

Nutzeranforderungen von Fahrerassistenzsystemen und C2X Applikationen mit dem Ziel CO₂-Emissionsminderung – Ergebnisse einer europaweiten Studie im Rahmen des EU Projektes eCoMove

Requirements of driver assistance systems and C2X applications aiming to reduce CO₂ emissions – results of a trans-European study within the EU project eCoMove

Dipl. W.-Ing. **Arne Höltl**, Dipl.-Geog. **Stefan Trommer**, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), Berlin

Kurzfassung

Die Verringerung der Emissionen des Straßenverkehrs ist auf Grund des stetig steigenden Mobilitätsbedarfs eine große Herausforderung. Hohes Einsparpotential von Kraftstoff und somit auch von verkehrsbedingten Emissionen wird einer effizienteren Fahrweise zugesprochen. Der Forschungsansatz des europäischen Forschungsprojekts eCoMove sieht vor, den Fahrer durch Einsatz von Assistenzsystemen dabei aktiv und nachhaltig unterstützen. Dabei kommen neben fahrzeugseitigen Innovationen ebenfalls Anwendungen zum Einsatz, welche Car2Car (C2C) und Car2Infrastructure (C2I) Kommunikation nutzen, um den Verkehrsfluss effizienter zu steuern.

In einer Nutzerakzeptanzuntersuchung bewerteten europäische Autofahrer drei Fahrerassistenzsysteme zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs nach bestimmten Kriterien. Die Ergebnisse werden hier diskutiert.

Abstract

The reduction of traffic induced emissions is a major challenge considering the raising demand for mobility. A high potential for reducing fuel consumption and thus traffic emissions is seen in an improved driving behavior. The European research project eCoMove aims to support vehicle drivers in driving more efficiently using driver assistance systems. In the cooperative traffic system of eCoMove vehicle-to-vehicle and vehicle-to-infrastructure communication is used to organize traffic in a more efficient way.

A user acceptance study was carried out in which European drivers were asked to rate three driver assistance systems aiming to improve the fuel efficiency according to certain criteria. The results will be discussed in this paper.

1. Einleitung

Neben technischen Innovationen in Fahrzeug- und Antriebstechnik wird insbesondere sogenannten Intelligent Transportation Systems (ITS) ein hohes Potenzial zur Steigerung der Energieeffizienz des Straßenverkehrs zugesprochen. Durch Bereitstellung von z.B. Echtzeitinformationen zur aktuellen Verkehrslage, Routenempfehlungen oder optimaler Geschwindigkeit kann ein besserer Verkehrsfluss und dadurch ein geringerer Kraftstoffverbrauch erreicht werden [1 bis 2]. Dabei stellt der kooperative Ansatz (Organisation, Information und Lenkung des Straßenverkehrs) hohe Anforderungen an Nutzer, Hersteller sowie Betreiber von verkehrsrelevanten Informationsdiensten.

Auch das Fahrverhalten spielt eine entscheidende Rolle wenn es um die Reduzierung des Kraftstoffverbrauches und damit verbundenen CO₂-Emissionen geht. Beim direkten Vergleich von Fahrern mit einer sehr dynamischen Fahrweise mit Fahrern mit einer eher vorausschauenden Fahrweise konnte bei gleichen Bedingungen ein Verbrauchsunterschied von bis zu 50% beobachtet werden [3]. Diese Unterschiede sind nicht ausschließlich auf bewusstes Handeln zurückzuführen, sondern basieren häufig auf fehlendem Wissen. Hier setzen heute sogenannte verbrauchs- und emissionsreduzierende Fahrertrainings (wie z.B. das „Ford Eco-Driving“ Konzept) an, welche von unterschiedlichen Fahrzeugherstellern und Dienstleistern angeboten werden. Dabei wird dem Fahrer durch einen echten Fahrtrainer eine vorausschauende Fahrweise vermittelt. Die möglichen CO₂-Einsparungen einer solchen Maßnahme werden bspw. von Ford für einen Fahrer mit einer für Deutschland typischen durchschnittlichen Jahresfahrleistung von rund 12.000 km auf rund 500 kg beziffert, welches darüber hinaus mit einer Kostenersparnis von ca. 300 Euro verbunden ist [4]. In anderen Studien konnte jedoch auch gezeigt werden, dass diese Gewinne selten auf diesem hohen Niveau verbleiben. Routine und Bequemlichkeit führen teilweise nach einiger Zeit wieder zu einem Rückfall in alte Verhaltensweisen [5]. Ein regelmäßiges Feedback über die Fahreffizienz ist aus diesem Grund besonders wichtig, da nur so eine langfristige Verbesserung der Fahreffizienz erzielt werden kann [6].

Dass im Fahrzeug integrierte Fahrerassistenzsysteme (FAS) neben komfort- und sicherheitssteigernden Aspekten ebenfalls zu einer Verbrauchsminderung beitragen können, hat FIAT mit der bereits seit 2009 in Serienfahrzeugen erhältlichen Eco-Drive Applikation gezeigt. Dort wird das Fahrverhalten in Form von Beschleunigungs- und Bremsverhalten, Gangwechselzeitpunkten und der Fähigkeit des konstanten Haltens der Geschwindigkeit analysiert und individualisierte Empfehlungen zur Fahrverhaltensänderung gegeben. Dabei konnte gezeigt werden, dass sich der Kraftstoffverbrauch um bis zu 16% reduzieren lässt [7].

