

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

Dr. Andreas Lüdeke und Roland Schindhelm, Bundesanstalt für
Straßenwesen (BASt), luedeke@bast.de, schindhelm@bast.de

Dr. Torsten Geißler, Institut und Seminar für Verkehrswissenschaft an der
Universität zu Köln, t.geissler@uni-koeln.de

Dr. Ulrich Westerkamp, Bundesministerium für Verkehr, Bau und
Stadtentwicklung, ulrich.westerkamp@bmvbs.bund.de

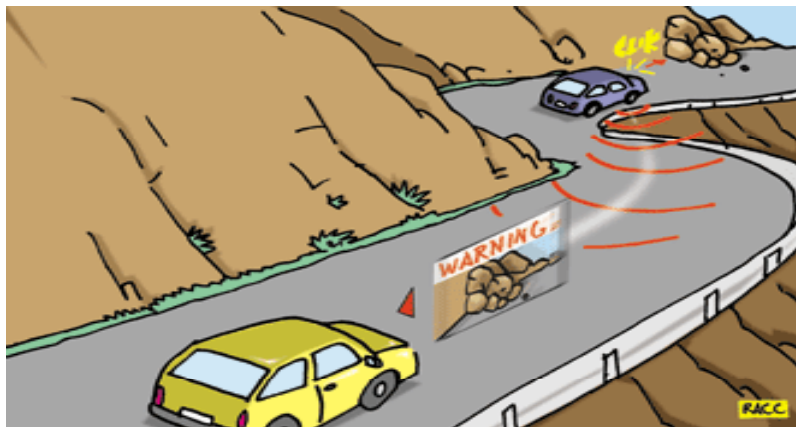
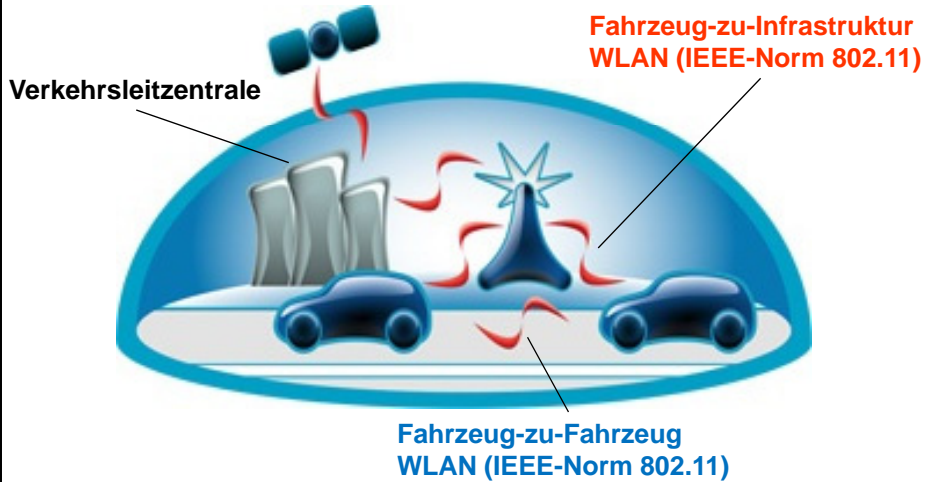
Martijn de Kievit and Dr. Philippus Feenstra, Nederlandse Organisatie
voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO),
martijn.dekiewit@tno.nl



Inhaltsübersicht

- SAFESPOT-Projekt: Technologie und Anwendungen
- Methodische Grundlagen und Annahmen
- Bewertung des Fahrernutzens: Ermittlung der kritischen Kilometerleistung
- Wirtschaftlichkeit des Betreibermodells: Ermittlung der kritischen Kilometerleistung
- Ergebnisse und Schlussfolgerungen





Der „Safety margin assistant“:
Weniger Unfälle durch frühzeitige Warnungen vor gefährlichen Situationen (Beispiel: Lokale Gefahrenwarnung)

Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Anwendungen

- 1. Kreuzungsassistent: Hinweis auf „verdeckte“ Fahrzeuge
- 2. Lokale Gefahrenwarnung: Schlechte Sicht/ Rutschige Straße
- 3. Längsverkehrsassistent: Hinweis auf zu hohe Geschwindigkeit/ zu geringen Abstand bei Kollisionsgefahr

Fahrzeug-zu-Infrastruktur-Anwendungen

- 1. Kreuzungsassistent: Warnung vor „Rotlichtverletzern“, „verdeckten“ Fußgängern, Radfahrern
- 2. Lokale Gefahrenwarnung: Schlechte Sicht/ Rutschige Straße
- 3. Geschwindigkeitswarnung: Maximal zulässige Höchstgeschwindigkeit



