

Volkswirtschaftliches Nutzenpotential der Überprüfung von Fahrerassistenzsystemen im Rahmen der periodischen Fahrzeugüberwachung

Prof. Dr. rer. pol. habil. Bernhard Wieland

Dipl.Verk.wirtsch. Ilona Veress

Dipl.Verk.wirtsch. Andreas Matthes

3. Sachverständigentag, Berlin 26. Februar 2008

Ausgangslage:

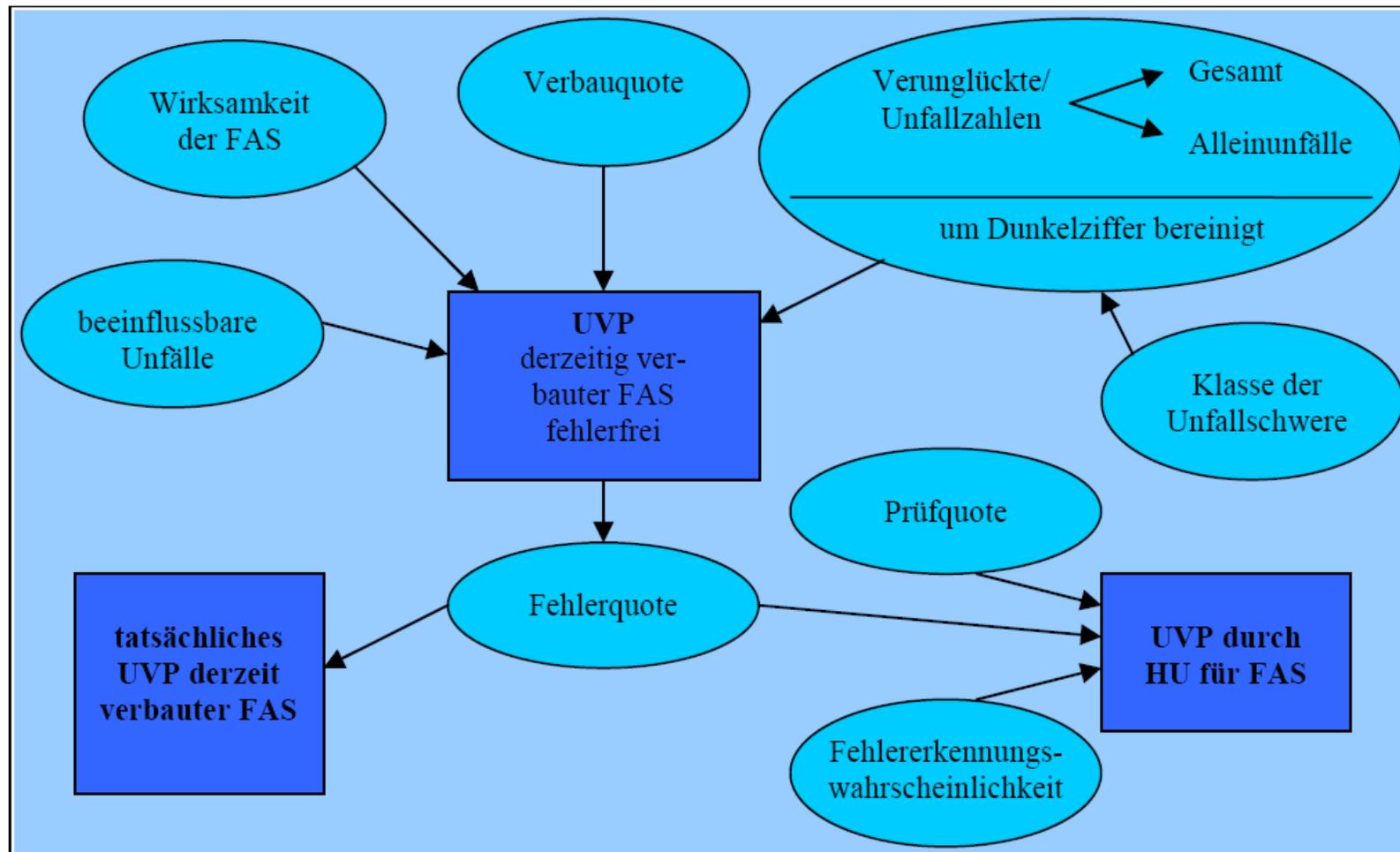
- Unfallstatistiken zeigen, dass über 80% aller Verkehrsunfälle auf Fehleinschätzungen, Ablenkung und Übermüdung der Fahrer beruhen
- Viele dieser Unfälle können durch aktive bzw. passive Fahrerassistenzsysteme (FAS) vermieden bzw. in ihrer Schwere vermindert werden
- Zur Gewährleistung der ordnungsgemäßen Funktion der Systeme über die gesamte Fahrzeuglebensdauer ist deren regelmäßige Überprüfung und Wartung unbedingt notwendig
- Seit 1. April 2006 ist in Deutschland die Überprüfung der FAS Bestandteil der Hauptuntersuchung (HU)

