

Fehlgebrauch der Airbagabschaltung bei der Beförderung von Kindern in Kinderschutzsystemen

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Fahrzeugtechnik Heft F 75

bast

Fehlgebrauch der Airbagabschaltung bei der Beförderung von Kindern in Kinderschutzsystemen

von

Gerd Müller
Heiko Johannsen
Wolfgang Fastenmeier

Verein für
Fahrzeugsicherheit Berlin e.V.

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Fahrzeugtechnik Heft F 75

bast

Die Bundesanstalt für Straßenwesen
veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungs-
ergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe
besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines
B - Brücken- und Ingenieurbau
F - Fahrzeugtechnik
M - Mensch und Sicherheit
S - Straßenbau
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter
dem Namen der Verfasser veröffentlichten
Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des
Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wieder-
gabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmi-
gung der Bundesanstalt für Straßenwesen,
Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen** können
direkt beim Wirtschaftsverlag NW,
Verlag für neue Wissenschaft GmbH,
Bgm.-Smidt-Str. 74-76,
D-27568 Bremerhaven,
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre
Veröffentlichungen wird in Kurzform im
Informationsdienst **Forschung kompakt** berichtet.
Dieser Dienst wird kostenlos abgegeben;
Interessenten wenden sich bitte an die
Bundesanstalt für Straßenwesen,
Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt FE 82.310/2006
Fehlgebrauch der Airbagabschaltung bei der Beförderung
von Kindern in Kinderschutzsystemen

Projektbetreuung
Britta Schnottale

Herausgeber
Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 04) 43 - 0
Telefax: (0 22 04) 43 - 674

Redaktion
Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Druck und Verlag
Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
Postfach 10 11 10, D-27511 Bremerhaven
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0
Telefax: (04 71) 9 45 44 77
Email: vertrieb@nw-verlag.de
Internet: www.nw-verlag.de

ISSN 0943-9307
ISBN 978-3-86918-066-3

Bergisch Gladbach, November 2010

Kurzfassung – Abstract

Fehlgebrauch der Airbagabschaltung bei der Beförderung von Kindern in Kinderschutzsystemen

Mit der flächendeckenden Einführung des Beifahrerairbags ergab sich das Problem der nachträglich festgestellten Inkompatibilität mit rückwärts gerichteten Kindersitzen. Insbesondere in den USA sind zahlreiche tödliche Unfälle mit Babyschalen auf dem Beifahrerplatz mit aktivem Beifahrerairbag registriert worden. Infolgedessen wurde auch in den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union spätestens seit Stichtag der Richtlinie 2003/20/EG die Beförderung von Kindern in rückwärtsgerichteten Kinderschutzsystemen auf einem mit Frontairbag geschützten Autositz untersagt, sofern der Airbag nicht deaktiviert wurde. Während der Beifahrerairbag früher entweder gar nicht oder nur dauerhaft durch eine Werkstatt deaktiviert werden konnte, gibt es heutzutage eine Vielzahl an Möglichkeiten, die dem Nutzer zur Abschaltung des Airbags zur Verfügung stehen. Mit der Notwendigkeit der Abschaltung ergibt sich die Gefahr zweier Arten der Fehlbenutzung: die Beförderung eines Kindes in einer Babyschale trotz aktivierten Airbags bzw. die Mitfahrt eines erwachsenen Insassen trotz deaktivierten Airbags.

Im Rahmen dieser Studie wurden zu den beiden Fehlbenutzungsarten Beobachtungs- und Befragungsstudien durchgeführt, Unfalldaten in Hinblick auf die Problematik der Fehlbenutzung der Airbagabschaltung analysiert und Versuche zur erneuten Bewertung des Risikos, das durch heutige und zukünftige Airbagsysteme ausgeht, durchgeführt.

In den Umfragen ließen sich nur schwer Daten zum Missbrauch bei der Beförderung von Kindern mit Airbag auf dem Beifahrersitz erfassen. Das ist aber die eigentlich gute Nachricht, denn offenbar sind solche Fälle wirklich seltene Ausnahmen geworden. Dies liegt einerseits an der hohen Abschaltquote der Beifahrerairbags, hauptsächlich aber an der Präferenz der Eltern, ihre Kinder auf dem Rücksitz zu befördern. So kommt es insgesamt nur zu wenigen Fällen eines Kindes auf dem Beifahrersitz mit aktivem Airbag. Der Großteil dieser Fehlbenutzungsfälle entsteht in älteren Pkw, die einen Werkstattaufenthalt für die Deaktivierung/Aktivierung erfordern. Keine Missbräuche bzw. technische Fehler fanden sich bei den Systemen mit automatischer Sitzerkennung. Der überwiegende Anteil der Missbrauchsfälle bei den Modellen mit manueller Umschaltmöglichkeit geht offenbar auf Vergessen zurück.

Der Missbrauch zweiter Art wird ebenfalls wirkungsvoll durch automatische Systeme verhindert. Bei dieser Beförderungskonstellation ergibt sich jedoch praktisch immer ein Problem, wenn der Beifahrerairbag in einer Werkstatt deaktiviert wurde. Die dadurch für einen erwachsenen Mitfahrer entstehende Gefährdung wird als weniger gravierend eingeschätzt. Bei der manuellen Umschaltung im Fahrzeug verbleibt ein analoges Vergessensproblem wie beim Missbrauch erster Art.

Auch die Unfallanalyse deutet auf eine geringe Fehlbenutzungsquote hin. Von den untersuchten GIDAS-Frontalaufprallunfällen mit über 300 betroffenen Kindern nutzten lediglich 24 Kinder den Beifahrerplatz in einem Auto, das mit einem Beifahrerairbag ausgestattet war. In den meisten Fällen war der Airbag vorschriftsmäßig deaktiviert. In den nachgewiesenen Fehlbenutzungsfällen waren die Unfallfolgen für die betroffenen Babys gering. Die untersuchten Einzelfälle zeigen jedoch die tödliche Gefahr, die vom Beifahrerairbag ausgehen kann.

Auf der technischen Seite gab es im Lauf der letzten Jahre grundsätzliche Veränderungen im Bereich der Gestaltung des Beifahrerairbags. So wurden nicht nur Volumen und Form der Luftsäcke modifiziert. Auch die Einbaulage des gesamten Airbagmoduls veränderte sich grundsätzlich. Während die ersten Airbags das Handschuhfach verdrängten und in einer sehr tiefen Position verbaut waren, sind die aktuellen Modelle auf der Oberseite des Armaturenbretts knapp unterhalb der Windschutzscheibe installiert. Daraus ergibt sich für die Gefährdung einer Babyschale eine neue Situation. Während bei der früheren Einbauposition des Airbags die Schale direkt angeschossen wurde, entfaltet sich dieser heutzutage eher nach oben, stützt sich an der Windschutzscheibe ab und kommt danach erst mit der Schale in Kontakt. Da er in diesem Zustand aber schon weitestgehend voll entfaltet ist, besitzt er zu diesem Zeitpunkt kaum noch die Aggressivität, die bei den Beifahrerairbags der 1. Generation beobachtet werden konnte, und stellt somit wahrscheinlich eine geringere Gefahr für das Kleinkind in der Babyschale dar.

Auch wenn diese Erkenntnisse noch keine allgemeinen Rückschlüsse zulassen, lässt sich ein Trend in Richtung weniger gefährlicher Airbags deutlich erkennen.

Der Originalbericht enthält als Anhänge den Abdruck des Expertenfragebogens, die Zusammenfassung der Expertenbefragung, den Umdruck der Online-Befragung sowie den Fragebogen der Feldbefra-

gung „Kindersitze und Airbag auf dem Beifahrersitz“. Auf die Wiedergabe dieser Anhänge wurde in der vorliegenden Veröffentlichung verzichtet. Sie liegen bei der Bundesanstalt für Straßenwesen vor und sind dort einsehbar. Verweise auf die Anhänge im Berichtstext wurden zur Information des Lesers beibehalten.

Misuse of airbag deactivation during the transportation of children in CRS

Within the process of integration of passenger airbags into the vehicle fleet a problem of incompatibility between the passenger airbag and rearfacing child restraint systems was recognised. Especially in the US several accidents with children killed by the passenger airbag were recorded. Taking into account these accidents the deactivation of a present passenger airbag is mandatory in all member states of the European Union if a child is carried in a rearfacing child restraint system on the front passenger seat. This rule is in force since the deadline of 2003/20/EC (April 2008) at latest. In the past a passenger airbag either could not be disabled or could only be disabled by a garage. Today there are a lot of different possibilities for the car driver himself to disable the airbag. Solutions like an on/off-switch or the automatic detection of a child restraint system are mentioned as an example. Today, these systems are integrated in cars as a standard or can be ordered as optional equipment. Taking into account the need for deactivation of the front passenger airbag two types of misuse can occur: transportation of an adult, while the airbag is disabled and transportation of an infant while the airbag is still enabled, respectively.

Within this project both options of misuse were analysed utilising accident analysis and two different types of surveys amongst users. In addition crash tests for an updated assessment of the injury risk caused by the front passenger airbag were conducted.

In both surveys it was difficult to acquire data about misuses in transporting children on the passenger seat. However, this is the positive finding from this study. Apparently these cases of misuse are the exception, for two reasons: The high number of passenger airbags disabled and the wish of parents to seat their infants on the back seat. That is why there are only a few cases of misuse. Most of them were recognised in older cars, which offer no easy

way to disable the airbag. For systems, which detect a child seat automatically, no misuse could be found. The majority of misuses in cars equipped with a manual switch were caused by reasons of oblivion.

The second type of misuse is also prevented successfully by automatic systems. However, there is always a problem, if the airbags was deactivated expensively by a garage. The resulting danger for adults following from a deactivated airbag is assumed to be less dangerous by the user. There is also the problem of oblivion with the second type of misuse by using a manual switch.

Accident analysis also indicates a minor risk of misuse. In more than 300 cases of the analysed GIDAS accident sample only 24 children were using the front passenger seat in cars equipped with a front passenger airbag. In most of these cases the airbag was deactivated. When misuse occurred the injury severity was low. However, when analysing German single accidents the fatality risk caused by the front passenger airbag became obvious.

From the technical point of view, there were fundamental changes in the design of passenger airbags in recent years. Not only volume and shape were modified, but also the mounting position of the entire airbag module was changed fundamentally. While the first airbag models were mounted in a low position and displaced the glove compartment, modern modules are installed on the top of the dashboard, just below the windshield. Compared to the first example, where the airbag would have contact to the baby seat directly, in the second case the airbags deploys itself against the windshield and has a soft contact to the baby seat later.

Even if these findings do not allow obtaining general conclusions, a clear tendency of less danger by airbags could be identified. For future vehicle development a safe combination of airbags and rear faced baby seats seems to be possible. This would mean that both types of misuse could be eliminated. For parents, an easier use of child seat and car would be the result.

The original report contains additional tables and figures related to the pretrials and main trials (number of profile tips, average surface texture depth, CDF test) as appendices. These appendices have not been included in this publication. They are available from the Federal Highway Research Institute and may be viewed there. References to the appendices in the body of the report have been retained for the information of the reader.

Inhalt

1	Einleitung	7	5.3.4 Weitere technische Möglich- keiten	25	
2	Bisherige Erkenntnisse	9			
3	Gesetzgebung und Zulassungs- bestimmungen	10	6	Befragungs- und Beobachtungs- studien	25
3.1	Europa	10	6.1	Aufbau der Internetbefragung	26
3.2	USA	11	6.1.1	Fragebogen	26
3.3	Testverfahren nach FMVSS 208	11	6.1.2	Stichprobe	27
4	Unfallanalyse	13	6.2	Aufbau der Feldstudie	28
4.1	Darstellung von Einzelfällen	13	6.2.1	Fragebogen	28
4.2	Daten der GIDAS-Datenbank	15	6.2.2	Stichprobe	29
4.3	Unfalluntersuchung der NHTSA	16	6.3	Durchführung der Felderhebungen	29
4.4	Nutzen des Beifahrerairbags für erwachsene Insassen	17	6.4	Ergebnisse	30
5	Stand der Technik	18	6.4.1	Ergebnisse der Feldbefragung	30
5.1	Funktionsweise des Airbags	18	6.4.2	Ergebnisse der Internet- Befragung	35
5.1.1	Aufbau des Airbags	19	6.4.3	Die Gesamtstichprobe	35
5.1.2	Verwendung des Airbags in Kombination mit dem Sicherheits- gurt	19	6.5	Zusammenfassung der Befragungsergebnisse	41
5.1.3	Verwendung des Airbags ohne Gurt	20	7	Versuche	41
5.2	Befragung von Fahrzeug- herstellern	20	7.1	Grenzwerte	42
5.2.1	Möglichkeiten der Airbag- deaktivierung	20	7.2	Halsverletzungskriterium N_{ij}	42
5.2.2	Technische Umsetzung der Airbagdeaktivierung	23	7.3	Versuche mit Airbags der 1. Generation	43
5.2.3	Empfehlung der Hersteller an die Eltern	23	7.3.1	Beschreibung der Versuche	43
5.3	Fortschrittliche Airbags	24	7.3.2	Dynamische Versuche	43
5.3.1	Druck- und Ultraschallsensoren	24	7.3.3	Statische Versuche	45
5.3.2	Gurtspannung und -länge, Gewichtskraftsensoren	24	7.3.4	Zusammenfassung	47
5.3.3	Transponder (EU)	24	7.4	Versuchsdurchführung mit aktuellen Airbags	47
			7.4.1	Die Referenzversuche	47
			7.4.2	Die Airbagversuche	48
			7.4.3	Vergleichende Übersicht	51
			7.4.4	Zusammenfassung der Versuche	52

8	Diskussion der Ergebnisse	53
8.1	Fehlbenutzung	53
8.2	Gefährdungspotenzial durch den Beifahrerairbag	54
8.3	Empfehlungen	54
9	Zusammenfassung/Ausblick	55
10	Literatur	56

1 Einleitung

Die Gefährdung von Kleinkindern in rückwärts gerichteten Kinderschutzsystemen (KSS) auf dem Beifahrersitz durch den Airbag wurde seit seiner Einführung in den frühen 90er Jahren immer wieder diskutiert und herausgestrichen. Insbesondere zahlreiche tragische Unfälle in Europa und den USA, bei denen ein sich entfaltender Airbag den kindlichen Insassen schwer verletzte oder gar tötete, während der Fahrer nur leicht verletzt wurde, haben dafür Sorge getragen, dass der generelle Sicherheitsgewinn durch den Airbag infrage gestellt wurde. Auch gab es seitens der Presse und zahlreicher Verbände, die im Bereich Fahrzeugsicherheit engagiert sind, Veröffentlichungen, die auf das Gefährdungspotenzial des Beifahrerairbags hinwiesen. So hat der GDV¹ in einem Video zur Kindersicherheit eine Sequenz veröffentlicht, in der auch für einen Laien eindrucksvoll zu sehen ist, wie der ausgelöste Airbag massive Kräfte auf eine Babyschale und den sich darin befindlichen Dummy ausübt. Die logische und bis heute unumstößliche Konsequenz daraus war, dass sich rückwärts gerichtete KSS und aktive Airbags grundsätzlich ausschließen. Von Seiten des Gesetzgebers wurde darauf dadurch reagiert, dass die Beförderung von Kindern in rückwärts gerichteten Kindersitzen bei aktiviertem Airbag generell verboten wurde (vergleiche Kapitel 3).

Um der daraus zwangsweise resultierenden Verlagerung der Babyschale auf den Rücksitz zu entgehen, boten viele Fahrzeughersteller die dauerhafte Deaktivierung des Airbags durch eine entsprechend qualifizierte Werkstatt an. Dieser vergleichsweise umständliche Weg wurde in den letzten Jahren mehr und mehr durch die Möglichkeit der manuellen Airbagabschaltung verdrängt. Auch sind seit einiger Zeit Systeme erhältlich, die das Vorhandensein eines Kindersitzes automatisch detektieren und daraufhin den Beifahrerairbag abschalten. Diese Systeme können sowohl fahrzeugseitig als auch fahrzeug- und kindersitzseitig verbaut sein. Insbesondere bei den beiden erstgenannten Methoden besteht die Gefahr der Fehlbenutzung. Das kann sowohl bedeuten, dass Kinder, trotz aktivem Beifahrerairbag, in rückwärts gerichteten KSS befördert werden (Fehlbenutzung erster Ordnung), als auch, dass sich Erwachsene bei deaktiviertem Air-

bag auf dem Beifahrerplatz befinden (Fehlbenutzung zweiter Ordnung).

Die meisten der Untersuchungen, die es zum Zusammenwirken von Airbag und Kindersitz gibt, stammen aus den frühen 90er Jahren und beruhen auf dem damaligen Stand der Technik. Mittlerweile haben Beifahrerairbagsysteme aber eine enorme technische Weiterentwicklung erfahren. Beispielfähig seien die oben kurz aufgeführten Entwicklungen hinsichtlich der Airbagabschaltung und andererseits die Airbaggestaltung und -positionierung angeführt. So ist festzustellen, dass im Gegensatz zu den Airbags der ersten Generation, die fast ausschließlich in der so genannten Low-mount-Position im Fahrzeug angebracht waren, bei der sich der Airbag direkt in Richtung des Insassen entfaltet, mittlerweile fast alle Beifahrerairbags top-mount befestigt sind. Dabei erfolgt die Airbagentfaltung zunächst nach oben, wodurch die Entfaltungsgeschwindigkeit in Richtung des Insassen geringer ist als bei der Low-mount-Position. Lediglich der aktuelle Opel Astra stellt auf dem europäischen Markt mit einem Mid-mount-Airbag eine Ausnahme dar. Als Grund für diese Entwicklung können zwei grundsätzliche Ursachen angenommen werden: Zum einen die Gesetzgebung der FMVSS 208 in den USA mit den vorgeschriebenen Out-of-Position-Tests, zum anderen ergibt sich durch den Top-mount-Airbag eine Optimierung des Package (Anordnung von Bauteilen im Fahrzeug) im Bereich der Instrumenten-Tafel (I-Tafel), denn der dicht an der Windschutzscheibe positionierte Airbag ermöglicht Bauraum für ein großes Handschuhfach. Es ist zu vermuten, dass die aufgrund der Einbauposition geänderte Airbagentfaltung zu einer geringeren Belastung von Babyschalen führt. Einzelne Versuche [LESIRE, 2007] haben bereits gezeigt, dass die Belastungswerte für einen Dummy in einer Babyschale bei einem Top-mount-Airbag deutlich geringer sind als bei einem Mid-mount-Airbag. Bei einigen Messgrößen war sogar zu erkennen, dass Versuche mit dem Top-mount-Airbag auf geringere Belastungen hinweisen als die Vergleichsversuche, bei denen keine Airbags verwendet wurden. Genaueres dazu zeigen die in Kapitel 7 beschriebenen Versuche. Auch aufgrund der Diversifizierung der Airbagsysteme für Europa (Airbag als Zusatzrückhaltesystem für gegurtete Insassen) und USA (Airbag als alleiniges Rückhaltesystem) sowie der Out-of-Position-Gesetzgebung in den USA sind die Airbags der ersten Entwicklungsgeneration nicht mehr mit dem heutigen Entwicklungsstand vergleichbar.

¹ Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft

Aus diesen Gründen erscheint eine neue Untersuchung hinsichtlich des Gefährdungspotenzials des Beifahrerairbags auf eine Babyschale notwendig.

Dabei sollen zunächst in Kapitel 3 die gesetzlichen Rahmenbedingungen erörtert werden. Diese betreffen zum einen die Fahrzeughersteller, die zur Fahrzeugzulassung verschiedene Kriterien zu erfüllen haben, zum anderen ist aber auch der Fahrzeugführer verpflichtet, bei der Beförderung von Kindern gesetzliche Vorgaben zu beachten. Neben der europäischen Gesetzgebung steht auch die Situation in den USA im Blickpunkt. Diese stellt für Fahrzeughersteller deshalb eine besondere Herausforderung dar, weil aufgrund von Out-of-Position-Konstellationen sehr spezielle Anforderungen an den Airbag und die Fahrzeugumgebung gestellt werden.

Kapitel 4 befasst sich mit der Analyse von Unfällen, bei denen Kinder auf dem Beifahrersitzplatz verletzt oder getötet wurden. Ziel ist ein Vergleich dieser Unfallkonstellation mit allen Verkehrsunfällen mit Kindesbeteiligung, um somit deren Relevanz einordnen zu können. Gleichzeitig soll die Analyse darüber Aufschluss geben, inwiefern Fehlbenutzung als Verletzungsursache infrage kommt.

Einen Einblick in das statistische Unfallgeschehen bietet die GIDAS-Datenbank (German In-Depth Accident Study). Ein Auszug aus dieser Datenbank mit allen Fällen der Jahre 1998 bis 2006, bei denen Kinder auf dem Beifahrerplatz involviert waren, dient als Grundlage der Unfallanalyse. Die konkrete Darstellung einzelner Unfälle rundet das Kapitel ab.

Einen Schwerpunkt dieses Berichts stellt die Analyse des Stands der Technik (Kapitel 5) dar. Dabei werden die Airbagabschaltungsstrategien und deren technische Umsetzung der einzelnen Fahrzeugmodelle aufgezeigt. Die Grundlage dafür bietet eine Umfrage unter europäischen Fahrzeugherstellern.

Weiterhin werden in diesem Kapitel aktuelle und zukünftige Systeme im Bereich der Kindersitzdetektierung vorgestellt. Insbesondere auf dem US-amerikanischen Markt gibt es aufgrund der dortigen Gesetzgebung ein breites Spektrum an technischen Maßnahmen, um das Vorhandensein von Kindersitzen zuverlässig zu erkennen.

Das Kapitel 6 hat zwei umfangreiche Befragungs- und Beobachtungsstudien zum Inhalt. Diese Stu-

dien wurden mit dem Ziel durchgeführt, einen umfassenden Einblick in das in der Verkehrsrealität auftretende Fehlbenutzungsrisiko bei der Beförderung von Kindern in KSS mit einem Beifahrerairbag zu erhalten. Als Methodik wurde zum einen eine Befragung über das Internet ausgewählt, die darauf angelegt ist, möglichst große Fallzahlen zu erreichen. Zum anderen wurde eine Feldbefragung im Münchener, Saarbrücker und Berliner Raum durchgeführt, die zwar weniger Zielpersonen erreicht hat und von der Durchführung her auch deutlich aufwändiger ist, dafür aber aufgrund der Methodik gegenüber der Internetbefragung Vorteile aufweist.

In Kapitel 7 werden Versuchsergebnisse vorgestellt, bei denen Airbags verwendet wurden, die der ersten Generation serientauglicher Beifahrerairbags entstammen. Mit Hilfe dieser Versuche sollte sich die Möglichkeit ergeben, die ursprünglichen Problemstellungen der ersten Airbags genauer zu verstehen, die letztendlich dazu geführt haben, dass die Airbagabschaltung in der Beförderungssituation einer Babyschale auf dem Beifahrersitzplatz gesetzlich vorgeschrieben wurde. Des Weiteren sollten die Ergebnisse der Versuche mit Airbags der ersten Generation später mit Versuchsergebnissen unter Verwendung heutiger und zukünftiger Airbagsysteme verglichen werden. Ziel dieses Vergleichs ist es, eine Aussage darüber zu erhalten, inwiefern die Airbagentwicklung der letzten 15 Jahre eine Verbesserung für Kinder in Babyschalen mit sich gebracht hat.

Um zu einer abschließenden Bewertung des Gefährdungspotenzials zu kommen, wurden weiterhin einige Versuche mit verschiedenen aktuellen Airbagkonzepten durchgeführt, die ebenfalls in Kapitel 7 beschrieben werden. Ziel dieser Versuche ist es, dem aktuellen Stand der Airbagentwicklung Systeme gegenüberzustellen, die mögliche zukünftige Entwicklungsschritte aufzeigen. Anhand der Messergebnisse aus diesen Versuchen können Aussagen über das Gefährdungspotenzial neuer Airbaggenerationen getätigt werden.

In Kapitel 8 werden die vorher beschriebenen Einzelergebnisse zusammengeführt und diskutiert. Des Weiteren werden Empfehlungen für den weiteren Umgang mit dem Thema der Airbagabschaltung erörtert.

2 Bisherige Erkenntnisse

Dieses Kapitel gibt eine Übersicht über die Veröffentlichungen in den letzten 10 Jahren zur Thematik der Kindersicherheit auf dem Beifahrersitz.

Die jüngere Entwicklung zum Thema Kindersicherung im Pkw wird bei WEBER [WEBER, 2000] aufgezeigt. Schon in den frühen Tagen der Kindersicherung wurde erkannt, dass die mittlere Position auf dem Rücksitz die sicherste sei, da dieser Platz am weitesten vom Fahrzeugäußeren entfernt ist. Weil aber Eltern eine Präferenz für die Beförderung von Kindern auf dem Beifahrersitz hatten (insbesondere wegen der bewiesenen Sicherheit rückwärts gerichteter KSS), wurden sie oft dort gesichert, insbesondere, wenn sie die einzigen Mitfahrer waren. Auf diese Konstellation setzt die schwedische Gesetzgebung [ANUND, 2003]. Die Situation veränderte sich mit dem Aufkommen der Beifahrerairbags Anfang bis Mitte der 1990er Jahre. Zum Schutz erwachsener Beifahrer konstruiert, erhöhte der Einbau der Beifahrerairbags die Wahrscheinlichkeit tödlicher Unfälle für Kinder dramatisch [KAHANE, 1996; BRAVER, 1997; GRAHAM, 1998]. Nachdem es in den USA eine Häufung von tödlichen Unfällen mit der Kombination Beifahrerairbag und KSS gab, wurde dort eine große Kampagne gestartet. Ziel war, Kinder nur bei abgeschaltetem Airbag auf dem Beifahrersitz und ansonsten im Fond zu befördern.

Nach WEBER [2000] war diese Kampagne außerordentlich erfolgreich. DURBIN et al. [DURBIN, 2003] zeigten in einer aufwändigen Studie (Daten von 1998 bis 2001) allerdings, dass es nach wie vor ein erhebliches Vorkommen dieser Konstellation in den USA gab. Ihre Daten belegen deutlich die erhöhte Gefahr für die Kinder: 86 % erlitten Verletzungen bei Unfällen, verglichen mit 55 % verletzter Kinder, die ohne eingeschalteten Airbag auf dem Beifahrersitz einen Unfall erlebten. Die für diese Situationen typischen Verletzungsfolgen zeigen sich vor allem im Gesicht, der Brust und im Bereich der oberen Extremitäten.

Die erwähnte Kampagne wurde in den USA durch gesetzliche Änderungen flankiert, die zur Entwicklung einer zweiten Generation von Beifahrerairbags führten. Diese Systeme entfalten erheblich geringere Kräfte bei ihrer Aktivierung. ARBOGAST et al. [ARBOGAST, 2005] konnten anhand von Unfalldaten demonstrieren, dass für Kinder auf dem Beifahrersitz dadurch die Wahrscheinlichkeit

schwerer Verletzungen als Unfallfolge von 15 auf 10 % sank.

Auch ANUND et al. [ANUND, 2003] bezeichnen die Kombination Beifahrerairbag und Kindersitz als schwere Fehlbenutzung und belegen das Vorkommen dieser Konstellation. Sie zitieren eine Checkliste für den Gebrauch/Missbrauch von Kindersicherungen von BIAGIOLI [BIAGIOLI, 2002], deren erste Abfrage „no rearward-facing seats in front of an airbag“ lautet. ANUND et al. [ANUND, 2003] diskutieren auch die möglichen Folgerungen für die Kindersicherheit bei der Beförderung im Pkw. Optimal wäre hiernach eine automatische Deaktivierung; angeblich hätten zwei Hersteller diesen Weg beschritten. Hier funktioniert die Automatik nur für spezielle Designs [FORSMAN, 2003]. Eine generelle Lösung müsse ein standardisiertes Design haben. Heute bleibt nur die Wahl zwischen permanenter Deaktivierung oder Konstruktion eines On/off-Schalters für den Airbag. Was besser ist, ist umstritten und hat zu unterschiedlichen Gesetzen in verschiedenen Ländern geführt. Schweden empfiehlt die permanente Deaktivierung, die USA lassen derzeit nur einen Schalter zu.

In Australien sei das Problem behoben, behaupten BROWN et al. [BROWN, 2002]. Dort würden Kinder fast ausschließlich auf den Rücksitzen befördert werden. Ähnlich äußern sich VISVIKIS [VISVIKIS, 2003] sowie Le CLAIRE et al. [Le CLAIRE, 2005] mit Bezug auf Großbritannien. Sie beschäftigen sich mittlerweile mit der Gefährdung von hinten beförderten Kindern durch Seitenairbags und erwähnen das Thema der Gefährdung durch den Beifahrerairbag nur noch in den Einleitungen zu ihren Fachartikeln; dieses Problem sei „well established“.

Die Abnahme der Fallzahlen der Kombination KSS und Airbag auf dem Beifahrersitz wird auch besonders in neueren Studien deutlich. LESIRE et al. [LESIRE, 2007] stellten fest, dass in Frankreich Kinder nur noch in 16 % aller Beförderungen auf dem Beifahrersitz mitfahren (im Vergleich zu über 23 % im Jahr 2003), was auch dadurch begründet sein dürfte, dass Kinder in KSS der Gruppe III in Frankreich auf dem Beifahrersitz nicht befördert werden dürfen. Ähnliches zeigt eine neuere Arbeit von BROWN & BILSTON [2007]. Sie konnten zeigen, dass Kinder in Australien tendenziell eher bei kurzen Fahrten und wenn sie die einzigen Mitfahrer waren auf dem Beifahrersitz befördert wurden.

3 Gesetzgebung und Zulassungsbestimmungen

Kapitel 3.1 befasst sich mit den Gesetzes- und Zulassungsbestimmungen für Kindersitze und deren Fahrzeugumgebung am Beifahrerplatz. Im Rahmen dieses Berichts wird insbesondere auf die europäische und die amerikanische Gesetzgebung eingegangen. Diese unterscheiden sich aufgrund der unterschiedlichen Airbagauslegung in einigen grundsätzlichen Dingen. Zu unterscheiden sind dabei zum einen die Vorschriften, die für den Hersteller von KSS gelten, und zum anderen die Bestimmungen, die für Fahrzeughersteller gültig sind. Nicht zuletzt gelten auch für den Fahrzeugführer Vorschriften im Zusammenhang mit der Beförderung von Kindern auf dem Beifahrersitz, die jeweils in den Verkehrsordnungen des entsprechenden Landes festgelegt sind.

Innerhalb Europas sind aus Sicht der Zulassung prinzipiell die jeweiligen ECE-Richtlinien für die einzelnen Länder maßgeblich. Aus diesem Grund wird im Weiteren lediglich zwischen Europa und den USA unterschieden, auf Besonderheiten wird im Einzelfall hingewiesen.

3.1 Europa

Für den europäischen Markt sind für die Thematik der Kindersitzbefestigung auf dem Beifahrersitz die ECE-R 14 und 16 (Sicherheitsgurte und Rückhaltesysteme) und die ECE-R 94 (Insassenschutz beim Frontalunfall) relevant.

In der ECE-R 16 ist angeführt, dass, mit Ausnahme des Fahrersitzes, jeder Sitzplatz, der über einen Airbag verfügt, mit einem Warnhinweis gemäß Bild 1 ausgestattet sein muss. Dieser Warnhinweis muss für eine Person sichtbar sein, die im Begriff ist, einen rückwärts gerichteten Kindersitz einzubauen.

Falls das Fahrzeug mit einem System ausgestattet ist, das den Beifahrerairbag automatisch deaktiviert, sobald ein rückwärts gerichtetes Kinderschutzsystem verwendet wird, ist der Warnhinweis nicht erforderlich.

Die ECE-R 94 spezifiziert diese Vorschrift dahingehend, dass Fahrzeuge, die mit Beifahrerairbags ausgestattet sind, mit Warnhinweisen gemäß Bild 2 versehen werden müssen. Diese Warnhinweise



Bild 1: Airbagwarnhinweis gemäß ECE-R 16



Bild 2: Warnhinweis nach ECE-R 94

müssen dauerhaft vor und hinter der Sonnenblende befestigt werden und mindestens in der Sprache des Landes verfasst sein, in der das Fahrzeug verkauft werden soll.

Zusätzlich zu diesen fahrzeugspezifischen Zulassungsbestimmungen sieht die ECE-R 44, die sich mit Kinderschutzsystemen befasst, einen Warneufkleber am Kindersitz vor. Dieser ist auf Höhe des Kopfes sichtbar anzubringen.

Die vor allem für den Fahrzeugführer bindende Gesetzgebung in Deutschland (StVZO/Straßenverkehrszulassungsordnung) besagt, dass Kinder in rückwärts gerichteten KSS nur dann auf dem Beifahrersitzplatz befördert werden dürfen, wenn der vorhandene Airbag deaktiviert ist. Zuwiderhandlungen können mit einem Bußgeld von bis zu 25 € geahndet werden. Wurden die nach ECE-R 16 bzw. 94 vorgeschriebenen Warnhinweise entfernt, droht ein Bußgeld in Höhe von 5 €.

Ähnliche Vorschriften sind inzwischen, gemäß der Verordnung 2003/20/EC, verbindlich für alle Mit-

gliedsstaaten der EU. Bemerkenswert dabei ist die Situation in Großbritannien (insbesondere unter Berücksichtigung der Veröffentlichungen aus Großbritannien, vergleiche Kapitel 2): Hier gilt die entsprechende Verordnung erst seit Mitte September 2006, derweil die Vorschrift zur Airbagabschaltung in der StVZO bereits 1997 erlassen wurde.

3.2 USA

Mit der Problemstellung der Airbagabschaltung befasst sich im US-amerikanischen Raum die Zulassungsvorschrift FMVSS 208 (Occupant Crash Protection). Darin wird grundsätzlich zwischen Standardairbags und „fortschrittlichen“ Airbagsystemen unterschieden. Fahrzeuge, die mit „fortschrittlichen Airbags“ ausgestattet sind, verfügen über ein System zur automatischen Erkennung von KSS. Wurde ein KSS auf dem Sitz erkannt, wird der Airbag des Sitzes automatisch deaktiviert. Eine Signalleuchte zeigt dies im Innenraum an. Seit dem 1. September 2006 müssen alle Pkw, die in den USA hergestellt bzw. neu zugelassen werden, mit „fortschrittlichen Airbags“ ausgestattet sein. In der Praxis kann so ein System beispielsweise aus Gewichtskraftsensoren in den Sitzen, Sitzpositionssensoren in den Sitzschienen und Gurtschlossensensoren bestehen und dadurch den Airbag deaktivieren. Alternativ zur automatischen Deaktivierung bietet die Gesetzgebung dem Fahrzeughersteller die Möglichkeit, den Airbag derart zu gestalten, dass er so genannte Low Risk Deployment Tests (siehe Kapitel 3) besteht. Diese Systeme müssen passiv arbeiten, das heißt, der Fahrer muss sie nicht selbstständig aktivieren oder deaktivieren. Beispiele für solche Systeme sind in Kapitel 5.3 dargestellt.