Es kann also zusammengefasst werden, dass sich durch Fahrertraining und kontinuierliches Feedback quantifizierbare Effizienzgewinne erreichen lassen. Um dies zu ermöglichen, sollten entsprechende Systeme im Fahrzeug integriert sein. Aus Sicht der Entwickler solcher Fahrerassistenzsysteme ist es neben der technischen Machbarkeit wesentlich zu erfahren, wie Autofahrer die Nützlichkeit eines solchen Systems bewerten, die Akzeptanz eines solchen Systems maximiert wird und welche Funktionen dieses bieten sollte. Meschtscherjakov et al. haben gezeigt, dass unterstützende Systeme zur Beeinflussung des Fahrverhaltens durchaus positiv wahrgenommen werden [8]. Bezüglich der gewünschten Funktionen konnte darüber hinaus durch Man et al. gezeigt werden, dass Informationen bezüglich Kosteneinsparung, Kraftstoffverbrauch und verursachten Emissionen als besonders relevant erachtet werden [9]. Nach derzeitigem Kenntnisstand der Autoren wurde jedoch noch kein System bezüglich einer potenziellen Nutzerakzeptanz analysiert, welches neben der Bereitstellung von fahrzeugseitigen Informationen über weiterreichende Car2Car und Car2Infrastructure (ITS) Funktionen wie bspw. oben beschriebene aktuelle Routenempfehlungen oder Kommunikation der Rotphasen von Lichtsignalanlagen verfügt.

In dieser Arbeit werden Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt eCoMove (7. Rahmenprogramm der Europäischen Kommission) dargestellt. eCoMove verfolgt den Ansatz, verschiedene Lösungen aus dem Bereich ITS und Fahrerassistenz in einem System zu integrieren und kombiniert den Kraftstoffverbrauch um bis zu 20% zu reduzieren.

Innerhalb des Projektes werden verschiedene Applikationen entwickelt, die drei Bereiche umfassen: Optimieren der Routenwahl (Pre-Trip), effizientes Navigieren durch den Verkehr (On-Trip) und Informieren des Fahrers über seine Fahreffizienz (Post-Trip). Für die Entwicklung und Vermarktung solcher kraftstoffsparender Fahrerassistenzsysteme (im Folgenden als eco-FAS abgekürzt) stellen sich konsequenterweise Fragen zur Nutzerakzeptanz:

- Inwieweit sind Fahrer bereit, Dienste zu nutzen, welche ihre Fahrweise beeinflussen? Welche Fahreigenschaften haben Einfluss auf die Akzeptanz?
- Gibt es in Europa Unterschiede in der Akzeptanz und dadurch resultierende Marktpotentiale für eco-FAS?

2. Methode

Zur Analyse der potenziellen Akzeptanz der in eCoMove zu entwickelnden Applikationen wurde eine Online-Umfrage durchgeführt. Dabei sollten die Befragten die ihnen dargestellten Funktionen auf ihre Nützlichkeit hin bewerten. Der Fragebogen war hochstandardisiert und

bestand aus drei Teilen: 1) Fragen zum Fahrer und zu Fahrgewohnheiten, 2) Fragen zum Fahrzeug und 3) Bewertung der eco-FAS.

Das Fragendesign der nationalen Erhebung zur Mobilität in Deutschland 2008 [10], kurz MiD, diente als Grundlage zur Erhebung von sozio-demographischen Daten wie Alter, Geschlecht und Beruf. Darüber hinaus wurden den Teilnehmern Fragen zu ihrem aktuell hauptsächlich genutzten Fahrzeug, der Ausstattung mit unterschiedlichen Assistenzsystemen, der jährlichen Fahrleistung sowie zur Nutzung von Navigationssystemen gestellt.

Im dritten Teil des Fragebogens wurden den Befragten insgesamt sieben eco-FAS präsentiert. Die Funktionsweise der eco-FAS wurde anhand einer kurzen Beschreibung erläutert und durch eine Zeichnung verdeutlicht. Im Folgenden sollen nun die drei für diesen Beitrag ausgewählten eco-FAS kurz vorgestellt werden. Sie stehen repräsentativ für die drei verschiedenen Hauptfahrtsituationen: *Pre-Trip*, *On-Trip*, und *Post-Trip*.



Bild 1: Pre-Trip System

Dieses System unterstützt den Fahrer dabei, die Route mit dem für ihn geringsten Kraftstoffverbrauch zu wählen. Dem Fahrer werden dabei Routen empfohlen, die verkehrlich wenig belastet sind. Nach Eingabe des Ziels wird die Fahrzeit von der Verkehrsleitzentrale ermittelt. In dem Beispielszenario wird dem Fahrer eine Route mit einer geringfügig längeren Fahrzeit ausgegeben und eine schnellere jedoch stark belastete Route. Anhand dieser Informationen soll der Fahrer seine Routenwahl treffen.



Bild 2: On-Trip System

Das zweite eco-FAS informiert den Fahrer über die geeignete Geschwindigkeit mit der er fahren muss, um ohne Stopps durch eine Ampelsequenz fahren zu können. Die Abbildung verdeutlicht, dass die empfohlene Geschwindigkeit von der zulässigen Höchstgeschwindigkeit der Strecke abweicht. Die Anzeige der Geschwindigkeit erfolgt im Fahrzeug.