Fragestellung: Welchen zusätzlichen volkswirtschaftlichen Nutzen bringt die regelmäßige Überprüfung der verbauten FAS im Rahmen der HU?

Vorgehensweise:

1. Ermittlung des Unfallvermeidungspotentials (UVP) der derzeit bereits verbauten Fahrerassistenzsysteme (FAS)
2. Bestimmung der Veränderung des UVP durch Überprüfung der FAS im Rahmen der Hauptuntersuchung (HU)
3. Aufstellung einer volkswirtschaftlichen Kosten-Nutzen-Analyse über die periodische Überprüfung der FAS im Rahmen einer HU

Überblick über die Einflussfaktoren auf das UVP



-
- derzeit 30 Fahrerassistenzsysteme HU-relevant
 - aufgrund Datenlage zum Unfallvermeidungspotential Beschränkung auf nur 13 FAS in dieser Studie

folgende Systeme wurden berücksichtigt:

- ESP
- Spurhalteassistent bzw. LDW
- Automatische Notbremsung
- ABS
- Adaptives Kurvenlicht
- Automatisches Licht
- Geschwindigkeitsbegrenzer
- Bremsassistent
- Airbag/Gurtstraffer
- ACC
- Spurwechselassistent
- Adaptives Bremslicht
- Abbiegeassistent

Rahmenbedingungen der Untersuchung

-
- betrachteter Zeitraum: 1. April – 31. Dezember 2006
 - Berücksichtigte Fahrzeuggruppen:
 - PKW
 - LKW
 - Leichte Nutzfahrzeuge (LNF)
 - Teilweise auch andere
 - Unfallschwere: (Einteilung nach Destatis)
 - Unfälle mit Personenschaden:
 - Unfall mit Getöteten
 - Unfall mit Schwerverletzten
 - Unfall mit Leichtverletzten
 - Unfälle mit Sachschaden:
 - schwerwiegender Unfall mit Sachschaden
 - sonstiger Schadensunfall

derzeit keine offiziellen Daten über die Verbauquoten der FAS des gesamten Fahrzeugbestandes von Deutschland verfügbar, deshalb Schätzungen durch Experten von TÜV und DEKRA

Bsp. ESP: momentane geschätzte Durchdringungsquote des Fahrzeugbestandes:

- PKW 30 %
- LKW 5 %
- LNF 10 %
- Bus 30 %

Bsp. ESP

- **Beeinflussbarkeit:**
 - ESP kann generell nur positiven Einfluss nehmen auf Unfälle, deren Ursache u.a. in einer plötzlichen starken Lenkreaktion nach Unachtsamkeit liegt oder nach Schleudern in Folge einer Kollision
 - nach Langwieder (2006) liegt dies bei 40 % der PKW-Unfälle mit Getöteten vor
- **Wirksamkeit:**
 - bezeichnet den Anteil der als relevant angesehenen Unfälle, die von dem System verhindert werden können
 - nach Langwieder (2006) liegt dieser bei ESP bei 67%

Reduktionspotential von ESP für PKW- Unfälle mit Getöteten	=	beeinflussbare Unfälle	*	Wirksamkeit
26,8 %	=	40%	*	67%

Bestimmung des Unfallvermeidungspotentials durch FAS

	Anzahl Getötete	Anzahl Schwerverletzte	Anzahl Leichtverletzte	Anzahl schwerwiegender Unfälle mit Sachschaden	Anzahl sonstiger Sachschadensunfälle
PKW	2.818	71.617	427.868	96.299	4.168.100

Bsp. PKW-Unfallzahlen differenziert nach Unfallschwere für 2006 (um Dunkelziffer bereinigt nach Methode von Hautzinger et al. (1993)):