Komponenten des kooperativen Systems

Komponenten des Fahrzeugsystems

(duales) GPS System	Digitale Karte (jährliche Aktualisierung)	On-board System für Warnungen (inkl. Display)	Radar (inkl. Antenne)
---------------------	---	---	-----------------------

Komponenten des Infrastruktursystems

Road side unit (inkl. Antennensystem)	CCTV Video-Kamera (Nebel-/ Regen-Erkennung)	Eis-Erkennungs-System	Laser Scanner für Fußgänger, Radfahrer (4 mal pro Kreuzung)	Digitale Karte (jährliche Aktualisierung)
---------------------------------------	---	-----------------------	---	---



Methodische Grundlagen und Annahmen (1)

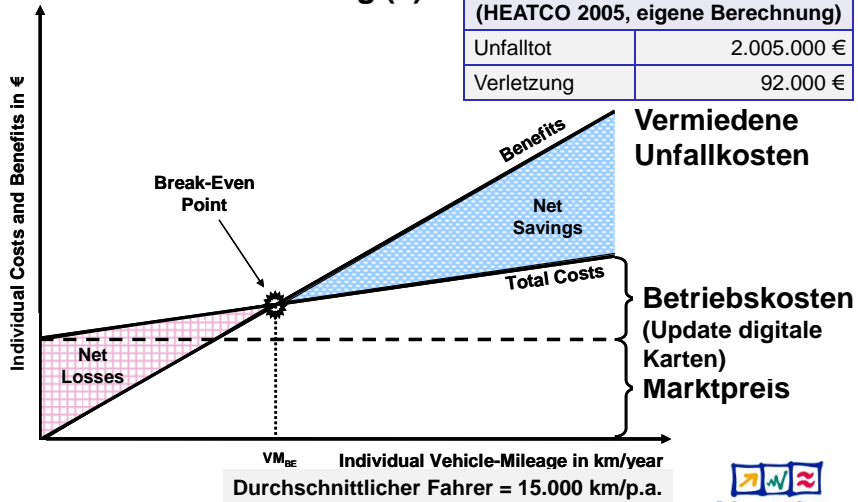
- Untersuchte Systemwirkungen
 - Sicherheitseffekte in Form vermiedener Unfalltoter und Verletzte
 - Verkehrsflusseffekte in Form von Zeitersparnissen [gering]
 - Umweltschutzeffekte in Form von Energieeinsparungen und CO₂-Reduktionen [gering]
- Schätzung der Systemwirkungen
 - Simulation der Verkehrsflusseffekte
 - Desk-top research: Auswertung validierter Studien zu Sicherheitssystemen (u. a. Experteneinschätzung)
- EU-25 Datenbasis und Prognosen
 - Detaillierte Unfallentwicklung (u. a. Kollisionstypen): Erhebungsergebnisse aus eIMPACT (2008) basierend auf 3 Länder-Cluster-Analyse
 - Entwicklung von Fahrzeugflotte/ Fahrzeugkilometern: ProgTrans 2007, INFRAS / IWW (2004)

Methodische Grundlagen und Annahmen (2)

- Kostenschätzung
 - Expertenschätzung in 3 Workshops (Berücksichtigung von Economies of scale)
 - Schätzung jährlicher (fixer/ variabler) Kosten
 - Annahmen: 12 Jahre System-Lebenszeit für Fahrzeugsystem/
5 bis 12 Jahre Infrastruktur-Lebenszeit (je nach Komponente)
- Prognose der Marktdurchdringung (Penetrationsrate) der Sicherheitssysteme in Abhängigkeit vom Geschäftsmodell
 - Private vs. Öffentliche Finanzierung
 - „Reines“ Sicherheitssystem vs. Kombination mit Mehrwertdienst
- Bewertungsjahr 2020
 - Innovative Systeme: Mindestens 5 Jahre nach erwarteter Markteinführung kooperativer Systeme (komplexer Prozess der Markteinführung)

Bewertung des Fahrernutzens: Ermittlung der kritischen Kilometerleistung (1)

Zahlungsbereitschaft (WTP) (HEATCO 2005, eigene Berechnung)	
Unfalltot	2.005.000 €
Verletzung	92.000 €



4. Tagung Sicherheit durch Fahrerassistenz , 15. – 16. April 2010, München
Dr. Andreas Lüdeke, Bundesanstalt für Straßenwesen

Bewertung des Fahrernutzens: Ermittlung der kritischen Kilometerleistung (2)

