



Lehrstuhl für Ergonomie



Technische Universität München

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Lehrstuhl für Ergonomie

Wirkpotentiale moderner Fahrerassistenzsysteme und Aspekte ihrer Relevanz für die Fahrausbildung

Dipl.-Ing. Univ. Frank Maier

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Maschinenwesen
der Technischen Universität München
zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.) genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr. phil. Klaus Bengler
2. Univ.-Prof. Dr. phil. Margret M. Fell,
Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt
3. Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Heiner Bubb (i.R.)

Die Dissertation wurde am 05.12.2012 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät für Maschinenwesen am 05.07.2013 angenommen.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen
Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Impressum

Herausgegeben von der Deutschen Fahrlehrer-Akademie e.V.
Die Verantwortung für den Inhalt liegt beim Autor.
Alle Rechte vorbehalten; Nachdruck und jede andere Form der Reproduktion – auch
auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung des Autors.

ISBN 978-3-00-045143-0

Bild Umschlag: © Dan Race-Fotolia.com
Umschlaggestaltung: Maria A. Reufer, 70825 Korntal-Münchingen
Verlag: Eigenverlag Deutsche Fahrlehrer-Akademie e.V.
Druck: Ehrler Druck e.K., 71254 Ditzingen

© Frank Maier 2014
Habichtweg 1
71287 Weissach
Mail: frank.x.maier@gmx.de

Deutsche Fahrlehrer-Akademie e.V.
Zuffenhauser Straße 3
70825 Korntal-Münchingen



Zusammenfassung

Moderne Fahrerassistenzsysteme stellen einen wichtigen Baustein zur Steigerung der Verkehrssicherheit dar und sollen den Fahrer speziell in kritischen Fahrsituationen unterstützen.

In dieser Arbeit wurde auf Basis einer internationalen Literaturrecherche das Sicherheitspotential von Fahrerassistenzsystemen (FAS) und ihre Marktdurchdringung bewertet. Dabei zeigt sich, dass heutige Fahrerassistenzsysteme bereits einen großen Beitrag zur Steigerung der Verkehrssicherheit leisten können. Insbesondere die Systeme ESC, Spurhalteassistent und der autonome Notbremsassistent weisen Wirkerwartungen von bis zu 20 Prozent auf. Im Abgleich mit den Unfallschwerpunkten junger Fahranfänger lässt sich ableiten, dass diese Systeme auch für diese Gruppe einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der Verkehrssicherheit leisten können. Aufgrund der geringen heutigen Marktdurchdringung kann jedoch dieses Sicherheitspotential noch nicht umgesetzt werden. Ausgehend von einer computerbasierten Fahrzeugkonfigurator-Studie wurden daher mögliche Ursachen der geringen Marktdurchdringung analysiert und konkrete Handlungsempfehlungen für die beteiligten Stakeholder, u.a. auf dem Gebiet der Fahraus- und Weiterbildung, zur Steigerung des Nutzens der Fahrerassistenzsysteme für die Verkehrssicherheit abgeleitet. Dabei wurde auch die Relevanz dieser Systeme für die Fahrausbildung bewertet. Erste Ansätze zur Integration der FAS in die Fahrausbildung wurden dargestellt.

Summary

Modern advanced driver assistance systems (ADAS) are an important element in order to increase road safety and to assist drivers especially in critical driving situations.

In this research, based on a study of about 200 relevant international publications, the safety potential and the market penetration of selected ADAS have been systematically analysed. As a result from this, it has been deduced that ADAS could make an enormous contribution to increase road safety. Especially the advanced driver assistance systems electronic stability control (ESC), lane-keeping assistance sys-



tem and automatic emergency brake system (AEBS) show expected field effects up to 20 percent reduction of all accidents with personal injury. Compared with the accident black spots involving young novice drivers it can be deduced, that these ADAS are an important contribution to increase the road safety even of this group of drivers. However, due to the up to now marginal market penetration of such systems, this safety potential cannot yet be realized. Therefore, the possible causes for this low market penetration rate have been examined by means of a computer-based vehicle configurator survey. Recommendations for intensified activities to implement the benefits of ADAS with respect to road safety were derived for the stakeholders who are directly involved in driver educations and marketing aspects. Especially the relevance of these ADAS for driving instructions has been evaluated and possible approaches to integrate these systems in driving school tuition have been recommended.



Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
2	ZIELSETZUNG UND METHODIK.....	4
3	GRUNDLAGEN DES FAHRENS	6
4	FAHRERASSISTENZSYSTEME	8
4.1	Einteilung und Kategorisierung	9
4.2	Fahrerassistenzsysteme	20
4.2.1	Anti-Blockier-System (ABS)	20
4.2.2	Electronic Stability Control (ESC).....	21
4.2.3	Notbremsassistent (BAS/AEBS)	22
4.2.4	Adaptive Cruise Control (ACC)	26
4.2.5	Spurwechselassistent (LCA)	30
4.2.6	Spurhalteassistent (LKA).....	32
4.2.7	Parkassistent.....	33
4.2.8	Sichtverbesserungssysteme	35
4.2.9	Nachtsichtassistent (NV)	45
4.2.10	Verkehrszeichenbeobachter.....	46
4.2.11	Fazit	48
5	ERGEBNISSE AUS DER UNFALLFORSCHUNG	50
5.1	Studien zur Wirkerwartung der Fahrerassistenzsysteme	50
5.1.1	Begriffsdefinition.....	50
5.1.2	Electronic Stability Control (ESC).....	57
5.1.3	Notbremsassistent (BAS/AEBS)	67
5.1.4	Adaptive Cruise Control (ACC)	82
5.1.5	Spurwechselassistent (LCA)	92
5.1.6	Spurhalteassistent (LKA).....	97
5.1.7	Nachtsichtassistent (NV)	103
5.1.8	Zusammenfassung der Studien	110



5.2	Verhaltensadaption und Risikohomöostase	113
5.3	Unfallschwerpunkte junger Fahranfänger	119
5.4	Wirkanalyse der FAS in Bezug auf junge Fahranfänger.....	126
5.5	Marktdurchdringung.....	127
6	STUDIE BEKANNTHEITSGRAD UND KAUFINTERESSE.....	142
6.1	Befragungsergebnisse „Fragebogen“	148
6.2	Befragungsergebnisse „Fahrzeugkonfigurator-Studie“	162
6.3	Zusammenfassung	170
7	FAHRERASSISTENZSYSTEME IN DER FAHRAUSBILDUNG	173
7.1	Aktuelle Situation in der Ausbildung	173
7.2	Studie Fahrerassistenzsysteme in der Fahrausbildung.....	178
7.3	Befragungsergebnisse „Basisbefragung“	179
7.4	Befragungsergebnisse „Detailstudie“	186
7.5	Ergebnisse der Studie	202
8	DISKUSSION UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN	204
9	ZUSAMMENFASSUNG	226
10	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	231
11	BILDQUELLEN.....	235
12	LITERATURVERZEICHNIS.....	237
13	ANHANG	263
13.1	Fragebogen Fahrerassistenzsysteme in der Fahrausbildung	263
13.2	Fragebogen der erweiterten Fahrlehrerbefragung.....	265
13.3	Fragenbogen Schülerbefragung	267
13.4	Fragebogen Fahrzeugkonfigurator-Studie	269