Grundsätzlich muss bei allen Airbagsystemen ein Warnaufkleber im Fahrzeug angebracht werden, der auf die mögliche Gefahr des Beifahrerairbags für ein Kind in einem rückwärts gerichteten Kindersitz hinweist (Bild 3 und Bild 4).

Die Zulassungsvorschrift für Kindersitze (FMVSS 213 „Child Restraint System“) schreibt vor, dass Sitze, die rückwärts gerichtet eingebaut werden können, mit einem Warnhinweis versehen werden müssen, der die Abschaltung des Airbags bei Einbau des KSS auf dem Beifahrersitz zwingend vorschreibt.

Die gesetzlichen Vorschriften zur Beförderung von Kindern im Pkw unterscheiden sich von Bundes-

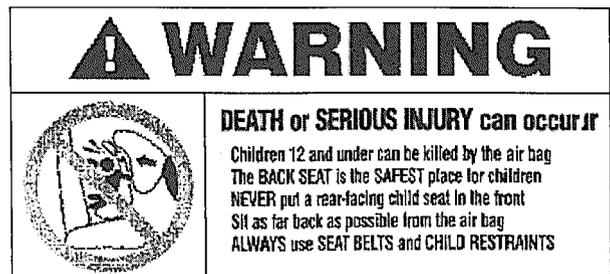


Bild 3: Warnung vor aktivem Airbag nach FMVSS 208



Bild 4: Warnung nach FMVSS 208 für fortschrittliche Airbags

staat zu Bundesstaat. Im Staat Delaware ist es beispielsweise verboten, Kinder unter 12 Jahren oder unter einer Körpergröße von 65 Zoll (165 cm) auf dem Beifahrersitz zu befördern, wenn dieser mit einem Airbag ausgestattet ist. Wenn es keine andere Möglichkeit gibt, als das Kind auf dem Beifahrersitz zu befördern, muss bei der NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) ein Antrag zum Einbau eines Schalters gestellt werden, mit dem der Airbag an- und ausgeschaltet werden kann. In Louisiana und Washington müssen Kinder unter sechs Jahren oder unter einem Gewicht von 60 Pfund (27,2 kg) in Fahrzeugen, die mit einem Beifahrerairbag ausgestattet sind, auf den hinteren Sitzplätzen befördert werden.

3.3 Testverfahren nach FMVSS 208

Aufgrund der Gesetzgebung bezüglich der fortschrittlichen Airbags, die seit September 2006 in jedem neu zugelassenen Fahrzeug eingebaut sein müssen, werden diese in verschiedenen Tests überprüft. Zu unterscheiden sind dabei zwei Möglichkeiten der Umsetzung: Entweder ist ein Fahrzeug mit einem System auszustatten, welches den Airbag automatisch deaktiviert bzw. aktiviert, oder aber die Airbags sind derart zu gestalten, dass sie die Anforderungen der Low-Risk-Deployment-Tests bestehen.

Entsprechend gibt es drei grundsätzliche Versuche, die durchgeführt werden:

- Versuche, bei denen der Airbag automatisch deaktiviert werden muss,
- Versuche, bei denen der Airbag automatisch aktiviert werden muss,
- Versuche, bei denen der Airbag gezündet wird und sich gleichzeitig der Insasse in einer ungünstigen Sitzposition befindet (Low Risk Deployment).
- auf dem Beifahrersitz stehend, an die Lehne angelehnt,
- auf dem Beifahrersitz kniend, Rücken senkrecht, nach vorn gerichtet,
- auf dem Beifahrersitz kniend, Rücken senkrecht, nach hinten gerichtet,
- auf dem Beifahrersitz liegend (gilt nur, wenn vorn drei Sitzplätze vorhanden sind).

Ist ein Fahrzeug mit einem System zur automatischen Airbagabschaltung ausgestattet, so werden die ersten beiden Versuchsarten angewendet. Befindet sich dieses System nicht im Fahrzeug, so werden die Low-Risk-Deployment-Tests durchgeführt.

Automatische Deaktivierung

Diese Versuche werden mit einem Dummy, der einem 12 Monate alten Kind entspricht sowie jeweils einem Dummy, der einem 3- bzw. 6-jährigen Kind entspricht, durchgeführt.

Für den kleinsten Dummy werden dabei Versuche mit einer Babyschale durchgeführt. Das System muss die Babyschale detektieren und daraufhin spätestens 10 Sekunden nach dem Einschalten des Systems bzw. der Zündung des Fahrzeugs den Airbag deaktivieren. Dieser Versuch wird wiederholt in der Konfiguration, dass die Sitzschale zum einen komplett und zum anderen teilweise mit einem Tuch abgedeckt ist.

Für den 3- und 6-jährigen Dummy sind die Testverfahren sehr ähnlich. Zunächst wird der Dummy auf einem Kindersitz in normaler Einbauposition angegurtet. Dabei muss der Airbag automatisch deaktiviert werden. Zusätzlich wird der Dummy in folgende Out-of-Position-Stellungen gebracht, für die das System ebenfalls den Airbag deaktivieren muss, wobei jeweils kein Kindersitz in Gebrauch ist:

- auf dem Beifahrersitz sitzend, Rücken befindet sich an der Lehne,
- auf dem Beifahrersitz sitzend, angelehnt, Rückenlehne ist um 25° weiter nach hinten gedreht,
- auf dem Beifahrersitz sitzend, Rücken senkrecht, kein Kontakt zur Sitzlehne,
- an der Sitzvorderkante angelehnt, Füße auf dem Boden, Rücken senkrecht (stehende Position),

Für den 6-jährigen Dummy gelten die letzten vier Testpositionen nicht, dafür muss er zusätzlich in der Lage „auf dem Beifahrersitz sitzend, an die Tür angelehnt“ getestet werden.

Automatische Aktivierung

Dieser Versuch wird mit einer so genannten 5%-Frau (einem Dummy, der in Größe und Gewicht dem fünften Perzentil der Bevölkerung entspricht) durchgeführt. Dabei wird der Sitz jeweils in der hintersten, mittleren und vordersten Position überprüft. Der Dummy wird unangeschnallt auf den Sitz gesetzt, anschließend wird das System zur automatischen Airbagdeaktivierung eingeschaltet. Innerhalb von 10 Sekunden muss das System den Beifahrerairbag aktiviert haben.

Low-Risk-Deployment-Tests

Für diese Versuche werden drei Kinderdummys verwendet. Der jeweilige Dummy wird dabei in eine vorgeschriebene Sitzposition gebracht, anschließend wird der Airbag gezündet. Festgelegte Verletzungsgrenzwerte für Kopf, Hals und Brust dürfen nicht überschritten werden.

Beim Versuch mit dem 12 Monate alten Dummy wird der Beifahrersitz mit der montierten Babyschale in die vorderste mögliche Position, in der die Babyschale die I-Tafel gerade nicht berührt, und mittlere Höhe gestellt. Die Rückenlehne ist in die Position für einen 50%-Mann zu bringen. In dieser Position wird der Airbag ausgelöst. Handelt es sich um einen mehrstufigen Airbag, so soll die Auslösung derart sein wie bei einem Frontalcrash-test mit 64 km/h gegen eine starre Barriere.

Für den 3- und 6-jährigen Dummy sind die Low-Risk-Deployment-Tests identisch. Es werden jeweils zwei Sitzpositionen überprüft. Im ersten Versuch befindet sich die Brust des Dummys am Armaturenbrett, im zweiten Versuch befindet sich der

Kopf des Dummys am Armaturenbrett. Für diese Positionen wird der Airbag gezündet. Falls es sich um einen mehrstufigen Airbag handelt, so wird er in der Art ausgelöst wie bei einem Frontalcrash mit 26 km/h gegen eine starre Barriere.

4 Unfallanalyse

Wie in Kapitel 2 gezeigt, ist die Problematik, dass von Airbags nicht allein eine schützende, sondern auch eine gefährdende Wirkung ausgehen kann, bereits Gegenstand zahlreicher Veröffentlichungen und Untersuchungen gewesen. Insbesondere in den USA geriet der Beifahrerairbag in den 90er Jahren aufgrund zahlreicher tödlicher Unfälle in die Kritik diverser Medien [BLUMENSTOCK, 1996; LÖHLE, 1996; REIFENRATH, 1996]. Auch in Europa wurde diese Thematik ausführlich diskutiert, was in der Folge dazu führte, dass die Airbagabschaltung auf dem Beifahrersitz bei eingebauter Babyschale in der Gesetzgebung der Länder der Europäischen Union nach und nach zwingend vorgeschrieben wurde. Die US-amerikanischen Gesetze wurden ebenfalls an die durch den Airbag veränderte Situation angepasst. Verglichen mit Deutschland geschah das allerdings mit einer anderen Sichtweise auf den Sachverhalt, da aufgrund der teilweise fehlenden Gurtspflicht der Airbag als alleinige Rückhalteeinrichtung ausgelegt sein muss (siehe Kapitel 3 und 5).

Um die Relevanz der Unfallsituation zu untersuchen, in der Kinder auf dem Beifahrersitz bei aktiviertem Airbag oder auch Erwachsene bei deaktiviertem Airbag saßen, wurden eine Auswertung einzelner Unfälle sowie eine Analyse der GIDAS-Datenbank durchgeführt. Eine umfassende Unfallstatistik, aus der sich über Häufigkeit und bestimmte Auffälligkeiten im Zusammenhang mit solchen Unfällen Aussagen ableiten lassen könnten, ist aufgrund mangelnder Fallzahlen allerdings nicht zu erwarten.

Zu Vergleichszwecken wird den Ergebnissen dieser Unfallanalyse eine Statistik der NHTSA gegenübergestellt, die die Entwicklung der airbaginduzierten Verletzungen bei Verkehrsunfällen in den letzten 15 Jahren darstellt.

4.1 Darstellung von Einzelfällen

Im Folgenden wird eine Reihe von Unfällen, in denen die Auslösung des Beifahrerairbags wahrscheinlich ursächlich für Verletzungen des kindli-

chen Insassen war, dargestellt. Diese Fälle wurden zum Teil aus Pressearchiven entnommen, zum Teil stammen sie auch aus der CHILD-Unfallrekonstruktionsdatenbank. Im Rahmen des von der EU geförderten CHILD-Projekts wurden unter anderem Fahrzeugunfälle mit kindlichen Insassen experimentell rekonstruiert. In dieser Datenbank befinden sich Unfalldaten von 1.109 verletzten Kindern. Alle diese Fälle wurden so aufgenommen, dass der Unfallhergang im Nachhinein rekonstruiert werden kann.

Deutschland, November 2004

Bei einem Auffahrunfall auf einen Pkw mit einer Kollisionsgeschwindigkeit von rund 45 km/h wurde die Fahrerin eines Pkw (Baujahr 2000) leicht verletzt. Der acht Monate alte Säugling, der abgesehen von dem Aktivierungszustand des Beifahrerairbags ordnungsgemäß auf dem Beifahrersitz in einer Babyschale gesichert war, erlitt durch den ausgelösten in Mid-mount-Position eingebauten „Full-Size-Airbag“ tödliche Schädelquetschungen. Für das Fahrzeug gab es keinerlei Möglichkeit, den Airbag zu deaktivieren. Nach Angaben der rechtsmedizinischen Untersuchung wurde durch den ausgelösten Airbag die Babyschale nach hinten und oben gedrückt, sodass der Schädel zwischen dem Rand der Babyschale und einem Fahrzeugteil, zum Beispiel der Rücklehne, eingequetscht wurde. Demzufolge hat in diesem Fall der Airbag nur mittelbar die Verletzungen durch das Einwirken auf den Kindersitz verursacht, während er nicht direkt das Kind getroffen hat.

Die Schlussfolgerung des medizinischen Gutachtens kann anhand der Versuche mit einem vergleichbaren Pkw (Kapitel 7.3.3) nicht vollumfänglich gestützt werden. Es erscheint auch möglich, dass das Kind unmittelbar vom Airbag getroffen und verletzt worden sein kann. Die beschriebenen Verletzungen können auch mit dem Entfaltungsverhalten des Airbags, der eine Belastung von oben einleitet, in Einklang gebracht werden.

Einschränkend ist zu bemerken, dass zu diesem Unfall kein Unfallgutachten beauftragt wurde, da die Verschuldensfrage eindeutig geklärt werden konnte.

USA, September 1995

Bei einem Unfall auf einer Kreuzung kollidierte ein mittelgroßer Pkw, Modelljahr 1994, mit einem ande-

ren Fahrzeug. Die Airbags in dem Pkw wurden ausgelöst, die 26-jährige Fahrerin wurde leicht verletzt, der fünf Monate alte Säugling, der auf dem Beifahrersitz in einer rückwärts gerichteten Babyschale gesichert war, wurde getötet, die Babyschale in mehrere Stücke zerschlagen. Ein dreijähriges Kind, das hinten rechts auf einer Sitzerrhöhung mit einem Fangkörper saß, wurde nicht verletzt [NTSB, 1995].

USA, Juli 1995

Ein 20 Tage alter Säugling saß, trotz Warnhinweisen im Fahrzeug sowie auf dem KSS, in einem rückwärts verwendeten Kindersitz auf dem Beifahrersitz eines Fahrzeugs, Modelljahr 1995. Bei einer Geschwindigkeit von etwa 37 km/h kam es zu einem Unfall, bei dem die Airbags ausgelöst wurden. Die Abdeckklappe des Beifahrerairbags stieß auf der Höhe des Kopfes des Säuglings gegen den Kindersitz. Das Kind starb an mehrfachen Schädelbrüchen und Hirnquetschungen [NTSB2, 1995].

Deutschland, Dezember 1998

Dieser Unfall wird in verschiedenen Berichten im Zusammenhang mit der Thematik Airbagabschaltung erwähnt, da in diesem Fall nicht die Fehlbenutzung auf Seiten der Nutzer ursächlich für den tragischen Verlauf des Unfalls war.

Ein Pkw schleuderte mit dem hinteren Teil der rechten Seite gegen die Fahrzeugfront eines anderen Pkw. Laut Unfallgutachten betrug die Kollisionsgeschwindigkeit etwa 40- bis 50 km/h.

Der Fahrer des zweiten Pkw sowie der erwachsene Insasse auf der Rückbank wurden bei dem Unfall leicht verletzt. Der drei Monate alte Säugling auf dem Beifahrersitz, der in einer Babyschale gesichert war, wurde durch den ausgelösten in Low-mount-Position verbauten Airbag getötet. Der Beifahrerairbag wurde vorher von einer Fachwerkstatt vorschriftsgemäß deaktiviert. Als Ursache für diese Fehlauflösung konnte nach umfangreichen Expertenuntersuchungen ein Fehlverhalten in der Airbagsteuerung festgestellt werden.

Als Todesursache wurden beim Kleinkind massive Schädelverletzungen am Hinterkopf und Schädeldach, mit Schwerpunkt auf der rechten Seite, ausgemacht. Laut rechtsmedizinischem Gutachten sind diese Verletzungen eindeutig auf das Einwirken des Airbags zurückzuführen. Aufgrund der Tat-

sache, dass der erwachsene Insasse, der sich hinter dem Kind auf der Rückbank befand, nicht angeschnallt war und sich nach eigenen Angaben unmittelbar vor der Kollision seitlich zum Kind nach vorn gebeugt hat, ist von einem Einwirken der Sitzrücklehne auf die Babyschale auszugehen. Fotos vom Fahrzeug belegen diese Aussage. Demnach ist eine rechtsseitige Drehung der Babyschale zu erklären, was wiederum die Verletzungen auf der rechten Gehirnhälfte des Kindes begründet. Gleichzeitig gab es im vorderen Bereich der Beifahrertür Abdrücke, die auf den Kindersitz zurückzuführen sind. Das belegt ebenfalls die Annahme, dass die Babyschale durch die Rückenlehne nach vorn geschoben wurde.

Die in Kapitel 7.3 dargestellten Versuchsergebnisse stützen die Schlussfolgerungen des medizinischen Gutachters nicht vollumfänglich. Zwei Airbagversuche in einem baugleichen Pkw, die allerdings statisch durchgeführt wurden, zeigten, dass durch den sich entfaltenden Airbag nur geringe Belastungen für den kindlichen Insassen entstehen. Hierbei befand sich bei einem Versuch die Babyschale unmittelbar am Armaturenbrett. In Bezug auf die Kinematik in ähnlichen dynamischen Versuchen ist nicht vollständig auszuschließen, dass die Verletzungen im beschriebenen Unfall durch einen möglichen Kontakt des Kopfes mit dem Fahrzeug oder dem hinteren Insassen zustande gekommen sein könnten. Als mögliche fahrzeugseitige Kontaktstelle könnten dabei sowohl der Bereich an der I-Tafel in Betracht kommen, als auch der Kindersitz selbst bzw. sein Tragebügel sowie die Rückenlehne und alle angrenzenden Bereiche.

CHILD-Datenbank

Bei einem rekonstruierten Unfall handelt es sich um einen Frontalzusammenstoß eines Pkw unter einem Kollisionswinkel von 45° mit einem anderen Pkw, bei einer Kollisionsgeschwindigkeit von 55 km/h. Ein vier Monate alter Säugling in der rückwärts gerichteten Babyschale (Bebe Confort „Elios“, Gr. 0+) erleidet durch den auslösenden Beifahrerairbag einen Schädelbruch (AIS 2) und schwere Hirnverletzungen (AIS 4). Die Belastung des Dummys (Q0) erreichte im Rekonstruktionsversuch im Kopfbereich einen Wert von 92 g über 3 ms. Der Airbag in diesem Pkw wäre mittels eines Schalters leicht abzuschalten gewesen, womit dieser Fall ein Beispiel für den Fehlgebrauch trotz einfacher Abschaltungsmöglichkeit ist.

4.2 Daten der GIDAS-Datenbank

Im Rahmen von GIDAS werden in den Großräumen Hannover und Dresden Verkehrsunfälle mit Personenschäden nach einem Stichprobenplan erfasst, dokumentiert und rekonstruiert. Dabei werden möglichst alle relevanten Daten, die für statistische Zwecke im Zusammenhang mit dem Unfall von Bedeutung sein könnten, erhoben. Anhand dieser Fälle ist im Laufe der Zeit eine umfassende Datenbank entstanden, die als Grundlage zahlreicher Unfall- und Verkehrsstudien dient.

Um neben den wenigen, durch die Presse dokumentierten Fällen wenigstens Tendenzaussagen hinsichtlich der Problemstellung Airbag und Kindersitze treffen zu können, wurden bei der GIDAS-Datenbank drei Anfragen getätigt.

Zunächst wurden alle Fälle der letzten 10 Jahre untersucht, bei denen sich ein Kind (bis zum vollendeten 12. Lebensjahr) auf dem Beifahrerplatz unabhängig vom Vorhandensein eines Airbags sowie vom Airbagzustand befunden hatte. Bei allen angefragten Unfällen sollte es sich um Frontalkollisionen handeln. Das Ziel der Auswertung dieser Daten ist es, Aussagen zum Verhalten bei der Beförderung von Kindern auf dem Beifahrerplatz im Pkw machen zu können. Gleichzeitig soll anhand möglicher Verletzungen untersucht werden, unter welchen Umständen der Airbag schützende oder gefährdende Wirkung für das Kind hat. Um dabei zu verlässlichen Ergebnissen zu kommen und im Einzelfall auch feststellen zu können, ob im Zusammenhang mit der Airbagabschaltung von einer Fehlbenutzung auszugehen ist, werden einzelne Fälle näher untersucht. Bei dieser Anfrage wurden 58 Ergebnisse erzielt. Dabei löste in neun Fällen ein Airbag aus. Von den restlichen 49 Fällen war 34 Mal kein Airbag vorhanden, in den anderen 15 Fällen war der Airbag deaktiviert, wobei anhand der Daten nicht verlässlich ausgeschlossen werden kann, dass in einzelnen Fällen der Airbag auch aufgrund von Fehlfunktionen nicht gezündet wurde.

In Bild 5 ist ein Vergleich des MAIS zwischen den Unfällen mit und ohne ausgelöstem Airbag dargestellt. Aufgrund der geringen Fallzahl sind jedoch alle Kindersitzklassen zusammengefasst, womit die eigentlich maßgebliche Unterscheidung zwischen Klasse 0/0+ Sitzen und allen anderen Klassen nicht möglich ist. So gab es beispielsweise nur einen Fall, bei dem ein Kind in einer Babyschale in einem Auto saß, bei dem sich der Airbag entfaltet hatte.

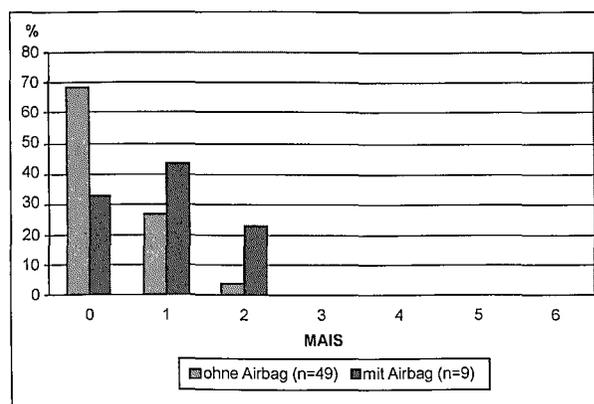


Bild 5: Vergleich MAIS bei Unfällen mit/ohne gezündetem Airbag

Nach genauerer Untersuchung des Falls kann nicht verlässlich beurteilt werden, welche Verletzungen das Kind durch den Unfall erlitten hat. Obwohl die polizeilichen Unfallakten von einer stationären Behandlung sprechen, schwanken die Beschreibungen der Verletzungsschwere in verschiedenen Dokumenten zwischen AIS 0 und AIS 1.

Anhand dieses Diagramms lässt sich der Trend ablesen, dass die Verletzungsgefahr ohne einen gezündeten Airbag geringer ist, als wenn dieser vor einem Kindersitz gezündet wurde. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass es sich in den dargestellten Fällen ausschließlich um Verletzungen bis MAIS 2 handelt, also um leichte Verletzungen. Damit ist keine Aussage darüber möglich, inwiefern der Airbag in schweren Unfällen eine zusätzliche Schutzwirkung entfaltet.

Zusätzlich muss in diesem Zusammenhang berücksichtigt werden, dass bei den Fällen mit aktiviertem Airbag davon auszugehen ist, dass es sich dabei um Unfälle mit einer größeren Schwere handelt. Ein Vergleich der Geschwindigkeitsänderungen (delta-v) bei den analysierten Unfällen hat das bestätigt. Damit wird also eine Aussage über das Gefährdungspotenzial durch den Airbag anhand dieser Abbildung zusätzlich relativiert.

Die zweite Anfrage betraf Unfälle, bei denen der Beifahrerairbag nicht ausgelöst wurde, obwohl das beim Fahrerairbag der Fall war. Dabei sind die Fälle relevant, bei denen der Beifahrerplatz durch einen erwachsenen Insassen besetzt war. Auch hier wurden ausschließlich Frontalkollisionen angefragt. Von diesen Fällen können möglicherweise Aussagen hinsichtlich des Fehlgebrauchs der Airbagabschaltung getätigt werden. Im betrachteten Zeitraum ist ein Fall dieser Art aufgetreten. Da es laut

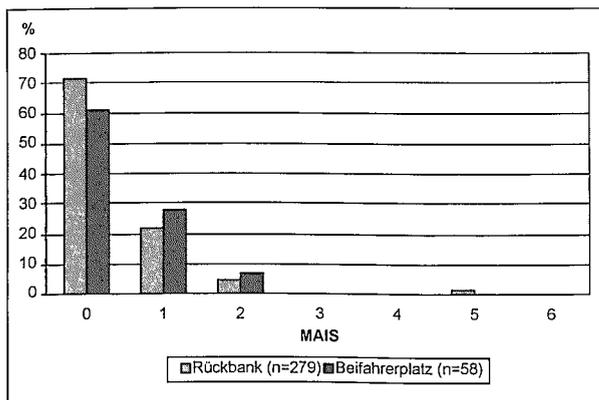


Bild 6: Vergleich MAIS Rückbank/Beifahrerplatz

Angaben des Fahrzeugherstellers für dieses Modell keinerlei Möglichkeit der Airbagabschaltung gab, muss von einem technischen Versagen des Systems ausgegangen werden. Damit sind in dieser Datenbank keine Fälle dokumentiert, bei denen der Beifahrerairbag trotz erwachsenen Insassen deaktiviert war.

Als Drittes wurden alle Frontalunfälle der vergangenen 10 Jahre angefragt, bei denen Kinder als Insassen im Fahrzeug waren. Damit soll ein Vergleich ermöglicht werden, welcher Sicherheitsvor- oder -nachteil bei der Beförderung von Kindern auf der Rückbank im Vergleich zum Beifahrersitzplatz besteht. Auch dabei sind ausschließlich die Fälle relevant, bei denen es sich um einen Frontalaufprall handelte. Für insgesamt 337 Konstellationen trafen diese Randbedingungen zu. Davon wurden 279 Kinder auf der Rückbank und 58 Kinder (17 %) auf dem Beifahrerplatz befördert. Bild 6 zeigt einen Vergleich der beiden Sitzposition bezüglich der Verletzungsschwere.

Auch in diesem Fall sind in der Statistik nur Unfälle vertreten, bei denen der Insasse leichte Verletzungen erlitten hat. Innerhalb des Bereichs von MAIS 0 bis MAIS 2 lässt sich keine deutliche Tendenz erkennen, ob eine der beiden Sitzpositionen einen Sicherheitsvorteil mit sich bringt.

Insgesamt muss zur Auswertung der GIDAS-Datenbank festgestellt werden, dass die erhofften Tendenzaussagen anhand der Daten nicht möglich sind. Weder sind klare Fälle von Fehlbenutzung zu erkennen, die im Rahmen dieser Untersuchung genaueren Aufschluss über das Fehlverhalten von Fahrzeugführern zulassen, noch sind die vorhandenen Daten ausreichend über verschiedene Unfallszenarien gestreut, als dass brauchbare Aussagen zur Schutzwirkung des Airbags bzw. zur Sitzposi-

tion im Fahrzeug möglich wären. Insbesondere die sehr geringe Fallanzahl und die einseitig verteilte Verletzungsschwere, die sich nahezu ausschließlich auf den Bereich AIS 0 bis AIS 2, beschränkt, machen eine umfangreiche Auswertung unmöglich.

4.3 Unfalluntersuchung der NHTSA

Die NHTSA hat eine sehr umfangreiche Statistik zu tödlichen und schweren Verletzungen von Kindern durch Frontairbags veröffentlicht [NHTSA, 2008]. Diese Statistik wird regelmäßig aktualisiert. Dadurch, dass die Daten bereits seit 1987 erhoben werden, lassen sich mit ihrer Hilfe die Entwicklungen der letzten 20 Jahre gut verfolgen. Bild 7 zeigt eine Übersicht der Erhebung.

Der Vorteil dieser Darstellung ist, dass die Anzahl der tödlichen Verletzungen sowohl in Abhängigkeit der zeitlichen Entwicklung der letzten 20 Jahre, als auch die Entwicklung in einem konstanten Zeitraum für verschiedene Fahrzeugmodelljahre betrachtet werden könne.

Die Datenbasis dieser Statistik umfasst 182 tödliche Unfälle, die im Zeitraum von September 1992 bis zum August 2007 aufgetreten sind. Dabei werden allerdings alle Kinder berücksichtigt, unabhängig davon, ob und in welcher Art von Kindersitz sie gesessen haben. Der Beobachtungszeitraum dieser Studie reicht von September 1987 bis zum August 2008. Erst mit Einführung der Beifahrerairbags in den frühen 90er Jahren sind allerdings die ersten tödlichen Unfälle mit kindlichen Insassen zu verzeichnen. Mit wachsender Verbreitung der Beifahrerairbags nahm auch die Zahl der Unfälle zu, wobei das Verhältnis zwischen Unfällen und zugelassenen Fahrzeugen mit Beifahrerairbag bis 1995 deutlich gewachsen ist. Das bedeutet, dass zwar jedes Jahr mehr Autos mit Airbag zugelassen wurden, gleichzeitig aber die Zahl der Unfälle überproportional angestiegen ist. Ursache dafür könnte sein, dass sich Airbags nach und nach in allen Fahrzeugklassen durchgesetzt haben und damit auch in Fahrzeugen vertreten waren, die aufgrund ihres geringen Bauraums eine größere Gefahr für die Insassen bei der Entfaltung des Airbags darstellen als größere Pkw. Auch kann das starke Anwachsen der tödlichen Unfälle darin begründet liegen, dass sich aufgrund der Preisentwicklung im Laufe der Zeit eher Eltern mit Kindern Fahrzeuge mit einem Airbag leisten konnten und damit die Zahl der beförderten Kinder in einem solchen Fahrzeug deutlich gestiegen ist.

NATIONAL CENTER FOR STATISTICS AND ANALYSIS SPECIAL CRASH INVESTIGATIONS CHILDREN FATALLY INJURED BY PAB NORMALIZED BY VEHICLE REGISTRATIONS Confirmed and Unconfirmed* January 1, 2008																						
Vehicle Model Year (in millions of vehicles)																						
	1987-88	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total
Registered Passenger Air Bag Equipped Vehicles	0.000	0.061	0.144	0.037	0.405	1.311	5.918	9.997	10.240	13.690	14.491	16.070	17.065	16.402	16.883	15.575	15.570	15.516	15.516	15.516	15.516	215.913
Vehicle Model Year																						
Crash Date	1987-88	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Total
Sep 87 to Aug 88																						0
Sep 88 to Aug 89																						0
Sep 89 to Aug 90																						0
Sep 90 to Aug 91																						0
Sep 91 to Aug 92																						0
Sep 92 to Aug 93						1																1
Sep 93 to Aug 94						1	1															2
Sep 94 to Aug 95						1	2	4														7
Sep 95 to Aug 96					1		6	9	3													19
Sep 96 to Aug 97							4	12	7	5												28
Sep 97 to Aug 98							4	15	5	8	2											34
Sep 98 to Aug 99							2	7	3	3	3	1										19
Sep 99 to Aug 00							1	4	6	2	2	1										16
Sep 00 to Aug 01							1	5	5	2		1		1								15
Sep 01 to Aug 02						1	1	1	2	2			1									8
Sep 02 to Aug 03							2	2	4				1	1								10
Sep 03 to Aug 04							1	1		3		1				1						7
Sep 04 to Aug 05							1		1	3	1		1									7
Sep 05 to Aug 06					1		1	3	1			1										7
Sep 06 to Aug 07							1				1											2
Sep 07 to Aug 08																						0
Total	0	0	0	0	2	4	26	63	35	32	9	5	3	2	0	1	0	0	0	0	0	182
Fatalities/Million Vehicle Years	0.000	0.000	0.000	0.000	0.402	0.254	0.382	0.572	0.329	0.242	0.070	0.038	0.024	0.019	0.000	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

*Confirmed cases are those where the air bag has been confirmed to be the injury mechanism. Unconfirmed cases are crashes under active investigation where the air bag is suspected of being the injury mechanism.

Bild 7: Durch Airbag getötete Kinder in den USA [NHTSA, 2008]

Anhand von Bild 7 ist zu erkennen, dass die Anzahl der neu zugelassenen Fahrzeuge mit Beifahrerairbag ab 1999 ungefähr konstant bleibt, was daran liegen dürfte, dass ab diesem Zeitraum der Beifahrerairbag in allen Fahrzeugen als Serienausstattung verbaut wurde. Die meisten Unfälle (34) gab es aber bereits im Zeitraum von September 1997 bis August 1998. Das bedeutet also: Obwohl die Anzahl der Fahrzeuge mit Beifahrerairbag in den weiteren Jahren gestiegen ist, nahm die Anzahl der Unfälle deutlich ab. Das ist eine Umkehr der oben beschriebenen Entwicklung. Als Ursache dafür lässt die Tabelle zwei Rückschlüsse zu. Der deutliche Rückgang der Anzahl der tödlichen Unfälle im zeitlichen Verlauf von 1995 bis 2008 für alle Modelljahre deutet darauf hin, dass zum einen die Anzahl der Fehlbenutzungen im gleichen Maße abgenommen hat. Das kann vermutlich auf umfangreiche Aufklärungskampagnen sowie gewachsenes Risikobewusstsein in der Bevölkerung zurückgeführt werden. Des Weiteren fällt auf, dass für jeden Zeitraum, der isoliert betrachtet wird, die Anzahl der Unfälle mit den neueren Modelljahren abnimmt. Diese Entwicklung ist die logische Konsequenz aus den strengeren gesetzlichen Anforderungen, die im

Laufe der Jahre formuliert wurden. Die Gesetzgebung hat damit bewirkt, dass eine durch den Beifahrerairbag induzierte Verletzung beim Kleinkind in neu zugelassenen Fahrzeugen ausgeschlossen ist.

Damit belegt diese Statistik deutlich, dass die streng formulierten Gesetze und die daraus resultierenden technischen Entwicklungen ihr Ziel nicht verfehlt haben. Die Anzahl der tödlichen Verletzungen von Kleinkindern durch den Beifahrerairbag konnte innerhalb der letzten Jahre nahezu auf null reduziert werden.

4.4 Nutzen des Beifahrerairbags für erwachsene Insassen

Während der Airbag ursprünglich für den Einsatz auf der Fahrerseite entwickelt wurde, um dort den nahezu unvermeidlichen Kontakt zwischen Kopf und Lenkrad zu vermeiden, wurde er auf der Beifahrerseite erst deutlich später verbaut. Da aufgrund der deutlich besseren Platzverhältnisse die Gefährdung für Insassen dort ohnehin nicht so groß ist wie auf der Fahrerseite und da insbesondere die

ersten Airbags aufgrund ihrer Größe und Aggressivität auch zu Verletzungen führen konnten, war ihr Einsatz auf der Beifahrerseite anfänglich umstritten. Statistische Untersuchungen zeigen jedoch sehr klar, dass auch vom Beifahrerairbag eine verbesserte Schutzwirkung für den Insassen ausgeht.

