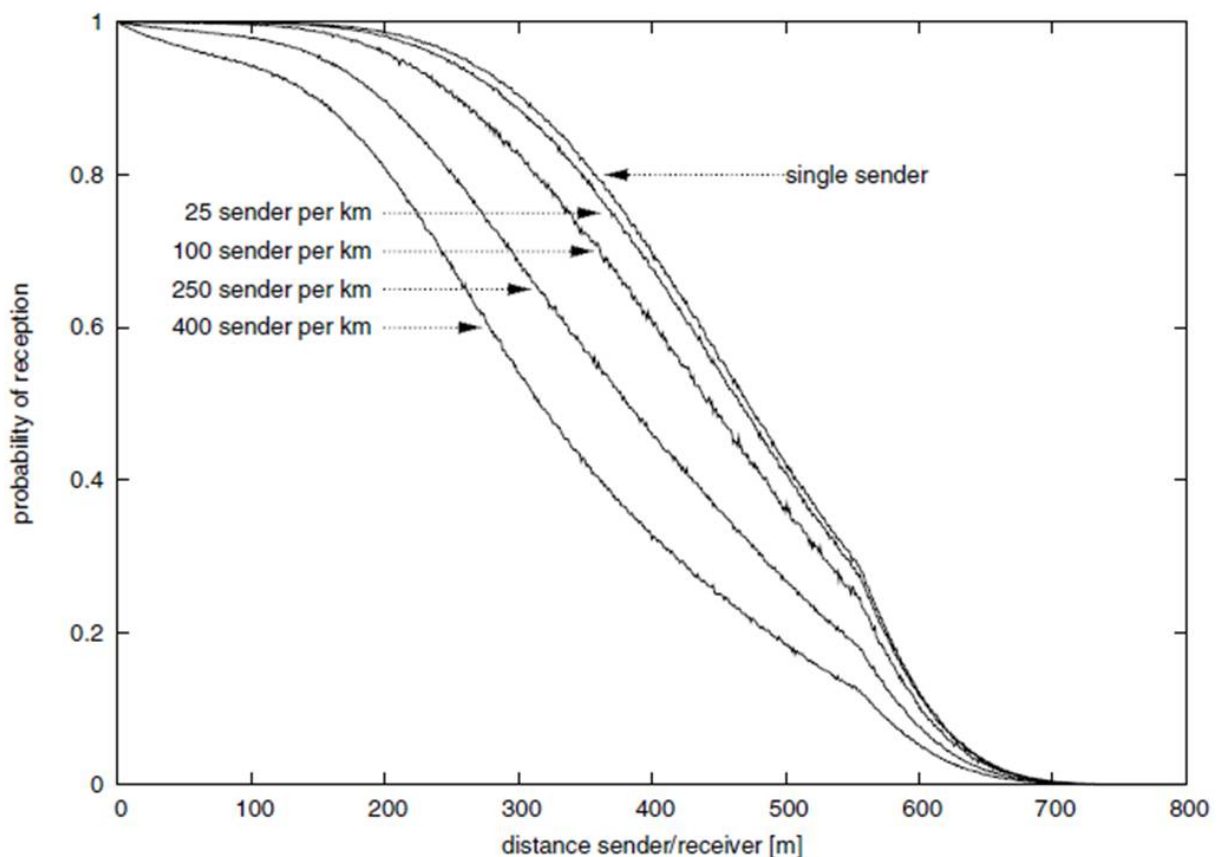


Abbildung 5: Empfangswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Entfernung zwischen Sender und Empfänger und der Anzahl der kommunizierenden Fahrzeuge pro Kilometer. [8]

Die Empfangswahrscheinlichkeit wurde mittels des „Network Simulator ns-2“ kalibriert. Mit verschiedenen Empfangswahrscheinlichkeitsverteilungen kann neben 802.11p Kommunikation beispielsweise auch UMTS abgebildet werden.