Bsp. Vermiedene PKW-Unfälle mit Toten durch fehlerfreies ESP:

$$\text{Vermiedene Tote durch fehlerfreies ESP} = \text{Reduktionspotential} * \text{Verbauquote} * \text{Anzahl Getötete}$$

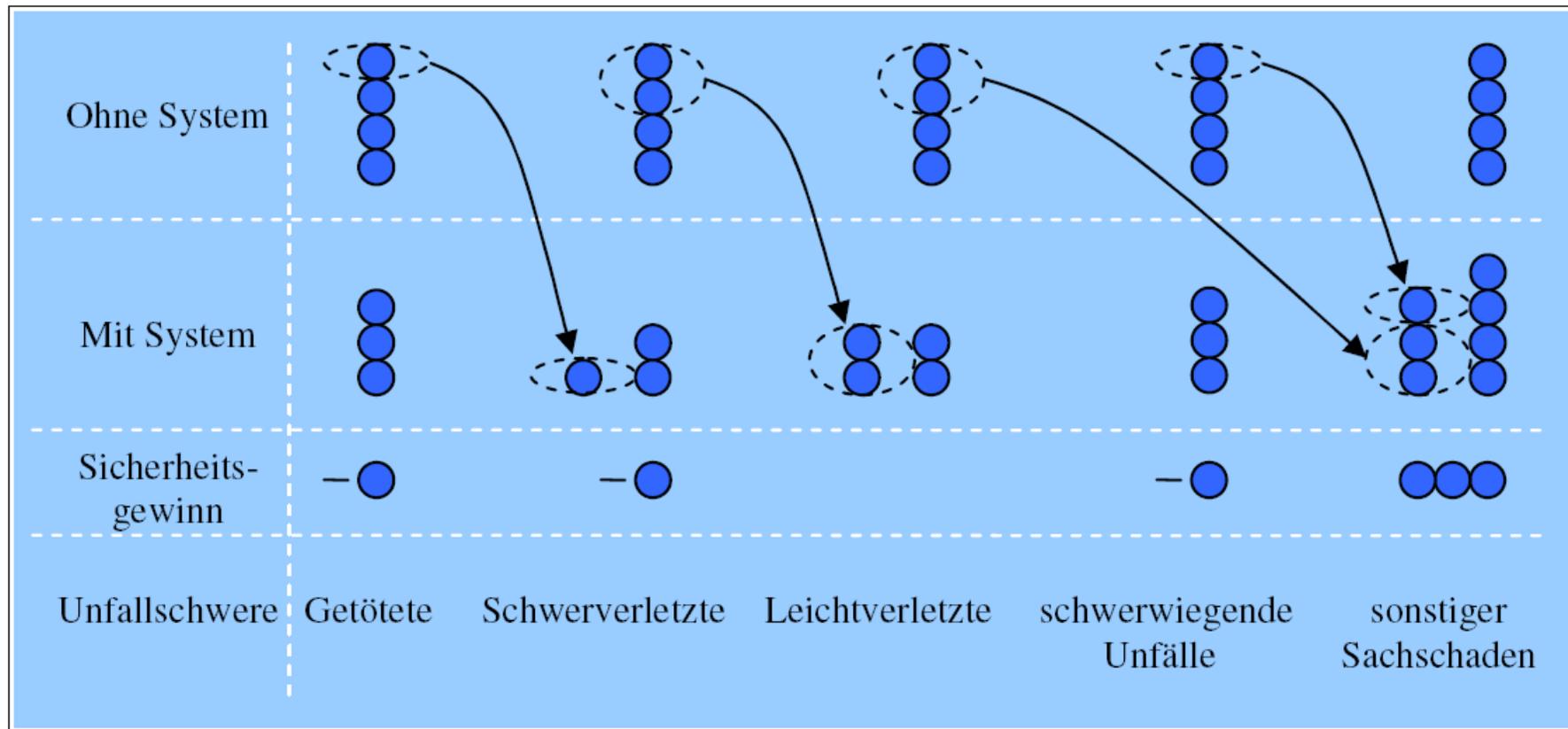
$$227 = 0,268 * 0,3 * 2.818$$

Zahl der vermiedenen Verunglückten bzw. Unfälle für 2006 - optimistisch

Unfall- schwere <i>k</i>	Vermiedene Verunglückte bzw. Unfälle					$\sum_{j=1}^6 G_{ijk}$
	FAS <i>i</i>	1	2	3	4	
1	233	2.294	13.702	909	39.345	
2	7	154	829	187	0	
3	16	369	2.168	490	36	
4	482	10.604	61.555	0	0	
5	1	33	194	44	0	
6	37	897	5.336	1.607	51.799	
7	32	367	1.772	0	0	
8	113	3.508	28.244	0	0	
9	307	4.441	11.259	0	0	
10	1	34	199	37	0	
11	7	23	346	59	2.572	
12	14	425	3.118	0	0	
13	0	4	0	0	0	
$\sum_{i=1}^{13} \sum_{j=1}^6 G_{ijk}$	1.250	23.153	128.722	3.333	93.752	

- um den Vorwurf zu entkräften, dass das UVP zu positiv geschätzt wurde, wurde sich für einen sehr pessimistischen Ansatz entschieden
- daher Strategie gewählt, dass das UVP einer Unfallfolgenminderung um eine Klasse der Unfallschwere entspricht
- Schematische Darstellung dieser Verrechnungsmethode: Siehe nächste Folie

Schematische Darstellung des Sicherheitsgewinns



(Quelle: Veress (2007) in Ahnlehnung an Busch (2005))

Zahl der vermiedenen Verunglückten bzw. Unfälle für 2006 - pessimistisch

Unfall- schwere FAS i	k	Vermiedene Verunglückte bzw. Unfälle $\sum_{j=1}^6 H_{ijk}$				
		1	2	3	4	5
1		233	2.061	11.408	909	28.211
2		7	147	675	187	-806
3		16	353	1.799	490	-2.072
4		482	10.122	50.951	0	-45.937
5		1	32	161	44	-189
6		37	860	4.439	1.607	46.210
7		32	335	1.405	0	-1.322
8		113	3.395	24.736	0	-21.078