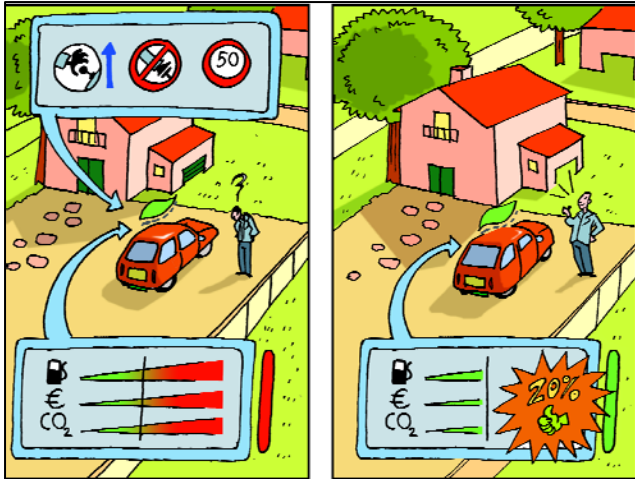


Bild 3: Post-Trip System

Nach der Fahrt erhält der Fahrer Informationen über die Effizienz seiner Fahrweise. Dabei werden Angaben zu eingespartem Kraftstoff, Kraftstoffkosten sowie CO₂-Emissionen gemacht. Auf Basis der Daten aus früheren Fahrten ergibt sich eine negative oder positive Tendenz. Besteht ein Potenzial zur Verbesserung der Effizienz, wird dem

Fahrer angezeigt, in welchen Bereichen er seine Fahrweise verbessern kann.

Die Teilnehmer der Befragung wurden aufgefordert, die ihnen vorgestellten eco-FAS auf einer bi-polaren Likert-Skala zu bewerten (*stimme voll und ganz zu (1), stimme zu (2), stimme teilweise zu (3), stimme nicht zu (4), stimme überhaupt nicht zu (5)*). Die Bewertung der Nützlichkeit der eco-FAS wird hier anhand der Befragungsergebnisse für folgenden fünf Fragen vorgenommen:

- Dieser Dienst sollte ausschaltbar sein.
- Diesen Dienst würde ich gegen eine Gebühr nutzen.
- Dieser Dienst hilft mir aktiv die Umwelt zu schonen.
- Diesen Dienst erachte ich als sinnvoll.
- Dieser Dienst hilft, Kraftstoff zu sparen.

Die hier verwendeten Fragen basieren auf dem Ansatz von Davis [11] zur Erfassung von technischer Nutzerakzeptanz, insbesondere der Teilbereiche „Bedienbarkeit“ und „empfundener Nutzen“.

3. Befragung

Die Methode Onlineumfrage wurde gewählt, um eine große Anzahl von Teilnehmern in relativ kurzer Zeit zu erreichen. Zudem konnten den Teilnehmern auf diese Art und Weise die verschiedenen eco-FAS bildlich dargestellt werden. Die Umfrage wurde parallel in 11 Ländern Europas durchgeführt. Dabei wurden Links zur Umfrage auf den Webseiten von nationalen Automobilclubs der beteiligten Länder gestellt. Folgende Länder waren beteiligt: Norwegen (NO), Finnland (FI), Deutschland (DE), Frankreich (FR), Belgien (BE), Österreich (AU), Schweiz (CH), Slowenien (SL), Kroatien (CR), Spanien (ES) und Portugal (PO).

Während der Datenanalyse wurden nur vollständig beantwortete Fragebögen berücksichtigt (N= 5807). Die Zeit zum Beantworten des Fragebogens betrug ca. 10 Minuten. Das Fragebogendesign wurde durch mehrere Testläufe mit Entwicklern aus dem Bereich Fahrzeugtechnik und Verkehrsforschern im Vorfeld der Befragung verbessert. Die Übersetzung in die entsprechenden Landessprachen erfolgte durch muttersprachliche Übersetzer. Die Erhebungsphase startete im August 2010 und endete im Oktober des gleichen Jahres.

Die Ergebnisse der Befragung erheben keinen Anspruch auf Repräsentativität. Dies ist insbesondere auf den mit 78% sehr hohen Anteil männlicher Teilnehmer zurückzuführen. Darüber hinaus fand eine Vorauswahl der Teilnehmer durch die ausschließliche Nutzung der Internetportale der Automobilclubs statt. Dennoch geben die Ergebnisse einen sehr guten Eindruck über die Akzeptanz potentieller Nutzer der hier beschriebenen Fahrassistenzsysteme.

4. Datenauswertung

Die Datenauswertung der Gesamtstichprobe erfolgte räumlich differenziert. Zunächst wurde die Akzeptanz bezüglich der eco-FAS von deutschen Autofahrern mit jener von Fahrern aus den anderen Ländern verglichen. In einem zweiten Schritt erfolgte eine feinere Auswertung über folgende Regionen (Länder, Anteil an Gesamtstichprobe in %): Nordeuropa (NO, FI, 3,8%), Deutschland (DE, 38,3%), Alpenregion (AU, CH, 6,5%), Westeuropa (FR, BE, 28,2%), Osteuropa (CR, SL, 2,6%) und Südeuropa (ES, PO, 20,6%). Zu beachten ist hierbei, dass Deutschland aufgrund des hohen Anteils an der Gesamtstichprobe als eigene Region betrachtet wurde. Die Fälle der einzelnen Länder wurden für den regionalen Vergleich anhand eines Faktors, welcher aus einem Quotienten bestehend aus Motorisierungsgrad und Bevölkerung gebildet wurde, gewichtet.