Die Applikation bekommt somit über die Schnittstelle die nötigen Informationen der kommunizierenden Fahrzeuge. Es wird überprüft ob die aktuellen Informationen ausgetauscht werden konnten und ob die Infrastruktur Informationen aussendet. Ist dies der Fall, wird wiederum überprüft ob diese Information ausgetauscht wurde und anschließend das Fahrverhalten der Fahrer-Fahrzeug-Einheit angepasst (z.B. Anpassung der Geschwindigkeit).

## **Fahrsimulatorstudie**

Der Fahrsimulator hat im Gegensatz zu Untersuchungen unter realen Bedingungen im Straßenverkehr verschiedenste Vorteile. Zum einen sind Szenarien sehr gut und genau einstellbar als auch beliebig wiederholbar. Zum anderen ist es möglich schon in einer frühen Entwicklungsphase eines Fahrerassistenzsystems dieses für Probandenversuche zu testen [9]. Dies kommt dem Projekt eCoMove zu Gute. Es ist darum möglich schon mit frühen Varianten Aussagen zum Assistenzsystem zu dessen Erfolg unter anderem unter den Gesichtspunkten Nutzerakzeptanz, Sicherheit und Befolgungsrate zu machen. Außerdem können Ergebnisse zum Fahrverhalten wie Geschwindigkeits-, Beschleunigungs- und Verzögerungsverhalten frühzeitig vor Einsatz des Systems im Straßenverkehr untersucht werden. Diese Ergebnisse sind wie in den vorherigen Kapiteln schon erwähnt wichtig für die mikroskopische Verkehrsflusssimulation.

### **Konzeption der Verkehrsszenarien**

Die im Projekt eCoMove eingesetzten Fahrerassistenzsysteme liefern eine Unterstützung in einer begrenzten Anzahl von Verkehrsszenarien. Davon haben vor allem die Szenarien Anfahren auf eine Lichtsignalanlage und das Anfahren auf eine Geschwindigkeitsbegrenzung Einfluss auf die Verkehrssimulation. Dabei muss beachtet werden, dass die Szenarien auch mit verschiedenen Anfangs- und Endgeschwindigkeiten untersucht werden. Die wichtigsten Einflussparameter die aus den Fahrsimulatorstudien gewonnen werden sollen sind, die Verteilung der Wunschgeschwindigkeit, Wunschverzögerung und Wunschbeschleunigung. Allerdings muss bei der Gestaltung der Szenarien darauf geachtet werden, dass um den Fahrerwunsch zu erfassen, der Fahrer nicht von anderen Verkehrsteilnehmern (z.B. vorausfahrende Fahrzeuge), der Umgebung oder durch Umweltbedingungen (z.B. Nacht, Regen) beeinflusst wird.

Beispielsweise folgt daraus, dass das Szenario Anfahren auf eine rote Lichtsignalanlage wie folgt auszusehen hat. Erstens ist es notwendig eine möglichst einfache übersichtliche Lichtsignalgeregelte Verkehrskreuzung aufzubauen. Der Fahrer bekommt zum richtigen Zeitpunkt den Hinweis durch sein Assistenzsystem zu verzögern, so dass durch ausrollenlassen vor der Lichtsignalanlage die Zielgeschwindigkeit erreichen kann. Allerdings schaltet die Lichtsignalanlage unabhängig von der tatsächlichen Fahrweise ca. 3s vor der Kreuzung auf grün. Dies ist notwendig um eine Wunschgeschwindigkeit ermitteln zu können, die nur vom Hinweis des Fahrerassistenzsystems abhängig ist. Die Lichtsignalanlage selbst soll den Fahrer möglichst wenig beeinflussen. Aufgezeichnet wird die Situation vor dem Hinweis durch das HMI bis zum Erreichen der Endgeschwindigkeit nach der Situation. Abbildung 1 zeigt den zeitlichen Verlauf des Szenarios, Abbildung 2 das entsprechende Szenario im Fahrsimulator.