Bei einer Untersuchung des GDV [ROSELT, 2002] wurden Frontalunfälle mit und ohne Airbagentfaltung miteinander verglichen, wobei in allen Fällen sichergestellt war, dass der Insasse den Gurt benutzt hatte. Es wurden von vornherein nur Unfälle ausgewählt, bei denen am Fahrzeug mittlere bis schwere Schäden zu verzeichnen waren. Somit wurden leichte Unfälle aussortiert, bei denen der Airbag ohnehin keinen zusätzlichen Schutz erzielen könnte. Unfälle mit schwersten Schäden am Fahrzeug wurden ebenfalls nicht betrachtet. In solchen Fällen ist davon auszugehen, dass der Auslegungsbereich der Sicherungssysteme weit überschritten wurde. Weiterhin ist es wichtig zu beachten, dass die Fälle mit und ohne Airbag aus verschiedenen Erhebungszeiträumen stammen, wobei die Unfälle ohne Airbag die älteren sind und somit ältere Fahrzeuge betreffen. In der Erhebung mit Airbags wurden mit wenigen Ausnahmen Fahrzeuge mit Baujahr nach 1992 untersucht. Aufgrund der Entwicklung der Einbauraten von Fahrer- und Beifahrerairbags in Pkw ist davon auszugehen, dass die Fahrzeuge mit Beifahrerairbag im Mittel neuer waren als die gesamte Stichprobe. Das Fahrzeugalter dürfte in dem relevanten Zeitbereich ebenso wie das Vorhandensein eines Airbags einen wichtigen Einfluss auf die Verletzungsschwere haben.

Die Ergebnisse dieses Vergleichs sind in Bild 8 veranschaulicht.

Während es bei Unfällen ohne Beifahrerairbag in 10,6 % der Fälle zu einer AIS 3+ Verletzung kommt, ist das bei Unfällen mit entfaltetem Airbag lediglich in 7,6 % der Fälle aufgetreten. Das entspricht einer Reduktion der AIS 3+ Verletzungen um über 28 %.

Der gleiche Vergleich für den Fahrerplatz ergibt ein ähnliches Bild (Bild 9).

In diesem Fall liegt die Quote der AIS 3+ Verletzung ohne Airbagbenutzung bei knapp 12 %, derweil sie bei Unfällen mit ausgelöstem Airbag auf 9,4 % reduziert wurde. Das entspricht einer Reduktion um 21 %.

Unter Berücksichtigung der Annahme, dass Beifahrerairbags tendenziell in neueren Fahrzeugen zu

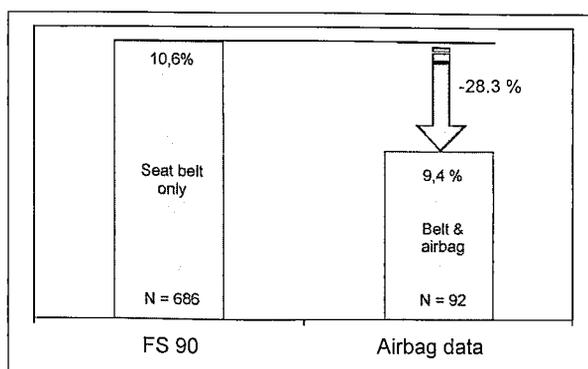


Bild 8: Anzahl MAIS 3+ Verletzungen Beifahrer; Vergleich ohne AB (links) mit AB (rechts) [ROSELT; 2002]

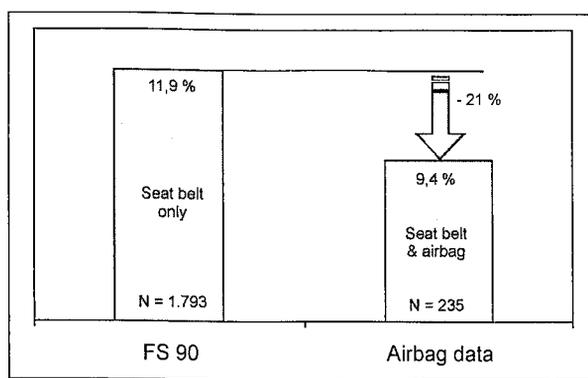


Bild 9: Anzahl MAIS 3+ Verletzungen Fahrer; Vergleich ohne AB (links) mit AB (rechts) [ROSELT, 2002]

finden sind, beinhalten die Airbagfälle in Bild 8 neuere Fahrzeuge als in Bild 9. Daher können Fahrer- und Beifahrerairbag als ähnlich effektiv eingestuft werden.

5 Stand der Technik

Dieses Kapitel verschafft einen Überblick über den aktuellen Stand der Technik im Bereich Airbagtechnologie, Airbagabschaltung bzw. die automatische Erkennung von Kindersitzen. Dazu werden unter anderem die Ergebnisse einer durchgeführten Befragung unter hauptsächlich europäischen Automobilherstellern genutzt.

Des Weiteren werden einige Wege aufgezeigt, welche Möglichkeiten es bei der Auslegung von Airbags gibt und wie diese ggf. an das Zusammenwirken mit KSS angepasst werden können.

5.1 Funktionsweise des Airbags

Der Airbag ist heutzutage serienmäßiger Bestandteil der passiven Sicherheitselemente eines moder-

nen Pkw. Seine Aufgabe besteht darin die Verzögerung des Insassen, dabei insbesondere des Kopfs und des Oberkörpers, so stark wie möglich zu reduzieren. Damit der Airbag seine Schutzwirkung entfalten kann, muss innerhalb kürzester Zeit das notwendige Aufblasvolumen umgesetzt werden. So ist es bei einem Frontalairbag in der Regel erforderlich, dass innerhalb von 30 ms 60 bis 100 Liter Gasvolumen in den Luftsack strömen.

5.1.1 Aufbau des Airbags

Airbags bestehen aus dem Luftsack selbst, einem Gasgenerator und einer Steuerelektronik mit Sensorik.

Im Gegensatz zu kleineren Seitenairbags werden für Frontalairbags in der Regel ausschließlich pyrotechnische Gasgeneratoren zur Erzeugung des Gasvolumens verwendet. Die Verwendung von Druckgasspeichern bietet sich aufgrund deren Trägheit im Vergleich zur Menge des nötigen Volumens nicht an.

Um einen Airbag zu zünden, ist zunächst ein entsprechender Zündstrom notwendig. Wurde vom Steuergerät eine entsprechende Verzögerung gemessen, die über der Auslöseschwelle liegt, so wird dieser Zündstrom an den Anzünder geleitet. Das Auslösen des Anzünders hat eine Flammentwicklung zur Folge, welche wiederum den pyrotechnischen Treibsatz entzündet. Dabei handelte es sich ursprünglich um in Tablettenform gepresste Azidtreibsätze. Deren Umsetzung geht mit einer erheblichen Gasentwicklung einher, wobei Temperaturen von 2.000 K auftreten können. Das Gas strömt durch ein Filtersystem, dessen Aufgabe es ist, feste Teilchen zurückzuhalten und somit Verbrennungen für den Insassen zu verhindern. Gleichzeitig geht von dem Gasfilter eine erheblich kühlende Wirkung aus. Anschließend strömt das Gas in den Luftsack, der sich daraufhin entfaltet. Der Nachteil von Azidtreibsätzen ist, dass dieser Stoff während der Herstellung giftig und empfindlich ist. Um dem zu begegnen, werden mittlerweile mehr und mehr organische Verbindungen verwendet. Dabei entsteht jedoch Wasserdampf, der unterhalb von 100 °C zu Wasser kondensiert und somit als Füllvolumen nicht mehr zur Verfügung steht. Gerade für längere Standzeiten ist das nachteilig.

Alle beschriebenen Bauteile werden im Airbagmodul fest verbaut. Dieses wird, durch die I-Tafel verdeckt, fest mit dem Fahrzeug verbunden.

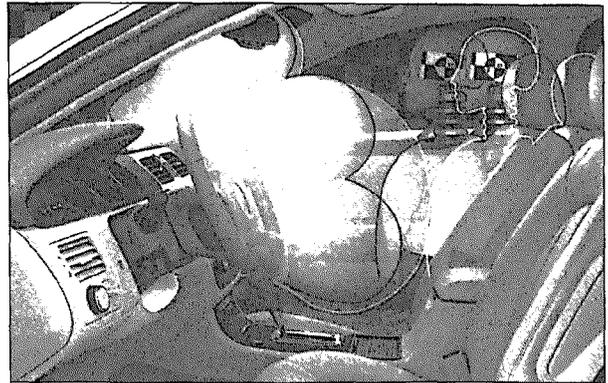


Bild 10: GM "dual depth" System [EDMUNDS, 2007]

Moderne Airbags verfügen über zwei Gasgeneratoren, die jeweils mit einem eigenen Treibsatz ausgestattet sind. Das ermöglicht die zeitversetzte Zündung der beiden Treibsätze, wodurch der maximale Durchsatz an Gas durch den Filter und in den Airbag reduziert werden kann. Außerdem bietet sich durch diese Zweistufigkeit die Möglichkeit, die Größe des Airbags in Abhängigkeit von der Unfallschwere oder auch der Sitzbelegung zu gestalten. So reicht es unter Umständen aus, lediglich einen Treibsatz mit entsprechend geringerem Gasvolumen zu zünden, wenn dabei der Vorteil eines weniger aggressiven Airbags erreicht wird.

Das in Bild 10 dargestellte System dient nicht zur Klassifizierung des Beifahrers, kann aber einen Ausblick darauf geben, wie unterschiedlich klassifizierte Beifahrer in Unfällen angepasst geschützt werden können. Das „Dual depth“-System wertet die Kollisionsschwere, die Gurtbenutzung und die Position des Sitzes aus, um die Entfaltung des Beifahrerairbags anzupassen. Die Größe des Airbags wird durch eine lösbare Leine im Inneren des Airbags variiert. Zur Variation des Drucks wird ein in zwei Stufen auslösbarer Treibsatz verwendet. Es wird von General Motors seit den 2006er Modellen des Buick Lucerne und Cadillac DTS eingesetzt [Delphi, 2005].

5.1.2 Verwendung des Airbags in Kombination mit dem Sicherheitsgurt

Für Fahrzeuge, die in Europa zugelassen werden, ist der Airbag grundsätzlich so ausgelegt, dass er seine volle Schutzwirkung nur in Kombination mit dem Sicherheitsgurt entfalten kann. Das bringt die Möglichkeit mit sich, dass der Airbag nicht übermäßig groß sein muss und sich in seiner Entfaltungsscharakteristik weniger aggressiv verhält.

Die eigentliche Rückhaltarbeit wird dabei zunächst vom Gurt erledigt. Dessen Aufgabe ist es, den Insassen in den Fahrzeugsitz zu ziehen und seine Vorverlagerung zu vermeiden. Der Airbag hat seine Aufgabe erst im weiteren Verlauf der Verzögerung zu erfüllen: Er soll ein Aufschlagen des Kopfes bzw. des Oberkörpers auf das Lenkrad bzw. die I-Tafel verhindern oder wenigstens deutlich reduzieren. Diese Aufgabe kann er aber nur erfüllen, wenn bereits ein erheblicher Teil der kinetischen Energie des Insassen durch den Gurt abgebaut wurde. Des Weiteren stehen die großflächige Kraft-einleitung und die Entlastung des Halses im Vordergrund der Entwicklung.

Ohne Gurtnutzung ist der Airbag von seiner Größe nicht in der Lage, den Insassen effektiv vor einem Anprall auf das Armaturenbrett bzw. auf das Lenkrad zu schützen. Es besteht die Gefahr, dass der Airbag platzt.

Nachdem in Europa zunächst die so genannten EuroBags mit einem Beifahrerairbagvolumen von ca. 60 l verbaut wurden, prägte und vermarktete Opel Mitte der 1990er Jahre den Begriff Full-Size-Airbag mit einem Volumen von ca. 120 l. Diese entsprechen in wesentlichen Merkmalen den US-Airbags. Die Größe der heute in Europa eingesetzten Airbags entspricht eher den Eurobags, kann aber auch geringfügig größer ausfallen.

5.1.3 Verwendung des Airbags ohne Gurt

Für den US-amerikanischen Markt, auf dem es zum Teil keine Gurtpflicht gibt, müssen Airbags so ausgelegt sein, dass sie auch ohne Gurtbenutzung ihre volle Schutzwirkung entfalten. Das bedeutet aber, dass sie ein viel größeres Gasvolumen in deutlich kürzerer Zeit umsetzen müssen, um eine frühe und effektive Rückhaltung sicherzustellen. Damit einher geht ein erhebliches Gefahrenpotenzial durch den Airbag für den Insassen. Insbesondere Fälle, in denen der Insasse nicht ideal im Bezug zum Airbag sitzt oder sich aufgrund der Unfallkinematik nicht wie vorgesehen bewegt, entstehen Probleme. Aus diesem Grund ist die Abschaltung des Airbags oder die Anpassung seiner Entfaltung in Abhängigkeit von der Sitzposition des Insassen in den US mittlerweile vorgeschrieben (siehe Kapitel 5.3).

5.2 Befragung von Fahrzeugherstellern

Um einen Überblick darüber zu bekommen, in welcher Weise die einzelnen Fahrzeughersteller mit dem Zusammenwirken von rückwärts gerichteten Kindersitzen und dem Beifahrerairbag umgehen, wurde eine Umfrage unter zahlreichen, auf dem europäischen Markt vertretenen, Automobilherstellern durchgeführt. In dieser Erhebung ging es unter anderem darum zu erfahren, welche Möglichkeiten der Kunde zur Abschaltung des Airbags hat und welche Empfehlungen ihm im Umgang mit Kindersitzen auf dem Beifahrersitz gegeben werden.

Weiterhin wurde gefragt, welche Risikoeinschätzungen solchen Empfehlungen zu Grunde liegen und wie diese erstellt wurden.

Es muss leider festgestellt werden, dass die Rücklaufquote der Befragung geringer war als erhofft. Von insgesamt 16 angeschriebenen Herstellern haben 9 den Fragebogen ausgefüllt zurückgeschickt bzw. durch ein Telefoninterview die Fragen beantwortet. Dennoch lassen sich grundsätzliche Tendenzen erkennen und daraus Aussagen ableiten.

Um dennoch einen möglichst umfassenden Überblick über die Möglichkeiten der Airbagdeaktivierung bei den aktuell auf dem Markt befindlichen Fahrzeugen zu erhalten, wurden wichtige Daten aus den Bordbüchern der einzelnen Hersteller entnommen. Daraus resultiert eine umfassende Übersicht, anhand derer sich sowohl Experten als auch Verbraucher über die Beförderung von Kindern auf dem Beifahrersitz informieren können. Diese Übersicht ist in Tabelle 1 dargestellt.

5.2.1 Möglichkeiten der Airbagdeaktivierung

Die Fahrzeughersteller wurden gebeten, für jedes aktuell erhältliche Flottenmodell anzugeben, welche Möglichkeit der Kunde zur Deaktivierung des Beifahrerairbags hat. Dabei lassen sich zwei grundsätzliche Möglichkeiten erkennen: die Abschaltung mit Hilfe eines Schlüsselschalters sowie die automatische Abschaltung nach automatischer Detektierung von Kindersitzen auf dem Beifahrersitz.

Abschaltung mit Hilfe eines Schlüsselschalters

Diese Variante hat sich bei nahezu allen europäischen Fahrzeugen durchgesetzt. Dabei hat der

Marke	Modell	Baujahr	Art der Deaktivierung	Abschaltung*		
				0/0+	I	II/III
Audi	A2	2000-2005	Abschaltung durch Werkstatt Schlüsselschalter (Sonderausstattung)	1	-	-
Audi	A3	ab 1996	Schlüsselschalter (Serie, Sonderausst., nachgerüstet)	1	-	-
Audi	A4	ab 2000	Schlüsselschalter (Serie, Sonderausst., nachgerüstet)	1	-	-
Audi	A6	ab 1997	Schlüsselschalter (Serie, Sonderausst., nachgerüstet)	1	-	-
Audi	A8	ab 1994	Schlüsselschalter (Serie, Sonderausst., nachgerüstet)	1	-	-
Audi	Q7	ab 2006	Schlüsselschalter (Serie, Sonderausst., nachgerüstet)	1	-	-
Audi	TT	ab 1998	Schlüsselschalter (Serie)	1	-	-
BMW	1er	2004	Schlüsselschalter (Sonderausst., nachgerüstet)	1	1	1
BMW	3er	2004	Schlüsselschalter (Sonderausst., nachgerüstet)	1	1	1
BMW	5er	2004	Schlüsselschalter (Sonderausst., nachgerüstet)	1	1	1
BMW	alle	2008	Schlüsselschalter (Sonderausst., nachgerüstet)	1	1	1
Ford	alle	2008	Schlüsselschalter (Serie)	1	3	3
Ford	alle	2004/05	Schlüsselschalter (Serie)	1	3	3
Mercedes	alle	2004	AKSE (Sonderausstattung)	1	3	3
Mercedes	alle (außer AMG)	2008	AKSE (Sonderausstattung)	1	3	3
Opel	Agila	2004	AKSE (Sonderausstattung)	1	3	3
Opel	Astra	2004	AKSE (Sonderausstattung)	1	3	3
Opel	Astra	bis 2004	Werkstatt	4	3	3
Opel	Astra Coupé/Cabrio	2004	Keine Möglichkeit	4	-	-
Opel	Combo	2004	AKSE (Sonderausstattung)	1	3	3
Opel	Corsa	1993	Werkstatt	1	3	3
Opel	Corsa	2004	AKSE (Sonderausstattung)	1	3	3
Opel	Meriva	2004	AKSE (Sonderausstattung)	1	3	3
Opel	Movano	2004	Keine Möglichkeit	1	1	3
Opel	Signum	2004	AKSE (Sonderausstattung)	1	3	3
Opel	Speedster	2004	-	4	1	1
Opel	Tigra	2004	AKSE (Sonderausstattung)	1	3	3
Opel	Tigra Twin Top	2005	AKSE (Sonderausstattung)	1	1	1
Opel	Vectra	1999	Werkstatt	4	3	3
Opel	Vectra	2004	AKSE (Sonderausstattung)	1	3	3
Opel	Vivaro	2005	Keine Möglichkeit	1	1	3
Opel	Zafira	2004	AKSE (Sonderausstattung)	1	1	3
Peugeot	alle	2004	-	1	3	3
Peugeot	alle	2008	Schlüsselschalter (Serie)	1	3	3
Renault	alle	2004	Schalter	1	4	4
Renault	alle	2008	Schalter	1	4	4
Seat	Altea	2007	Schlüsselschalter (Serie)	1	1	1
Seat	Ibiza	2007	Schlüsselschalter (Sonderausstattung)	1	1	1
Seat	Leon	2007	Schlüsselschalter (Sonderausstattung)	1	1	1
Skoda	alle	2008	Schlüsselschalter (Serie)	1	3	3
Smart	ForFour	ab 2004	Schlüsselschalter (Sonderausstattung)	1	3	3
Smart	ForTwo	ab 1998	AKSE	1	1	3
Smart	ForTwo II	ab 2007	Schlüsselschalter (Sonderausstattung)	1	3	3
Smart	Roadster	ab 2003	AKSE	1	1	3
Toyota	alle	ab 2004	Schlüsselschalter (Serie)	1	3	3
Volvo	alle	2008	Werkstatt, Schlüsselschalter (Serie, Sonderausst.)	1	1	1
VW	alle	2008	Schlüsselschalter (Serie)	1	3	3
VW	Golf	2002	Schlüsselschalter (Serie)	1	-	-
VW	Golf	2003/04	Schlüsselschalter (Serie)	1	-	-
VW	Passat	2002	Schlüsselschalter (Serie)	1	-	-
VW	Polo	2002	Schlüsselschalter (Serie)	1	-	-
VW	Sharan	2003/04	Schlüsselschalter (Serie)	1	-	-
VW	Touareg	2003/04	Schlüsselschalter (Serie)	1	-	-
VW	Touran	2003/04	Schlüsselschalter (Serie)	1	-	-

*1: vorgeschrieben

*2: empfohlen

*3: muss nicht abgeschaltet werden

*4: Klasse nicht gestattet

Tab. 1: Airbagabschaltung in Pkw

Kunde die Möglichkeit, mit Hilfe des Fahrzeugschlüssels den Airbag ein- und auszuschalten. Wird der Airbag deaktiviert, so wird das dem Fahrer und in der Regel auch dem Beifahrer durch eine entsprechende Warnleuchte signalisiert. Je nach Modell ist der Schalter im Handschuhfach, am Armaturenbrett oder auf dem Mittelunnel verbaut. Viele Fahrzeughersteller bieten diese Abschaltungsmöglichkeit serienmäßig an, bei einigen wird der Schalter als Sonderausstattung angeboten. So ist zum Beispiel im Porsche Cayenne, dem Flottenfahrzeug von Porsche, das am ehesten als familientauglich einzustufen ist, ein Schlüsselschalter serienmäßig integriert. Für alle anderen Porsche-Modelle kann diese als Sonderausstattung zusätzlich erworben werden.

Automatische Deaktivierung

Bei der automatischen Deaktivierung des Beifahrerairbags wird mittels geeigneter technischer Maßnahmen erkannt, ob auf dem Beifahrersitz ein KSS installiert ist. Wird ein Kindersitz erkannt, so wird der Airbag deaktiviert, worüber der Fahrer durch eine Signalleuchte informiert wird.

Bei Opel und Mercedes ist dabei ein System im Einsatz, bei dem sich im Kindersitz ein Transponder befindet, der durch eine fahrzeugseitige Antenne erkannt wird. Damit dieses System verlässlich arbeitet, ist es zwingend erforderlich, dass nur Kindersitze verwendet werden, die mit einem entsprechenden Transponder ausgestattet sind. Diese KSS sind in der Regel als Zubehör des jeweiligen Fahrzeugherstellers erhältlich. Die fahrzeugseitige Ausstattung ist als Sonderzubehör für vergleichsweise geringe Kosten (Mercedes, Opel) erhältlich. Auch wenn die Systeme beider Hersteller nahezu identisch arbeiten, sind die Kindersitze untereinander nicht austauschbar. So dürfen die Modelle von Mercedes ausschließlich in den Fahrzeugen dieses Herstellers verwendet werden, Gleiches gilt für die Kindersitze von Opel. Derzeit laufen Bemühungen, dieses System im Rahmen der ISO-Arbeitsgruppe für Kindersicherheit in Kraftfahrzeugen unter dem Namen „CPOD“ (Childseat Presence and Orientation Detection) zu standardisieren. Die Funktionsweise dieses Systems wird in Kapitel 5.3.3 erläutert.

Bei Smart wurde im ersten Modell der Ansatz einer Steckverbindung zwischen KSS und Fahrzeug verfolgt. An einem speziell für dieses Fahrzeug ent-

worfenen Kindersitz befindet sich ein Stecker, der in eine entsprechende Dose am Beifahrersitz zu stecken ist. Daraufhin wird der Airbag deaktiviert. Mittlerweile wurde diese Möglichkeit der Airbagabschaltung zu Gunsten des Schlüsselschalters wieder abgeschafft.

Weitere Möglichkeiten zur Erkennung von KSS, die vor allem in den USA zur Erfüllung der FMVSS 208 Einsatz finden, werden in Kapitel 5.3 vorgestellt.

Für den Fall, dass ein KSS auf dem Beifahrersitz korrekt erkannt wurde, ist die Fehlbenutzung quasi ausgeschlossen. Weder ist es möglich, dass bei installiertem Kindersitz der Airbag im Falle eines Unfalls auslöst, noch kann er deaktiviert sein, wenn sich ein Erwachsener auf dem Platz befindet.

Dauerhafte Abschaltung durch eine Werkstatt

Eine weitere Möglichkeit der Airbagdeaktivierung besteht in der Abschaltung durch eine Werkstatt. Dabei wird der Airbag dauerhaft außer Betrieb gesetzt und ist somit bei Bedarf auch nicht durch den Fahrzeugnutzer aktivierbar. Ist der Airbag abgeschaltet, so ist das in den Fahrzeugschein einzutragen. Damit ist sichergestellt, dass auch ein eventueller Nachbesitzer des Fahrzeugs darüber in Kenntnis gesetzt wird. Zusätzlich werden die Fahrzeuginsassen in der Regel durch einen Warnaufkleber auf den deaktivierten Airbag hingewiesen. Dieses Vorgehen der Werkstattabschaltung ist heutzutage allerdings weniger verbreitet, als das noch vor einigen Jahren der Fall war. Zum einen ist dieses Verfahren, verglichen mit der Abschaltung durch einen Schlüsselschalter, relativ aufwändig, zum anderen ist die Gefahr vergleichsweise hoch, dass auf dem Beifahrerplatz ein erwachsener Insasse bei deaktiviertem Airbag befördert wird. Das birgt auch deshalb eine besondere Gefahr, weil bei modernen Fahrzeugen Gurtsystem und Airbag für ein ideales Zusammenspiel aufeinander abgestimmt werden. Konsequenterweise führt das dazu, dass beispielsweise bei BMW im Fall einer Airbagabschaltung auch das Gurtsystem ausgetauscht wird [Verkehrswacht Mannheim, 2008]. In diesem Fall wird ein Gurtsystem ohne Gurtkraftbegrenzer installiert, welches bei der Aktivierung des Airbags wieder zurückgetauscht werden muss. Auch dieses Vorgehen dokumentiert deutlich, welcher Aufwand mit der Abschaltung durch die Werkstatt verbunden sein kann.

Keine Möglichkeit der Abschaltung

Es gibt verschiedene Fahrzeughersteller, die die Abschaltung des Beifahrerairbags nicht oder nur im Ausnahmefall ermöglichen. Dazu zählen vor allem japanische Fabrikate wie Honda, Nissan, Subaru und Suzuki. In diesem Fall ergibt sich als zwingende Konsequenz aus der Gesetzgebung, dass der rückwärts gerichtete Kindersitz auf der Rückbank eingebaut werden muss.

5.2.2 Technische Umsetzung der Airbagdeaktivierung

Ein weiterer Bestandteil des Fragebogens an die Fahrzeughersteller war die Frage nach der Art der Deaktivierung. Dabei kommen grundsätzlich zwei Möglichkeiten in Betracht: die Abschaltung durch einen Eingriff in die Fahrzeugsoftware oder die Abschaltung durch einen Eingriff in die Fahrzeughardware.

Im erstgenannten Fall wird das Steuergerät des Fahrzeugs oder auch das Airbagsteuergerät so umprogrammiert, dass der Beifahrerairbag deaktiviert ist und demnach im Crashfall nicht zünden soll. Das Ergebnis dieses Eingriffs ist, dass die entsprechende Spannung an den Zünder des Gasgenerators nicht angelegt wird. Die Fahrzeuginsassen werden über den Schaltzustand des Airbags mittels einer Signalleuchte hingewiesen. Unfälle, bei denen der Airbag trotz Abschaltung gezündet hat, haben gezeigt, dass es mit dieser Methodik Probleme gab. In diesen Fällen kam es vor, dass trotz Deaktivierung über die Software eine Zündung des Airbags stattfand. Der in Kapitel 4 beschriebene Unfall [ERDING, 1998] ist dafür ein Beispiel.

Die Abschaltung über einen Eingriff in die Hardware sorgt in der Regel für eine mechanische Unterbrechung des Zündkabels zum Airbag. Damit ist sichergestellt, dass auch bei einer Fehlfunktion des zugehörigen Steuergeräts eine Auslösung des Airbags nicht stattfinden kann. Zusätzlich zu dieser Unterbrechung wird auch eine Information an das Bordsystem geliefert, wodurch verhindert wird, dass der Airbag als defekt eingestuft wird und damit möglicherweise alle Airbags im Fahrzeug außer Funktion setzt. Gleichzeitig kann darüber auch die Information an die Fahrzeuginsassen gegeben werden, dass der Beifahrerairbag deaktiviert ist. Das geschieht in der Regel über eine Signalleuchte im Fahrzeug, die sowohl für den Fahrer als auch für den Beifahrer erkennbar ist. Diese Signalleuchte

befindet sich entweder in der Mittelarmatur oder im Bereich des Rückspiegels. Auch bei dieser hardwareseitigen Abschaltung hat es in der Vergangenheit Probleme gegeben. So hat Toyota im Jahr 2006 fast 40.000 Fahrzeuge zurückgerufen, weil trotz Deaktivierung über den Schlüsselschalter der Airbag nicht verlässlich ausgeschaltet war. Stattdessen bestand die Gefahr, dass der Gurtstraffer deaktiviert wurde.

Die Abschaltung mittels Eingriff, in die Fahrzeughardware ist unter den Fahrzeugherstellern weit verbreitet, was durch die oben genannten Vorteile begründet sein dürfte. Dabei ist es bedeutungslos, ob die Abschaltung automatisch, per Schalter oder in der Werkstatt passiert. Von den befragten Herstellern gab lediglich Opel an, die Deaktivierung über die Software zu steuern. Das gilt sowohl für die Fahrzeuge, die mit einem Schlüsselschalter ausgestattet sind, als auch für solche, die über eine automatische Kindersitzerkennung verfügen.

5.2.3 Empfehlung der Hersteller an die Eltern

Die Fahrzeughersteller wurden weiterhin befragt, welche Informationen sie an die Kunden bezüglich der Platzierung von Kindersitzen im Auto geben. Dabei sind sich offensichtlich alle darin einig, dass eine Babyschale (Gruppe 0/0+) auf dem Beifahrersitz nur dann installiert werden darf, wenn der Airbag abgeschaltet ist. Einzelne fordern zusätzlich, dass der Fahrzeugsitz in der hintersten Position eingestellt ist (Opel, Toyota, Seat).

Bei den höheren Sitzklassen ist die Situation weit weniger eindeutig. Während beispielsweise Opel, Seat und Volvo auch für die Sitze der Gruppe 1 die Deaktivierung des Airbags vorschreiben, wird dieses von Toyota nur empfohlen. Andere Hersteller wiederum verzichten überhaupt auf die Anweisung, den Airbag abzuschalten, sondern empfehlen lediglich, den Fahrzeugsitz ganz nach hinten zu schieben. Hier besteht die Schwierigkeit offenbar darin, dass vom Beifahrerairbag nicht nur eine Gefahr für den kindlichen Insassen auf dem Beifahrerplatz ausgehen kann, sondern dass ab einer gewissen Größe des Kindes vom Airbag eher eine Schutzwirkung zu erwarten ist. Um genauer herauszufinden, wie die Hersteller zu den jeweiligen Empfehlungen bzw. Vorschriften gekommen sind, wurde weiter gefragt, welche Risikoabschätzungen hinsichtlich der Beförderung von Kindern auf dem Beifahrersitz gemacht und wie diese erstellt wurden. Diese Frage wurde jedoch von niemandem detailliert beantwortet.

5.3 Fortschrittliche Airbags

Zur Erfüllung der Zulassungsvorschriften in den USA (FMVSS 208; siehe Kapitel 3.2) werden verschiedene Systeme entwickelt oder sind zum Teil auch schon am Markt verfügbar, die Kindersitze auf dem Beifahrersitz automatisch erkennen. Diese können zum Teil auch dazu verwendet werden, um Erwachsene in OoP-Situationen zu erkennen und auch in diesem Fall den Front- und ggf. den Seitenairbag zu deaktivieren.

Im Folgenden werden beispielhaft Systeme vorgestellt, die den momentanen Stand der Technik repräsentieren.

5.3.1 Druck- und Ultraschallsensoren

Bereits seit dem Jahr 2001 wird im Jaguar XK serienmäßig ein passives System (das heißt der Fahrer muss keinen Schalter oder Ähnliches betätigen) unter dem Namen ARTS (Adaptive Restraint Technology System) verbaut, welches zur Erkennung eines Beifahrers dient. Dieses System (Passive Occupant Detection System, PODS) wurde von der Firma Delphi entwickelt. Hauptbestandteile sind mit einer Silikonflüssigkeit gefüllte Blasen, die mit Drucksensoren versehen sind. Diese Blasen sind unter dem Sitzpolster des Beifahrersitzes so angeordnet, dass sie das Gewicht des Beifahrers/Kindersitzes messen können [autointell.de, 2000]. Darüber hinaus werden Ultraschallsensoren in den A-Säulen sowie in der Dachkonsole verwendet, um die Anwesenheit und Sitzposition des Beifahrers zu ermitteln [MEEK, 2007]. Das System überwacht kontinuierlich die Position des Kopfes und des Oberkörpers. Befinden sie sich zu nahe am Armaturenbrett, leuchtet eine Warnlampe auf und der Airbag wird deaktiviert. Sobald der Beifahrer wieder eine normale Sitzposition eingenommen hat, wird der Airbag reaktiviert. Dabei soll das System sogar zwischen Kopf/Oberkörper und den Armen unterscheiden können. Darüber hinaus besteht das System aus einem Sensor in der Sitzschiene des Fahrersitzes, um die Sitzposition des Fahrers zu ermitteln, sowie Sensoren, die die Benutzung der Gurtschlösser überwachen. Mit Hilfe der gesammelten Informationen steuert das System die Verwendung der zweistufigen Airbags und der Gurtstraffer. Mittlerweile (Ende 2007) wird das System in allen XK-, XJ- und S-Type-Modellen serienmäßig eingesetzt.

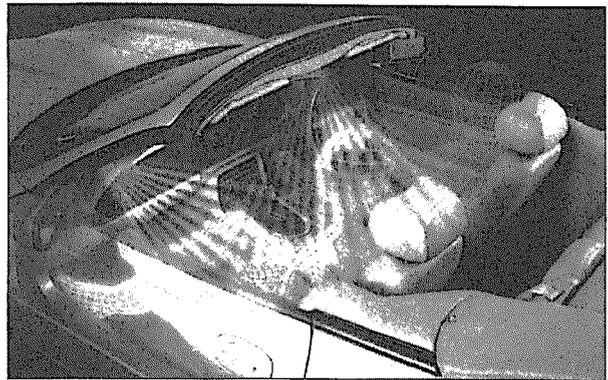


Bild 11: ARTS im Jaguar [EDMUNDS, 2007]

5.3.2 Gurtspannung und -länge, Gewichtskraftsensoren

General Motors setzt ein System von Delphi namens RECOGNITION™ [Delphi, 2002; SAE, 2002] ein, das einen Gurtspannungssensor und Gewichtskraftsensoren unter dem Sitzpolster verwendet, um zu ermitteln, ob der Beifahrerairbag ausgelöst werden soll oder nicht. Dieses System wird seit den 2003er Modellen des Chevrolet Suburban, GMC Denali und Cadillac Escalade und den 2006er Modellen von Subaru Baja, Impreza, Forester, Outback und Legacy serienmäßig eingesetzt.

Ford führte im Jahr 2002 im Windstar das „Personal Safety System“ ein, das Gewichtskraftsensoren im Beifahrersitz hat, die die Auslösung des zweistufigen Beifahrerairbags steuern [Ford, 2002].

5.3.3 Transponder (EU)

Mercedes Benz (USA) setzt ein System namens OCS (Occupant Classification System) ein, welches anhand von Gewichtskraftsensoren die Belegung des Beifahrersitzes ermittelt. Es ist darauf ausgelegt, bis zu einem erkannten Gewicht eines durchschnittlichen 12 Monate alten Kindes plus des Gewichts eines passenden Kinderschutzsystems den Beifahrerairbag zu deaktivieren.

