

Ökonomische Bewertung kooperativer Fahrerassistenzsysteme aus Sicht der Nutzer und Infrastruktur-Betreiber – Ergebnisse des SAFESPOT-Projektes

(Kurzfassung eines Vortrags für die TÜV-Tagung „Sicherheit durch Fahrerassistenz“, Schwerpunktthema: Motivation und Nutzen, 15. – 16. April 2010 in München)

Autoren:

Dr. Andreas Lüdeke und Roland Schindhelm
Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), Brüderstraße 53, 51427 Bergisch-Gladbach
Tel.: 02204 43 419, Mail: luedeke@bast.de

Dr. Torsten Geißler
Institut und Seminar für Verkehrswirtschaft an der Universität zu Köln (IfV)
50923 Köln, Universitätsstraße 22
t.geissler@uni-koeln.de

Dr. Ulrich Westerkamp
Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
10115 Berlin, Referat E 17, Invalidenstr. 44
ulrich.westerkamp@bmvbs.bund.de

Martijn de Kievit and Dr. Philippus Feenstra
Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO)
NL-2628 XE Delft, Van Mourik Broekmanweg 6
martijn.dekiewit@tno.nl

Kurzfassung

Das von der EU im sechsten Forschungsrahmenprogramm geförderte Projekt **SAFESPOT – „Cooperative vehicles and road infrastructure for road safety“** entwickelt und evaluiert Anwendungen für die Fahrerunterstützung durch kooperative Sicherheitssysteme. Ziel ist die Erhöhung der Verkehrssicherheit durch die Kommunikation zwischen intelligenten Fahrzeugen und intelligenter Infrastruktur. Die Zunahme der Sicherheit soll dabei insbesondere durch die zeitliche und räumliche Ausdehnung des Wahrnehmungshorizonts des Autofahrers erhöht werden, um sicherheitskritische Zustände und Situationen im Straßenverkehr frühzeitig erkennen zu können. Untersucht wurden ein Kreuzungsassistent, Längsverkehrsassistent mit Geschwindigkeits- und Abstandshinweis, Warnung vor Verletzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit sowie lokale Gefahrenwarnungen im Falle kritischer Straßenzustände und mangelhafter Sichtbedingungen.

Für die **Prognose der Sicherheitswirkungen** der Systeme wurden validierte Studien u. a. anderer EU-Projekte herangezogen (CODIA, eIMPACT, PreVal). Dabei wurden auch mögliche kompensierende Effekte auf Seiten der Nutzer in Form reduzierter Vorsicht für die Ermittlung des Gesamteffekts berücksichtigt. Bezogen auf den Unfalltyp, der von der Anwendung adressiert wird, wird der Anteil der Unfalltoten und Unfallverletzten in Prozent geschätzt, der mit der Anwendung vermieden werden könnte. Im Unterschied zu vorhergehenden Projekten wurden nicht Sicherheitswirkungen einzelner Anwendungen, sondern Systeme mit einem Bündel von Anwendungen ökonomisch bewertet. Verglichen wurden Systeme, die auf der Nutzung von

Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation basieren, mit Systemen, die Fahrzeug-zu-Infrastruktur-Kommunikation nutzen.

Die Sicherheitswirkungen wurden mit der **Unfalldatenbasis**, die bereits für das EU-Projekt eIMPACT erstellt wurde, hochgerechnet. Da eine EU-weite Datenbasis in ausreichender Detailliertheit für EU-25 nicht vorliegt, wurde für das eIMPACT-Projekt eine eigene Erhebung verfügbarer Daten in den Mitgliedsstaaten durchgeführt. Für die Auswahl der einzubeziehenden Länder wurden drei mit Bezug zur Unfallentwicklung relativ homogene Cluster definiert, je zwei Länder pro Cluster befragt und die Ergebnisse auf das Cluster und dann auf EU-25 hochgerechnet. Neben deutlichen Sicherheitseffekten konnten jedoch nur geringfügige Verkehrsflusseffekte und eine damit verbundene Verminderung des Kraftstoffverbrauchs und der CO₂-Emissionen ermittelt werden.