Im Folgenden werden zunächst die gesammelten Informationen zur Profilbildung der Fahrer und Fahrzeuge erläutert. Im zweiten Teil erfolgt die Bewertung der eco-FAS unter Darstellung der Unterschiede zwischen Befragungsteilnehmern aus Deutschland und dem übrigen Europa.

5. Fahrer, Fahrzeuge und Fahrleistung

Die Gesamtstichprobe hatte einen Umfang von 5807 Befragten. Darunter waren 97,4% Fahrzeughalter. 2,6% verfügten zu dieser Zeit über kein Fahrzeug. Die Befragten waren zu 78,2% männlich und im Mittel zwischen 35 und 49 Jahre alt (Median). Das durchschnittliche Fahrzeugalter betrug fünf Jahre. Auffällig war ein hoher Anteil älterer Fahrzeuge (über 10

Jahre). Die Mehrheit (43,9%) war in Besitz eines Fahrzeuges mittlerer Größe (z.B. VW Golf, Ford Mondeo, BMW 3er Serie). Die jährliche Fahrleistung verteilte sich auf drei etwa gleich große Gruppen: Unter 12.000 km (35,6%), zwischen 12.000km und 20.000km (32,3%) und über 20.000 km (32,1%).

Darüber hinaus machten die Befragten Angaben darüber, ob sie ein Navigationsgerät besitzen und welche Dienste sie nutzen. Im Vergleich zu Europa gaben in Deutschland weitaus mehr Befragte an, ein solches Gerät zu besitzen (siehe Bild 4). Etwa ein Fünftel der deutschen Befragten besaß ein festinstalliertes Navi und mehr als die Hälfte ein tragbares Gerät.

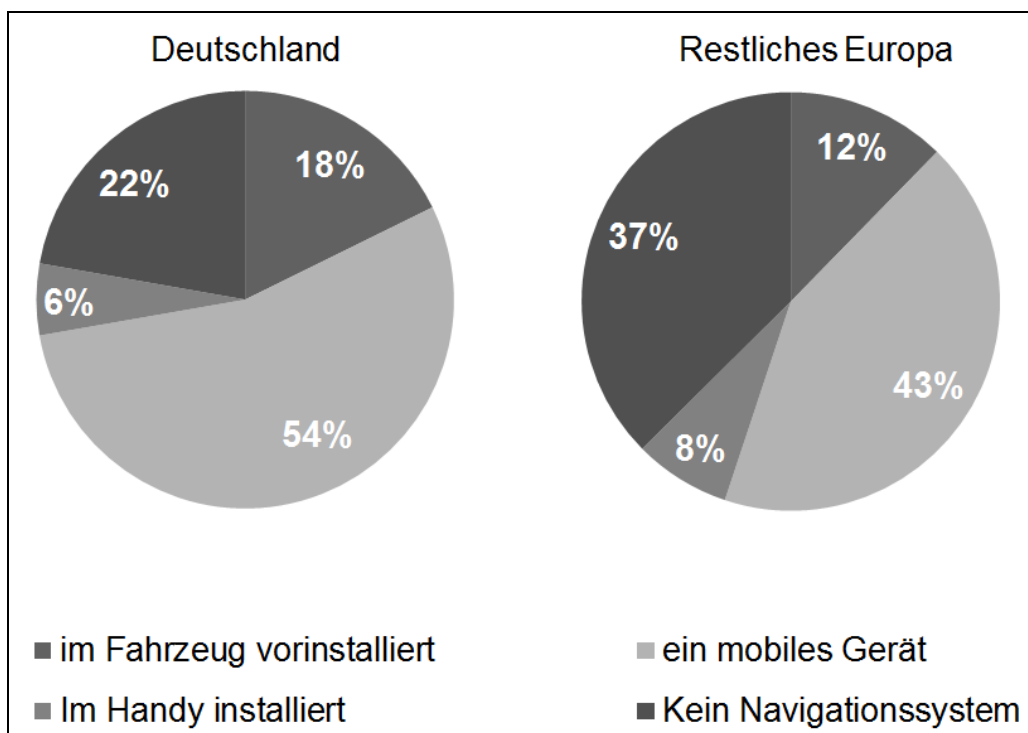


Bild 4: Besitz eines Navigationssystems

In Deutschland nutzten 4,8% der Navi-Nutzer dieses bei jeder Fahrt, im restlichen Europa waren es sogar 9,7%. Insgesamt nutzten 80,3% der deutschen Befragten ihr Navigationsgerät häufig oder gelegentlich, nur 14,8% nutzten es selten oder fast nie. Im übrigen Europa waren es hingegen 72,7% häufige bis gelegentliche Nutzer und 17,6% nutzten es selten oder fast nie. Unter den Nutzern von Navigationsgeräten in Deutschland wurden als häufigste Funktionen die Adresssuche (68,1%, übriges Europa: 54,0%), TMC Verkehrsinformationsabrufe (44,7%, übriges Europa: 14,1%) und POI-Informationsabrufe (33,8%, übriges Europa: 22,0) genannt.