OCS wurde im Juni 2004 durch das BabySmart-System abgelöst. Bei dem BabySmart System, das in Europa unter dem Namen AKSE (Automatische Kindersitzererkennung, wurde als CPOD von Siemens und IEE entwickelt) vermarktet wurde, sind die Kindersitze mit zwei Transpondern links und rechts im Boden des Kinderschutzsystems ausgestattet. Sensormatten im Fahrzeugsitz erkennen so die Belegung mit einem solchen KSS und dessen Orientierung. Wird ein KSS erkannt, wird der Bei-

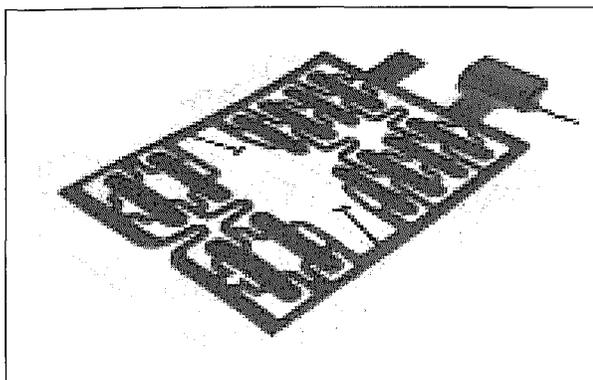


Bild 12: Ein OCS-Modul von Siemens VDO [VDO, 2008]

fahrerairbag deaktiviert und dies wird über eine Signalleuchte angezeigt. Seitenairbag und Fensterairbag bleiben aktiviert [Mercedes, 2004].

Das CPOD-(Child Seat Presence and Orientation Detection)System wurde 1996 eingeführt und wird von den Herstellern Mercedes-Benz, Mazda und Opel/Vauxhall verbaut. Passende KSS werden unter anderem von Britax Römer und Kiddy angeboten [IEE, 2006].

5.3.4 Weitere technische Möglichkeiten

Im Folgenden werden weitere technische Möglichkeiten beschrieben, die zur Klassifizierung des Insassen auf dem Beifahrersitz in Betracht kommen.

Gewichtskraftsensoren in der Sitzschiene

Eine weitere Möglichkeit der Beifahrerklassifizierung stellen Gewichtskraftsensoren dar, die an den Sitzschienen des Beifahrersitzes montiert werden [IMS, 2007].

KSS Erkennung über ISOFIX

In Frankreich gab es vor einigen Jahren Überlegungen die ISOFIX-Verankerung als Schnittstelle zu verwenden, um das Vorhandensein eines Kindersitzes automatisch zu erkennen. Dieses System sollte verbindlich für alle Fahrzeuge vorgeschrieben werden.

Optische Verfahren, Bilderkennung

Einen anderen Ansatz, der allerdings noch nicht kommerziell eingesetzt wird, stellt die optische Klassifizierung anhand von Infrarot- und 3-D-Kameras (etwa LIDAR) dar.

Herkömmliche (2D-)Kameras scheinen für diese Aufgabe ungeeignet zu sein, da es im Fahrzeug zu den unterschiedlichsten Beleuchtungssituationen kommt und die zu erkennenden Objekte die unterschiedlichsten Farben und Oberflächen haben können. Mit einer IR-CMOS-Kamera und einem aufwändigen Bilderkennungsalgorithmus konnte eine Genauigkeit von 91 % erreicht werden [FARMER, 2005].

Dreidimensionale Kameras berechnen aus der Laufzeit des ausgesendeten Lichts oder der Phasenverschiebung die Entfernung der Objekte im Erfassungsbereich. Sie haben eine eigene Lichtquelle und arbeiten unabhängig von den oben genannten Faktoren. Die Auswertung der erfassten Daten geschieht entweder durch das Vergleichen mit gespeicherten Fallbeispielen oder durch das Erkennen bestimmter Eigenschaften, die auf eine bestimmte Beifahrerklasse hinweisen. Durch die Kombination beider Methoden kann die Genauigkeit gesteigert werden, im Versuch war eine Erkennungsrate bei Einzelbildern von 98 % möglich [GOKTUK et al., 2005].

Kapazitive Klassifikation von Beifahrern

Bei der kapazitiven Klassifikation der Beifahrer wird auf dem Beifahrersitz ein elektrisches Feld zwischen zwei Elektroden, die z. B. in Sitz und Lehne oder Sitz und Karosserie verbaut sein können, aufgespannt. Aufgrund der dielektrischen Eigenschaften des Beifahrers gibt es messbare Unterschiede in der Kapazität des so entstandenen „Kondensators“. Allerdings sind diese so gering, dass sie nur mit hohem Aufwand messbar sind. Zum anderen ergeben sich starke Ungenauigkeiten durch unterschiedliche Erdungspotenziale der Messobjekte und Umweltparameter (Luftfeuchtigkeit). Eine Gewichtsbestimmung ist nur bedingt möglich, da die Wahl der Bekleidung einen größeren Einfluss auf die Kapazität hat als das Körpergewicht [MARSCHNER, 2003].

6 Befragungs- und Beobachtungsstudien

Um das Fehlbenutzungsrisiko bei der Beförderung von Kindern in rückwärts gerichteten Kindersitzsystemen mit einem Beifahrerairbag beurteilen zu können, ist es von großer Bedeutung, die Perspektive der Nutzer solcher KSS mit einzubeziehen.

Wissensstand, Handlungsmotive, Einstellungen und Risikoeinschätzungen der Nutzer müssen dabei ebenso ermittelt werden wie Kontextbedingungen, die eine Fehlbenutzung wahrscheinlicher machen. Als Fehlbenutzungen gelten dabei sowohl die Beförderung von Kindern in rückwärts gerichteten KSS bei aktiviertem Airbag als auch die Beförderung anderer Beifahrer (z. B. Erwachsener) bei deaktiviertem Airbag. Als Methode der Wahl kamen insbesondere Beobachtungs- und Befragungsstudien in Betracht. Daher wurden Beobachtungen und Befragungen im Feld sowie eine Befragung über das Medium Internet konzipiert.

6.1 Aufbau der Internetbefragung

Wegen der beschränkten Stichprobengröße der Felderhebungen (siehe Kapitel 6.2) wurde angestrebt, weitere nutzerbezogene Datenquellen einzubeziehen. Die damit v. a. erhoffte Erhöhung der Fallzahlen sollte mit Hilfe einer Internetbefragung erreicht werden. Der Begriff „Internetbefragung“ oder „Online-Befragung“ bedeutet in diesem Falle, dass die Teilnehmer der Befragung den auf einem Server abgelegten Fragebogen im Internet online ausfüllen.

Insbesondere in der Durchführung von Internetbefragungen zeigen sich hilfreiche Optionen, die eine Fragebogenuntersuchung zeitlich, räumlich und ökonomisch optimieren können. Dies betrifft u. a. Punkte wie Asynchronität (z. B. zeitunabhängige Befragungsmöglichkeit), Automatisierbarkeit der Durchführung und u. U. auch der Auswertung, Objektivität (fehlende Interviewereffekte), Ökonomie (Zeitersparnis durch schnelle Rückläufe, Kostenersparnis durch fehlende Aussendung und Lagerung) sowie der Möglichkeit von Filterfragen und adaptiver Frageneinblendung (es müssen z. B. keine Fragenblöcke wie im Fragebogen übersprungen werden) (vgl. dazu ausführlich [BATINIC, 1997; BOSNJAK, 2003]). Online-Befragungen sind also relativ kostengünstig und erlauben die Erhebung von Daten mit großen Stichproben und vergleichsweise geringem Aufwand in kurzer Zeit.

Dennoch ist auch eine Reihe grundlegender Probleme mit dem Medium Internet bzw. Online-Befragungen verbunden, die zu mitunter starken Einschränkungen hinsichtlich der Validität, Zuverlässigkeit und Repräsentativität der Befragungsergebnisse führen: Diese betreffen in erster Linie Stichprobenprobleme. So fällt es häufig schwer, die

Grundgesamtheit der auszuwählenden Befragungsteilnehmer nach sachlichen, zeitlichen, regionalen Kriterien klar zu definieren und sie individuell und aktiv anzusprechen. Dies liegt u. a. daran, dass noch nicht alle potenziellen Zielgruppen online sind. In der Regel liegt also eine starke „Selbstselektivität“ der Stichprobe vor, u. U. antworten ausschließlich diejenigen Internetnutzer, die eine spezifische Motivation haben, zudem können nicht alle soziodemographischen und psychographischen Merkmale der Teilnehmer kontrolliert werden. Ferner kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Befragten den Fragebogen mehrmals ausfüllen. Das Umfeld und die Situation, in der der Fragebogen ausgefüllt wird, lassen sich nicht kontrollieren. Nicht ermittelbar sind häufig auch Rücklaufquoten sowie Abbrecher (drop-out's). Darüber hinaus ist auch an technische Probleme zu denken: Die Datenbankprogrammierung erfordert einen gewissen zeitlichen Vorlauf, die Datenbank muss gepflegt werden. Weiter sind Browserprobleme nicht auszuschließen und die technische Varianz der Anzeigeräte der Nutzer muss bei der Programmierung bedacht werden.

Die Entwicklung und Durchführung einer internetbasierten Befragung erfordern daher ein hohes Maß an technischer und methodischer Kompetenz, um gleichzeitig eine hohe Qualität sowohl der technischen Umsetzung als auch der methodischen Qualität der Befragung zu gewährleisten.

6.1.1 Fragebogen

Im Gegensatz zur Felderhebung eröffnete der Internetfragebogen die Möglichkeit, wesentlich ausführlicher die interessierenden Aspekte der Nutzung von KSS und Beifahrerairbag abzufragen. So sollte ein möglichst breites Spektrum an Erfahrungen, Kenntnissen und Einschätzungen der Nutzer erfasst werden. Zudem können die Nutzer nicht nur nach ihren aktuellen Erfahrungen, sondern auch nach früheren, zurückliegenden Erfahrungen befragt werden. Im Folgenden wird der Aufbau des Fragebogens beschrieben.

Auf der Webseite des Vereins für Fahrzeugsicherheit Berlin e. V. findet sich nach einer kurzen Erläuterung zu Ziel und Zweck der Umfrage ein Link auf den Fragebogen. Die erste Seite des Fragebogens enthält verschiedene Filterfragen zur Stichprobenkontrolle: Zunächst wird geklärt, ob der Teilnehmer an der Befragung teilnehmen kann. Dies ist dann gegeben, wenn er

- in den letzten zwei Jahren ein Kind in einem Kindersitz/Babysitz
- auf dem Vordersitz eines Pkw befördert hat,
- der einen Airbag für den Beifahrer hatte.

Gleichzeitig erhält der Teilnehmer die Option, an dieser Stelle die Befragung abubrechen. Die nächste Filterfrage betrifft den Zeitpunkt, wann ein Kind zum letzten Mal auf die beschriebene Weise befördert worden ist:

- a) innerhalb der letzten 30 Tage,
- b) innerhalb der letzten 2 Jahre,
- c) vor mehr als 2 Jahren.

Dies sind die grundsätzlichen Verzweigungen, d. h. ,a) leitet auf den zu a) gehörigen Fragenblock, der die letzte fragliche Beförderungssituation thematisiert. Die Auswahl von b) leitet zum entsprechenden Fragenblock, allerdings werden die Befragten aufgefordert, sich auf einen typischen Beförderungsfall der letzten zwei Jahre zu beziehen. Innerhalb der Blöcke a) und b) gibt es eine Reihe weiterer Verzweigungen, die sich auf die Beförderungssituation und daraus entstehenden Fallunterscheidungen beziehen (z. B. wer alles auf dem Beifahrersitz befördert wird: Kind oder Erwachsener bei aktiviertem oder deaktiviertem Airbag). Bei c) wird dem Teilnehmer mitgeteilt, dass er leider nicht an der Befragung teilnehmen kann, da seine Erinnerungen an den Beförderungsfall zu lange zurückliegen.

Der Fragebogen umfasst drei Teile:

- Fragen zur Beförderungssituation,
- Fragen zur Konstellation Airbag/KSS,
- Angaben zur befragten Person sowie zur Haushaltsstruktur.

Die Fragen zur Beförderungssituation umfassen zunächst Angaben zum Fahrzeug, zum beförderten Kind, zum verwendeten KSS, Fahrtzweck und Fahrtdauer. Dann wird mit verschiedenen Verzweigungen die Beförderungssituation genauer abgefragt, z. B. ob der Airbag aktiviert oder deaktiviert war, ob zwischenzeitlich andere Personen auf dem Beifahrersitz befördert worden sind und wie häufig dies vorkommt, ob die Befragten wissen, wie der Airbag (de)aktiviert werden kann, warum er nicht (de)aktiviert war.

Die Fragen zur Konstellation Airbag/KSS zielen in erster Linie auf Gefährlichkeits- und Risikoeinschätzungen der Befragten und ziehen dabei die von den Nutzern verwendeten Informationsquellen mit ein. Darüber hinaus sollen die Befragten schildern, ob sie wissen, wie der Beifahrerairbag (de)aktiviert werden kann, und wenn ja, wie dies genau vor sich geht. Ebenso werden frühere Erfahrungen mit der Airbagdeaktivierung abgefragt.

Abschließend folgt eine Reihe soziographischer Angaben wie z. B. Wohnort, Schulabschluss und Haushaltsstruktur (Alter, Geschlecht, Familienstand, Staatsangehörigkeit der einzelnen Haushaltsmitglieder). Diese Angaben dienen der Beschreibung und Kontrolle der Stichprobe.

6.1.2 Stichprobe

Wie oben erwähnt, ist eine Internetbefragung mit einer Reihe technischer und methodischer Schwierigkeiten behaftet. Nicht alle der oben erwähnten Probleme treffen allerdings für diese Studie zu. So lassen sich in unserem Falle Abbrecher, d. h. diejenigen, die begonnen haben, den Fragebogen auszufüllen, ihn aber nicht bis zum Ende beantwortet haben, erfassen. Auch hinsichtlich der Möglichkeiten des Internetzugangs der untersuchten Stichprobe besteht Optimismus: Im Jahre 2007 lag in Deutschland der Anteil der Personen im Alter zwischen 16 und 74 Jahren, die durchschnittlich mindestens einmal pro Woche auf das Internet zugegriffen haben, bei etwa 70 % [eurostat, 2008]. Da in der Untersuchungsstichprobe in erster Linie junge Familien bzw. junge Eltern angesprochen werden, ist von einem höheren Anteil an Internetzugänglichkeit bzw. Internetnutzung auszugehen.

Dennoch wird es auch in diesem Falle kaum möglich sein, exakt zu bestimmen, welche Grundgesamtheit der zufälligen Auswahl der Stichprobe zugrunde liegt. Dies ist aber notwendig, um von den besonderen Verhältnissen einer vorliegenden Stichprobe zu verallgemeinerbaren Aussagen zu kommen. Die zu untersuchende Stichprobe wird definiert als diejenigen Nutzer, die aktuell bzw. innerhalb der letzten zwei Jahre ein Kind in einem Kindersitz/Babysitz auf dem Beifahrerplatz in einem Fahrzeug mit Beifahrerairbag befördert haben. Da die zugehörige Grundgesamtheit also nicht in allen relevanten Merkmalen bekannt ist, zudem wie erwähnt weitere methodische Einschränkungen gelten, kann die Untersuchung das Kriterium der Re-

präsentativität nicht erfüllen. Insofern sind die erzielten Ergebnisse im Sinne von Trendaussagen zu betrachten.

Der Zugang zu Befragungsteilnehmern soll in erster Linie über eine Reihe einschlägiger Zeitschriften erfolgen. Dabei handelt es sich zum einen um „Eltern“ und „automotorundsport“ sowie die Magazine der wichtigsten Automobilclubs. Zum anderen kommen auch überregionale Tageszeitungen, die über eine verkehrsbezogene Beilage verfügen, infrage. Zusätzliche Quellen sind Internetportale, die sich speziell mit dem Thema Kindersicherheit oder auch allgemein mit Eltern-/Kindthemen befassen.

6.2 Aufbau der Feldstudie

Mit der Internetbefragung verbindet sich die Hoffnung, trotz der methodischen Einschränkungen eine relativ große Anzahl von Fällen/Antworten zu erhalten. Dennoch muss die Internetbefragung durch eine zwar aufwändigere, aber in ihren Ergebnissen vermutlich besser verallgemeinerbare Felderhebung ergänzt werden.

6.2.1 Fragebogen

Für die Felderhebungen war vorgesehen, einen möglichst kurzen Fragebogen zu erstellen (ca. 5 Minuten), da die zu befragenden Personen an aus-

gewählten Kontaktplätzen in ihrer aktuellen Beförderungssituation angesprochen werden sollten. Daher musste sich der Fragebogen auf die wesentlichsten Aspekte konzentrieren, thematisiert aber dennoch analog zur Internetbefragung beide zentralen Fehlbenutzungsfälle (Kind/KSS bei aktiviertem, andere Person bei deaktiviertem Beifahrerairbag). Er thematisiert folgende Aspekte:

- war der Airbag aktiviert,
- als wie gefährlich wird die Situation von den Befragten eingestuft,
- warum war der Airbag ggf. nicht deaktiviert,
- wurden weitere Personen zwischenzeitlich auf dem Beifahrerplatz befördert,
- wie häufig kommt ein solcher Wechsel vor,
- wer hat den Airbag (de)aktiviert,
- auf welche Art und Weise wurde der Airbag (de)aktiviert?

Abschließend folgen Angaben zur interviewten Person, zum Fahrzeug, zu Fahrtzweck und Fahrdauer etc.

Um die „Verzweigungslogik“ des Fragebogens besser nachvollziehen zu können, zeigt Bild 13 die zugrunde liegende Struktur. Die Nummerierungen in der Abbildung entsprechen den Fragenummern.

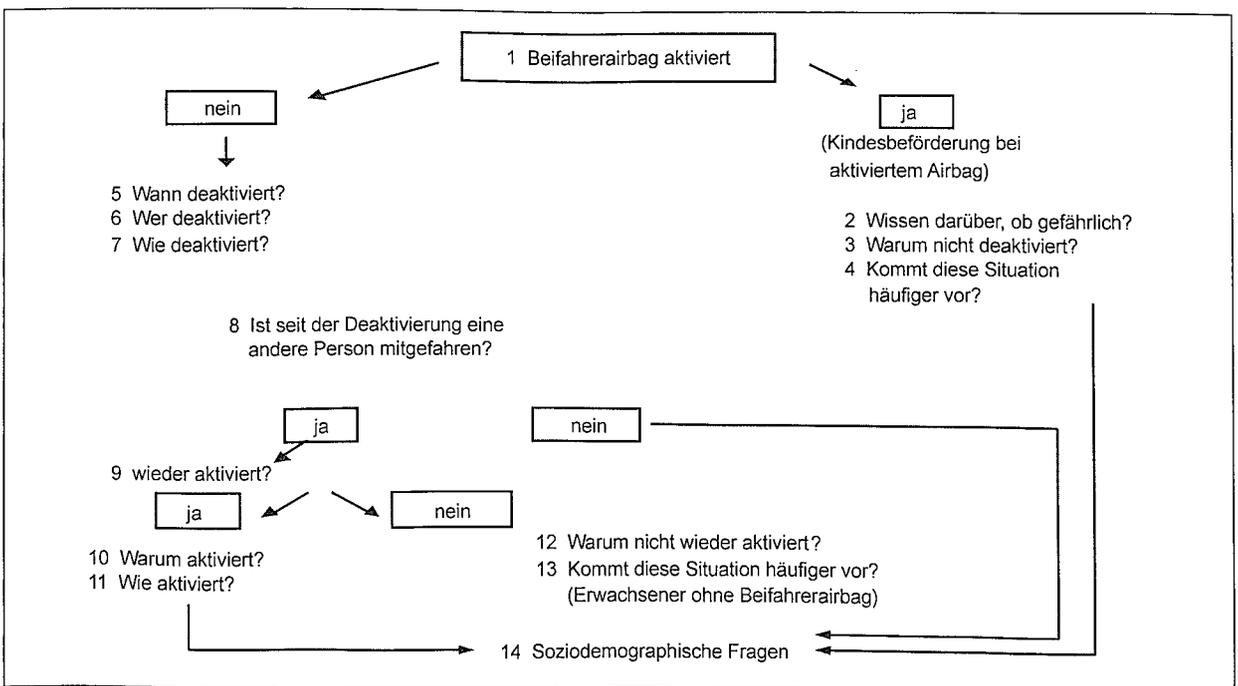


Bild 13: Struktur des Fragebogens für die Felderhebung

6.2.2 Stichprobe

Das ursprüngliche Untersuchungsdesign sah vor, als Stichprobe diejenigen Personen auszuwählen, die gerade ein maximal zwei Jahre altes Kind befördert haben oder dies gerade tun wollen und die dafür ein Auto mit Beifahrerairbag benutzen und das Kind in einem (rückwärts gerichteten) KSS auf dem Beifahrersitz befördern. Ziel war eine Stichprobengröße von $n = 100$, davon sollten $n = 80$ in München, $n = 20$ in Berlin mit der gleichen Methodik erhoben werden. Wie u. a. Erfahrungen aus früheren Erhebungen vermuten ließen, stellte die Zielgröße von $n = 100$ Fällen erhebliche Anforderungen an die Durchführung der Feldstudien, denn erfahrungsgemäß werden selten Nutzer mit auf dem Vordersitz gesicherten Kindern angetroffen. Die Erfahrungen in den Pretests bestätigten diese Vermutung, denn es konnten nur wenige Fälle bei gleichzeitig hohem Zeitaufwand gesammelt werden. Daher wurde die Stichprobendefinition leicht modifiziert: Als Stichprobe gilt somit nicht nur der oben beschriebene Fall, sondern es werden auch retrospektiv alle Personen einbezogen, die innerhalb der letzten zwei Jahre ein maximal zwei Jahre altes Kind auf dem Beifahrersitz in einem KSS gesichert und ein Fahrzeug mit Beifahrerairbag benutzt haben. Da allerdings – ähnlich wie in der Internetbefragung – bestimmte soziodemographische und psychographische Merkmale der Stichprobe zugrunde liegenden Grundgesamtheit nicht bekannt sind, können die aus der Felderhebung erzielten Ergebnisse nicht als uneingeschränkt verallgemeinerbar gelten.

6.3 Durchführung der Felderhebungen

Ein zentrales Element dieser Studie war die Befragung von Personen, die gerade ein Kind im Fahrzeug befördert hatten bzw. im Begriff waren, dies zu tun. In diesen Echtsituationen im Feld konnten sonst typische Befragungsfehler und verzerrende Antworttendenzen weitgehend durch den Interviewer, der gleichzeitig ein Beobachter war, vermieden und kontrolliert werden. Der Nachteil gegenüber schriftlichen Befragungen bestand im größeren Aufwand. Zwar waren die Interviews bewusst kurz angelegt, um die Verweigerungsquote zu minimieren, aber es zeigte sich bald, dass es recht zeitaufwändig war, Beförderungssituationen aufzufinden, die zur Fragestellung passten. Auf solche Fälle muss-

ten die Interviewer oft relativ lange warten, insbesondere wegen der wesentlich häufigeren Beförderung der Kinder auf dem Rücksitz. Deshalb wurde während der Untersuchung beschlossen, auch Personen zu befragen, die zwar nicht in der angetroffenen Situation, aber nach eigener Aussage vor kurzem eine der gesuchten Beförderungsfahrten durchgeführt hatten. Diese retrospektiven Befragungen (vgl. Kapitel 6.2) stellen aber nur einen kleinen Teil der Gesamtstichprobe dar; von den insgesamt 140 Interviews waren 116 „in vivo“.

Ursprünglich waren die Interviews ausschließlich in Berlin und München geplant. Durch eine Zusammenarbeit mit der Universität des Saarlandes konnte jedoch die regionale Streuung erweitert werden. So ergaben sich letztlich 115 Befragungen, davon 54 in München, 21 in Berlin und 40 in Saarbrücken. Schließlich wurde noch eine Zusatzerhebung in Stuttgart vereinbart, die weitere 25 Interviews erbrachte. Insgesamt sind damit $n = 140$ Fälle zustande gekommen. Die Erhebungen wurden von insgesamt sechs geschulten Interviewern durchgeführt: je ein Interviewer in München, Saarbrücken bzw. Stuttgart, vier Interviewer in Berlin. In jeder Stadt gab es wiederum verschiedene Standorte, an denen verstärkt mit dem Auftreten der Zielgruppe gerechnet werden konnte (z. B. Kindertagesstätten, Supermarktparkplätze, Bäder zu Zeiten von Babyschwimmkursen usw.). Diese Kontaktpunkte wurden von den Interviewern aufgesucht; gleichzeitig wurde damit sichergestellt, dass unterschiedliche Fahrtzwecke (Einkauf, Holen/ Bringen, Freizeitfahrt) im Rahmen der Erhebungen streuten. Die Felderhebungen wurden von Februar bis Anfang Juli 2008 überwiegend an Wochentagen, in geringerem Maße auch an Wochenenden durchgeführt. Die Zusatzerhebung in Stuttgart erfolgte im Februar 2009 an 10 aufeinanderfolgenden Tagen.

Die zentralen Themen der Befragung waren die beiden Arten von Missbrauch des Beifahrerairbags:

- Kindesbeförderung mit aktiviertem Beifahrerairbag (Missbrauch erster Art),
- Personenbeförderung mit deaktiviertem Beifahrerairbag (Missbrauch zweiter Art).

Die Befragung dauerte jeweils zwischen 5 und 10 Minuten. Im folgenden Kapitel sind die wichtigsten Ergebnisse der Befragung wiedergegeben.

6.4 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden zunächst die Ergebnisse der Felderhebung und dann ergänzend die Ergebnisse der Internet-Erhebung dargestellt.

6.4.1 Ergebnisse der Feldbefragung

In diesem Kapitel stehen die Erkenntnisse zum Missbrauch des Beifahrerairbags im Mittelpunkt. Zunächst wird aber die erfasste Stichprobe beschrieben. Dies geschieht zum besseren Verständnis der folgenden Ergebnisse, aber auch, um die Daten aus der Onlinebefragung vergleichend einordnen zu können.

Die Gesprächspartner

Mehr als drei Viertel der Befragten (76,4 %) waren weiblich. In 97,4 % der Fälle war die befragte Person ein Elternteil des beförderten Kindes. Diese Konstellation war also der Regelfall, wobei die Beförderungen durch Vater bzw. Mutter etwa im Verhältnis 1:3 standen. Das Alter der befördernden Personen variierte zwischen 24 und 69 Jahren mit einem Mittelwert von ca. 33 Jahren. Die Kinder waren im Mittel zwischen acht und neun Monate alt.

Die Kraftfahrzeuge

Die Fahrzeuge entfielen auf 20 verschiedene Hersteller. Am häufigsten waren die Marken VW (36), Skoda (14), Audi (15) und Mercedes (15) vertreten. Die Autos stammten aus den Jahren 1997 bis 2008. Der Median fiel auf das Baujahr 2005. Die betrachtete Fahrzeugflotte war also relativ neu. Vermutlich war die Geburt ihres Kindes für viele Familien ein Anlass zum Kauf eines Neuwagens. Weiterhin ist zu bedenken, dass die Suche nach Fahrzeugen mit Beifahrerairbag automatisch ältere Fahrzeuge ausschließt. So wurden die ersten Beifahrerairbags in Mittelklassefahrzeugen ab ca. 1994 eingebaut und zu diesem Zeitpunkt in der Regel als Sonderausstattung. Erst gegen Ende der 90er Jahre waren Beifahrerairbags als Serienausstattung weit verbreitet.

Die Kindersitze

Bild 14 zeigt die Verteilung der Kindersitzgruppen. Der Großteil entfällt dabei erhebungsbedingt auf die Gruppe 0+.

Beförderungssituation

Verschiedene Fragen sollten dabei helfen, die Beförderungssituation besser beschreiben zu können bzw. zu beurteilen, wie typisch sie für die beteiligten Personen waren. Dazu wurde zunächst offen nach dem Zweck der Beförderung gefragt und die Zwecke danach zu Gruppen zusammengefasst. Bild 15 zeigt das Ergebnis.

Die dominierenden Fahrtzwecke waren „Einkauf“ (43,6 %) sowie „Holen und Bringen“ (32,1 %), gefolgt von „Freizeit“ (14,3 %). Diese Häufigkeiten sind ohne Erklärungswert, da das Auffinden eines bestimmten Fahrtzweckes durch den Befragungsstandort mehr oder weniger determiniert ist. Es sollte aber auch berechnet werden können, ob festgestellte Missbrauchsquoten mit dem jeweiligen Fahrtzweck variieren. Die Ergebnisse werden im Folgenden erläutert. Aufgrund der angestrebten Kürze des Fragebogens wurden Wegeketten nicht erfasst. Hierzu sind in der Internetbefragung genauere Nachfragen enthalten.

Mit dem Fahrtzweck variiert die Fahrdauer, deren Verteilung Bild 16 in zusammengefasster Form wiedergibt. Längere Fahrten waren selten: 83,6 % aller Fahrten dauerten maximal eine halbe Stunde.

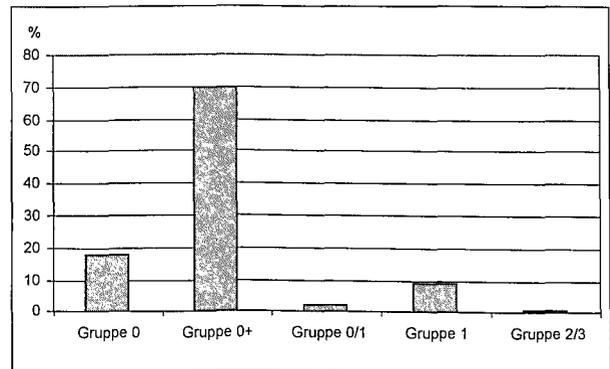


Bild 14: Kindersitzsysteme nach ECE-Systemgruppen

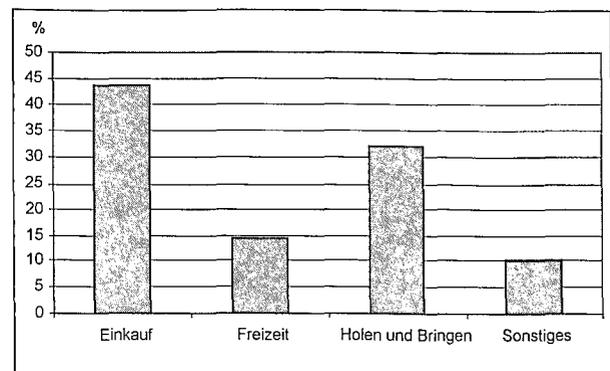


Bild 15: Fahrtzweck der Kindsbeförderung

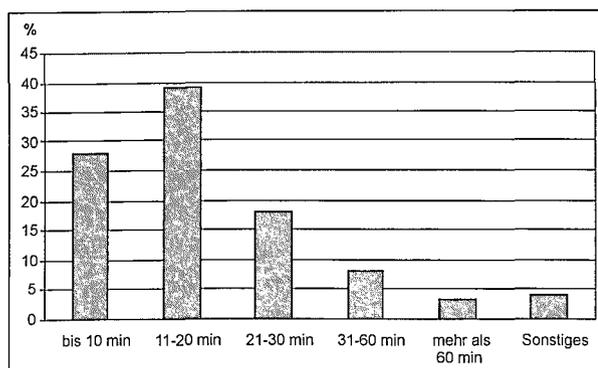


Bild 16: Fahrdauer der Kindsbeförderung

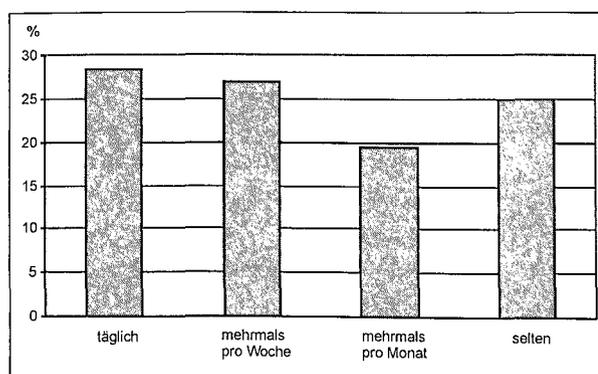


Bild 17: Wie oft wird das Kind auf diese Weise befördert?

Besonders wichtig war die Frage, wie typisch die aufgefundene Beförderungssituation war. Deshalb ist die Frage gestellt worden, wie oft das Kind auf die im Interview beschriebene Weise befördert wird. Die Antworten in Bild 17 zeigen, dass der überwiegende Teil der erhobenen Situationen regelmäßig auftritt.

Missbrauch erster Art: Kindsbeförderung mit aktiviertem Beifahrerairbag

Ein wesentliches Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, die Quote zu ermitteln, mit der diese Beförderungssituation auftritt, und mit welchen Parametern sie systematisch variiert. Von allen 140 Befragten hatten 117 den Beifahrerairbag deaktiviert, in 20 Fällen war dies nicht geschehen. Dies entspricht einer Fehlerquote von 14,6 %. Bei Beschränkung auf die Auswertung der in-vivo-Befragungen steigt die Quote leicht an (16,8 %).

Wurde im Interview eine Missbrauchssituation festgestellt, dann folgten verschiedene Fragen zur Klärung der Hintergründe für dieses Verhalten. Die Frage, ob diese Konstellation für das Kind gefährlich wäre, wurde in 62,5 % der Missbrauchsfälle bejaht, d. h., über 7 % aller Befragten nahmen dieses

Risiko für das Kind bewusst in Kauf! Bei der direkten Nachfrage, warum der Airbag in der angetroffenen Situation nicht deaktiviert war, verteilten sich die Antworten etwa gleich auf die Rubriken „ist mir nicht in den Sinn gekommen“, „umständlich“, „weiß nicht, wie das geht“ und „Situation ist nicht so gefährlich“. Wegen der kleinen Fallzahlen soll dieses Ergebnis nicht überbewertet, sondern durch die Onlinebefragung später ergänzt werden. Auf die Frage, ob die Situation in der vorliegenden Form häufiger vorkomme, antworteten lediglich 25 % mit „ja“. Natürlich stellt dies wegen der klaren sozialen Erwünschtheit der gegenteiligen Antwort lediglich eine untere Abschätzung dar.

Leichte Variationen der mittleren Quote von 14,6 % ergaben sich für Fahrzeuge bestimmter Hersteller wie Skoda (0,0 %), BMW (9,1 %), Fiat (14,3 %), Audi (26,7 %), Mercedes (15,4 %), VW (16,7 %). Wegen der größeren Fallzahlen bei der Onlinebefragung bestand die Vermutung, dass hier insbesondere deren Ergebnisse interessant sein könnten. Dies bestätigte sich aber wegen der zu geringen Fallzahlen nicht.