9		307	4.134	6.818	0	-8.402
10		1	33	165	37	-186
11		7	16	323	59	2.255
12		14	411	2.693	0	-2.327
13		0	4	-4	0	0
$\sum_{i=1}^{13} \sum_{j=1}^6 H_{ijk}$		1.250	21.903	105.569	3.333	-5.642

das UVP ergibt sich wie folgt:

$$L_k = \frac{\sum_{i=1}^{13} \sum_{j=1}^6 H_{ijk}}{\sum_{i=1}^{13} \sum_{j=1}^6 H_{ijk} + \sum_{j=1}^6 E_{jk}} * 100$$

(Unfallsschwere) k	1	2	3	4	5
(UVP) L_k	18,91%	13,92%	13,18%	2,79%	-0,112%

UVP der betrachteten und derzeit verbauten fehlerfreien FAS gegenüber Nullverbau

Fehlerquote der FAS

Problem: keine gesicherten Daten über Fehlerquoten von FAS vorhanden

- nach Rücksprache mit Experten von TÜV und DEKRA wurde eine Fehlerquote von 5% für alle Systeme angenommen
- somit reduziert sich das UVP um 5%, falls es keine obligatorische Überprüfung gibt

(Unfallsschwere) k	1	2	3	4	5
(Vermiedene Unfälle) $\sum_{i=1}^{13} \sum_{j=1}^6 M_{ijk}$	1.187	20.808	100.291	3.166	-5.360
(UVP) N_k	18,13%	13,32%	12,60%	2,65%	-0,107%

Tatsächlich vermiedene Unfälle 2006 durch die betrachteten FAS ohne HU und das daraus resultierende UVP

Folgendes muss beachtet werden:

- nicht gesamter Fahrzeugbestand jährlich durch HU überprüft
- Prüfquote lag bei FAS-relevanten Fahrzeuggruppen 2006 bei 39,4 %
- da Prüfung 2006 erst seit 1. April => $0,75 * 39,4\% = 29,55\%$
- bei HU werden nicht alle Mängel erkannt => lt. Expertenaussage wird von einer Erkennungswahrscheinlichkeit von 80% ausgegangen
- geschätzte Fehlerquote der FAS: 5%

$$\Rightarrow 29,55\% * 80\% * 5\% = 1,182\%$$

=> somit ergibt sich Verbesserung des UVP in 2006 um **1,182%**

Verbessertes UVP durch HU differenziert nach Unfallschwere:

	$r \backslash k$	1	2	3	4	5
(Vermiedene Unfälle) $\sum_{i=1}^{13} \sum_{j=1}^6 O_{ijkr}$	1	1.207	21.153	101.954	3.219	-5.449
	0,75	1.202	21.067	101.538	3.206	-5.427
(UVP) P_{kr}	1	18,38%	13,51%	12,78%	2,70%	-0,108%
	0,75	18,32%	13,46%	12,74%	2,69%	-0,108%

Tatsächlich vermiedene Unfälle 2006 durch die betrachteten FAS mit HU und das daraus resultierende UVP

Tatsächlich vermiedene Unfälle durch Überprüfung der FAS

k	1	2	3	4	5
(Vermiedene Unfälle) $\sum_{i=1}^{13} \sum_{j=1}^6 Q_{ijk,0,75}$	15	259	1.247	40	-67
(UVP) $R_{k,0,75}$	0,2791 %	0,1908 %	0,1789 %	0,0344 %	-0,0013 %

Tatsächlich vermiedene Unfälle durch die Überprüfung der FAS im Rahmen der HU 2006 und das daraus resultierende UVP

Ergebnis:

Durch Integration der Prüfung der FAS in die HU wurden 2006 *rechnerisch* 15 Tote, 259 Schwerverletzte, 1.247 Leichtverletzte und 40 schwerwiegende Unfälle mit Sachschaden vermieden. Wiederum gab es aber 67 mehr sonstige Schadensunfälle.

Anmerkung:

Ergebnis kann als untere Grenze angesehen werden, da nur 13 der 30 FAS in die Untersuchung einbezogen und davon ausgegangen werden kann, dass auch die vernachlässigten Systeme zumindest zur Unfallvermeidung beitragen.

Ferner gelten die benannte Zahlen nur für das Dreiviertel des Jahres 2006

Welche Kostenkomponenten wurden berücksichtigt?

1. zusätzlicher Zeitaufwand für Hauptuntersuchung
 - für Prüfer
 - Annahme: zusätzliche Prüfzeit pro System 60 Sekunden (Lichtsysteme 30 Sekunden), Stundensatz Prüfer 60 €/Stunde
 - für Fahrzeughalter: zusätzliche Wartezeit bewertet mit 10 €/Stunde
2. zusätzliche Material und Bereitstellungskosten
 - nach Rücksprache mit Experten von TÜV und DEKRA pauschal mit 1 € pro HU bewertet

Welche Nutzenkomponenten wurden berücksichtigt?

Veränderung der Unfallkosten

1. direkte Unfallkosten

- Kosten für Personenschäden
- Kosten für Sachschäden

2. Indirekte Unfallkosten (Staukosten durch Unfälle verursacht)

- Emissionskosten
- Betriebskosten Fahrzeuge
- Zeitkosten Insassen

ebenfalls berücksichtigt: Staukosten durch Pannen

Neben den positiven Wirkungen von FAS, können auch negative Wirkungen im Falle von Pannen entstehen, welche durch defekte FAS verursacht werden

- dadurch können wiederum Staus entstehen
- nach Bass et al. (2006) sind Pannen für einen Anteil von 2-3% der jährlichen Staukosten verantwortlich
- aber durch Überprüfung der FAS im Rahmen der HU kann auch hier die Anzahl der Pannen durch defekte FAS reduziert werden

vorläufiges Rechenergebnis der KNA unter den benannten sehr pessimistischen Annahmen:

leicht positives Kosten-Nutzen-Verhältnis

Fazit:

- Verbau moderner FAS definitiv von Vorteil für Verkehrssicherheit!
- UVP steigt kontinuierlich durch Erweiterung der Gesamtheit der FAS und zunehmender Verbauquoten!
- Die regelmäßige Überprüfung von FAS im Rahmen der HU hat definitiv positiven Einfluss auf das UVP!
- Durch zukünftig zunehmende Verbauquoten, steigender volkswirtschaftlicher Nutzen durch Überprüfung dieser FAS im Rahmen der HU!

Unsicherheitsfaktoren:

1. hoher Anteil an geschätzten Faktoren
2. Nutzenkomponente abhängig von monetären Bewertungen eines statistischen Menschenlebens und Invaliditätsgraden
3. teilweise fehlende Daten

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!