6. Nutzerakzeptanz

Im Folgenden wird die Akzeptanz deutscher Befragungsteilnehmer im Vergleich zu Fahrern anderer europäischer Länder zu den drei oben genannten eco-FAS (Pre-Trip, On-Trip und Post-Trip) analysiert. Während der Datenanalyse wurden darüber hinaus Zusammenhänge zwischen den Fahrereigenschaften (z.B. Alter, Fahrerfahrung) und der Bewertung einzelner eco-FAS untersucht.

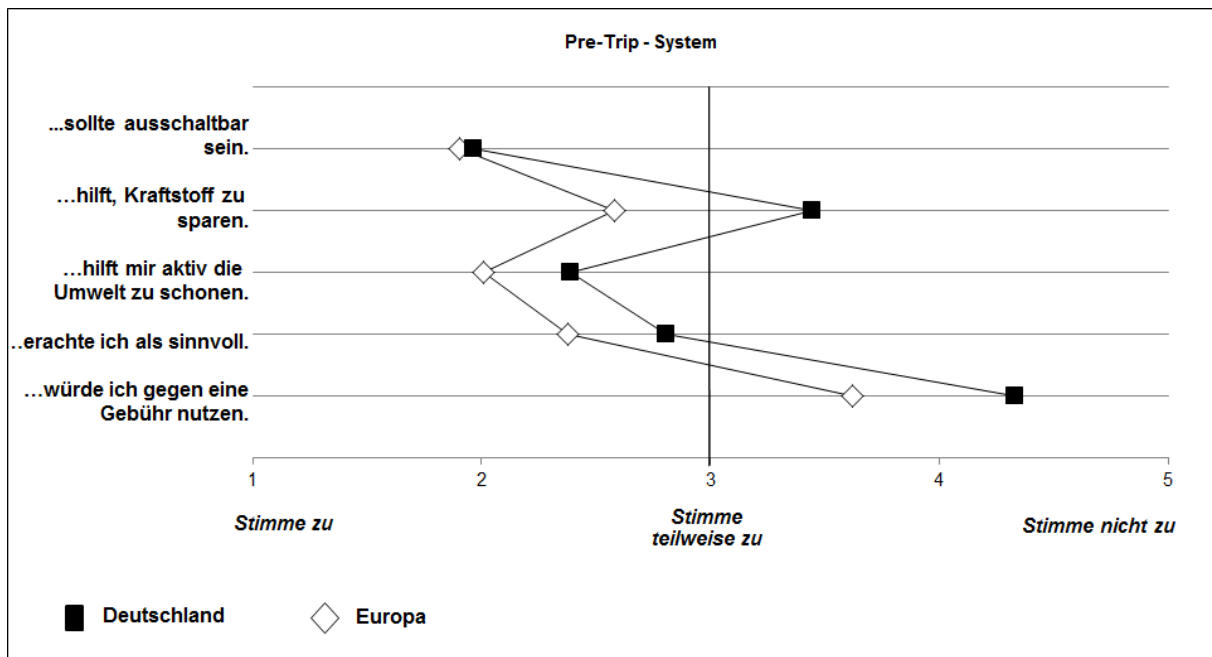


Bild 5: Bewertung des Systems Pre-Trip

Für das Pre-Trip System wurde das Potenzial Kraftstoff zu sparen unterschiedlich bewertet. Während Befragte aus Deutschland den Nutzen sehr gering einschätzten, wurde dieser im übrigen Europa immerhin als mittelmäßig betrachtet. In Deutschland stimmten dieser Aussage dabei eher jüngere Fahrer mit weniger Fahrerfahrung zu. Bei der Frage eines möglichen positiven Umweltbeitrages der Applikation wurde der Nutzen in allen Ländern vergleichsweise höher eingestuft. Jedoch zeigte sich auch hier in Deutschland eine geringere Bewertung, als in den anderen betrachteten Ländern. Einheitlich hingegen wurde eine Funktion zum Deaktivieren der Applikation gefordert. Auch die Zahlungsbereitschaft für das Pre-Trip eco-FAS war grundsätzlich sehr gering und in Deutschland eine ganze Bewertungskategorie niedriger. Der persönliche Nutzen der Applikation wurde im Allgemeinen als gering bewertet. In Deutschland empfanden insbesondere Befragte jüngeren Alters und mit weniger Fahrerfahrung das System als weniger sinnvoll im Vergleich zu älteren Befragten.