Wesentlich klarer als beim Hersteller ist der Einfluss des Baujahres des Kfz auf die Missbrauchsquote; diese steigt mit dem Alter des Autos hoch signifikant an ($p < 0.001$, Chi-Quadrat-Test), vgl. Tabelle 2). Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass die Airbagdeaktivierung bei älteren Fahrzeugen deutlich umständlicher ist (permanente Werkstattabschaltung bei alten Fahrzeugen und Schüsselschalter bzw. automatische Deaktivierung bei neueren Fahrzeugen).

Dies führt unmittelbar zur Frage nach der Art der Abschaltung des Airbags: Die meisten Fahrzeuge waren mit einem Schüsselschalter ausgerüstet, d. h., in 73,6 % der Fälle haben die Befragten den Airbag mit Hilfe eines solchen Schalters selbst deaktiviert. 7,9 % haben die Abschaltung in einer Werkstatt vornehmen lassen, bei 5,0 % der Fahrzeuge der untersuchten Stichprobe gab es eine automatische Sitzerkennung. Bei 13,6 % der Befragten war keine klare Auskunft zu erzielen.

Leider lässt sich aus den Daten nicht direkt zuordnen („missing data“ bzw. „weiß nicht“), welcher Missbrauch auf welchen Hersteller und auf welchen Abschaltmodus fällt. Allerdings ließ sich bei den meisten Fällen die Airbagdeaktivierungsmöglichkeit nachrecherchieren. Unter Berücksichtigung dieser Daten traten Missbrauchsfälle unter der in Bild 18 dargestellten Verteilung auf.

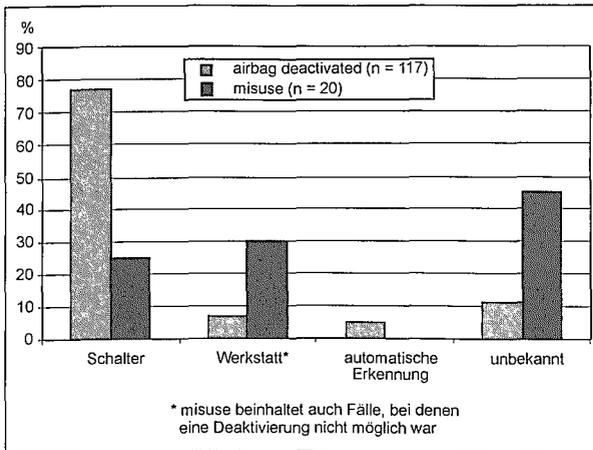


Bild 18: Vergleich der Fehlbenutzung bei verschiedenen Deaktivierungsmöglichkeiten

Offensichtlich gibt es einen Zusammenhang zwischen der Abschaltungstechnik und der Häufigkeit von Fehlbenutzung. Insbesondere bei der Abschaltung durch eine Werkstatt ist zu sehen, dass dieser umständliche Weg zu einer sehr hohen Fehlbenutzungsrate führt. Demgegenüber ist die Fehlbedienungsquote im Fall des Schlüsselschalters viel geringer. Bei Fahrzeugen, die mit einer automatischen Umschaltung bei automatischer Kindersitzerkennung ausgestattet waren, wurde kein einziger Fall von Missbrauch festgestellt.

Das Alter der Interviewpartner hatte keinen statistisch signifikanten Einfluss auf das Sicherungsverhalten. Es gibt aber einen Trend dahingehend, dass die jüngsten und ältesten Fahrer am sorgfältigsten sicherten, während die Missbrauchsquote der Fahrer um 30 Jahre leicht erhöht war. Dies kann als eine Hypothese aufgefasst werden, die mittels der Onlinebefragung überprüft wird. Tabelle 3 zeigt den Unterschied in der Quote zwischen den Geschlechtern. Frauen deaktivierten den Airbag zwar häufiger, aber dieser Effekt verfehlt die Signifikanzgrenze. Dieser Befund deckt sich mit Erkenntnissen zum Fehlgebrauch von KSS [FASTENMEIER & LEHNIG, 2006].

Die Betrachtung der einzelnen Fahrtzwecke ergibt keine signifikanten Unterschiede beim Missbrauch erster Ordnung: Die Quoten liegen beim Einkauf bei 12,1 %, bei Freizeitfahrten bei 15,0 % sowie beim Holen und Bringen bei 17,8 %.

Bei der Betrachtung der Fahrtdauer lässt sich ein deutliches Übergewicht kurzer Fahrten feststellen. 65,2 % aller Fahrten dauerten höchstens 20 Minuten. Ein linearer Zusammenhang mit der Missbrauchsquote zeigt sich allerdings nicht. Tenden-

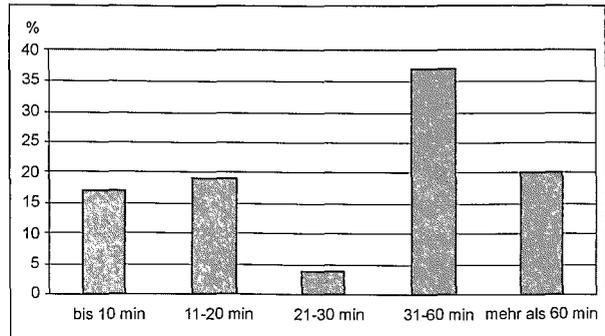


Bild 19: Fahrtdauer und Beifahrerairbagaktivierung

ziell ergibt sich eher eine U-Funktion. Die längsten Fahrten weisen die höchste Quote auf, aber auch die ganz kurzen Strecken (unter 10 Minuten) werden überdurchschnittlich häufig mit aktiviertem Airbag befahren. Am günstigsten fällt die Quote dagegen im Bereich mittlerer Fahrtdauern aus. Statistisch bedeutsam sind die geschilderten Unterschiede jedoch nicht (vgl. auch Bild 19).

Schließlich wurde nach der Häufigkeit und Regelmäßigkeit des Auftretens der Beförderungskonstellation gefragt (vgl. Bild 20). Dabei zeigte sich ein deutlicher Effekt: Werden die täglichen und mehrmals pro Woche stattfindenden Fahrten zusammengefasst, ergibt sich eine Missbrauchsquote von lediglich 5,4 % gegenüber 26,2 % für die selteneren Fahrten (mehrmals pro Monat und seltener). Dieser Unterschied ist hoch signifikant (Chi-Quadrat, $p < 0.01$). Tendenziell sind die selteneren Fahrten auch die längsten, was den weiter oben beschriebenen Effekt teilweise erklären könnte. Die Vermutung liegt nahe, dass bei routinemäßig durchgeführten Fahrten – zu vergleichbaren Zeiten, Zwecken und auf festen Strecken – Verhaltensgewohnheiten entstehen, zu denen auch die Prüfung und/oder Abschaltung des Beifahrerairbags gehört.

Andererseits gibt es auch Hinweise anderer Art, die dieser Annahme entgegenstehen: In Erhebungen zur fehlerhaften Nutzung von KSS erwies sich der Routinegrad der Nutzer in der Handhabung von KSS nicht als positiver Einflussfaktor für Misuse-Schwere und Fehleranzahl [FASTENMEIER & LEHNIG, 2006].

Ein weiterer Effekt zeigt sich bei Betrachtung des Kindesalters: Die Missbrauchsquote steigt mit dem Lebensalter des beförderten Kindes leicht an (vgl. Bild 21). Dieser Effekt ist jedoch nicht signifikant.

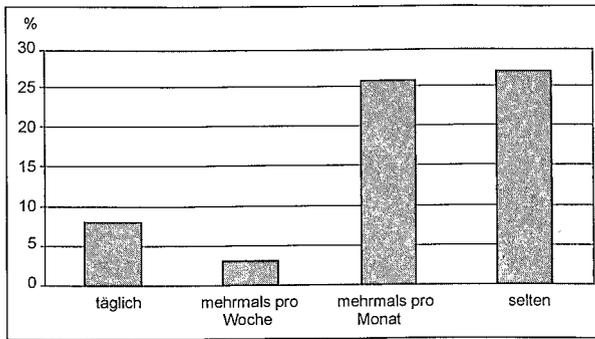


Bild 20: Häufigkeit der Kindsbeförderung bei aktiviertem Beifahrerairbag

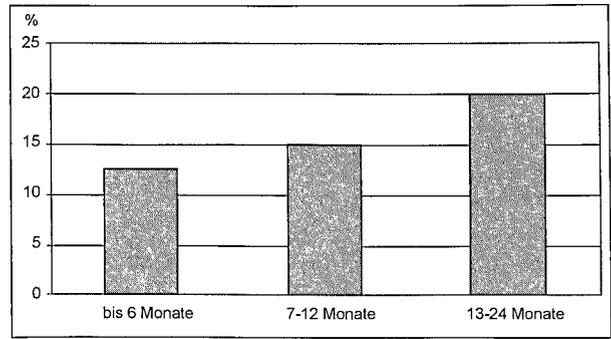


Bild 21: Alter des Kindes und Beifahrerairbagaktivierung (Missbrauchsquote in %)

		Beifahrerairbag aktiviert'?		
		ja	nein	Gesamt
bis 2000	Anzahl	6	5	11
	% von Baujahr	54,5 %	45,5 %	100,0 %
	% von Beifahrerairbag aktiviert'?	26,1 %	4,3 %	8,0 %
	% der Gesamtzahl	4,3 %	3,6 %	8,0 %
2001-2005	Anzahl	12	58	70
	% von Baujahr	17,1 %	82,9 %	100,0 %
	% von Beifahrerairbag aktiviert'?	52,2 %	50,4 %	50,7 %
	% der Gesamtzahl	8,7 %	42,0 %	50,7 %
nach 2005	Anzahl	5	52	57
	% von Baujahr	8,8 %	91,2 %	100,0 %
	% von Beifahrerairbag aktiviert'?	21,7 %	45,2 %	41,3 %
	% der Gesamtzahl	3,6 %	37,7 %	41,3 %
Gesamt	Anzahl	23	115	138
	% von Baujahr	16,7 %	83,3 %	100,0 %
	% von Beifahrerairbag aktiviert'?	100,0 %	100,0 %	100,0 %
	% der Gesamtzahl	16,7 %	83,3 %	100,0 %

Tab. 2: Baujahr des Fahrzeugs und Beifahrerairbagaktivierung

		Beifahrerairbag aktiviert'?		
		ja	nein	Gesamt
männlich	Anzahl	7	26	33
	% von Geschlecht Interviewpartner	21,2 %	78,8 %	100,0 %
	% von Beifahrerairbag aktiviert'?	35,0 %	22,2 %	24,1 %
	% der Gesamtzahl	5,1 %	19,0 %	24,1 %
weiblich	Anzahl	13	91	104
	% von Geschlecht Interviewpartner	12,5 %	87,5 %	100,0 %
	% von Beifahrerairbag aktiviert'?	65,0 %	77,8 %	75,9 %
	% der Gesamtzahl	9,5 %	66,4 %	75,9 %
Gesamt	Anzahl	20	117	137
	% von Geschlecht Interviewpartner	14,6 %	85,4 %	100,0 %
	% von Beifahrerairbag aktiviert'?	100,0 %	100,0 %	100,0 %
	% der Gesamtzahl	14,6 %	85,4 %	100,0 %

Tab. 3: Geschlecht der Interviewpartner und Beifahrerairbagaktivierung

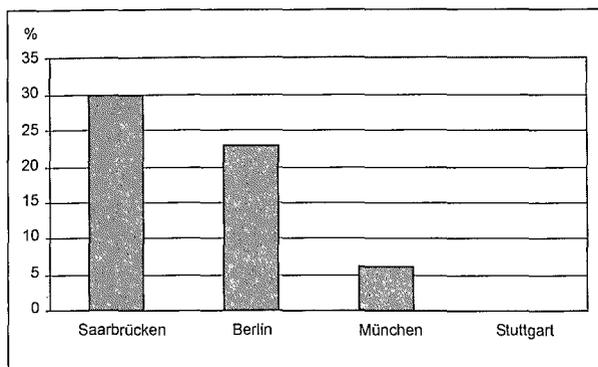


Bild 22: Erhebungsort und Beifahrerairbagaktivierung (Missbrauchsquote in %)

Der deutlichste Effekt ist überraschenderweise ein regionaler: Die Missbrauchsquote unterscheidet sich drastisch zwischen den Städten, in denen die Erhebungen durchgeführt wurden, wie Bild 22 ausweist.

Die Unterschiede zwischen den Städten sind statistisch hoch signifikant ($p < 0.01$, Chi-Quadrat-Test). Während die Missbrauchsrate in München lediglich 5,6 % beträgt, liegt sie in Berlin bei 23,8 % und in Saarbrücken sogar bei 30,0 %. Für Stuttgart ergibt sich dagegen ein Wert von 0 %! Die oben angegebene Gesamtquote von 14,6 % unterschätzt also offenbar die relative Missbrauchshäufigkeit, da die Münchener und Stuttgarter Teilstichprobe bereits über die Hälfte der Befragten enthält (56,5 %). Natürlich kommt dabei zunächst der Gedanke auf, dass die Erhebungen in den verschiedenen Städten sehr unterschiedlich gehandhabt worden sind. Dies ist wahrscheinlich auszuschließen, da der Fragebogen und die aufzusuchenden Situationen klar definiert waren. Auch in den Probeerhebungen ergaben sich keinerlei Hinweise etwa auf Verständnisschwierigkeiten seitens der interviewten Personen. Zwar wurden die Befragungen in den drei Städten von unterschiedlichen Personen durchgeführt, aber die Standardisierung von Erhebungsinstrument und Untersuchungssituation ließ wenig Spielraum für die Interviewer. Zumindest bei der Größe der Effekte kann dies daher keine entscheidende Rolle gespielt haben.

Es muss also untersucht werden, ob sich die örtlichen Teilstichproben hinsichtlich der Variablen, die die Missbrauchsquote moderieren, unterscheiden. Tatsächlich ergeben sich mindestens zwei Faktoren, die die geringere Quote in München und Stuttgart zumindest teilweise zu erklären vermögen. So gab es in München und Stuttgart sehr viele weibliche Interviewpartner (83,3 %) und die neueste Au-

toflotte (lediglich 1,9 % der Münchener Fahrzeuge älter als 2001). Außerdem waren 29,6 % der Münchener Interviews „Retroiderviews“, in denen die Missbrauchsquote gegenüber den „in vivo“-Befragungen etwas unterschätzt wird. Wird die Missbrauchsquote in München nur für die in-vivo-Teilstichprobe berechnet, fällt der Wert mit 7,9 % allerdings immer noch vergleichsweise klein aus.

Andererseits unterscheiden sich die Münchener und Stuttgarter Stichprobe in zweierlei Hinsicht von denen in Berlin und Saarbrücken in einer Weise, die eher eine Überschätzung der Missbrauchsquote nahelegen würde. Zum einen waren in München und Stuttgart kurze Fahrten besonders häufig (42,6 % bzw. 28,0 % < 10 Minuten), zum anderen wurden z. B. in Berlin durchschnittlich wesentlich jüngere Kinder befördert.

Insgesamt ist also davon auszugehen, dass es zwischen unterschiedlichen Regionen auch variierende Missbrauchsquoten gibt. Eine naheliegende Hypothese geht in Richtung schichtspezifischer Unterschiede bei den befragten Personengruppen zwischen den Städten. Merkmale wie Bildungsstand, Einkommenshöhe oder berufliche Position sind bewusst vermieden worden, um die Befragung möglichst kurz zu halten und die Interviewpartner nicht mit scheinbar nicht zum Thema gehörigen Fragen zu verärgern. Mit der Variation der Befragungsstandorte pro Stadt sollte auch eine gewisse Streuung in dieser Hinsicht angestrebt werden, wobei es in München allerdings prinzipiell ziemlich schwerfällt, „soziale Brennpunkte“ aufzufinden. Der wesentlich neuere Pkw-Bestand in der Münchener Stichprobe könnte als Hinweis in diese Erklärungsrichtung aufgefasst werden. Bei der Besprechung der Online-Befragung wird noch einmal auf die Rolle der Schichtmerkmale Bezug genommen werden.

Informationen zur Deaktivierung des Beifahrerairbags

In der überwiegenden Anzahl der Interviews war der Missbrauch erster Art durch die rechtzeitige Deaktivierung des Beifahrerairbags vermieden worden. In diesen Fällen wurde eine Reihe von Fragen zu den Umständen dieser Abschaltung gestellt.

Zunächst wurde nach dem Zeitpunkt der Deaktivierung unterschieden. Dabei war das Ziel, dauerhafte Abschaltungen von situativen (also bei jeder Fahrt neu durchzuführenden) zu trennen. Dabei entfielen über zwei Drittel aller Fälle auf die situative Ab-

schaltung. Daher antwortete auch die große Mehrheit derjenigen, die die Frage beantworten konnten, sie hätte die Deaktivierung selbst vorgenommen (85,1 %), während 9,1 % eine Werkstatt aufgesucht hatten und 5,8 % Autos mit einer automatischen Abschaltung fuhren.

Missbrauch zweiter Art: Beförderung von Personen auf dem Beifahrersitz ohne aktivierten Beifahrerairbag

In 58 Interviews wurde die Frage bejaht, ob seit der Abschaltung des Beifahrerairbags eine andere Person auf dem Beifahrersitz befördert worden wäre. In nur 6 Fällen davon sei der Airbag nicht wieder aktiv gewesen. Dies entspräche einer Missbrauchsquote von 10,3 %. Die Frage nach den Gründen der mangelnden Neuaktivierung lässt sich wegen der geringen Fallzahl nicht seriös interpretieren; leider trifft dies auch für die Onlinebefragung zu. Auch bei dieser Art der Fehlnutzung gibt es große örtliche Unterschiede. Wiederum sichern die Interviewpartner in der Münchener Teilstichprobe sehr sorgfältig (Missbrauch in 4,7 % der entsprechenden Beförderungsfälle). In Saarbrücken liegt die Quote dagegen bei 22,2 %, in Berlin sogar bei 33,3 % (vgl. Bild 23). Die Unterschiede sind trotz der kleinen Fallzahlen statistisch bedeutsam ($p < 0.05$, Chi-Quadrat-Test). In Stuttgart ergaben sich keine Fälle, in denen zwischendurch Erwachsene auf dem Beifahrersitz befördert worden wären, und damit keine Möglichkeiten für einen Missbrauch zweiter Art; deshalb fehlt die entsprechende Säule in Bild 23.

Weitere statistische Auswertungen zu dieser Form der Fehlnutzung (z. B. Kreuztabellierungen mit Fahrtmerkmalen) verbieten sich wegen der kleinen Teilstichprobe.

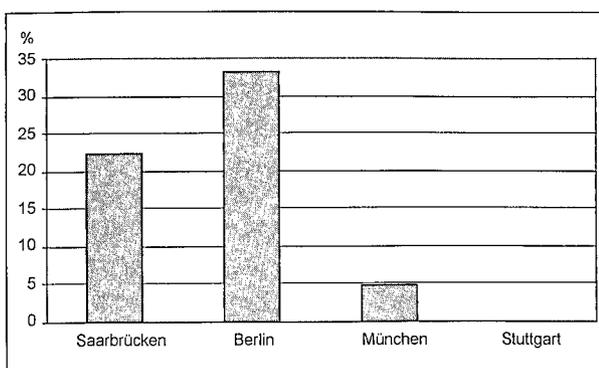


Bild 23: Erhebungsort und „War Beifahrerairbag wieder aktiviert?“ (Missbrauch zweiter Art, Missbrauchsquote in %)

Zusammenfassung

Mindestens jede fünfte Fahrt zur Kindesbeförderung auf dem Beifahrersitz wird mit aktiviertem Beifahrerairbag durchgeführt. Die Wahrscheinlichkeit eines solchen Missbrauchs variiert signifikant mit der Region („Nord-Süd-Gefälle“ zugunsten des Südens), dem Baujahr des Fahrzeugs (je jünger das Fahrzeug, desto weniger Missbrauch) und mit der Häufigkeit (seltener Fahrten mit mehr Missbrauch), mit der diese Beförderungskonstellation auftritt. Diese Unterschiede können als gesichert gelten.

Tendenziell variiert die Quote auch mit dem Geschlecht des Fahrers (Frauen zuverlässiger), der Fahrtdauer (sehr kurze sowie lange Fahrten, die in der Stichprobe selten vorkamen, öfter aktiviert) und dem Alter des beförderten Kindes (bessere Vorsorge für die Kleinsten).

Die Quote für den Missbrauch 2. Art scheint dagegen deutlich geringer auszufallen, liegt aber immerhin auch bei ungefähr 10 %. Allerdings fällt die Quote für den Missbrauch 2. Art in der Berliner Stichprobe höher aus als die Quote für Missbrauch erster Art (33,3 zu 23,8 %).

6.4.2 Ergebnisse der Internet-Befragung

Die Internetbefragung war von Januar bis Juli 2008 sowie zu Beginn des Jahres 2009 online. Das Bewerben der Befragung erwies sich als schwierig; schließlich kamen die Befragungen nahezu ausschließlich über das Portal der Zeitschrift „automotorundsport“ und das Onlineportal des ACE zustande. Eine Reihe weiterer Daten stammt aus einem Hinweis auf den Link in der Mitgliederzeitschrift des ACE. Einige weitere ausgefüllte Onlineformulare konnten nicht direkt auf eine Informationsquelle zurückgeführt werden. Aus einer Reihe von Bewerbungen weiterer Zeitschriften (z. B. Eltern) meldeten sich nahezu keine Interessenten.

6.4.3 Die Gesamtstichprobe

Insgesamt ergaben sich 309 auswertbare Fragebögen. Alle Teilnehmer hatten ein Kind auf dem Beifahrersitz in einem Auto mit Beifahrerairbag befördert. Diese Gesamtstichprobe wird im folgenden Text kurz beschrieben. Eine Teilmenge der Befragten ($n = 194$) führte die Kindesbeförderung in einem rückwärts gerichteten Kindersitz durch. Auf diese besonders interessierenden Fälle wird im An-

schluss an die Beschreibung der Gesamtstichprobe eingegangen. Leider ließ sich wegen eines datentechnischen Fehlers (Programmierung der Internetseite) nicht nachvollziehen, über welche Verzweigung (d. h., Kindsbeförderung innerhalb der letzten 30 Tage vs. innerhalb der letzten zwei Jahre) die Befragten eingestiegen waren.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass Onlinebefragungen oft wenig repräsentativ sind (vgl. Kapitel 6.1); dies wird im vorliegenden Fall eindrucksvoll bestätigt, wie die folgenden Daten zeigen. Dabei muss aber einschränkend gesagt werden: Die genaue Verteilung von Personenmerkmalen in der Grundgesamtheit aller Eltern, die ihre Kinder auf die für diese Studie interessante Weise befördern, ist nicht bekannt. Wird aber z. B. bezüglich des Geschlechts ein Vergleich mit der Felderhebung gezogen, in der drei Viertel aller befragten Personen Mütter waren, werden Verzerrungen deutlich. Von den Online-Befragten waren 54 % Männer. Ein Vergleich mit der Feldstudie ist dagegen bei der Frage nach den Schulabschlüssen der online-Befragten nicht möglich. Das Ergebnis spricht jedoch für sich: 73,7 % der Befragten hatten Abitur, lediglich 3,5 % einen Hauptschulabschluss. Die Stichprobe ist also mindestens in dreierlei Hinsicht „schief“: ein männliches Übergewicht (wohl durch den Leserkreis der „automotorundsport“), ein Bildungsfaktor (wohl überwiegend durch die Zugriffsmöglichkeit auf das Internet) und schließlich ein Expertenfaktor: Viele der Befragten gaben an, beruflich auf die eine oder andere Weise mit dem Thema befasst zu sein.

Die Fahrzeuge der Befragten entfielen auf 27 Hersteller. Ähnlich wie in der Felderhebung waren die häufigsten Fahrzeuge von VW (81), Mercedes (32) sowie Audi (24); relativ häufig vertreten waren auch Opel (21), BMW (19), Peugeot (18), Renault und Skoda (je 17) sowie Fiat und Citroën (je 13). Die Autos stammten aus dem Jahr 1993 und jünger, der Median fiel auf das Jahr 2004. Auch die Fahrzeugflotte der Internetbefragung war also recht neu. Hinsichtlich der Herkunft gaben 69,3 % der Befragten an, dass sie deutscher Herkunft sind; ihnen stehen 7,4 Befragte mit ausländischer Herkunft gegenüber, über 23,3 % verweigerten dazu die Auskunft.

Bei Betrachtung der Wohnorte der Befragten ergibt sich ein Übergewicht zugunsten von Großstadt/Balungsraum (39,0 %). Städte mittlerer Größe sind mit 19,9 %, Kleinstädte mit 22,6 % und ländliche Regionen mit 18,4 % vertreten.

Die Kindersitze

Bild 24 zeigt die Verteilung der von den Befragten benutzten Kindersitze. Der Fragestellung entsprechend entfällt der größte Teil auf KSS der Gruppe 0+ (44,1 %), aber auch Sitze der Gruppe 0 sind noch stark vertreten (12,4 %). Sitze der Gruppe 0/1 sind erwartungsgemäß selten, aber immerhin mit einem Anteil von 3,3 %. Etwas überraschend ist der hohe Anteil von Antworten, in denen vorwärts gerichtete KSS verwendet wurden. Fragen nach vorwärts gerichteter Sicherung bei Nutzung eines Beifahrerairbags waren zwar nicht in erster Linie das Interesse der Internetbefragung; im Sinne einer möglichst vollständigen Erfassung der Beförderungssituation waren sie aber ausdrücklich zugelassen. Möglicherweise deutet diese hohe Antwortquote auch auf eine gewisse Verunsicherung der Befragten hin. Zudem lässt sich schwer entscheiden, ob unter den vorwärts gerichteten KSS auch Missbrauchsfälle enthalten sind (es gibt keine gesetzliche Regelung, lediglich Herstellerempfehlungen). Darauf wird später nochmals eingegangen. Dies führt dazu, dass insgesamt 75 Befragte (also fast ein Drittel der Gesamtstichprobe) angaben, den Beifahrerairbag während der vorwärts gerichteten Beförderung von Kindern auf dem Beifahrersitz nicht deaktiviert zu haben. Auf die Frage nach den Gründen, antworteten 12,8 %, sie würden das für nicht so gefährlich halten, und 19,8 %, die Deaktivierung des Beifahrerairbags sei zu umständlich. Der größte Anteil der Antworten (29,1 %) entfällt auf die Aussage, das sei ihnen gar nicht in den Sinn gekommen, und immerhin 38,4 % antworteten mit „ich weiß nicht“.

52,8 % der Befragten verfügten in ihrem Fahrzeug über die Möglichkeit, den Beifahrerairbag mittels Schalters selbst zu (de)aktivieren, 4,9 % waren mit einer automatischen Sitzerkennung ausgestattet und 3,9 % mussten dazu eine Werkstatt aufsuchen.

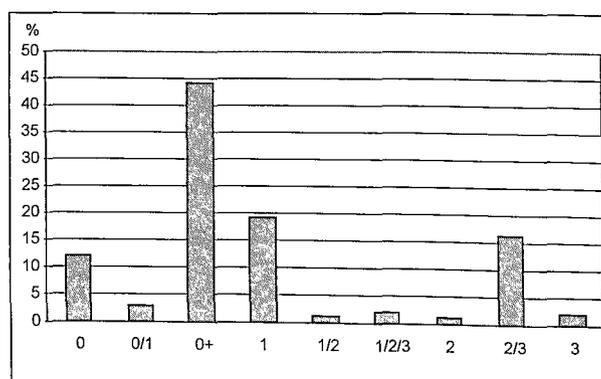


Bild 24: Kinderschutzsysteme nach ECE-Systemgruppen

Ein Drittel der Befragten (37,9 %) konnte oder wollte keine Auskunft darüber abgeben, wie ihr Beifahrerairbag zu (de)aktivieren ist.

Die Beförderungssituation

Analog zur Felderhebung gab es eine Reihe von Fragen, die helfen sollten, die Umstände der Beförderung genauer beschreiben zu können, um z. B. beurteilen zu können, wie typisch sie jeweils für die betroffenen Personen ist. Bei Betrachtung des Fahrtzwecks ergibt sich eine deutliche Verschiebung im Vergleich zu den Angaben der Felderhebung: In der Internetbefragung dominieren nicht Fahrten zum Zwecke des Einkaufs, sondern die Wegeketten, also die Verknüpfung mehrerer Fahrtzwecke (diese Option ist in der Feldbefragung nicht angeboten worden), mit 34,1; erst dann folgen der Einkauf (25,2 %), Fahrten zu Freizeitwecken (21,5 %) und als Letztes Holen und Bringen (19,2 %). Diese andersartige Verteilung führt auch zu deutlich längeren Fahrtauern: Dauerten in der Felderhebung noch 84,3 % aller Fahrten maximal eine halbe Stunde, so sind es in der Internetbefragung lediglich 63,6 %. Demgegenüber nehmen Fahrten mit mehr als 60 Minuten bereits über 20 % ein. Etwa $\frac{3}{4}$ der Befragten gaben an, dass es sich dabei jeweils um eine typische Situation gehandelt hätte.

Gefährdungseinschätzungen

Gefährdungseinschätzungen waren aufgrund der beschränkten Zeit in den Felderhebungen nicht durchgeführt worden. Für die Internetbefragung war dies aber sehr wohl vorgesehen. Sie erbrachte dazu die in Bild 25 dargestellten Ergebnisse.

Das Sicherheitsproblem für das Kind wird also klar erkannt, ein Informationsmanko gibt es nur in wenigen Fällen. Bei Betrachtung der Antworten der Teilgruppe derer, die tatsächlich ihre Kinder in einem rückwärts gerichteten Kindersitz befördert hatten, steigt die Einschätzung „extrem gefährlich“ sogar auf 86,9 % an. Dies trifft auch für die diejenigen Befragten zu, die falsch gehandelt haben. Die Frage nach den Quellen der Information zu diesem Thema beantworteten die Befragten wie in Bild 26 dargestellt.

Der geringe Anteil „Werkstatt“ in Bild 26 entspricht zwar etwa dem Anteil der Befragten, die zum Zweck der Beifahrerairbagabschaltung eine Werkstatt auf-

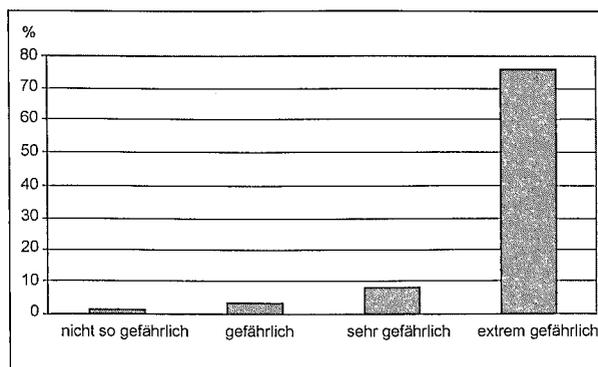


Bild 25: Antworten auf die Frage „Wie gefährlich ist es für ein Kind, bei aktiviertem Beifahrerairbag in einem rückwärts gerichteten Kindersitz auf dem Vordersitz befördert zu werden?“

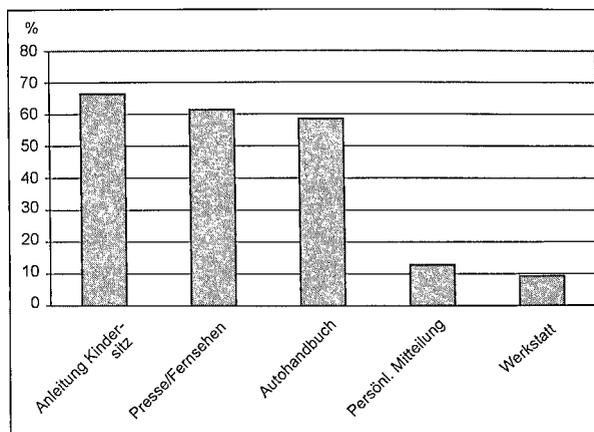


Bild 26: Antworten auf die Frage „Woher stammen Ihre Informationen über diese Situation?“ (Kindsbeförderung bei deaktiviertem Airbag)

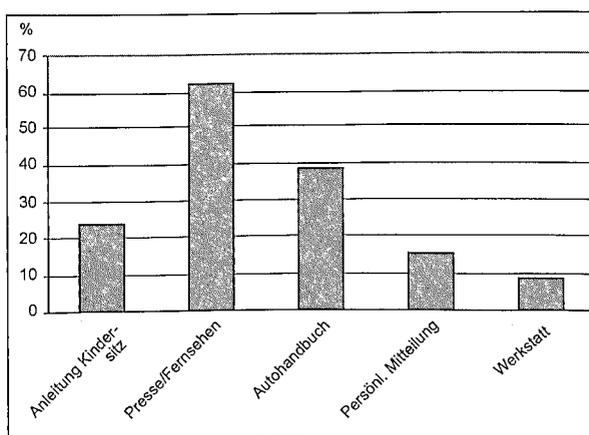


Bild 27: Antworten auf die Frage „Woher stammen Ihre Informationen über diese Situation?“ (Erwachsenenbeförderung bei deaktiviertem Airbag)

gesucht hatten, es gibt aber bei personenbezogener Analyse nur wenige Überschneidungen. Erstaunlich ist der geringe Anteil an persönlicher Kommunikation, die ganz durch die Massenmedien und die herstellereinspezifischen Angaben überlagert

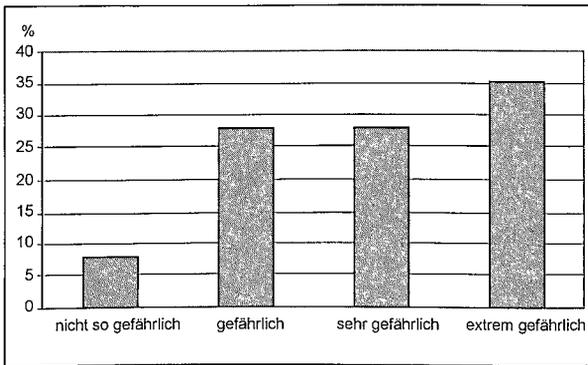


Bild 28: Antworten auf die Frage „Wie gefährlich ist es, wenn ein Erwachsener auf dem Beifahrersitz ohne aktivierten Beifahrerairbag mitfährt?“

wird. Ein solches Informationsverhalten ist aber wohl typisch für Personen mit höherem Bildungsgrad. Das hohe Ausmaß an Studium von Betriebsanleitungen ist wohl andererseits auch Ausdruck der oben verdeutlichten Gefährdungseinschätzung.

Analoge Fragen zur Gefährdungseinschätzung (vgl. Bild 28) und den zugrunde liegenden Informationsquellen (vgl. Bild 27) wurden auch hinsichtlich des Missbrauchs zweiter Art gestellt.