Unter Fortschreibung des Unfalltrends bis 2020 wurde mit dieser Unfalldatenbasis das Sicherheitspotential der Systembündel in Form vermiedener Unfalltoter und Unfallverletzter geschätzt, zunächst unter Annahme der Vollausstattung aller Fahrzeuge mit kooperativen Systemen und dann mit einer Schätzung der in 2020 zu erwartenden **Marktdurchdringung mit kooperativen Systemen**. Je nach Finanzierungsmodell (nutzerfinanziert vs. subventioniert) und Umfang der angebotenen Dienstleistung (nur Sicherheitsfunktion vs. Kombination mit Mehrwertdienst) wurden von Experten Marktdurchdringungsraten der Systeme für 2020 geschätzt. Das Jahr 2020 wurde als Bewertungsjahr gewählt, da für diese innovativen Systeme erst ab ca. 2015 eine merkliche Marktdiffusion der Fahrzeugflotte zu erwarten ist.

Die prognostizierten erheblichen Sicherheitseffekte der Anwendungen wurden sozio-ökonomisch für das Jahr 2020 für die EU-25 bewertet. Neben einer gesamtwirtschaftlichen Perspektive, die mit einer Kosten-Nutzen-Analyse abgebildet wurde, war auch ihre **einzelwirtschaftliche Profitabilität** aus Sicht von Autofahrern sowie privaten und öffentlichen Straßen-Infrastruktur-Betreibern Gegenstand der Untersuchung (Stakeholder-Analyse). Die ermittelte Vorteilhaftigkeit der kooperativen Systeme z. B. aus Sicht der Nutzer sollte dabei auch Hinweise für die Entwicklung eines geeigneten Geschäftsmodells liefern, welche die Marktdurchdringung der kooperativen Systems beschleunigt.

Die einzelwirtschaftliche Analyse ergab dabei, dass sich die zusätzlichen Kosten eines Fahrzeugs mit einem Sicherheitssystem, welches ausschließlich die Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation nutzt, nur für dem die Nutzer lohnt, die zumindest **24.000 bis 31.000 km im Jahr** zurücklegen (6 % bis 15 % je nach Marktdurchdringung der Systeme). Vergleichsmaßstab dieser Bewertung war ein durchschnittlicher Fahrer mit einer jährlichen Kilometerleistung von rund 15.000 km [EUROBAROMETER 2006]. Für den Fall, dass das Sicherheitssystem auch die Kommunikation mit geeigneter Infrastruktur nutzt, lohnt sich diese Anschaffung dagegen für mehr als die Hälfte der Fahrer. Dabei wurde allerdings zunächst angenommen, dass die Infrastruktur ohne Gebühr vom Fahrer genutzt werden kann.

In einer finanziellen Analyse wurde anschließend untersucht, ob das für den Fall der Fahrzeug-zu-Infrastruktur-Kommunikation ermittelte Nutzenpotential ausreicht, um die öffentlich oder privatwirtschaftlich bereitgestellte Infrastruktur durch seine Nutzer selbst zu finanzieren. Die Break-Even Analyse zeigte, dass bei Erhebung kostendeckender Gebühren die Nutzung eines infrastrukturbasierten kooperativen Fahrzeugsicherheitssystems nur noch für einen sehr kleinen Teil der Nutzer mit überdurchschnittlich hoher jährlicher Kilometerleistung lohnend wäre: Bei einer Marktdurchdringung der Systeme von 20 % müssten diese Nutzer zumindest **61.000 km** im Jahr

zurücklegen und bei einer Marktdurchdringung von nur 5 % beträgt die kritische jährliche Kilometerleistung sogar **257.000 km**. Ursache für die ermittelte Unwirtschaftlichkeit des Fahrzeug-zu-Infrastruktursystems sind die relativ hohen Kosten der einzelnen „Road side units“ und die Annahme einer 50-prozentigen Ausstattung der Straßeninfrastruktur.

Die Ergebnisse verdeutlichen damit die Schwierigkeiten einer geeigneten Markteinführungsstrategie für kooperative Systeme, zeigen jedoch auch Wege zu ihrer Überwindung auf. So könnte ein möglicher Weg darin bestehen, die Infrastrukturinvestitionen kostensparend gezielt nur an solchen Stellen durchzuführen, an denen eine besonders hohe Wirksamkeit zu erwarten ist (Unfallsschwerpunkte). Durch die gezielte Installation von Road side units an Unfallschwerpunkten würde am Beginn einer Marktdiffusion kooperativer Systeme, wenn die Marktdurchdringung gering ist und noch kein Nutzen des fahrzeugbasierten Systems entsteht, bereits ein Sicherheitsnutzen generiert. Dieser Nutzen würde dann rasch mit der Marktdiffusion ansteigen und könnten durch den gezielten Aufbau von Infrastruktur weiter erhöht werden.