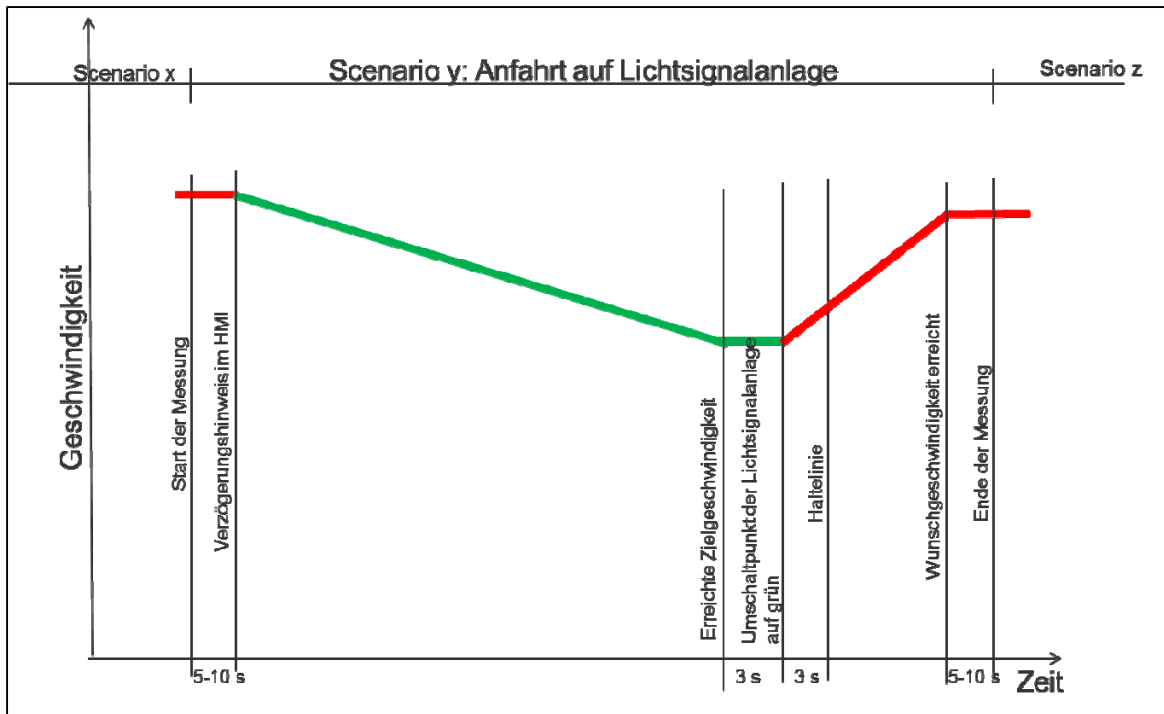


Abbildung 1: Zeitlicher Ablauf eines Untersuchungsszenarios



Abbildung 2: Verkehrsszenario in der Fahrsimulation

### Beschreibung Fahrsimulator

Die Versuchsfahrten werden am 6-kanaligen statischen Fahrsimulator des Lehrstuhls für Ergonomie (LfE) der Technischen Universität München (TUM) durchgeführt. Das Mock-UP ist ein mit der Simulatorumgebung vernetztes BMW 6er Cabrio (BMW E64). Das Simulatorfahrzeug steht vor drei in Trapezform angeordneten Leinwänden welche für ein Sichtfeld für den Fahrer von ca. 180° sorgen. Für die Visualisierung der Rückspiegel wurden drei getrennte Leinwände hinter dem Fahrzeug aufgebaut. Zusätzlich zur optischen Rückmeldung, ist eine akustische Rückmeldung der Motorgeräusche vorhanden. Außerdem werden Navigationsansagen durchgeführt. Der gesamte Versuchsaufbau befindet sich in einer voll abgedunkelten Halle.

Anstelle des serienmäßigen Kombiinstrumentes wurde in das Mock-Up ein Bildschirm eingebaut, so dass die Anzeigen des Kombiinstrumentes in AdobeFlash® simuliert werden können.