Auch hier entfällt der größte Anteil auf die Einschätzung „extrem gefährlich“, aber verglichen mit Bild 25 ist die Verteilung viel gleichmäßiger über die Skala. Die Gründe für diesen Unterschied sind sicher vielschichtig und sollen hier nicht weiter erörtert werden. Der Vergleich legt aber nahe, dass bei abwechselndem Gebrauch des Beifahrersitzes für Kinder und Erwachsene der Fahrer bezüglich der Aktivierung/Deaktivierung des Airbags bei der Kindsbeförderung aufmerksamer sein könnte. Auch ein Entscheid für eine längerfristige Abschaltung z. B. durch eine Werkstatt müsste bei dieser Gefährdungsbeurteilung nicht in allen Fällen dazu führen, keine Erwachsenen mehr auf dem Beifahrersitz zu befördern. Wenn ein Optimierungsproblem zwischen dem Vermeiden der beiden möglichen Missbräuche besteht (immer außer bei automatischer Abschaltung möglich), liegt es offenbar nahe, eher das eigene Kind zu schützen.

Die Quelle der Informationen verschiebt sich im Vergleich zu Bild 26 zu ungunsten der schriftlichen Materialien (vgl. Bild 27). Nun nehmen die Massenmedien den ersten Rang ein, die Rolle der persönlichen Kommunikation bleibt bescheiden, Werkstätten spielen nur eine Rolle, wenn sie zu diesem Zweck aufgesucht werden. Das leichte Absinken der Bedeutung der Materialien von Auto-

bzw. Kindersitzherstellern kann verschiedene, sich vermutlich ergänzende Gründe haben (nachgeordnete Behandlung des Problems in den Materialien selbst, geringere Bedeutungszumessung des Lesers z. B. wegen der geringeren Gefährdungseinschätzung).

Missbrauch erster Art

Bei ausschließlicher Betrachtung der rückwärts gerichteten Beförderungsfälle verbleiben 194 Fragebögen in der Auswertung. Die Frage, ob der Beifahrerairbag während der Beförderung deaktiviert war, wurde 163-mal mit ja, 20-mal mit nein beantwortet. Insgesamt ließen sich also über die Onlinebefragung lediglich 20 Missbrauchsfälle erster Art finden; dies entspricht einer Quote von 10,6 %. Auf den ersten Blick erscheint dies überraschend gering, wenn es mit der durchschnittlichen Missbrauchsquote von 14,6 % verglichen wird, die im Feldversuch erhoben worden ist. Andererseits fällt das Ergebnis in den mittleren Bereich aus der Felderhebung; die im Internet ermittelte Missbrauchsquote ist höher als die für Stuttgart und München, aber deutlich unter den Werten für Saarbrücken und Berlin. Die Abweichung vom Mittel in den positiven Bereich war für München bzw. Stuttgart hypothetisch mit Statusvariablen erklärt worden. Eine nicht-repräsentative Schichtzuordnung der Online-Befragten wird durch deren hohes Ausbildungsniveau angedeutet. Es könnte also für die Internet-Studie das gleiche Argumentationsmuster wie für die Teilstichprobe der Münchener und Stuttgarter in der Felderhebung geltend gemacht werden. Allerdings ist die Anzahl der Hauptschüler ($n = 5$) in dieser Teilstichprobe zu gering für die numerische Abschätzung ihrer Missbrauchsquote. Dennoch: Die Missbrauchsquote sinkt mit steigender Bildung deutlich, wie der Vergleich zwischen Abitur (4,0 %) und mittlerer Reife (26,3 %) andeutet. Unter Berücksichtigung der Freiwilligkeit der Teilnahme und der mangelnden Überprüfbarkeit bei Behauptung korrekten Verhaltens in der Internetbefragung erscheint das obige Ergebnis gar nicht so unplausibel. Andererseits scheitert durch die quantitativ geringe Ausbeute an Missbräuchen die Absicht, die Umstände und Gründe dieses Fehlverhaltens besser studieren zu können. Aus diesem Grund beschränkt sich die folgende Analyse auf einige wenige Fakten; entsprechend wird wegen der geringen Fallzahlen sowie der Nichtrepräsentativität der Daten auf die Darstellung statis-

tischer Signifikanz verzichtet (die in den meisten der beschriebenen Sachverhalte – wie geprüft – gegeben wäre).

Die Unterscheidung nach Wohnorten ergibt keine deutlichen Unterschiede; tendenziell am sorgfältigsten sichern die Bewohner der Großstadtzentren. Beim Baujahr der Fahrzeuge wird das Ergebnis aus dem Feldversuch bestätigt: Neuere Autos werden korrekter für die Beförderung von Kindern verwendet. Bei den Fahrzeugherstellern zeigen sich dagegen keine systematischen Unterschiede. Die Beziehungen zwischen Fahreralter und Fehlverhalten, die aufgrund der Feldstudie vermutet wurde, ließen sich nicht bestätigen. Der klare Trend aus der Felderhebung zur besseren Sicherung durch die Mütter kehrt sich überraschend um: Offenbar haben eben nicht die „typischen“ Väter die Fragen im Internet beantwortet?! Aus der Summe der diesbezüglichen Erfahrungen muss die Nullhypothese – kein Unterschied zwischen den Geschlechtern bezüglich des Sicherungsverhaltens – aufrechterhalten bleiben.

Die Missbrauchsfälle traten unter den folgenden Fahrzeugbedingungen auf (aufgrund der Fahrzeugdaten recherchiert):

- Werkstattabschaltung: n = 2,
- keine Abschaltmöglichkeit: n = 1,
- Fahrzeug, das AKSE nur als Sonderausstattung anbietet (vermutlich im Fallfahrzeug nicht vorhanden): n = 1,
- nachrüstbarer Schlüsselschalter (vermutlich nicht vorhanden): n = 1,
- Schlüsselschalter vorhanden: n = 1,
- Unbekannt: n = 2.

Zusammenfassend trat Missbrauch in 5 von 8 Fällen auf, in denen eine Airbagdeaktivierung unmöglich oder umständlich gewesen wäre, und nur in einem Fall, in dem eine Deaktivierung mit Hilfe eines vorhandenen Schlüsselschalters einfach möglich gewesen wäre.

Die automatische Kindersitzerkennung schnitt wiederum sehr gut ab. Es muss jedoch angemerkt werden, dass es teilweise unmöglich war, die Verwendung des zulässigen KSS zu überprüfen. So gaben in der Online-Befragung einige Nutznießer der automatischen Airbagabschaltung die Verwendung

eines „Römer BabySafe“ an. Für die automatische Abschaltung wäre jedoch die Mercedesvariante des BabySafe erforderlich gewesen. Inwieweit es sich hier um einen Missbrauch oder eine unkorrekte Aussage handelt, lässt sich nicht abschließend klären.

Für die Überprüfung weiterer Zusammenhänge (Kindesalter, Fahrdauer, Fahrthäufigkeit) kann die Online-Befragung mangels Datenmenge die Felderhebung nicht weiter ergänzen.

Missbrauch zweiter Art

In 14,4 % der Fälle, in denen ein Erwachsener auf dem Beifahrersitz mitfuhr, gaben die Befragten zu, dass der Beifahrerairbag während dieser Fahrt nicht eingeschaltet war. Dies ist eine höhere Missbrauchsquote zweiter Art, als sie im Feld aufzufinden war (dort 10,3 %). Allerdings ist dies kein großer Unterschied und er mag sich allein durch die veränderte Situation erklären (persönliche Befragung vs. anonym im Internet). Im Gegensatz zum Missbrauch erster Art konnte dieser Fehler im Feld nicht nachgewiesen werden. Bild 29 zeigt einen möglichen Grund für die Inkaufnahme des Risikos für den beförderten Erwachsenen: die Risikoeinschätzung für diesen Fall.

Der Zusammenhang ist zwar deutlich ersichtlich, jedoch nicht die Kausalität. Die höhere Gefährdungseinschätzung der Fahrer, die den Airbag für den Beifahrer wieder eingeschaltet hatten, erscheint logisch, andererseits könnten die anderen Fahrer ihr Verhalten durch eine vorsichtige Risikoeinschätzung im Nachhinein gerechtfertigt haben. Es lässt sich also nicht einfach entscheiden, ob die Einschätzung das Verhalten bestimmt hat oder umgekehrt.

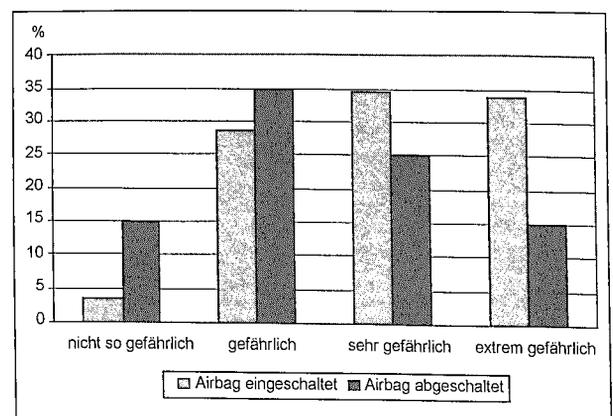


Bild 29: Risikoeinschätzung für den Missbrauch zweiter Art

Missbrauch bei vorwärts gerichteten KSS

Insgesamt hatte eine Teilgruppe von $n = 115$ der Befragten angegeben, Kinder auf vorwärts gerichteten KSS befördert zu haben. In 65,2 % der Fälle war dabei der Beifahrerairbag nicht deaktiviert worden. Um zu ermitteln, ob es dabei auch einen Anteil von Fällen mit Missbrauch erster Art gibt, wurde dies anhand der Hersteller- bzw. Betriebsanleitungen überprüft. In den Herstelleranleitungen wird in der Regel vermerkt, ob eine Beförderung mit vorwärts gerichteten Sitzen empfohlen wird oder ob dies z. B. ausschließlich in der letzten Sitzposition gestattet ist. Natürlich stellt dies lediglich eine grobe Abschätzung des Missbrauchsrisikos dar (auch wegen des Fehlens gesetzlicher Regelungen, unscharfer Herstellerangaben, mangelnder Transparenz der Grundlage der Herstellerempfehlung); es erschien aber zunächst als interessierender Punkt. Unter Berücksichtigung der Herstellerempfehlungen verbleiben $n = 13$ Fälle, in denen Kinder mit aktivem Airbag entgegen der Herstellerempfehlung befördert wurden, in denen also offenbar entgegen diesen Empfehlungen gehandelt worden ist. Dies würde einer „Missbrauchsquote“ von immerhin knapp 15 % entsprechen. Nur wenige der erfragten Merkmale erweisen sich bei detaillierter Betrachtung als auffällig. Interessant erscheint z. B. das Baujahr der Fahrzeuge: Entgegen dem klaren Sachverhalt bei der Beförderung von Kindern in rückwärts gerichteten KSS – hier lässt sich konstatieren: je jünger das Fahrzeug, desto weniger Missbrauch kommt vor – zeigt sich bei der Verwendung vorwärts gerichteter KSS eher der umgekehrte Trend mit einem Maximum bei den „mittelalten“ Fahrzeugen (zwischen 2001 und 2005). Dies korreliert zumindest teilweise mit dem Abschaltmodus, denn in 11 der 13 Fälle mussten die Befragten eine Werkstatt aufsuchen, um den Airbag zu (de)aktivieren. Zudem werden häufig zwischenzeitlich Erwachsene auf dem Beifahrersitz befördert.

Interessant erscheint schließlich, dass fast alle der Befragten, bei denen dieser „Missbrauch“ festgestellt wird, die Beförderung von Kindern auf dem Vordersitz bei nicht abgeschaltetem Airbag als extrem gefährlich einstufen.

Möglicherweise deutet der geschilderte Sachverhalt auf eine gewisse Verunsicherung der Eltern hin, da wie erwähnt der Gesetzgeber keine Vorgaben macht und die Herstellerangaben unter Umständen nicht transparent genug sind. Dies lässt

sich im Rahmen dieses Projektes nicht abschließend klären.

Zusammenfassung

Insgesamt verlief die Internetbefragung enttäuschend, denn es gelang nicht, genügend Interessenten zu finden, die den Internetfragebogen auszufüllen bereit waren. Dies erscheint umso erstaunlicher, als eine ganze Reihe verschiedener Medien dafür gewonnen werden konnte, den Fragebogen auf deren Homepages zu veröffentlichen. Trotz einer sehr guten Anlaufphase mit hoher Beteiligung kamen schließlich lediglich 309 antwortende Personen in die Auswertung. So krankt die Online-Befragung neben der erwarteten Nicht-Repräsentativität auch in quantitativer Hinsicht, denn die allermeisten Teilnehmer berichteten korrektes Sicherungsverhalten. Die angegebenen Missbrauchsfälle bleiben somit wenige Einzelfälle, deren Hintergründe und situative Umstände nicht viel zur Klärung beitragen.

Genügend Daten ergaben sich dagegen für die Gefährdungseinschätzung der Missbrauchsfälle und die Frage nach den Informationsquellen über diese Konstellationen. Dabei zeigt sich vor allem eine deutlich höhere Gefährdungseinschätzung für den Fall der Kindsbeförderung mit verglichen zur Erwachsenenbeförderung ohne Beifahrerairbag. In beiden Fällen waren die Informationen der Massenmedien wichtig, persönliche Mitteilungen oder Gespräche in der Werkstatt eher die Ausnahme. Für den hohen Bildungsstand der Antwortenden typisch war das Studium der Gebrauchs- bzw. Betriebsanleitungen sowohl der Pkw- als auch der Kindersitzhersteller.

Inhaltlich konnte die Online-Befragung also wenig zur Feldstudie ergänzen. Methodisch haben sich die allgemeinen Bedenken (siehe Kapitel 6.1) dagegen bestätigt; repräsentative Ergebnisse lassen sich so kaum erwarten. Der dafür erhoffte quantitative Schub an Daten, mittels derer sich eine größere Zahl von interessanten Einzelfällen analysieren lässt, ist aber ohne einen erheblichen Organisationsaufwand ebenfalls nicht zu erwarten, natürlich insbesondere dann nicht, wenn von den Befragten Fehlverhaltensweisen berichtet werden sollen.

6.5 Zusammenfassung der Befragungsergebnisse

Über beide Informationswege dieser Studie – Felderhebung und Internetbefragung – ließen sich nur schwer Daten zum Missbrauch bei der Kindsbeförderung mit Airbag auf dem Beifahrersitz erfassen. Dies ist aber die eigentlich gute Nachricht, denn offenbar sind diese Fälle wirklich seltene Ausnahmen geworden. Dies liegt einerseits an der hohen Abschaltquote der Beifahrerairbags in Fällen der Kindsbeförderung, hauptsächlich aber an der Präferenz der Eltern, ihre Kinder auf dem Rücksitz zu befördern. Diese Aussage ist zum einen in Übereinstimmung mit Studien, die über Feldbeobachtungen und weitere Quellen Nutzungsquoten bezogen auf die Sitzposition des Kindes ermitteln konnten: Nach FASTENMEIER & LEHNIG (2006) ist davon auszugehen, dass in Deutschland lediglich etwa 7 % der Kinder auf dem Beifahrersitz gesichert werden (vgl. auch den Überblick zu europäischen Daten, die etwas höhere Quoten ergeben, von LESIRE, 2007). Dieser Trend hat sich in den letzten Jahren auch in anderen Ländern gezeigt (z. B. Australien, UK), in denen sich die Sicherheitsforschung mittlerweile auf mögliche Probleme mit den Seitenairbags im Fond verlagert hat.

So kommt es insgesamt nur zu wenigen Beförderungsfällen eines Kindes auf dem Beifahrersitz mit aktivem Airbag. Ein Großteil dieser Fälle entsteht in älteren Pkw, in denen nicht ohne weiteres der Fahrer manuell eine (De-/Aktivierung) des Airbags selbst vornehmen kann. Diese Fälle werden zukünftig mit neueren Fahrzeugen noch seltener vorkommen. Keine Missbräuche bzw. technische Fehler fanden sich bei den Systemen mit automatischer Sitzerkennung, obwohl nicht in allen Fällen festgestellt werden konnte, ob die jeweils zulässigen KSS verwendet worden waren. Der überragende Anteil der Missbrauchsfälle bei den Modellen mit manueller Umschaltmöglichkeit geht offenbar auf Vergessen zurück. Die Gefährdung für die Kinder bei aktiviertem Beifahrerairbag ist den Eltern wohl bekannt, auch Probleme bei der Bedienung beim An-/Abschalten spielen keine große Rolle. Eine wesentliche Aufgabe ist, die Schnittstelle im Auto so zu gestalten, dass der Fahrer unmissverständlich an die Notwendigkeit der Airbagabschaltung im Falle der Kindsbeförderung erinnert wird.

Der Missbrauch zweiter Art wird ebenfalls wirkungsvoll durch automatische Systeme verhindert. Bei dieser Beförderungskonstellation ergibt sich je-

doch praktisch immer ein Problem, wenn der Beifahrerairbag teuer und damit relativ langfristig in einer Werkstatt deaktiviert wurde. Die dadurch für einen erwachsenen Mitfahrer auf dem Beifahrersitz entstehende Gefährdung wird als weniger gravierend eingeschätzt. Hier wird es also wohl auch künftig Fehler geben; die Lösung durch Umschaltung der Airbags in einer Werkstatt scheint somit ein Irrweg zu sein. Bei der manuellen Umschaltung im Fahrzeug verbleibt ein analoges Vergessensproblem wie beim Missbrauch erster Art; hier sollte eine geeignete (eventuell akustische) Warnanzeige in die Fahrzeuge eingebaut werden.

7 Versuche

Um eine Trendaussage bezüglich des Gefährdungspotenzials zukünftiger Airbagsysteme treffen zu können, wurde eine Reihe vergleichender Versuche mit aktuell in Fahrzeugen verbauten Airbags und mit Systemen, die zukünftige Entwicklungsschritte aufzeigen, durchgeführt. Da die Anzahl der Versuche aus Budgetgründen stark begrenzt ist, können die Tests lediglich Tendenzen aufzeigen, die jedoch deutlich machen sollen, welches Potenzial zukünftig zur Verfügung steht. Anhand der Versuchsergebnisse werden Aussagen zum Zusammenwirken von Babyschale und zukünftigen Airbags möglich sein, die einen Hinweis darauf geben, in welche Richtung die Entwicklung zu lenken ist. Die Durchführung der Versuche wurde maßgeblich von der Takata-Petri AG unterstützt, die sowohl die Airbagmodule als auch die Fahrzeugkarosse zur Verfügung stellte.

Ziel der Versuche war es, das Gefährdungspotenzial durch moderne Airbags für Kleinkinder in Babyschalen auf dem Beifahrersitz zu analysieren. Dafür wurden Versuche mit verschiedenen Airbagmodellen mit zwei Referenzversuchen ohne Airbag verglichen, wobei ein Q1.5-Dummy verwendet wurde. Abschließend wurde ein statischer Versuch durchgeführt, bei dem in der stehenden Karosse ein Airbag gezündet wurde. Dieser Versuch diente dazu, den Einfluss des Airbags in Anlehnung an die Vorgaben der FMVSS 208 unabhängig von dynamischen Einflüssen der Verzögerung betrachten zu können.

Zunächst wurden aber in Kooperation mit der TU Berlin Versuche mit Airbags der ersten Generation durchgeführt, um die Gegebenheiten, die zur heutigen Entwicklung geführt haben, besser verstehen zu können.

7.1 Grenzwerte

Um die bei den einzelnen Versuchen gemessenen Belastungswerte hinsichtlich ihrer Schwere und ihrer Folgen in Bezug zu möglichen Verletzungen setzen zu können, müssen robuste Grenzwerte als Grundlage vorhanden sein. Dazu bieten die aus dem CHILD-Projekt gewonnenen Daten eine valide Basis. Für wichtige Belastungswerte (Kopf a_{3ms} , HIC15, Hals F_z , Hals M_y) wurden dabei Grenzwerte ermittelt, die ein 20%iges Risiko für eine AIS 3+ Verletzung darstellen [PALISSON, 2007]. Diese Werte wurden für die Auswertung der Versuche als Vergleichswerte genutzt, um die absoluten Ergebnisse bewerten zu können. Die ebenfalls ermittelten Grenzwerte für die Brusteingdrückung sind für Frontalaufprallversuche mit rückwärts gerichteten KSS nicht relevant, da die Belastungsrichtung einer Brusteingdrückung entgegenwirkt.

Eine ganz besondere Bedeutung im Zusammenhang mit der Airbagentfaltung hat der Hals. Im folgenden Kapitel wird besonders auf das Halsverletzungskriterium N_{ij} eingegangen.

7.2 Halsverletzungskriterium N_{ij}

Der N_{ij} -Wert ist ein normierter Belastungskennwert, der sowohl Zug- und Druckkräfte als auch Biegemomente am Hals berücksichtigt. Dieser Berechnung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass in der Regel eine Kombination aus diesen beiden Belastungsarten zu Verletzungen am Hals führt. Der N_{ij} -Wert wird kontinuierlich über der Versuchsdauer ermittelt und berechnet sich wie folgt:

$$N_{ij} = \frac{F_z}{F_{zc}} + \frac{M_y}{M_{yc}}$$

Dabei gilt es zu beachten, dass es für die jeweiligen Belastungswerte F_{zc} bzw. M_{yc} je nach Belastungsrichtung unterschiedliche Grenzen gibt. Aus den verschiedenen Kombinationen von Tension (Halszugkraft) bzw. Kompression (Halsdruckkraft) und Flexion (Biegung des Halses nach vorn) bzw. Extension (Biegung des Halses nach hinten) können also vier verschiedene Werte ermittelt werden, aus deren Maximum sich dann der N_{ij} -Wert ergibt. Der in der FMVSS 208 für Low-Risk-Deployment-Tests verwendete Grenzwert für den N_{ij} liegt bei 1.

Da es für den Q1.5-Dummy keine festgelegten kritischen Kräfte und Momente (F_{zc} und M_{yc}) für den Hals gibt, können diese nur mittels geeigneter Ska-

	Umrechnung H III zu Q1.5
HIC	0,53
Kopf a_{3ms}	0,87
Hals F_z	0,33
Hals M_y	0,25

Tab. 4: Skalierungsfaktoren H III zu Q1.5

lierungswerte von validierten Dummies übernommen werden.

Zur Berechnung des N_{ij} -Wertes wurden im Rahmen dieser Auswertung drei verschiedene Wege analysiert, die jeweils auf unterschiedlichen Annahmen beruhen.

Zunächst wurde der N_{ij} -Wert auf Basis der Grenzwerte für den H III-Dummy berechnet. Im Rahmen der Kooperation der EEVC-Arbeitsgruppe WG 12 und WG 18 sind Skalierungsfaktoren zur Umrechnung vom H III-50 %ter zum Q1.5 veröffentlicht (Tabelle 4) [EEVC, 2008].

Diese Werte basieren ebenfalls auf Ergebnissen des CHILD Projekts [PALISSON, 2007]. Dabei wurden einerseits Skalierungsfaktoren zur Umrechnung vom H III-Dummy zum Q3-Dummy veröffentlicht, sowie Skalierungsfaktoren zwischen Q3-Dummy und P1.5-Dummy. Basierend auf diesen Zahlen wurden die oben genannten Umrechnungswerte angegeben. Mit Hilfe dieser Faktoren und den in der FMVSS 208 angegebenen Grenzwerten für den H III-Dummy für eine AIS 3+ Verletzungswahrscheinlichkeit von 50 % konnten die entsprechenden Werte für den Q1.5-Dummy ermittelt werden (Tabelle 5).

Beim zweiten Berechnungsverfahren wurden die oben genannten Grenzwerte aus dem CHILD-Projekt für Tension und Flexion (siehe Tabelle 5) als Grenzwerte für Zug- und Druck- bzw. Biegebelastungen gewählt. Damit einher geht jedoch die Annahme, dass die Belastungsgrenzen in jeweils beiden Beanspruchungsrichtungen gleich groß sind, was mit den bisherigen Erkenntnissen aus der Biomechanik nicht in Übereinstimmung zu bringen ist.

Daher wurden im dritten Berechnungsverfahren zunächst wieder die Belastungsgrenzwerte aus dem CHILD-Projekt als Basis genommen. Damit diese aber jeweils für beide Belastungsrichtungen verwendet werden können, wurden die Kompressions- und Extensionswerte so zu den Tensions- und Flexionswerten ins gleiche Verhältnis gesetzt,

Skalierung von H III auf P1.5 (Grenzw. aus FMVSS 208)	Ergebnisse aus CHILD für 20 % AIS 3+ (für P 1,5)	Ergebnisse aus CHILD für 20 % AIS 3+ (für P 1,5), Verhält. von H III
FZ,comp = 2.033 N	FZ,comp = 1.244 N	FZ,comp = 1.126 N
FZ,ten = 2.246 N	FZ,ten = 1.244 N	FZ,ten = 1.244 N
MY,ext = 34 Nm	MY,ext = 61 Nm	MY,ext = 27 Nm
MY,flex = 78 Nm	MY,flex = 61 Nm	MY,flex = 61 Nm

Tab. 5: Vergleich verschiedener Grenzwerte zur Nij-Berechnung

wie das bei den Grenzwerten des H III-Dummys in der FMVSS 208 der Fall ist (Tabelle 5).

Auch wenn keiner dieser Berechnungswege als hinreichend validiert anzusehen ist, so stellen sie unter den momentan verfügbaren Daten gewisse Grundannahmen dar, mit deren Hilfe erste Aussagen zu den Belastungswerten getätigt werden können.

Im Vergleich der drei Berechnungsarten erscheint die dritte Variante als diejenige, die unter Berücksichtigung aller vorhandenen Daten am solidesten ist. Einerseits fließen hier umfangreich untersuchte und validierte Erkenntnisse aus dem CHILD-Projekt mit ein, andererseits wird der Tatsache Rechnung getragen, dass im Halsbereich für verschiedenartige Belastungsrichtungen unterschiedliche Grenzwerte zu Grunde gelegt werden müssen.

Diese Berechnungsart wird im Folgenden mit N_{ij}^* gekennzeichnet.

7.3 Versuche mit Airbags der 1. Generation

Den im Kapitel 7.4 beschriebenen Versuchen mit Airbags aktueller und zukünftiger Bauart wurden Versuche gegenübergestellt, bei denen Airbags verwendet wurden, die der ersten Generation serientauglicher Beifahrerairbags entstammen, was dem Produktionszeitraum, je nach Modell, von etwa 1993 bis 1996 entspricht. Ziel dieses Vergleichs ist es, zum einen eine Aussage darüber zu erhalten, inwiefern die Airbagentwicklung der letzten 15 Jahre tatsächlich eine Verbesserung für Kinder in Babyschalen mit sich gebracht hat, zum anderen soll sich mit Hilfe dieser Versuche die Möglichkeit ergeben, die ursprünglichen Problemstellungen der ersten Airbags genauer zu verstehen, die letztlich dazu geführt haben, dass die Airbagabschaltung in der Beförderungssituation einer Babyschale auf dem Beifahrersitzplatz gesetzlich vorgeschrieben wurde.

7.3.1 Beschreibung der Versuche

Innerhalb dieser Versuchsreihe wurden zwei Arten von Tests durchgeführt: zum einen zwei dynamische Fahrzeugtests, wobei die Fahrzeuge mit einer Geschwindigkeit von 55 km/h gegen eine starre Barriere geprallt sind, zum anderen statische Tests, bei denen der Beifahrerairbag im stehenden Fahrzeug gezündet wurde.

Bei allen Fahrzeugen handelte es sich um Modelle, die zwischen 1994 und 1996 gebaut wurden und die ersten ihrer Baureihe waren, die mit einem Beifahrerairbag ausgestattet wurden.

7.3.2 Dynamische Versuche

Bei den beiden dynamischen Versuchen wurde ein Lastfall mit sehr hoher Beanspruchung ausgewählt, da diese Versuche den unten beschriebenen Schlittenversuchen möglichst ähnlich sein sollten. Dabei ist allerdings festzuhalten, dass die Zulassungstests für damalige Autos mit 50 km/h durchgeführt wurden, womit die hier durchgeführten Tests also oberhalb der Auslegungsgeschwindigkeit dieser Fahrzeuge liegen. In einem dieser zwei Versuche wurde der Beifahrerairbag mit Hilfe der fahrzeugseitigen Steuerung gezündet, im anderen Fall war dieser Airbag deaktiviert. Damit kann anhand dieser beiden ansonsten identischen Crashtests ein Vergleich zwischen den Belastungswerten mit und ohne gezündetem Airbag gezogen werden.

Für die Versuche wurde ein Fahrzeug (Pkw A) verwendet, bei dem der Beifahrerairbag in der Low-mount-Position montiert ist. Der Fahrzeugsitz befand sich in der mittleren Position, die Babyschale und der Dummy wurden entsprechend der Einbauanleitung des Kindersitzes im Fahrzeug montiert.

Obwohl ein Fahrzeug durch einen leichten Unfallschaden leicht vordeforziert war, ergaben beide Versuche sehr ähnliche Verzögerungsverläufe (siehe Bild 30), sodass grundsätzlich eine sehr gute Vergleichbarkeit beider Versuche gegeben ist.

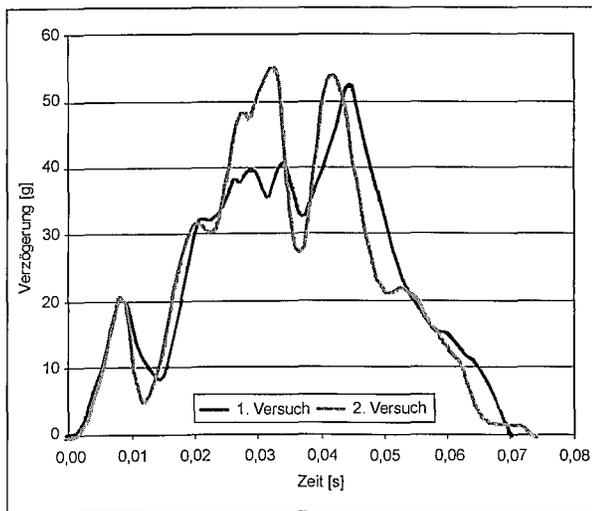


Bild 30: Vergleich der Verzögerungsverläufe der dynamischen Versuche



Bild 31: Pkw A gegen starre Barriere

Trotz der hohen Kollisionsgeschwindigkeit blieb die Fahrgastzelle der Fahrzeuge gut erhalten, womit die Belastungen des Insassen lediglich durch seine Verzögerung bzw. die Bewegung innerhalb des Fahrzeugs hervorgerufen wurden, nicht aber durch eventuell eindringende oder sich verformende Fahrzeugstrukturen.

Beim Vergleich dieser beiden Versuche fällt auf, dass die Belastungswerte im Kopfbereich nahezu identisch auf einem sehr hohen Niveau sind, welches deutlich über dem liegt, was als Grenzwert für eine 20%ige Wahrscheinlichkeit einer AIS 3+ angenommen wird (Tabelle 5). Im Halsbereich stellen sich jedoch gravierende Unterschiede zwischen den beiden Versuchen ein.

Während im Versuch mit aktivem Airbag die Halsbelastungen zwar hoch, aber insgesamt im akzeptablen Rahmen liegen, sind diese Werte beim zweiten Versuch in einem Bereich, der weit oberhalb erträglicher Werte liegt. Verglichen mit biomechanischen Grenzwerten wären hier schwere Verletzun-

Messwert	Pkw A mit AB	Pkw A ohne AB
Kopf a_{3ms}	92 g	93 g
HIC15	1.061	989
Hals F_z	677 N (Compression)	2020 N (Tension)
Hals M_y	21 Nm (Extension)	39 Nm (Extension)
N_{ij}^*	0,96	3,06
Brust a_{3ms}	73 g	83 g

Tab. 6: Testergebnisse dynamische Versuche Pkw A

gen wahrscheinlich. Bemerkenswert erscheint die Tatsache, dass der Versuch ohne Airbag für den Hals eine Zugbelastung darstellt, die durch den Kontakt zwischen I-Tafel und Babyschale abrupt beendet wird. In diesem Fall wird die träge Masse des Dummykopfs vom Körper „weggezogen“, während der Torso im Kindersitz zurückgehalten wird. Die daraus resultierenden Kräfte spiegeln sich insbesondere in der Zugkraft am Hals wider. Die immens hohen Kräfte am Hals führen in Verbindung mit der ebenfalls hohen Momentenbelastung zu einem N_{ij} -Wert von über 3.

Durch einen entfalteten Airbag wird diese Zugkraft unterbunden bzw. in der Regel in eine Druckkraft umgewandelt, was daran liegt, dass sich der Airbag von oben auf den Kopf stützt und diesen zurückhält oder entsprechend auch eine Druckkraft auf diesen ausübt. Damit einher geht auch die Reduktion der Biegemomente, wodurch ebenfalls der N_{ij} mit einem Wert von rund eins deutlich geringer ist als beim Versuch ohne Airbag.

Die Belastungen im Brustbereich sind ebenfalls in beiden Versuchen sehr hoch, wobei auch hier, wie für den Halsbereich, gilt, dass die gemessenen Belastungen für den Versuch ohne Airbag im Vergleich zu dem mit Airbag höher waren.

Der zunächst naheliegende Rückschluss aus diesen Ergebnissen, dass ein aktiver Airbag tendenziell die Belastungen für den Insassen einer Babyschale reduziert, widerspricht nicht nur den Erkenntnissen der bisherigen Untersuchungen in diesem Zusammenhang, sondern auch den daraus abgeleiteten gesetzlichen Rahmenbedingungen. Nach Auswertung der Videobilder liegt jedoch die Vermutung nahe, dass diese Ergebnisse den hohen Anforderungen dieses Versuchs geschuldet sind. Die hohen Belastungen beim Crashtest ohne Airbag sind hauptsächlich auf die massive Vorver-

lagerung und den harten Anprall der Babyschale auf die I-Tafel zurückzuführen. Bei reduzierter Kollisionsgeschwindigkeit wäre ein deutlicher Rückgang dieser Belastungen zu erwarten. Dieser Effekt ist im Vergleich dazu beim Versuch mit Beifahrerairbag nicht wahrscheinlich. Die extrem hohen Belastungen im Halsbereich werden zwar durch den Airbag reduziert, da es nicht zu einem unmittelbaren Kontakt zwischen Kindersitz und Armaturenbrett kommt, gleichzeitig leitet der Airbag aber auch Kräfte in die Babyschale ein, die sich auch bei geringerer Kollisionsgeschwindigkeit kaum reduzieren ließen. Demzufolge wären für den Airbagversuch auch bei geringerer Geschwindigkeit ähnlich hohe Messwerte zu erwarten, derweil beim Vergleichsversuch ohne aktiven Airbag eine deutliche Reduktion der Messwerte wahrscheinlich ist.