Unfall-opfer	(geschätzte) Unfallopfer in 2020	Effektivität der System-bündel	Vermiedene Unfallopfer (100 %-Penetration)	Sicherheits-gewinn pro 1.000 km
--------------	----------------------------------	--------------------------------	--	---------------------------------

Fahrzeug-zu-Fahrzeug

Tote	20.800	7,1 %	1.470	2,39 EUR
Verletzte	873.700	7,3 %	63.324	

Fahrzeug-zu-Infrastruktur

Tote	20.800	8,9 %	1.851	2,85 EUR
Verletzte	873.700	8,5 %	74.006	

4. Tagung Sicherheit durch Fahrerassistenz , 15. – 16. April 2010, München
Dr. Andreas Lüdeke, Bundesanstalt für Straßenwesen

Bewertung des Fahrernutzens (3)

Kritische Kilometerleistung pro Jahr		
	Fahrzeug-zu-Fahrzeug	Fahrzeug-zu-Infrastruktur
5 % - Marktpenetration Marktpreis	30.964 km 440 EUR	12.991 km 165 EUR
10 % - Marktpenetration Marktpreis	27.605 km 338 EUR	10.889 km 120 EUR
20 % - Marktpenetration Marktpreis	24.526 km 325 EUR	9.487 km 90 EUR

Bewertung des Fahrernutzens: Ergebnisse und Schlussfolgerungen

- Kritische Kilometerleistung: 25.000 - 31.000 Kilometer/ p.a.
- Zum Vergleich EURBAROMETER Studie [2006]: durchschnittliche Kilometerleistung 15.000 Kilometer/ p.a.
- 6 % der Nutzer fahren mehr als 30.000 km pro Jahr.
- 15 % der Nutzer fahren mehr als 20.000 km pro Jahr.
- Bei konstantem Fahrverhalten ist das **Fahrzeug-zu-Fahrzeug** System nur für 6 bis 15 % der Nutzer ökonomisch sinnvoll.
- Das **Fahrzeug-zu-Infrastruktur** System ist dagegen für mehr als die Hälfte der potentiell Nutzer profitabel (Annahme: gebührenfreie Nutzung der Infrastruktur).
- Hinweis auf erhebliches Marktpotential: Beteiligung der Nutzer an der Finanzierung der Infrastruktur durch Nutzungsgebühren.

Wirtschaftlichkeit des kooperativen Systems aus Sicht eines **privaten/ öffentlichen** Infrastruktur-Betreibers (1)

$$\text{Nutzungsgebühr} = \frac{\text{Infrastrukturkosten/p.a.}}{\text{Durchdringungsrate Flotte} * 307 \text{ Mio.}}$$

	Infrastruktur-Betreiber	
	Privat	Öffentlich
Discount-Rate	9,29 %*	3,00%**
Infrastrukturkosten/ p.a.	11,6 Mrd. EUR	9,1 Mrd. EUR
Fahrzeugflotte	370 Mio. Stück	370 Mio. Stück

* Börsen-Zeitung 2008

** Bundesverkehrswegeplan 2003

4. Tagung Sicherheit durch Fahrerassistenz , 15. – 16. April 2010, München
Dr. Andreas Lüdeke, Bundesanstalt für Straßenwesen

Wirtschaftlichkeit des kooperativen Systems aus Sicht eines **privaten/ öffentlichen** Infrastruktur-Betreibers (2)

Penetrations-rate	Marktpreis On-board System (EUR)	Jahresgebühr (EUR)	Kritische Kilometerleistung (km)
5 %	165/ 165	697/ 592	257.240/ 220.520
10 %	120/ 120	348/ 296	132.960/ 114.600
20 %	90/ 90	174/ 148	70.480/ 61.300

4. Tagung Sicherheit durch Fahrerassistenz , 15. – 16. April 2010, München
Dr. Andreas Lüdeke, Bundesanstalt für Straßenwesen

Wirtschaftlichkeit des kooperativen Systems aus Sicht eines **privaten/ öffentlichen** Infrastruktur-Betreibers (3)

- Kritische Kilometerleistung: 61.000 - 257.000 Kilometer/ p.a.
- Zum Vergleich EURBAROMETER Studie [2006]: durchschnittliche Kilometerleistung 15.000 Kilometer/ p.a.
- **Kostendeckender Betrieb der Infrastruktur nicht möglich!**
- **Ursache:**
 - Ausstattung von 50 % aller Kreuzungen und Straßen mit Road side units (RSU)
 - Relativ hohe Kosten der RSUs
 - Kosten/ RSU an Straße: rd. 3.000 EUR
 - Kosten/ RSU an Kreuzung: rd. 5.000 EUR
- **Lösungsansatz:** Gezielte Ausstattung von Unfallschwerpunkten!