Abbildung 3: Fahrsimulator des Lehrstuhls für Ergonomie der TU München ([www.ergonomie.tum.de](http://www.ergonomie.tum.de))

Für den Aufbau der Versuchsstrecke wird die Fahrsimulatorsoftware SILAB der Firma WIVW ([www.wivw.de](http://www.wivw.de)) genutzt. Mit Hilfe dieser Software ist eine freie Konstruktion der Versuchsstrecke möglich. Außerdem simuliert sie die Fahrdynamik und stellt eine Möglichkeit zur Aufzeichnung von Daten zur Verfügung. Es ist möglich mit dieser Software Strecken in der Stadt, auf dem Land und auf der Autobahn zu konstruieren. Es können auch andere Verkehrsteilnehmer auf das eigene Fahrzeug abgestimmt und simuliert werden.

### **Beschreibung Assistenzsystem**

Das vom Lehrstuhl für Ergonomie entwickelte und optimierte Assistenzsystem basiert auf der Idee die natürliche Antizipation des Menschen beim Fahren zu erhöhen. Speziell aufgrund des großen Potentials für die Kraftstoffreduktion in Verzögerungssituationen wurde eine Anzeige für ebendiese entwickelt [9]. Das vom Lehrstuhl für Ergonomie erprobte System zeigt dazu auf einer virtuellen Straße zukünftige Situationen zusammen mit einer Handlungsanweisung an. Typische Situationen sind dabei z.B. neue Tempolimits oder lichtsignalgeregelte Knotenpunkte. Das System ist so ausgelegt, dass der Fahrer durch ein möglichst langes Ausrollen (Segeln), die Geschwindigkeit reduziert. Dazu wird ausgehend von der benötigten Zielgeschwindigkeit die Ausrolllänge berechnet. Die Darstellung erfolgt momentan auf dem Kombiinstrument zwischen Drehzahlmesser und Tachometer (siehe Abbildung 4). Allerdings ist auch, speziell für das Projekt eCoMove, eine Variante für das Head Up Display in Arbeit.

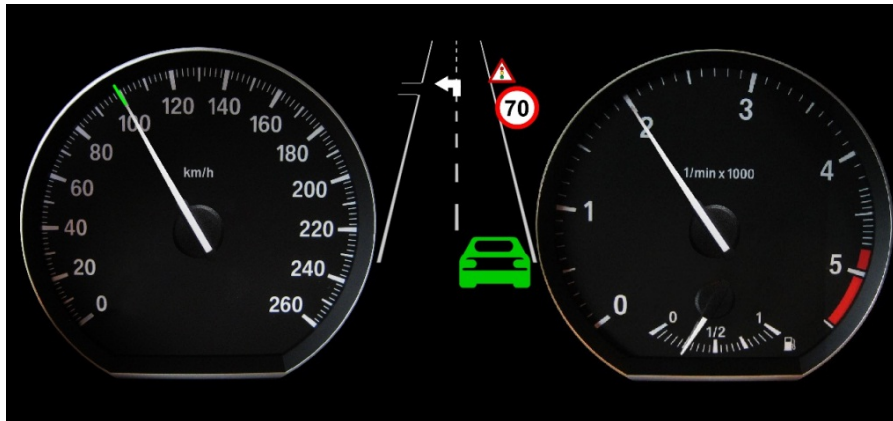


Abbildung 4: Fahrerassistenzsystem zum vorausschauendem Fahren [12]

Popiv [11] konnte zeigen, dass dieses Assistenzsystem allgemein zu einer Kraftstoffersparnis in einfachen Verzögerungssituationen führt. Dies bei gleichbleibender oder sogar verbesserter Sicherheit und Komfort. Rommerskirchen und Bengler [12] erweiterten dieses Assistenzsystem für das Projekt eCoMove auch für komplexere Anzeigen auf den jetzigen Stand.

### Allgemeine Methodik und erste Ergebnisse

Zur Entwicklung des Assistenzsystems wurde im Projekt eCoMove eine Fahrsimulatorstudie am Lehrstuhl für Ergonomie durchgeführt [13]. Innerhalb dieser wurde schon ein erstes für die Verkehrssimulation relevantes Szenario gefahren.