Summary

The SAFESPOT project „Cooperative vehicles and road infrastructure for road safety“ funded by the 6th EC Framework program develops and evaluates vehicle and infrastructure based cooperative systems. The goal of the SAFESPOT IP is to prevent road accidents by developing a "SAFETY MARGIN ASSISTANT" to detect in advance potentially dangerous situations and extend, in space and time, drivers' awareness of the surrounding environment.

The safety impact analysis of SAFESPOT is based on validated EU studies e.g. CODIA, eIMPACT, PreVal and further studies gathered by desk top research. The estimation of the safety impacts considers adaptive behaviour of users to calculate the overall effect of the application. Depending on the accident type addressed by the system the share of fatalities and injuries is estimated as prevented by the application. The safety effects of the vehicle-to-vehicle (V2V) applications and the vehicle-to-infrastructure (V2I) applications are aggregated to safety effects of the V2V and V2I bundle and compared with each other.

For scaling up the safety impacts to the EU-25 level an accident data base was used which was already compiled for the eIMPACT project. To get disaggregated data on e.g. collision types an enquiry to national data bases was designed to match the data needs of the safety impact analysis with the available data. For efficiency reasons, the countries of the EU-25 were then grouped into three different country clusters with a similar level of road safety performance based on the number of fatalities per kilometre in 2005. The enquiry was then sent to two countries of each cluster via the TRACE project. The gathered data were then scaled up to the cluster and then to EU-25 level.

The safety bundles showed considerable safety effects, assuming a 100 % penetration rate of cooperative systems into the vehicle fleet. Based on an estimation of the trend in fatalities and injured for 2020 in the EU-25 region, an estimation of the maximum number of fatalities and injured that could be avoided was made. Besides safety impacts, no effects on traffic flow, fuel consumption and resulting emissions were assessed. In accordance with former studies these effects are assumed to be marginal because the applications in the bundles considered were primarily designed for safety purposes.

Assuming different business models based on financing type (public vs. private funded) and scope of service provided by cooperative systems penetration rates were estimated by experts for 2020. 2020 was chosen as the assessment date since the deployment in new vehicles of these innovative systems is assumed to start not significantly before the year 2015.

The core of the assessment methodology is a cost-benefit analysis (CBA) estimating possible safety of the SAFESPOT bundle to prove the profitability of the system from a society point of view. To complete the assessment, a stakeholder analysis checking the profitability of the cooperative systems from the point of view of vehicle drivers, and private and public road operators was undertaken.

The break-even analysis showed that the SAFESPOT bundle pays off in the V2I case for more than half of the drivers, given the assumption, that the infrastructure can be used for free. The critical mileages calculated for the V2V case more than doubles compared to the V2I case and ranges between **24 and 31 thousand kilometres**, assuming that the V2V based system is completely financed by the end user. Thus,

only a small fraction of drivers may account the V2V system as being worthwhile from an economic point of view (6 % to 15 % depending on market penetration of the systems).

The financial analysis for road operators showed that a large-scale infrastructure equipment of 50 % of the V2I based SAFESPOT system could not be operated economically by private or public road operators: charging cost prices would result in a level of fees generating a critical mileage for drivers which makes the system unattractive for most of the drivers: The critical mileages calculated range between **61 and 257 thousand kilometres** assuming a market penetration rate, respectively, of 20 % and 5 %.

The economic assessment provides some indication for deployment strategies of combining the V2V based and the V2I based SAFESPOT system. A deployment could start by a “smart” equipment of the infrastructure concentrating on a limited number of black spots with high accident numbers. Then at the beginning of market diffusion of cooperative system when V2V based system generate no benefits implementation of at black spot would generate safety benefits. If the speed of market diffusion increases also benefits of the V2V safety would increase rapidly, and could further increased, by adding infrastructure equipment at other black spots.