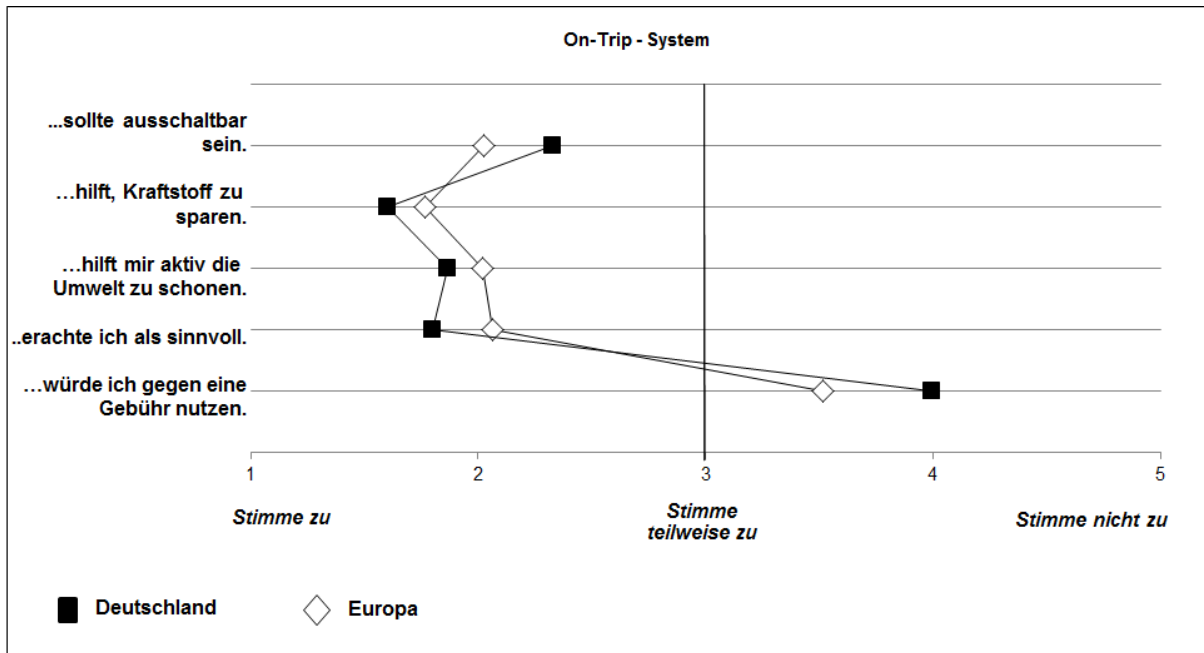


Bild 6: Bewertung des Systems On-Trip

Im Vergleich zum Pre-Trip System wurde das On-Trip System deutlich positiver bewertet. Aus Bild 6 geht darüber hinaus hervor, dass die Unterschiede in der Bewertung zwischen Deutschland und den anderen europäischen Ländern deutlich geringer sind. Tendenziell bewerteten die in Deutschland Befragten das System etwas besser. Dem System wird ein hohes Spritsparpotential beigemessen, ebenso ein positiver ökologischer Effekt. Der persönliche empfundene Nutzen wird generell sehr hoch bewertet. Unter den europäischen Befragten wurde ein leichter Zusammenhang zwischen der Bewertung des eco-FAS On-Trip, dem Alter und der Fahrerfahrung des Befragten beobachtet. Dabei zeigte sich, dass junge, unerfahrene Fahrer das On-Trip System besonders gut bewerten. Die Zahlungsbereitschaft ist gegenüber der allgemein positiven Bewertung dennoch eher verhalten und wiederum in Deutschland geringer als im übrigen Europa.