Die Probanden bei den Fahrsimulatorversuchen mussten jeweils eine Fahrt ohne Assistenzsystem (Grundszenario) und mit Assistenzsystem durchführen. Dabei wurde die Reihenfolge der Versuchsfahrten zwischen den Probanden permutiert. Am Versuch nahmen 30 Personen mit einem Durchschnittsalter von 34 Jahren (Standardabweichung: 12 Jahre) teil. Ziel des Versuches war vorrangig die Untersuchung von Akzeptanz und Kraftstoffeinsparung durch ein vorausschauendes Fahrerassistenzsystem. Allerdings wurde hierbei schon ein für die Verkehrssimulation relevantes Szenario integriert. Dabei handelte es sich um das Verzögern bei Zufahrt auf eine Lichtsignalanlage, die von Rot auf Grün schaltet. Die Situation entspricht der in Abbildung 2. Das Assistenzsystem empfahl ein Ausrollen, so dass eine Zielgeschwindigkeit von ca. 30 km/h an der Lichtsignalanlage erreicht werden sollte.

Es kann in diesem Szenario für ein einzelnes Fahrzeug eine Verbrauchsreduktion von ungefähr 12% gegenüber dem Grundszenario erzielt werden. Abbildung 5 zeigt den gemittelten Geschwindigkeitsverlauf über alle Fahrer in diesem Szenario. Gut erkennbar sind ein frühzeitigeres und gleichmäßigeres Verzögern der Fahrer mit dem Assistenzsystem. Dies führt zu unterschiedlichen Geschwindigkeiten zur Baseline. Aus diesen Daten lassen sich die Wunschgeschwindigkeitsverteilungen für die Verkehrssimulation extrahieren.

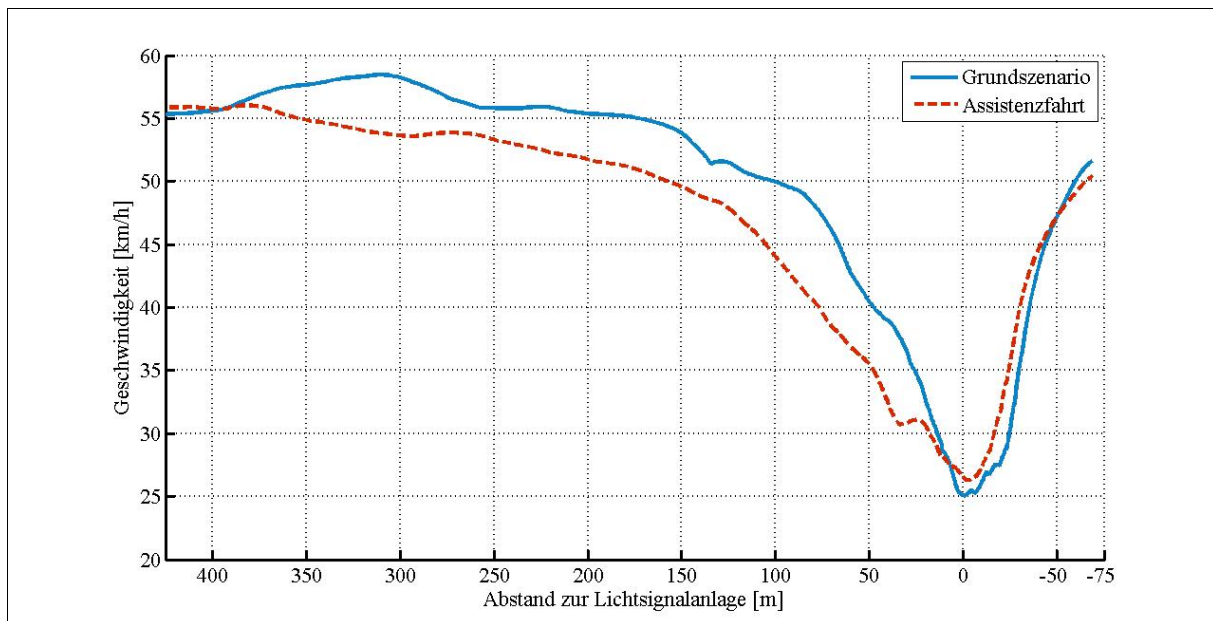


Abbildung 5: Gemittelter Geschwindigkeitsverlauf beim Anfahren auf eine Lichtsignalanlage von Grundscenario und Assistenzfahrt