7.3.3 Statische Versuche

Die statischen Versuche wurden durchgeführt, um unabhängig von den dynamischen Einflüssen eines Frontalaufpralls Aussagen über die Belastung durch den Airbag auf den kindlichen Insassen zu erhalten. Dafür wurden verschiedene Fahrzeuge ausgewählt, die unterschiedliche Airbagkonzepte verfolgten und somit unterschiedliche Ergebnisse in den Versuchen erwarten ließen.

Abgesehen vom ersten Test wurde der Fahrzeugsitz, wie bei den dynamischen Schlittentests auch, derart positioniert, dass die Babyschale die I-Tafel gerade nicht berührt. In den meisten Fällen konnte diese Position aufgrund mangelnder Länge des Fahrzeuggurts nicht erreicht werden, sodass sich der Fahrzeugsitz entsprechend weiter hinten befand.

Tabelle 7 gibt eine Übersicht über die Ergebnisse der sechs statischen Versuche.

Pkw B

Mit diesem Fahrzeug wurden zwei Versuche durchgeführt, wobei die Position des Fahrzeugsitzes zwischen der mittleren und der vorderen Position verändert wurde. Beide Versuche ergaben quasi identische Messergebnisse, die keinerlei nennenswerte Belastungen der Prüfpuppe erkennen lassen. Der Airbag verfügt über ein sehr kleines Volumen (rund 50 Liter), sodass er in beiden Sitzpositionen nicht ernsthaft in Kontakt mit der Babyschale gerät (siehe Bild 32).

Pkw A

Die Ergebnisse des statischen Versuchs mit diesem Fahrzeug sind insbesondere im Vergleich zu den beiden dynamischen Fahrzeugversuchen mit identischen Modellen interessant. Wie sich anhand der Messwerte zeigt, hat auch in diesem statischen Fall der Airbag kaum Einfluss auf den Insassen, obwohl sich der Fahrzeugsitz, im Gegensatz zu den dynamischen Tests, in der vordersten Position be-



Bild 32: Pkw B, statischer Versuch

Messwert	Pkw B 1. Test	Pkw B 2. Test	Pkw A	Pkw C	Pkw D	Pkw E
Sitzposition	Mitte	Vorn	Vorn	Vorn	Vorn	Vorn
Kopf a_{3ms}	4 g	8 g	12 g	14 g	30 g	49 g
HIC15	1	1	6	6	43	137
Hals F_z	158 N (Compression)	148 N (Compression)	371 N (Compression)	299 N (Tension)	730 N (Compression)	322 N (Compression)
Hals M_y	0 Nm	4 Nm (Flexion)	11 Nm (Flexion)	10 Nm (Flexion)	22 Nm (Flexion)	54 Nm (Extension)
N_{ij}^*	0,16	0,15	0,44	0,29	0,99	2,86
Brust a_{3ms}	3 g	3 g	10 g	6 g	9 g	38 g

Tab. 7: Messergebnisse statische Airbagversuche

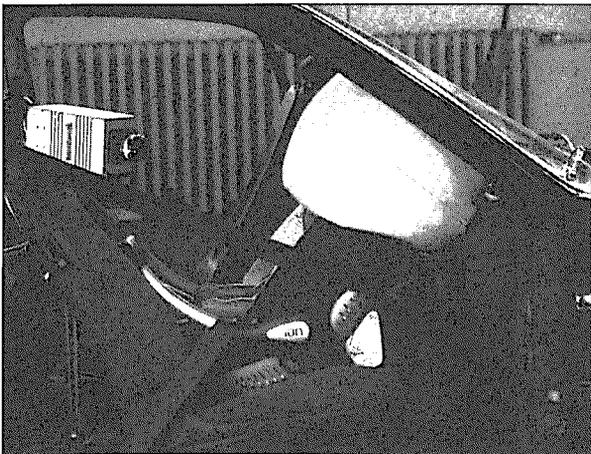


Bild 33: Pkw A, statischer Versuch

fand. Die Belastungen im Kopf- und Brustbereich sind als sehr gering, im Halsbereich als moderat einzustufen.

Aus diesen Ergebnissen lässt sich die Tendenz ablesen, dass nicht der Airbag an sich, sondern vielmehr das Zusammenwirken zwischen den dynamischen Einflüssen eines Frontalaufpralls und dem sich entfaltenden Airbag eine Gefährdung ergibt.

Pkw C

Dieser Versuch nimmt im Vergleich aller statischen Versuche eine Sonderrolle ein. Im Gegensatz zu den anderen Fahrzeugen entfaltet sich der Airbag sehr weit unten und stößt dadurch direkt von hinten gegen die Babyschale und zwingt dieser dadurch eine rotierende Bewegung auf. Dabei ergibt sich eine Zugbelastung am Hals des Dummys, die nicht, wie bei Vergleichstests, durch den von oben herabfallenden Airbag unterdrückt wird. Trotz dieses direkten Kräfteintrags in die Babyschale sind die gemessenen Belastungswerte nicht höher als bei den vorgenannten Versuchen.

Pkw D

Bei diesem Fahrzeug ist der Airbag in der Mid-mount-Position montiert. Auffällig ist bei diesem Modul das sehr große Volumen des Luftsacks. Der so genannte Full Size Airbag, dessen Größe zur Markteinführung auch werbewirksam dargestellt wurde, ist mit einem Volumen von rund 110 Litern bedeutend größer als beispielsweise der „Eurobag“ vom Pkw B mit einem Volumen von rund 50 Litern. Die Folgen dieser extremen Airbaggröße für den In-



Bild 34: Pkw C, statischer Versuch

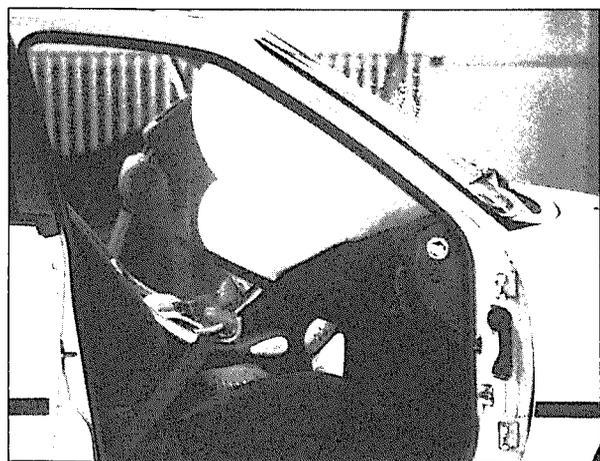


Bild 35: Pkw D, statischer Versuch

sassen der Babyschale lassen sich anhand der Messwerte gut erkennen. Verglichen mit allen vorgenannten Versuchen sind die Belastungswerte für Kopf und Hals erheblich angewachsen. Auch in der Videoanalyse lässt sich gut erkennen, wie der Airbag, der sich zunächst über dem Kindersitz entfaltet, auf diesen fällt und erhebliche Kräfte einleitet. In Bild 35 ist gut zu erkennen, wie sich der Airbag an der Frontscheibe abstützt und diese zum zerbersten bringt.

Pkw E

Das Verhalten des Airbags bei diesem Fahrzeug ist dem Pkw D sehr ähnlich (s. Bild 36). Auch hier wurde ein sehr voluminöser Airbag in der id-mount-Position verbaut, der schon in der Anfangsphase der Entfaltung gegen die Rückseite des Kindersitzes stößt und dadurch zunächst eine Last von hinten und im Weiteren auch von oben in den Dummy einleitet. Im Vergleich aller statischen Versuche

waren hier die höchsten Belastungswerte festzustellen. Vor allem das Extensionsmoment am Hals ist mit 54 Nm außerordentlich hoch, was im Ergebnis zu einem N_{ij}^* von 2,86 führte.

7.3.4 Zusammenfassung

Die Ergebnisse der statischen Versuche haben gezeigt, dass in der Bandbreite verschiedener Airbagmodule und Einbaupositionen sehr unterschiedliche Messwerte erzeugt werden. Dabei bewegt sich der Messbereich zwischen nahezu keinen Belastungen wie bei den Versuchen im Pkw B und erheblichen Energieeinträgen in den letzten beiden Versuchen. Nicht weniger bedeutend als die Einbaulage scheint vor allem die Größe des Airbags zu sein. Mit steigendem Airbagvolumen nehmen die Belastungen für den Dummy deutlich zu.

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang der Vergleich zwischen den statischen und dynamischen Versuchen im Pkw A. Während die Belastungen im statischen Versuch sehr gering waren, ergab der dynamische Versuch deutlich höhere Werte.

Prinzipiell stützt das die Ergebnisse aus den zwei oben beschriebenen dynamischen Versuchen mit diesem Fahrzeugmodell. Der Einfluss des Airbags an sich ist hier offensichtlich nicht groß. Vielmehr wird das Messergebnis durch die Höhe der gesamten Fahrzeugverzögerung bestimmt, wobei dann der Airbag nur noch einen kleinen Teil der Belastungen ausmacht, diese aber unter günstigen Umständen, wie oben gesehen, auch reduzieren kann.

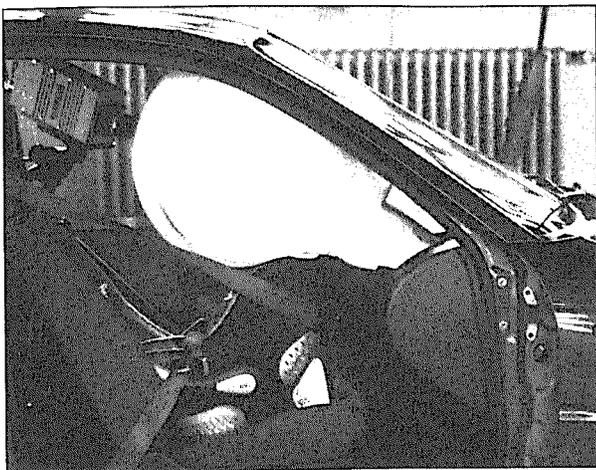


Bild 36: Pkw E statischer Versuch

7.4 Versuchsdurchführung mit aktuellen Airbags

Die Versuche wurden als dynamische Schlittenversuche in einer Karosse eines repräsentativen Mittelklassefahrzeugs durchgeführt. Als Vorgabe für die Verzögerung wurde ein Korridor gemäß NPACS gewählt (Bild 37), welcher durchschnittliche Euro-NCAP-Verzögerungen repräsentieren soll. Die Einstellung des Fahrzeug- und Kindersitzes erfolgte gemäß FMVSS 208. Diese US-amerikanische Vorschrift beschreibt den Versuchsaufbau für Out-of-Position-Versuche, wobei es sich dabei jedoch ausschließlich um statische Versuche (ohne Verzögerung des Fahrzeugs) handelt. Entsprechend dieser Vorschrift wurde der Fahrzeugsitz in eine Position so weit vorn gestellt, dass die darauf befindliche Babyschale das Armaturenbrett (I-Tafel) gerade nicht berührt. Die Sitzhöhe, Sitzneigung und die Rückenlehne wurden jeweils in die mittlere Position gebracht. Diese Sitzposition wurde auch deshalb gewählt, weil sie nach ersten Einschätzungen das Worst-Case-Szenario für den kindlichen Insassen bei aktivem Airbag darstellt. Im Gegensatz dazu ist davon auszugehen, dass diese Positionierung für die Versuche ohne Airbag eher einen günstigen Fall darstellt, da sich die Babyschale unter diesen Bedingungen frühzeitig an der I-Tafel abstützen kann und somit gleichmäßig verzögert wird.

7.4.1 Die Referenzversuche

Für die Versuche wurde aus der Q-Serie der Dummy gewählt, der in Größe und Gewicht ein anderthalbjähriges Kind repräsentiert. Dieser stellt mit einem Gewicht von 11,1 kg nahezu die obere Gewichtsgrenze für die verwendete Babyschale dar, bei welcher es sich um einen Sitz der Klasse 0+ (bis 13 kg) handelt. Mittels einer Präzisions-

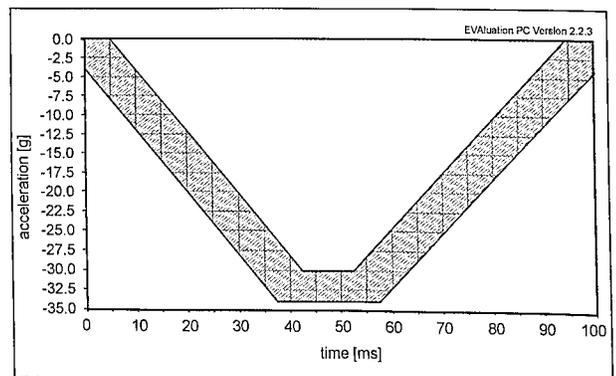


Bild 37: Verzögerungskorridor gemäß NPACS

messeinrichtung wurde eine möglichst identische Positionierung von Dummy und Babyschale im Fahrzeug für alle Versuche sichergestellt.

Als Vergleichsgrundlage wurden zwei Referenzversuche durchgeführt. Dadurch ergab sich die Möglichkeit, die stets vorhandene Streuung der Messergebnisse hinsichtlich ihrer Größenordnung abschätzen zu können und somit die Ergebnisse der Airbagversuche einordnen zu können. Um bei der Versuchsserie weitere Einflüsse zu vermeiden, wurde kein Gurtstraffer gezündet. In einem zusätzlichen Vergleichsversuch wurde der pyrotechnische Gurtschlossstraffer aktiviert, um zu ermitteln, welchen Einfluss die Straffung des Gurtes tatsächlich auf die Versuchsergebnisse hat. In Tabelle 8 ist im Vergleich mit den beiden Referenzversuchen ersichtlich, dass sich dadurch gegenüber den anderen Versuchen keine Veränderungen eingestellt haben. Offensichtlich kommen die Maßnahmen zur Reduktion von Gurtlose nur dann zum Tragen, wenn Gurtlose tatsächlich vorhanden ist. Diese waren allerdings aufgrund des Versuchsaufbaus von vornherein minimiert.

Verglichen mit den in der fünften Spalte von Tabelle 7 dargestellten biomechanischen Grenzwerten für eine 20%ige Wahrscheinlichkeit einer AIS 3+ Verletzung [PALISSON, 2007] ist zu erkennen, dass die verwendete Versuchskonfiguration eine vergleichsweise hohe Belastung für den kindlichen Insassen bedeutet.

Die Belastungswerte am Hals (Biegemomente um die y-Achse, Zug-, Druckkraft entlang der Z-Achse) sind insbesondere für die Berechnung des N_{ij} -Kennwerts wichtig (siehe Kapitel 7.2). Bei den Halskräften in Z-Richtung traten bei allen Versuchen als Hauptbelastung Kompressionskräfte auf, was nach Analyse der Videobilder darauf zurückzuführen ist, dass der Dummykörper während der Verzögerung eine

Aufwärtsbewegung vollführen will, während gleichzeitig der Kopf im weichen Polster der Babyschale festgehalten wird. Dadurch ist auch das Extensionsmoment am Hals zu erklären, da der beschriebene Bewegungsablauf eine Überdehnung des Halses nach hinten verursacht. Der dargestellte Grenzwert für die Halsbelastung bezieht sich auf die Tension, ein Wert für die Kompression explizit für den Q1.5-Dummy konnte im CHILD-Projekt nicht ermittelt werden. In der Regel liegt der Grenzwert für die Kompression niedriger als der für die Tension, weshalb der oben dargestellte Vergleich lediglich als grobe Orientierung zu verstehen ist. Gleiches gilt für die betrachteten Momente am Hals um die Y-Achse. Der angegebene Grenzwert bezieht sich zunächst nur auf Flexionsbelastungen (siehe Kapitel 7.2).

7.4.2 Die Airbagversuche

Im Folgenden werden kurz die verschiedenen Airbagmodule erläutert und die Versuchsergebnisse für den jeweiligen Versuch dargestellt. Allen Airbags war gemein, dass sie in der Top-mount-Position befestigt waren (siehe Bild 38). Nach deren Zündung

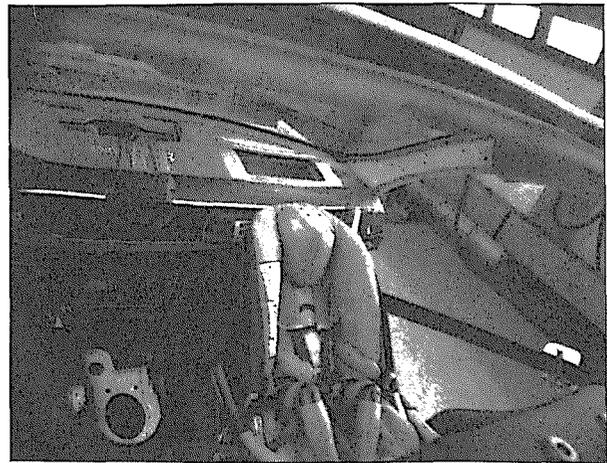


Bild 38: Dummy-Position im Referenzversuch; dahinter die I-Tafel mit Aussparung für das Airbagmodul

Messwert	Referenz 1 ohne Airbag	Referenz 2 ohne Airbag	Gurtschlossstraffer gezündet, ohne Airbag (Referenz 3)	Grenzwerte 20 % AIS 3+
Kopf a_{3ms}	62 g	61 g	63 g	79 g
HIC15	362	405	412	585
Hals F_z	474 N (Compression)	400 N (Compression)	453 N (Compression)	1.550 N (Tension)
Hals M_y	27 Nm (Extension)	36 Nm (Extension)	28 Nm (Extension)	61 Nm (Flexion)
N_{ij}^*	1,26	1,40	1,43	1,0 (siehe oben)
Brust a_{3ms}	63 g	67 g	61 g	n. v.

Tab. 8: Vergleich Referenzversuche

entfalteten sie sich zunächst in Richtung der Windschutzscheibe, an der sie sich abstützen. Erst bei der weiteren Entfaltung bewegten sie sich in Richtung des Insassen bzw. der Babyschale. Der Bewegungsablauf sorgte in allen Fällen dafür, dass der Kindersitz nie direkt vom Airbag angeschossen wurde, sondern immer nur eine Belastung von oben (positive z-Richtung) erfahren hat. Die Airbags wurden nicht speziell für die verwendete Fahrzeugkarosserie entwickelt, sodass auch keine endgültige Optimierung hinsichtlich Entfaltung und Timings vorgenommen wurde.

SNCPM-Bag

Beim SNCPM-Airbag handelt es sich um ein für den europäischen Markt entwickeltes Modell. Mit einem Volumen von etwa 60 Litern ist er der kleinste unter den verwendeten Modulen und gleichzeitig auch der einzige, der nur einen pyrotechnischen Treibsatz mit Anzünder besitzt. Dieser Airbag ist für den gegurteten Lastfall konzipiert, das heißt, er soll Insassen schützen, die angegurtet im Fahrzeug sitzen. Er dient also lediglich als zusätzliche Rückhalteeinrichtung.



Bild 39: Entfalteter SNCPM-Bag

Messwert	SNCPM	Referenz 1 ohne Airbag	Referenz 2 ohne Airbag
Kopf a_{3ms}	73 g	62 g	61 g
HIC15	572	362	405
Hals F_z	1.126 N (Comp.)	474 N (Compression)	400 N (Compression)
Hals M_y	18 Nm (Exten.)	27 Nm (Extension)	36 Nm (Extension)
N_{ij}^*	1,60	1,26	1,40
Brust a_{3ms}	74 g	63 g	67 g

Tab. 9: Testergebnisse SNCPM-Bag

Verglichen mit den Referenzversuchen sind hier die Belastungswerte für den Kopf angestiegen, sie liegen jedoch unterhalb der oben genannten biomechanischen Grenzwerte. Deutlich angestiegen sind die Kompressionskräfte am Hals, hier fand nahezu eine Verdreifung statt. Gleichzeitig reduzierte sich aber das Extensionsmoment deutlich. Der N_{ij} -Wert ist dadurch nur moderat auf 1,6 gestiegen, was im Vergleich zum zweiten Referenzversuch einem Anstieg um 14 % entspricht. Die Brustbelastung ist ähnlich wie die Kopfbelastung angestiegen.

3D-Bag

Der 3D-Bag wurde für den US-amerikanischen Markt entwickelt. Mit etwa 90 Litern Volumen ist er deutlich größer als der zuvor beschriebene Airbag. Er ist für den ungegurteten Lastfall ausgelegt, das heißt, er dient als alleinige Rückhalteeinrichtung für den Fahrzeuginsassen.

Im Vergleich zu den Referenzversuchen sind beim 3D-Bag die Kopfbelastungen angestiegen und befinden sich auf einem ähnlichen Niveau wie der



Bild 40: Entfalteter 3D-Bag

Messwert	3D-Bag	Referenz 1 ohne Airbag	Referenz 2 ohne Airbag
Kopf a_{3ms}	78 g	62 g	61 g
HIC15	572	362	405
Hals F_z	1.255 N (Comp.)	474 N (Compression)	400 N (Compression)
Hals M_y	15 Nm (Exten.)	27 Nm (Extension)	36 Nm (Extension)
N_{ij}^*	1,65	1,26	1,40
Brust a_{3ms}	68 g	63 g	67 g

Tab. 10: Testergebnisse 3D-Bag

SNCPM-Bag. Deutlich angestiegen sind die Kräfte am Hals, während auch hier das Extensionsmoment gesunken ist, was sich auf den N_{ij} -Wert ähnlich wie im Vorversuch auswirkt. Er steigt um etwa 17 % gegenüber dem zweiten Referenzversuch an. Die Brustbeschleunigung erhöhte sich nur moderat.

3D-Bag mit Passive Venting

Hierbei handelt es sich um eine Weiterentwicklung des 3D-Bags. An den Seitenflächen des Airbags befinden sich Ausblasöffnungen, welche zu Beginn der Airbagentfaltung geöffnet sind. Durch die damit einhergehende weichere Entfaltung wird dem Airbag insgesamt ein Teil seiner Aggressivität genommen. Kann er sich im weiteren Verlauf entfalten, ohne dass er auf ein Hindernis trifft, so werden diese zusätzlichen Ausblasöffnungen von innen verschlossen (Passive Vent), sodass ein weiteres Abströmen des Gases unterbunden wird. Trifft der Airbag jedoch auf einen Insassen bzw. auf die Babyschale, so findet dieses Verschließen nicht statt. Die zusätzlichen Öffnungen bleiben durchlässig, womit die weitere Entfaltung reduziert wird.

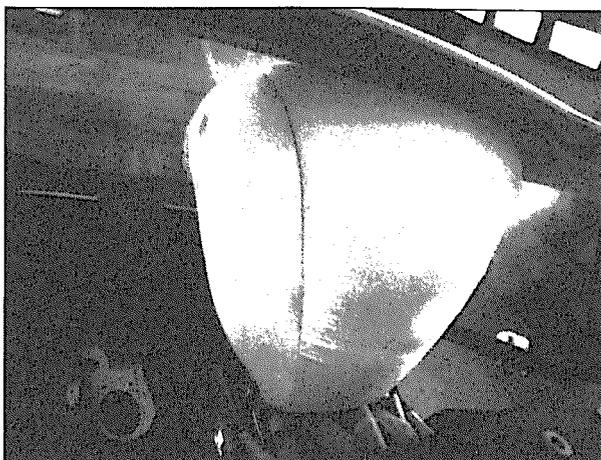


Bild 41: Entfalteter 3D-Bag mit Passive Venting

Messwert	3D-Bag PV	Referenz 1 ohne Airbag	Referenz 2 ohne Airbag
Kopf a_{3ms}	72 g	62 g	61 g
HIC15	517	362	405
Hals F_z	1.121 N (Comp.)	474 N (Comp.)	400 N (Comp.)
Hals M_y	9 Nm (Exten.)	27 Nm (Exten.)	36 Nm (Exten.)
N_{ij}^*	1,29	1,26	1,40
Brust a_{3ms}	65 g	63 g	67 g

Tab. 11: Testergebnisse 3D-Bag PV

In diesem Versuch entfaltete sich der Airbag über die Babyschale hinweg, sodass es zunächst zwischen Airbag und Kindersitz nicht zum Kontakt kam. Dadurch wurden die Ausblasöffnungen wie beschrieben verschlossen, sodass sich der Airbag ohne weiteres Abströmen des Gases aufgebaut hat. Im Vergleich zum 3D-Bag entfaltete sich der Airbag dennoch weniger aggressiv, da zu Beginn der Entfaltung die Abströmöffnungen geöffnet waren und somit der Druckaufbau verzögert wurde.

Bei diesem Versuch sind die Belastungswerte gegenüber dem Referenzversuch ähnlich angestiegen wie bei den beiden zuvor geschilderten Tests. Auffällig ist allerdings das sehr geringe Extensionsmoment, aus dem mit 1,29 auch ein sehr geringer N_{ij} -Wert folgt. Dieser liegt damit an der unteren Grenzen des Streubereichs der beiden Referenzversuche.

TwinBag mit Passive Venting

Der TwinBag ist das Ergebnis einer Entwicklung, die darauf ausgelegt ist, dass sich der Luftsack nicht in erster Line am Kopf des Insassen, sondern

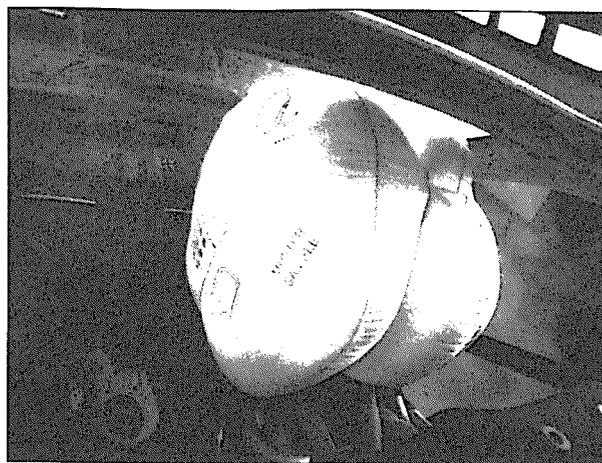


Bild 42: Entfalteter TwinBag

Messwert	TwinBag	Referenz 1 ohne Airbag	Referenz 2 ohne Airbag
Kopf a_{3ms}	76 g	62 g	61 g
HIC15	560	362	405
Hals F_z	916 N (Comp.)	474 N (Comp.)	400 N (Comp.)
Hals M_y	20 Nm (Flexion)	27 Nm (Exten.)	36 Nm (Exten.)
N_{ij}^*	1,54	1,26	1,40
Brust a_{3ms}	69 g	63 g	67 g

Tab. 12: Testergebnisse TwinBag (dynamisch)

an dessen Schultern abstützt. Dazu ist dieser Airbag in der Mitte geteilt und besteht somit aus zwei Kammern, welche sich seitlich am Kopf des Insassen entfalten. Der TwinBag ist ebenfalls mit einer zusätzlichen Auslassöffnung ausgestattet, sodass beim Auftreffen auf ein Hindernis das weitere Aufblasen des Airbags verhindert wird. Im Versuch ist dieser Effekt eingetreten. Durch das Auftreffen des Airbags auf den Kindersitz wurden die seitlichen Auslassöffnungen nicht verschlossen.

Auch in diesem Fall entsprechen die Ergebnisse den Werten der anderen Airbagversuche, wobei hier die Halskräfte vergleichsweise gering sind.

Statischer Versuch, TwinBag

Für diesen Versuch wurde der oben beschriebene Twinbag verwendet, wobei sich der gesamte Schlitten in Ruhe befand. Damit war es möglich, die Belastungen für den Dummy, die durch den Airbag entstehen, unabhängig von dynamischen Einflüssen durch die Fahrzeugverzögerung zu betrachten. Gleichzeitig kann so im Vergleich zu den dynamischen Versuchen analysiert werden, welche Belastungsmechanismen unmittelbar auf den Airbag zurückzuführen sind und welche Folgen nur mittelbar bzw. gar nicht durch den Airbag verursacht werden.

Auch im statischen Versuch blieben wie im dynamischen Versuch die Ausblasöffnungen die gesamte Zeit geöffnet, sodass das Gas darüber abströmen könnte.

Tabelle 13 zeigt die Ergebnisse des statischen Versuchs im Vergleich zu den beiden dynamischen Referenzversuchen. Deutlich ist zu erkennen, dass ohne eine entsprechende Fahrzeugverzögerung die bloße Airbagentfaltung nahezu keine Belastung für den kindlichen Insassen bedeutet. Alle Kenn-

Messwert	TwinBag (statisch)	Referenz 1 ohne Airbag	Referenz 2 ohne Airbag
Kopf a_{3ms}	13 g	62 g	61 g
HIC15	5	362	405
Hals F_z	207 N (Comp.)	474 N (Comp.)	400 N (Comp.)
Hals M_y	7,5 Nm (Exten.)	27 Nm (Exten.)	36 Nm (Exten.)
N_{ij}^*	0,23	1,26	1,40
Brust a_{3ms}	3,6 g	63 g	67 g

Tab. 13: Testergebnisse TwinBag (statisch)

werte waren äußerst gering und stellen kein Verletzungsrisiko für den Insassen dar.

7.4.3 Vergleichende Übersicht

Bild 43 gibt eine vergleichende Übersicht der Versuche. Dabei wurde der erste Referenzversuch auf 100 % gesetzt und die Messwerte entsprechend skaliert. Diese Darstellung erscheint vor allem deshalb sinnvoll, da es bei dem Vergleich weniger um absolute Belastungsgrößen als vielmehr um Veränderungen geht, die sich bei der Verwendung der verschiedenen Airbags gegenüber den Referenzversuchen ergeben. Hierbei ist einerseits gut zu erkennen, wie sich die Airbagversuche in Bezug auf das Halsverletzungskriterium N_{ij}^* im Vergleich zur Streuung der beiden Referenzversuche einordnen, andererseits ist auch das tendenzielle Verhalten im Vergleich der Versuche untereinander gut ablesbar.

Im Bereich der Kopfbelastungen ist zu erkennen, dass die Belastungen durch die Airbags angestiegen sind, was für den HIC15-Wert deutlicher zu erkennen ist als für den Kennwert a_{3ms} . Das ist vor allem dadurch zu erklären, dass aufgrund der Berechnungsmethodik des HIC selbst kleine Änderungen im Verzögerungsverlauf große Auswirkungen auf den Kennwert haben können. Zwar ist der Anstieg der Kopfbelastungen deutlich zu erkennen, jedoch geschieht das nicht in einem solchen Maß, dass von einer signifikanten Gefährdung des Kopfes durch den Airbag gesprochen werden könnte.

Sehr deutlich ist hingegen die Kompressionsbelastung für den Hals gestiegen. Abgesehen vom TwinBag ist dieser Wert für alle Luftsäcke auf über 200 % angestiegen. Die beschriebene Kompression wird dadurch verstärkt, dass der Airbag von oben auf den Kopf drückt und so zusätzlich verhindert, dass der Kopf der Schubwirkung des Körpers nachgeben kann. Die etwas geringeren Belastungen durch den TwinBag sind dadurch zu erklären, dass er durch seine zweigeteilte Gestaltung zunächst nicht unmittelbar am Kopf aufliegt, sondern eher auf der Oberkante der Babyschale. Dadurch wird dem Kopf ein gewisses Maß an Platz geboten, um nach oben auszuweichen.

Dem immensen Anstieg der Kompressionskräfte steht ausnahmslos eine deutliche Reduzierung des Extensionsmoments gegenüber. Die Vermutung eines Zusammenhangs beider Größen liegt auf der

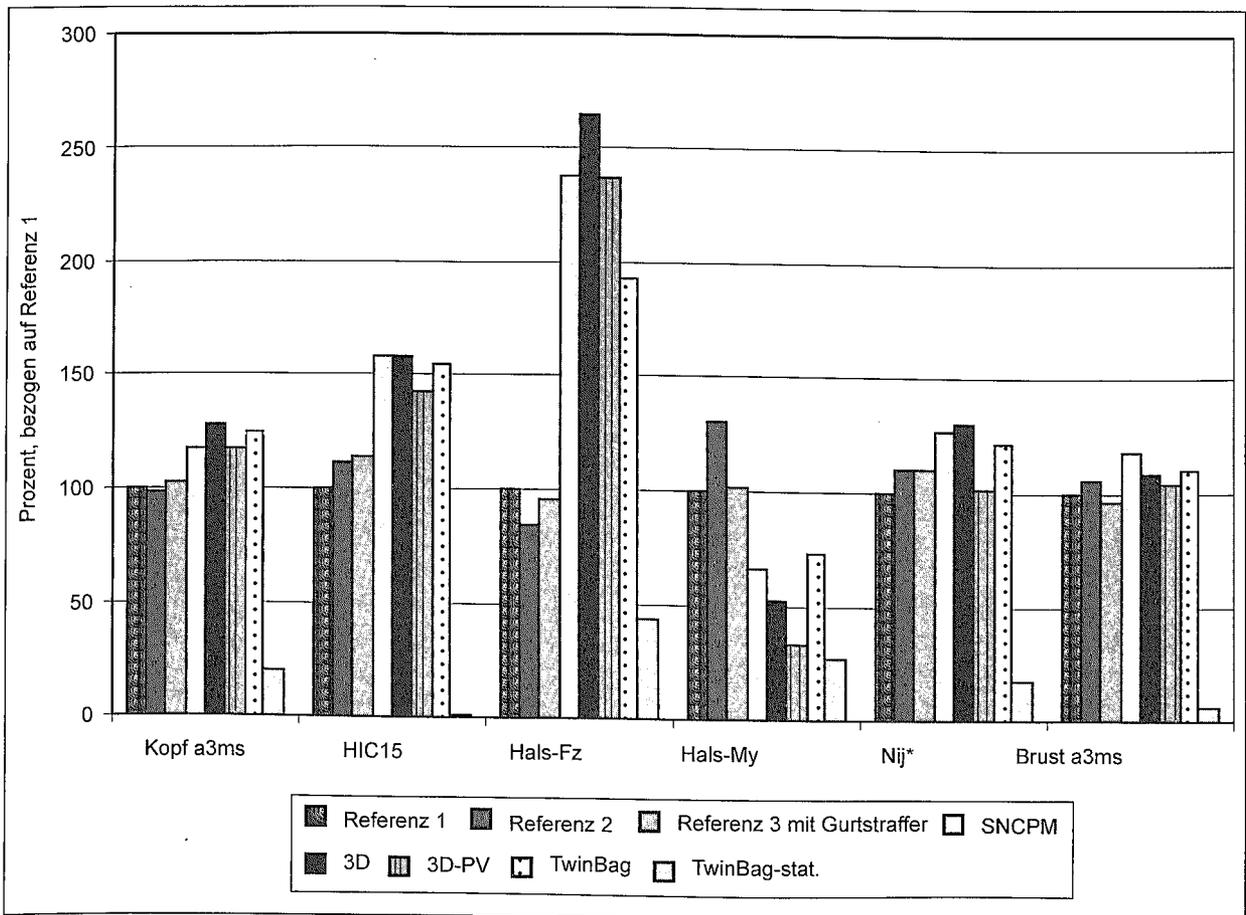


Bild 43: Vergleich einzelner Messgrößen

Hand. Vermutlich verhindert die „Verspannung“ des Dummykopfs zwischen Airbag und Körper eine Extensionsbewegung.