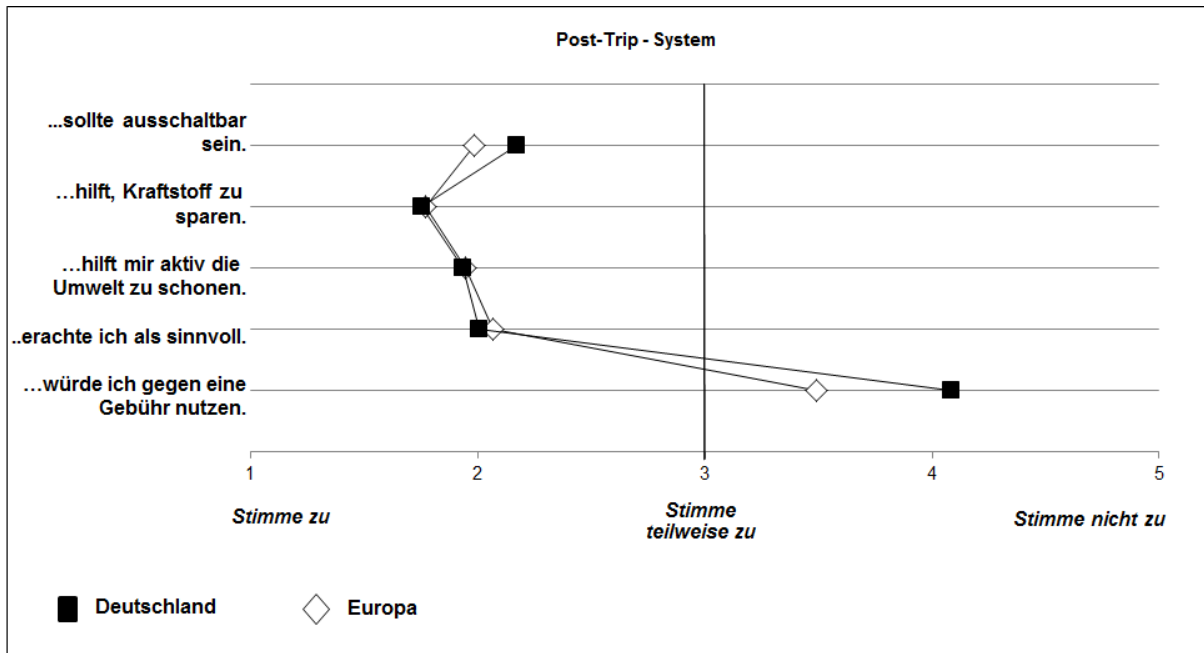


Bild 7: Bewertung des Systems Post Trip

Für das Post-Trip System wurden erneut nur geringe Unterschiede zwischen der Bewertung durch Befragte in Deutschland bzw. Befragten aus dem übrigen Europa beobachtet. Wie bereits in der Bewertung der anderen eco-FAS ersichtlich, möchten die Befragten die Möglichkeit haben das System selbstständig ausschalten zu können. Das Potenzial zur Minderung des Kraftstoffverbrauchs wurde als hoch eingeschätzt und auch die Aussage, durch die Nutzung einen Beitrag zur Schonung der Umwelt zu leisten, wurde unterstützt. Im Mittel bewerteten die Befragten das System als sinnvoll. Dabei erfuhr auch das Post-Trip System insbesondere durch junge, unerfahrene Fahrer eine positivere Bewertung als durch ältere, fahrerfahrene Befragte. Die Zahlungsbereitschaft ist auch für das Post-Trip System sehr gering.

7. Unterschiede in Europa

Innerhalb der bisher aggregiert betrachteten europäischen Regionen konnten regional differenziert einige Unterschiede festgestellt werden. Dabei wurde allgemein die Nützlichkeit aller eco-FAS in Südeuropa und Osteuropa als besonders hoch bewertet, in Deutschland und in der Alpenregion hingegen vergleichsweise am geringsten. Auch einem umweltschonenden Effekt der eco-FAS stimmten Befragte aus Deutschland sowie der Alpenregion im Mittel nur teilweise zu. Bezüglich der Zahlungsbereitschaft konnte zwar eine im Mittel stark ausgeprägte Ablehnung gezeigt werden, jedoch zeigte die regional differenzierte Analyse, dass die Bereitschaft für die vorgestellten Dienste zu zahlen in Süd- und Osteuropa durchschnittlich eine Bewertungskategorie höher ist als in anderen Regionen.

8. Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass die drei eco-FAS von der Mehrheit der Befragten als nützliche Hilfsmittel eingeschätzt wurden. So konnten nur geringe Unterschiede in der Bewertung einzelner Systeme beobachtet werden. Größer hingegen ist die regionale Varianz in der Bewertung. Am stärksten ausgeprägt ist diese zwischen deutschen und südeuropäischen Befragten. Insbesondere die Zahlungsbereitschaft ist in Deutschland vergleichsweise geringer. Dies ist auch dann der Fall, wenn Befragte den Nutzen der Applikation als hoch einschätzen.

Ein unerwartetes Ergebnis der Befragung war die geringe Varianz der Bewertung der eco-FAS zwischen Fahrern mit unterschiedlichen Eigenschaften (z.B. Jahresfahrleistung sowie Besitz und Nutzungshäufigkeit von Navigationsgeräten). Lediglich das Alter und die Fahrerfahrung weisen auf einen Einstellungsunterschied hin. Es folgt nun die Diskussion der Systeme im Einzelnen.

Das Pre-Trip System erfuhr von allen Systemen die geringste Akzeptanz. Hier werden Routenvorschläge unterbreitet, die nicht immer direkt dem Fahrer nutzen, sondern in erster Linie eine Verbesserung der Gesamtsituation zum Ziel haben. Die durch das System dargestellte Karte bezieht dazu aktuelle Informationen zur Umweltbelastung mit ein. Eine Umleitung des Verkehrs kann im Falle von dichtem Stau oder hoher Feinstaubbelastung durchaus zu einer längeren Fahrzeit führen. In diesem Fall müsste der Fahrer bereit sein, seine Routenwahl in Abhängigkeit der aktuellen Belastungssituation zu treffen und somit zur Verbesserung dieser beitragen. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass ein freiwilliger Beitrag ohne zusätzliche Anreize nur teilweise erreicht werden kann.

Die Funktion des On-Trip Systems übernehmen heute schon in einigen Ländern sogenannte dynamische Geschwindigkeitsanzeigen. Mit Hilfe solcher Systeme sollen Fahrer dazu angehalten werden, Kreuzungen vorausschauend und mit der entsprechenden Geschwindigkeit anzufahren, um ein Anhalten und damit verbundenes erneutes Anfahren zu vermeiden. Die Funktion der „persönlichen grünen Welle“ (Anzeigen der erforderlichen Geschwindigkeit auf dem Fahrzeugdisplay) wurde von den meisten Befragten als sehr sinnvoll erachtet. Es gilt jedoch zu untersuchen, ob Fahrer konsequent einer Geschwindigkeitsanzeige im Fahrzeug folgen würden, da es sonst zu keinem gleichmäßigen Verkehrsfluss kommen würde.

Die positive Bewertung des Post-Trip Systems deutet darauf hin, dass Autofahrer interessiert sind, detaillierte Informationen über ihre Fahrweise zu erhalten. Die Applikation hilft ihnen, ihre Fahreffizienz über die Zeit zu verfolgen und zu verbessern. Bei Modellen einiger Fahrzeughersteller ist die Aufzeichnung und Bilanzierung der Fahreffizienz bereits erhältlich

[12], häufig jedoch mit einem Aufpreis verbunden. Dies führt zu einer verzögerten Wirtschaftlichkeit der Applikation für den Fahrer und kann die Bereitschaft des Erwerbs einer solchen Funktion mindern. Grundsätzlich ist die Bereitstellung von Verbrauchsinformationen ein geeignetes Mittel dem Fahrer seinen Einsparungseffekt ständig „vor Augen“ zu halten und somit einen Lerneffekt zu erzielen. Wie auch in [9] erwähnt, ist das Anzeigen von monetären Einsparungen (z.B. Euro/km) am effektivsten, um die Fahrweise nachhaltig zu verbessern.