## Weiteres Vorgehen

Für die Kalibrierung der mikroskopischen Verkehrsflusssimulation werden noch weitere Fahrsimulatorversuche durchgeführt um die statistische Sicherheit zu erhöhen und weitere Szenarien abdecken zu können. Dabei werden in eCoMove nicht nur Versuche an der TU München durchgeführt werden. Es werden auch mit den anderen im Projekt entwickelten Anzeigevarianten für das Assistenzsystem [13] Versuche gefahren werden. Dadurch ist es möglich nicht nur eine große Anzahl verschiedener Geschwindigkeitsvarianten für die Szenarien zu erstellen, sondern auch der Datenumfang durch eine höhere Anzahl an Versuchspersonen kann erweitert werden. Die Simulatorfahrten zur Kalibrierung der Verkehrssimulation können und werden mit anderen Versuchszielen, wie das Messen von Akzeptanz, Befolgungsrate und Sicherheit der Anzeige bzw. des Assistenzsystems kombiniert werden. Dadurch kann mit einem relativ geringen zusätzlichen Aufwand, z.B. der Integration von ein paar zusätzlichen Szenarien, und ohne die Notwendigkeit von Realversuchen die Wirkungsanalyse in eCoMove deutlich verbessert werden.

## Literatur

- [1] Isasi L., Rodriguez T., Larburu M., Blanco R., Sanchez D., Trommer S.: Validation and evaluation plan (version 2.0). eCoMove deliverable 6.2, 2011
- [2] The Netherlands Organisation for Applied Scientific Research (TNO): EnViVier 3.0 Pro and Enterprise Manual, 2011
- [3] Lüßmann J., Schendzielorz T., Vreeswijk J.: Extension of Simulation Functionalities and Test Site Modelling. eCoMove deliverable 5.3, 2011.
- [4] PTV AG, VISSIM 5.40 Benutzerhandbuch, Karlsruhe, 2011.

- [5] Wiedemann, R. , Simulation des Straßenverkehrsflusses, Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe, Heft 8, 1974.
- [6] Wiedemann, R., Modeling of RTI-Elements on multi-lane roads, Advanced Telematics in Road Transport, DG XIII, Brussels, 1991.
- [7] wiki – Wirkungen von individueller und kollektiver ontrip Verkehrsbeeinflussung auf den Verkehr in Ballungsräumen, Gemeinsamer Schlußbericht, 2012.
- [8] Killat, M.; Schmidt-Eisenlohr F.; Hartenstein, H.; Rössel, C.; Vortisch, P.; Assenmacher, S.; Busch F., Enabling efficient and accurate large-scale simulations of VANETS for vehicular traffic management, Proceedings of the fourth ACM International Workshop on Vehicular Ad Hoc Networks (VANET), pp. 29-38, Montreal, Quebec, Canada, September 2007.
- [9] Breuer, J., Bewertungsverfahren von Fahrerassistenzsystemen, In: Winner, H., Hakuli, S., Wolf, G., Handbuch Fahrerassistenzsysteme, S.55-68 Verlag Vieweg + Teubner, Wiesbaden, 2009, ISBN: 978-3-8348-0287-3
- [10] Popiv, D.; Rommerskirchen, C.; Rakic, M.; Duschl, M.; Bengler, K., Effects of assistance of anticipatory driving on driver's behaviour during deceleration situations. In: The Second European Conference on Human Centered Design for Intelligent Transport System. Berlin.
- [11] Popiv, D., Enhancement of Driver Anticipation and Its Implications on Efficiency and Safety, Dissertation TU München, 2012
- [12] Rommerskirchen, C., Bengler, K., Merging navigation and anticipation assistance for fuel-saving, angenommen bei: 4<sup>th</sup> Applied Human Factors and Ergonomics Conference, San Francisco, USA, Juli 2012
- [13] Andreone, L., et. al., ecoSmartDriving, ecoHMI, eCoMove Deliverable D6.3, 2011