Die meisten Autofahrer verfügen bereits heute über eine fahrzeuginterne Verbrauchsanzeige, welche es ermöglicht, ihren Verbrauch zu kontrollieren. In der Befragung gaben dies rund 65% aller Fahrzeughalter an. Erweiterte Informationen des Post-Trip Systems, wie z.B. der Verbrauch über die Zeit, für bestimmte, oft gefahrene Strecken oder für unterschiedliche Fahrer desselben Fahrzeugs, könnten dazu beitragen, einen nachhaltigen Spritspareffekt zu erzielen. Beispielsweise konnte gezeigt werden, dass Fahrer gewillt sind, ein besonders gutes Resultat zu erzielen, wenn die Möglichkeit gegeben ist, dieses mit anderen zu vergleichen [7]. Weitere denkbare Anreizsysteme könnten z.B. vergünstigte Park- oder Autobahngebühren für besonders effiziente Fahrer sein.

Die Tatsache, dass nur wenige Befragte bereit sind, für eco-FAS zu bezahlen oder letztlich das eco-FAS selbst kontrollieren wollen, bedürfen einer besonderen Betrachtung. Durchweg wurde trotz des als groß empfundenen Nutzens für alle hier betrachteten Systeme eine Möglichkeit gefordert, das System bei Bedarf ausschalten zu können. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund, dass viele auf C2C- und C2I-Technologien basierende Anwendungen einer hohen Penetrationsrate bedürfen, um hohe Einsparpotenziale zu realisieren, ein Störfaktor. Eine zumindest im Hintergrund laufende Übermittlung von Fahrzeuginformationen wäre eine wichtige Funktion, um die Verkehrsleitung dennoch mit notwendigen Daten zu bedienen, welche bspw. für Aussagen zur Streckenbelastung erforderlich sind. Unter Umständen kann die Bereitschaft der Nutzung von eco-FAS auch erhöht werden, wenn der Fahrer individualisierte Funktionen erhält, welche den Anforderungen des jeweiligen Fahrtzwecks angepasst sind. Zeitkritische Fahrten, wie z.B. die Fahrt zur Arbeit erhielten dann weniger restriktive Empfehlungen als Freizeitfahrten, welche in der Regel höheren Freiheitsgraden unterliegen.

Abschließend konnte dargestellt werden, dass die Zahlungsbereitschaft für die vorgestellten eco-FAS sehr gering ist. Dies ist selbst dann der Fall, wenn Befragte einen hohen persönlichen Nutzen durch eine Reduktion des Kraftstoffverbrauchs bzw. positive Umweltwirkungen angeben. Dies ist ein wichtiges Ergebnis und bedarf weiterer Untersuchungen, beispielsweise durch die Bewertung von verschiedenen Bezahlmodellen,

um zuverlässige Aussagen über das mögliche Marktpotenzial von eco-FAS tätigen zu können.

Literatur

- [1] Braun, R., Kemper, C., Menig, C., Busch, F., Hildebrandt, R., Paulus, I., Presslein-Lehle, R. u. Weichenmeier, F.: *TRAVOLUTION - Netzweite Optimierung der Lichtsignalsteuerung und LSA-Fahrzeug-Kommunikation*. Straßenverkehrstechnik 06/2009. Bonn: FGSV Kirschbaum Verlag, 2009
- [2] Ahn, K. u. Rakha, H.: *The effects of route choice decisions on vehicle energy consumption and emissions*. Transportation Research Part D: Transport and Environment (2008) 13, S. 151-167
- [3] Sampler, K. u. Kuhn, K.-P. (2001): *Reduktion des Kraftstoffverbrauchs durch ein vorrausschauendes Assistenzsystem*. VDI-Berichte Nr. 1613, 2001
- [4] *Deutsche Energie-Agentur DENA zeichnet FORD-Spritspartraining „Eco-Driving“ aus*, Presseinformation, Ford, Köln, 2010
- [5] *Internal project on Eco-driving in category B driver training & the driving test*. Projektbericht, CIECA – Internationaler Verband der Führerscheinorganisationen, 2007
- [6] Barkenbus, J.: *Eco-driving: An overlooked climate change initiative*. Energy Policy 38 (2010), S. 762-769
- [7] *Eco-driving uncovered*, Online-Firmenbericht, Fiat, 2010
- [8] Meschtscherjakov, A., Wilfinger, D., Scherndl, T. u. Tscheligi, M.: *Acceptance of Future Persuasive In-Car Interfaces Towards a More Economic Driving Behaviour*. International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications (2009), Essen
- [9] Man, W., Bie, J. u. van Arem, B.: *User needs in Green ITS: the Result of a Questionnaire Survey on Dutch and Japanese drivers*. ITS World Congress (2010), Busan, Korea
- [10] BMVBS, DLR, infas. MiD-2008 - *„Mobilität in Deutschland“*. DLR Institut für Verkehrsforschung, Berlin, 2010
- [11] Davis, F. (1989). *Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology*, MIS Quarterly, Vol. 13, No. 3, 318.
- [12] *Eco-Assist*, Online-Firmenbericht, Honda, 2009