Der N_{ij} -Wert ist bei allen Airbagversuchen gegenüber den beiden Referenzversuchen angestiegen. Der Versuch mit dem 3D-Bag mit Passive Venting stellt dabei eine Ausnahme dar. In diesem Fall liegt der N_{ij} -Wert im unteren Bereich der Referenzversuche. Für die anderen Versuche kann festgestellt werden, dass zwar ein Anstieg dieses Kennwerts für die Halsbelastung zu verzeichnen ist, jedoch in einem Maß, welches die Versuchsstreuung aus den beiden Referenzversuchen nicht wesentlich übersteigt.

Für die Brustbelastung ergab sich durch die einzelnen Airbags keine signifikante Belastungssteigerung. Lediglich der vergleichsweise wenig raumgreifende SNCPM-Bag verursacht einen Belastungswert, der oberhalb der Streuung der beiden Referenzversuche liegt.

Stellt man den dynamischen Versuchen den statischen Airbagtest gegenüber, so ist offensichtlich,

dass vom Airbag allein nahezu keine Gefahr ausgeht. Keine der relevanten Messwerte erreichte einen Bereich, der annähernd als kritisch zu bezeichnen wäre. Dabei wird offensichtlich, dass eine Gefahr für den kindlichen Insassen nicht der moderne Airbag allein darstellt, sondern dessen Zusammenwirken mit den dynamischen Vorgängen während der Fahrzeugverzögerung: Erst die Vorverlagerung der Babyschale in entgegengesetzter Richtung zum Airbag und zusätzlich die Bewegung des Babys innerhalb der Schale bedeuten massive Belastungen für das Kind.

7.4.4 Zusammenfassung der Versuche

Die beschriebenen Versuche haben gezeigt, dass die Kombination von Babyschale auf dem Beifahrersitzplatz und aktivem Airbag im Crashfall nicht zwangsläufig zu einer gravierenden Gefährdung führt. Je nach Art und Gestaltung des Airbags gibt es Belastungswerte, die im Vergleich zu den Referenzversuchen deutlich ansteigen, jedoch gibt es ebenfalls bestimmte Messwerte, die offensichtlich durch den Airbag reduziert werden konnten.

Die vier Airbagversuche lassen keine allgemeingültige Aussage zum Gefährdungspotenzial moderner Airbags auf kindliche Insassen in Babyschalen zu, zumal der Streubereich der Ergebnisse recht groß ist. Die Ergebnisse zeigen allerdings, dass es möglich zu sein scheint, Airbags derart zu gestalten, dass sie ohne Gefahr in jedem Beförderungsfall verwendet werden können.

Um zu dieser Thematik belastbare Aussagen zu erhalten, wäre es nötig, eine Vielzahl von zusätzlichen Versuchen durchzuführen. Dabei sollten mehrere Versuchskonfigurationen getestet werden, also zum Beispiel unterschiedliche Positionen des Fahrzeugsitzes. Gleichzeitig erscheint es als sinnvoll, jeden Versuch in identischer Konfiguration zu wiederholen, um eventuell auftretende Messfehler oder Ungenauigkeiten in der Dummypositionierung zu minimieren.

8 Diskussion der Ergebnisse

Nachdem die einzelnen Fragestellungen in Bezug auf die Kombination von Beifahrerairbag und rückwärts gerichteten Kindersitzen in den vorherigen Kapiteln diskutiert wurden, sollen die Einzelergebnisse in diesem Kapitel zusammengeführt werden. Hierbei werden insbesondere das Thema Fehlbenutzung auf Basis der Befragungs- und Beobachtungsstudien sowie der Unfallanalyse und das Thema Gefährdungspotenzial durch den Beifahrerairbag auf Basis der Unfallanalyse und der Versuche bewertet.

8.1 Fehlbenutzung

Das grundsätzliche Risiko einer Fehlbenutzung ist aufgrund der seltenen Nutzung des Beifahrerplatzes für die Beförderung als von vornherein gering anzusehen. So ist davon auszugehen, dass nur ca. 7 % der im Pkw beförderten Kinder überhaupt den Beifahrerplatz nutzen [FASTENMEIER & LEHNING, 2006]. Dass die Kombination von rückwärts gerichteten Kindersitzen auf dem Beifahrerplatz nur selten auftritt, lässt sich unter anderem auch an den Schwierigkeiten bei der Akquisition von Beobachtungsfällen erkennen. Ein ähnliches Ergebnis lässt sich aus der Analyse der GIDAS-Daten ablesen. Von 337 Kindern, die im untersuchten Zeitraum in einen Frontalaufprall verwickelt waren, benutzten 58 Kinder (in 34 dieser Fälle gab es keinen Beifahrerairbag) den Beifahrerplatz.

Das Fehlbenutzungsrisiko hängt stark von der Möglichkeit der Deaktivierung/Aktivierung des Beifahrerairbags ab. Während bei den untersuchten Fahrzeugen mit automatischer Deaktivierung keine Fehlbenutzung aufgetreten ist, gibt es ein besonders großes Risiko bei Fahrzeugen, bei denen die Deaktivierung des Beifahrerairbags entweder gar nicht oder sehr aufwändig (permanente Abschaltung durch Werkstatt oder Nachrüstung eines Schalters) erfolgen kann.

Die beiden dargestellten deutschen Einzelunfälle stützen diese Aussage. So ist der Aktivierungszustand des Beifahrerairbags im einen Fall auf einen Fahrzeugfehler zurückzuführen. Bei dem anderen Fall war eine Deaktivierung nicht möglich.

Gegenüber der Fehlbenutzung aufgrund umständlicher Werkstattdeaktivierung des Beifahrerairbags ist in den verbleibenden wenigen Fällen die Fehlbenutzung meist auf Vergessen der Umschaltung mit dem vorhandenen manuellen Schalter zurückzuführen. Insofern ist davon auszugehen, dass die in den Felderhebungen ermittelte Fehlbenutzungsquote in Höhe von durchschnittlich 17,4 % (bezogen auf die Fälle mit Kindern in rückwärts gerichteten Kindersitzen auf dem Beifahrerplatz bei Vorhandensein eines Beifahrerairbags) durch die in neueren Fahrzeugen eingesetzten manuellen Deaktivierungsmöglichkeiten des Beifahrerairbags sowie durch die Möglichkeit automatischer Abschaltung in Zukunft noch geringer ausfallen wird. Dieser Trend könnte durch eine verbesserte Anzeige/Schnittstelle zum Fahrer und ggf. Beifahrer weiter unterstützt werden, da diese Optimierung die Fälle des Vergessens adressieren würde.

Bei der automatischen Abschaltung ist grundsätzlich von keiner Fehlbenutzung auszugehen. Jedoch gibt es auch hier Gefahren, die zur Fehlbenutzung führen können, insbesondere, da derzeit nur die Kombination von Fahrzeug und Kindersitz des gleichen Herstellers verwendet werden kann.

Des Weiteren scheint Informationsbedarf hinsichtlich der Vorgehensweise bei vorwärts gerichteten KSS zu bestehen. Zu diesem Thema gibt es keine gesetzliche Anforderung. Sowohl in der Befragungs- und Beobachtungsstudie als auch in den Unfalldaten ist zu erkennen, dass einige Fahrzeugnutzer den Beifahrerairbag deaktivieren, obwohl dies nicht nötig wäre, oder entgegen der Empfehlung des Fahrzeugherstellers den Beifahrerairbag nicht deaktivierten. Hinweise für diesen

Beförderungsfall sind bislang lediglich im Fahrzeugbordbuch der einzelnen Hersteller zu finden. Dabei fällt allerdings auf, dass einerseits nicht alle Hersteller Angaben zu diesem Thema machen und dass sich andererseits diese Angaben auch stark von Fall zu Fall unterscheiden. So gibt es Teilweise den Ratschlag, Kinder generell nicht auf dem Beifahrersitz zu befördern, andere Hersteller erlauben das hingegen, raten aber dazu, den Fahrzeugsitz so weit wie möglich nach hinten zu stellen. Generell scheint es notwendig zu sein, dass alle Fahrzeughersteller klar und umfassend informieren. Gleichzeitig muss bei den Eltern ein Bewusstsein geschaffen werden, dass das Bordbuch als (einzige) verlässliche Informationsquelle zur Verfügung steht. Längerfristig wäre es vorstellbar und wünschenswert, dass es für die beschriebene Beförderungssituation einheitliche, vom Fahrzeug unabhängige, Vorschriften bzw. Empfehlungen gibt. Das Ergebnis dieser Vereinfachung wären besser informierte Nutzer, womit eine Reduktion der Fehlbenutzung einhergehen würde.

8.2 Gefährdungspotenzial durch den Beifahrerairbag

Die Analyse der GIDAS-Unfalldaten deutet ein geringes Gefährdungspotenzial bei aktiviertem Beifahrerairbag bei der Beförderung von Kindern auf dem Beifahrerplatz und bei der Beförderung von Erwachsenen bei deaktiviertem Airbag an. Hierbei ist dringend auf die geringe Fallanzahl hinzuweisen. So gab es nur einen Fall mit einer Babyschale und aktiviertem Beifahrerairbag. Die Analyse der europäischen Einzelfälle zeigt jedoch, dass unter bestimmten Umständen eine tödliche Gefahr von einem sich entfaltenden Airbag ausgehen kann.

Die durchgeführten Versuche deuten ebenfalls auf eine differenzierte Gefährdung in Abhängigkeit der eingesetzten Airbagtechnologie hin. So haben Luftsackgröße, Luftsackgeometrie, Airbageinbauposition und Kindersitzposition entscheidenden Einfluss auf die tatsächliche Gefährdung. Des Weiteren besteht der Verdacht, dass die Unfallschwere ebenfalls Einfluss auf die Gefährdung durch den Airbag hat. So scheint es wahrscheinlich, dass die unmittelbare Gefährdung durch den Beifahrerairbag eher bei Unfällen mit mittlerer Unfallschwere auftritt und in schweren Unfällen (Euro-NCAP-Testbedingungen) eine untergeordnete Rolle spielt. Dieser

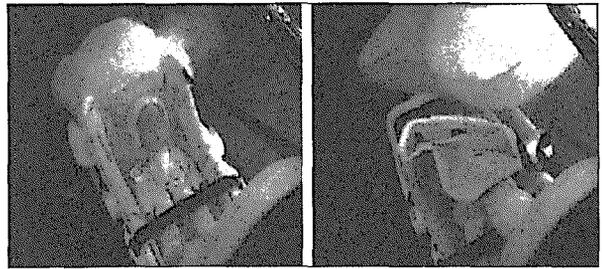


Bild 44: Statischer Airbagversuch im Smart [GDV, 2003]

Verdacht beruht im Wesentlichen auf den Versuchsergebnissen, bei denen die Belastung ohne Airbag ohnehin so groß war, dass die zusätzlichen Belastungen durch den Airbag kaum noch ins Gewicht fielen und außerdem auf der Analyse der Einzelunfälle, die insbesondere Probleme bei vergleichsweise geringer Unfallschwere zeigen. Für die Bestätigung dieser These wären weitere Versuche erforderlich.

Relativiert werden die Versuchsergebnisse allerdings durch eine Videoveröffentlichung des GDV [GDV, 2003], in der unter anderem auf die Gefahr des Beifahrerairbags für Kinder in einer Babyschale hingewiesen wird. Dabei ist ein statischer Versuch in einem Smart der ersten Modellreihe zu sehen, bei dem eine Babyschale vom Beifahrerairbag direkt angeschossen wird (Bild 44). Auf Grund der Kinematik der Sitzschale und des Dummys ist zu erkennen, dass hohe Kräfte in den Kindersitz eingeleitet werden. Die Babyschale gibt unter der Last nach und bricht. Insbesondere das große Volumen und die Entfaltungsrichtung des Airbags scheinen in dieser Konstellation ursächlich für diese Folgen zu sein.

Insgesamt bedeutet dies, dass vom Beifahrerairbag tatsächlich eine tödliche Gefährdung ausgehen kann, diese aber insbesondere bei modernen Modulen nicht zwingend besteht. Vielmehr scheint es möglich zu sein, den Airbag derart zu konstruieren, dass eine Gefährdung ausgeschlossen werden oder wenigstens unwahrscheinlich gemacht werden kann.

8.3 Empfehlungen

Das Risiko der Fehlbenutzung der Beifahrerairbagabschaltung ist insbesondere in Bezug auf die Häufigkeit als gering anzusehen. Kinder werden sehr selten auf dem Beifahrerplatz befördert und darüber hinaus ist davon auszugehen, dass sich das Ri-

siko durch die Erneuerung der Fahrzeugflotte deutlich verringern wird.

Ein anderes Thema ist die Gefährdung durch den Beifahrerairbag an sich. Anhand der Ergebnisse der durchgeführten Versuche ist davon auszugehen, dass Fahrzeughersteller das Problem mit entsprechenden Maßnahmen reduzieren könnten. Insofern wäre es aus technischer Sicht mittelfristig denkbar, das generelle Verbot von rückwärts gerichteten KSS in Zusammenhang mit einem aktiven Airbag zugunsten einer Freigabe/Sperre durch den Fahrzeughersteller aufzuheben. So wäre es beispielsweise vorstellbar, dem Fahrzeughersteller freizustellen, nach welcher Anforderung er den Beifahrersitz freigibt: Entweder er bietet eine Form der Deaktivierung an, oder er gibt diesen Fahrzeugsitz generell für Babyschalen frei und weist in einem entsprechenden Testverfahren die Sicherheit dieser Konstellation nach. Dieses Vorgehen könnte aufgrund von finanziellen Aspekten für den Hersteller interessant sein, da letztendlich auf Einbauten zur Deaktivierung verzichtet werden könnte. Problematisch zu sehen wäre hierbei, dass Eltern und andere für die Kinder im Fahrzeug Verantwortliche die Lockerung des Verbots für rückwärts gerichtete KSS auf dem Beifahrersitz bei aktiviertem Airbag auf andere Fahrzeuge übertragen könnten. Dies könnte dazu führen, dass die derzeit geringe Fehlbenutzungsquote ansteigt und Kinder im rückwärts gerichteten KSS auf dem Beifahrersitz mit aktiviertem Airbag befördert werden, obwohl dies vom Fahrzeughersteller nicht freigegeben wurde. Dieses Problem betreffe insbesondere ältere Fahrzeugmodelle.

9 Zusammenfassung/Ausblick

Der vorliegende Bericht zeigt, dass sich die Problemstellung, die sich bei der Interaktion zwischen Beifahrerairbag und Babyschalen ergibt, in den letzten Jahren verändert hat.

Während ein Beifahrerairbag zu Beginn seiner Markteinführung zwangsläufig bedeutete, dass eine Babyschale entweder auf der Rückbank montiert werden musste oder die vergleichsweise aufwändige Airbagdeaktivierung durch eine Fachwerkstatt durchgeführt wurde, gibt es heutzutage eine Vielzahl an Möglichkeiten, die dem Nutzer zur Abschaltung des Airbags zur Verfügung stehen. Diese reichen von Kippchaltern bzw. Schlüsselschaltern

bis hin zu Systemen, die einen rückwärts gerichteten Kindersitz automatisch erkennen und somit den Airbag abschalten. Mit der einfachen Möglichkeit der Abschaltung durch den Fahrer steigt die Gefahr von zweierlei Arten der Fehlbenutzung: die Mitfahrt eines erwachsenen Insassen trotz deaktiviertem Airbag bzw. die Beförderung eines Kindes in einer Babyschale trotz aktiviertem Airbag. Dass beide Arten der Fehlbenutzung als Problemstellung nach wie vor im Raum stehen, haben Feld- und Onlinebefragungen belegt.

Über beide Informationswege dieser Studie – Felderhebung und Internetbefragung – ließen sich nur schwer Daten zum Missbrauch bei der Beförderung von Kindern mit Airbag auf dem Beifahrersitz erfassen. Das bedeutet, dass solche Fälle wirklich seltene Ausnahmen geworden sind. Das liegt einerseits an der hohen Abschaltquote der Beifahrerairbags in Fällen der Beförderung von Kindern, hauptsächlich aber an der Präferenz der Eltern, ihre Kinder auf dem Rücksitz zu befördern. Diese Aussage stimmt mit weiteren Studien überein, bei denen mittels Feldbeobachtungen und anderer Quellen Nutzungsquoten bezogen auf die Sitzposition des Kindes ermittelt werden konnten: Dieser Trend hat sich in den letzten Jahren auch in anderen Ländern gezeigt (z. B. Australien, UK), in denen sich die Sicherheitsforschung mittlerweile auf mögliche Probleme mit den Seitenairbags im Fond verlagert hat.

So kommt es insgesamt nur zu wenigen Beförderungsfällen eines Kindes auf dem Beifahrersitz mit aktivem Airbag. Der Großteil dieser Fälle entsteht in älteren Pkw, in denen nicht ohne weiteres der Fahrer manuell eine Aktivierung bzw. Deaktivierung des Airbags selbst vornehmen kann. Diese Fälle werden zukünftig mit neueren Fahrzeugen noch seltener vorkommen. Keine Missbräuche bzw. technische Fehler fanden sich bei den Systemen mit automatischer Sitzerkennung, obwohl nicht in allen Fällen der Internetbefragung zweifelsfrei festgestellt werden konnte, ob die jeweils zulässigen KSS verwendet worden waren. Der überwiegende Anteil der Missbrauchsfälle bei den Modellen mit manueller Umschaltmöglichkeit geht offenbar auf Vergessen zurück. Die Gefährdung für die Kinder bei aktiviertem Beifahrerairbag ist den Eltern wohl bekannt, auch Interaktionsprobleme beim An- bzw. Abschalten spielen keine große Rolle. Es bleibt die Aufgabe, die Schnittstelle im Auto so zu gestalten, dass der Fahrer unmissverständlich an die Not-

wendigkeit der Airbagabschaltung im Falle der Beförderung von Kindern erinnert wird.

Der Missbrauch zweiter Art wird ebenfalls wirkungsvoll durch automatische Systeme verhindert, solange dabei keine technischen Probleme auftreten. Bei dieser Beförderungskonstellation ergibt sich jedoch praktisch immer ein Problem, wenn der Beifahrerairbag teuer und damit relativ langfristig in einer Werkstatt deaktiviert wurde. Die dadurch für einen erwachsenen Mitfahrer auf dem Beifahrersitz entstehende Gefährdung wird als weniger gravierend eingeschätzt. Hier wird es auch künftig Fehler geben; die Lösung durch Aktivierung bzw. Deaktivierung der Airbags in einer Werkstatt scheint somit ein Irrweg zu sein. Bei der manuellen Umschaltung im Fahrzeug verbleibt ein analoges Vergessensproblem wie beim Missbrauch erster Art; hier sollte eine geeignete (eventuell akustische) Warnanzeige in die Fahrzeuge eingebaut werden.

Auf der technischen Seite gab es im Laufe der letzten Jahre ebenfalls grundsätzliche Veränderungen im Bereich der Gestaltung des Beifahrerairbags. So wurden nicht nur Volumen und Form der Luftsäcke modifiziert und jeweils den neuesten Erkenntnissen aus der Fahrzeugforschung angepasst. Auch die Einbaulage des gesamten Airbagmoduls veränderte sich grundsätzlich. Während die ersten Airbags das Handschuhfach verdrängten und in einer sehr tiefen Position verbaut waren, sind die aktuellen Modelle auf der Oberseite der I-Tafel knapp unterhalb der Windschutzscheibe installiert. Daraus ergibt sich für die Gefährdung einer Babyschale eine neue Situation. Während bei der früheren Einbauposition des Airbags die Schale direkt angeschossen wurde und damit erhebliche Kräfte in die Babyschale eingeleitet hat, entfaltet sich dieser heutzutage eher nach oben, stützt sich an der Windschutzscheibe ab und kommt danach erst mit der Schale in Kontakt. Da er in diesem Zustand aber schon weitestgehend voll entfaltet ist, besitzt er zu diesem Zeitpunkt kaum noch Aggressivität und stellt somit nur noch eine geringe Gefahr für das Kleinkind in der Babyschale dar.

Die Versuche haben gezeigt, dass sich der beschriebene Trend recht gut erkennen lässt, allerdings lassen die Ergebnisse keine Verallgemeinerung solcher Aussagen zu. Es wäre falsch und verfrüht, davon zu sprechen, dass von heutigen Airbags keine Gefahr mehr ausgeht. Sehr wohl lässt sich allerdings erkennen, dass es möglich zu sein

scheint, sie derart zu gestalten, dass sie keine Gefahr mehr darstellen müssen.

Für die zukünftige Fahrzeugentwicklung sind verschiedene Möglichkeiten denkbar. So ist aus technischer Sicht vorstellbar, dass ein Zulassungsverfahren entwickelt wird, in dem ein Fahrzeughersteller nachweist, dass das Zusammenwirken von Airbag und Babyschale ungefährlich ist. Damit könnte auch der Einbau von entsprechenden Abschaltungsmöglichkeiten entfallen. Die Entwicklung entsprechender Maßnahmen und Zulassungsverfahren könnte dazu führen, beide Arten von Misuse auszuschließen.

Dass die Fahrzeughersteller damit nicht vor unlösbare Aufgaben gestellt würden, haben die Ergebnisse der Versuche gezeigt. Solange jedoch unterschiedliche Lösungen parallel auf dem Markt vertreten sind, besteht die Gefahr der Fehlbenutzung durch den Kunden. Hier sind weitere Untersuchungen erforderlich.

10 Literatur

[ANUND, 2003]

ANUND, A., FALKMER, T., FORSMAN, A., GUSTAFSON, S., MATSTOMS, Y., SÖRENSEN, G., TURBELL, T. & WENÄLL, J. (2003): Child safety in cars – Literature review. Swedish National Road Administration. VTI-rapport 489A

[ARBOGAST, 2005]

ARBOGAST, K., DURBIN, D., KALLAN, M., ELLIOTT, M. & WINSTON, F. (2005): Injury risk to restrained children exposed to deployed first- and second-generation air bags in frontal crashes. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 159, 342-346

[autointell.de, 2000]

„Delphi entwickelt kommerzielles Insassenerkennungssystem für Jaguar“; 28.09.2007; <http://www.autointell.de/News-deutsch/Oktober-2000/Oktober-04-00-p9.htm>; 23.11.2007

[BATINIC, 1997]

BATINIC, B. (1997): *Internet für Psychologen*. Göttingen: Hogrefe

[BIAGIOLI, 2002]

BIAGIOLI, F. (2002): Proper use of child safety seats. *American Family Physician*, 65, 2085-2090

[BLUMENSTOCK, 1996]

BLUMENSTOCK, K.-U.: „Risiko durch den Airbag?"; mot 13/1996, S. 16 ff; Stuttgart, 1996

[BOSNJAK, 2003]

BOSNJAK, M. (2003): Web-basierte Fragebogenuntersuchungen – Methodische Möglichkeiten, aktuelle Themen und Erweiterungen. In: ADM, ASI, Statistisches Bundesamt (Hg.), Online Erhebungen. Tagungsberichte Band 7, S. 109-133. Bonn: Informationszentrum Sozialwissenschaften

[BRAVER, 1997]

BRAVER, E.R., FERGUSON, S.A., GREEN, M.A. & LUND, A.K. (1997): Reductions in deaths in frontal crashes among right front passengers in vehicle equipped with passenger air bags. Journal of the American Medical Association, 278, 1437-1439

[BROWN, 2002]

BROWN, J., GRIFFITHS, M. & PAINE, M. (2002): Effectiveness of child restraints. The Australian experience. Research report RR 06/02

[BROWN & BILSTON, 2007]

BROWN, J. & BILSTON, L. (2007): Child occupant restraint practices and seating position vary with trip and family factors. Melbourne: AAAM 2007

[Delphi, 2002]

Presseinformation: „GM Selects Delphi Advanced Airbag Technology to Lead Market in Full Compliance Of Federal Regulations"; 25.06.2002; http://delphi.com/news/pressReleases/pressReleases_2002/pr13835-06252002/; 23.11.2007

[Delphi, 2005]

Presseinformation: „Delphi Supplies First Dual-Depth Passenger Air Bag to General Motors, Adaptive air bag system tailors restraint for the front passenger"; 21.02.2005; http://www.connectorsolutions.com/news/pressReleases/pressReleases_2005/pr37023-02212005/

[DURBIN, 2003]

DURBIN, D., KALLAN, M., ELLIOTT, M., CORNEJO, R., ARBOGAST, K. & WINSTON, F. (2003): Risk of injury to restrained children from passenger air bags. Traffic Injury Prevention, 4: 58-63

[EDMUNDS, 2007]

MELLO, Tara Baukus: „The Evolution of Front Airbags"; Internetpräsenz Edmunds.com; <http://www.edmunds.com/ownership/safety/articles/45863/article.html>; 16.11.2007.

Bild „ARTS“ mit freundlicher Genehmigung von Jaguar Cars North America, Bild „dual depth“ mit freundlicher Genehmigung von General Motors Corporation

[EEVC, 2008]

European Enhanced Vehicle-Safety Committee: „Q-dummies Report Advanced Child Dummies and Injury Criteria for Frontal Impact", Working Group 12 and 18 Report, Document No. 514 April 2008

[eurostat, 2008]

<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>; Datenbank des Statistischen Amtes der Europäischen Gemeinschaften

[FARMER, 2005]

FARMER, M. E.; JAIN, A. K.: „A Wrapper-Based Approach to Image Segmentation and Classification"; IEEE transactions on image processing, Vol. 14, No. 12/2005; IEEE Computer Society; Washington, DC; 2005

[FASTENMEIER & LEHNIG, 2006]

FASTENMEIER, W. & LEHNIG, U. (2006) „Fehlerhafte Nutzung von Kinderschutzsystemen in Pkw". Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, M 178. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW

[Ford, 2002]

Ford Motor Company; „FORD'S ADVANCED AIR BAG SYSTEM SAVES LIVES AND REDUCES INJURIES"; 29.01.2002; http://media.ford.com/newsroom/release_display.cfm?release=10886; 23.11.2007

[FORSMAN, 2003]

FORSMAN, A., HELLSTEN, H. & FALKMER, T. (2003): Krockkuddar i bilen – konflikt mellan barns och vuxnas säkerhet? VTI notat 16-2003. Linköping: VTI

[GDV, 2003]

Gesamtverband der Versicherungswirtschaft: „Kinder im Auto – Sichern, aber richtig"; Video, München, 2003

[GOKTUK et al., 2005]

GOKTUK, S. Burak; RAFII, Abbas: „An Occupant Classification System – Eigen Shapes or Knowledge-Based Features"; Proceedings of the 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05) – Workshops – Volume 03; IEEE Computer Society; Washington, DC; 2005

[GRAHAM, 1998]

GRAHAM, J.D., GOLDIE, S.J., SEGUI-GOMEZ, M., THOMPSON, K.M., NELSON, T., SIMPSON, A. WOERNER, L.G. (1998): Reducing risks to children in vehicles with passenger air bags. *Pediatrics* 102 (1):e3

[IEE, 2006]

IEE S.A.: „CPOD – Child Seat Presence and Orientation Detection“; 15.11.2006

[IMS, 2007]

IMS Applied Intelligence: „OWS Occupant Weight Sensor“; <http://www.intellimec.com/products/ows.htm>; 23.11.2007

[KAHANE, 1996]

KAHANE, C.J. (1996): Fatality reduction by air bags, analyses of accident data through early 1996. DOT HS 808 470. National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC

[Le CLAIRE, 2005]

Le CLAIRE, M., VISVIKIS, D., HYND, D. & BENNETT, P. (2005): Airbag Project final Report. Project Report SE/231/2005

[LESIRE, 2007]

LESIRE, P., HERVE, V., CASSAN, F., ENGEL, R., TEJERA, G. & ALONZO, F. (2007): Discussion on child safety at the front passenger seat position: review of some real world data and test results. 5th International Conference “Protection of children in cars”, 6.-7.12.2007, München: TÜV Süd Akademie

[LÖHLE, 1996]

LÖHLE, U.: „Zu den Schutzwirkungen der Sicherungssysteme Airbag und Sicherheitsgurt und ihren Grenzen – Erkenntnisse aus der Unfallforschung“; *Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik* 6/1996, S. 171 ff; Vieweg Verlag; Wiesbaden; 1996

[MARSCHNER, 2003]

Chr. MARSCHNER: „Messverfahren zur Eliminierung von Erdungseinflüssen bei kapazitiven Detektoren und ihre Anwendung zur Sitzbelegungserkennung in Kraftfahrzeugen“, TU München, 2003

[MEEK]

M. MEEK: „Jaguar XK Series advances the art of safety“; <http://www.autoworld.com/apps/news/FullStory.asp?id=104>; 23.11.2007

[Mercedes, 2004]

Leitfaden für Rettungsdienste, Ausgabe 2004; DaimlerChrysler AG, Teile Technik und Technische Information (GSP/TI) Stuttgart

[NHTSA, 2008]

Special Crash Investigations: „Counts of frontal airbag related fatalities and seriously injured persons“; Report Date: January 1, 2008

[NTSB, 1995]

National Transportation Safety Board: „Putting Children First“; Safety Report NTSB/SR-00/02; Washington, DC; 2000

[NTSB2, 1995]

National Transportation Safety Board: Safety Recommendation H95-21; NHTSA letter to CRS manufactures Washington, DC; 1995)

[PALISSON, 2007]

PALISSON, A.; CASSAN, F.; TROISEILLE, X.; LESIRE P.; ALONZO, F.: “Estimating Q3 dummy injury criteria for frontal impacts using the child project results and scaling reference values”, IRCOBI conference 2007

[REIFENRATH, 1996]

REIFENRATH, Chr.: „Die Kissenschlacht“; *Auto Zeitung* 2/1996, S. 56 f.; Heinrich Bauer Zeitschriften Verlag KG; Hamburg; 1996

[ROSELT, 2002]

ROSELT, Th., LANGWIEDER, K., HUMMEL, Th., KOSTER, H.-J. W.: Germann insurance Association, Institute for Vehicle Safety (Germany): “Injury patterns of front seat occupants in frontal car collisions with airbags. Effectivity and optimisation potenzial of airbags”. IRCOBI conference 2002

[SAE, 2002]

Internetpräsenz SAE-international; “GM trucks get Delphi occupant sensing“; 11.2002; <http://www.sae.org/automag/electronics/11-2002/>; 23.11.2007

[VDO, 2008]

VDO Automotive AG 2008: „Intelligente Sitzplätze – Occupant Classification“; http://www.vdo.de/products_solutions/cars/safety/crash-sensing-technologies/frontal-impact/ocs/; 18.02.2008

[Verkehrswacht Mannheim, 2008]

Internetpräsenz der Verkehrswacht Mannheim e. V.; <http://www.kvw-mhm.de/kisitz.htm>; 23.01.2008

[VISVIKIS, 2003]

VISVIKIS, C. (2003): Literature review of research on vehicle side air bag interaction with children. Project Report SE/699/03

[WEBER, 2000]

WEBER, K. (2000): Crash protection for child passengers. A review of best practice. UMTRI Research Review, Vol. 31, No. 3, 1-27

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Unterreihe „Fahrzeugtechnik“

1995

- F 10: Einsatz der Gasentladungslampe in Kfz-Scheinwerfern
Damasky € 12,50
- F 11: Informationsdarstellung im Fahrzeug mit Hilfe eines Head-Up-Displays
Mutschler € 16,50
- F 12: Gefährdung durch Frontschutzbügel an Geländefahrzeugen
Teil 1: Gefährdung von Fußgängern und Radfahrern
Zellmer, Schmid € 12,00
- Teil 2: Quantifizierung der Gefährdung von Fußgängern
Zellmer € 12,00
- F 13: Untersuchung rollwiderstandsarmer Pkw-Reifen
Sander € 11,50

1996

- F 14: Der Aufprall des Kopfes auf die Fronthaube von Pkw beim Fußgängerunfall – Entwicklung eines Prüfverfahrens
Glaeser € 15,50
- F 15: Verkehrssicherheit von Fahrrädern
Teil 1: Möglichkeiten zur Verbesserung der Verkehrssicherheit von Fahrrädern
Heinrich, von der Osten-Sacken € 22,50
- Teil 2: Ergebnisse aus einem Expertengespräch „Verkehrssicherheit von Fahrrädern“
Nicklisch € 22,50
- F 16: Messung der tatsächlichen Achslasten von Nutzfahrzeugen
Sagerer, Wartenberg, Schmidt € 12,50
- F 17: Sicherheitsbewertung von Personenkraftwagen – Problem-analyse und Verfahrenskonzept
Grunow, Heuser, Krüger, Zangemeister € 17,50
- F 18: Bremsverhalten von Fahrern von Motorrädern mit und ohne ABS
Präckel € 14,50
- F 19: Schwingungsdämpferprüfung an Pkw im Rahmen der Hauptuntersuchung
Pullwitt € 11,50
- F 20: Vergleichsmessungen des Rollwiderstands auf der Straße und im Prüfstand
Sander € 13,00
- F 21: Einflußgrößen auf den Kraftschluß bei Nässe – Untersuchungen zum Einfluß der Profiltiefe unterschiedlich breiter Reifen auf den Kraftschluß bei Nässe
Fach € 14,00

1997

- F 22: Schadstoffemissionen und Kraftstoffverbrauch bei kurzzeitiger Motorabschaltung
Bugsel, Albus, Sievert € 10,50
- F 23: Unfalldatenschreiber als Informationsquelle für die Unfallforschung in der Pre-Crash-Phase
Berg, Mayer € 19,50

1998

- F 24: Beurteilung der Sicherheitsaspekte eines neuartigen Zweiradkonzeptes
Kalliske, Albus, Faerber € 12,00
- F 25: Sicherheit des Transportes von Kindern auf Fahrrädern und in Fahrradanhängern
Kalliske, Wobben, Nee € 11,50

1999

- F 26: Entwicklung eines Testverfahrens für Antriebsschlupf-Regel-systeme
Schweers € 11,50
- F 27: Betriebslasten an Fahrrädern
Vötter, Groß, Esser, Born, Flamm, Rieck € 10,50
- F 28: Überprüfung elektronischer Systeme in Kraftfahrzeugen
Kohlstruck, Wallentowitz € 13,00

2000

- F 29: Verkehrssicherheit runderneuerter Reifen
Teil 1: Verkehrssicherheit runderneuerter PKW-Reifen
Glaeser € 13,00
- Teil 2: Verkehrssicherheit runderneuerter Lkw-Reifen
Aubel € 13,00
- F 30: Rechnerische Simulation des Fahrverhaltens von Lkw mit Breitreifen
Faber € 12,50
- F 31: Passive Sicherheit von Pkw bei Verkehrsunfällen – Fahr-zeugsicherheit '95 – Analyse aus Erhebungen am Unfallort
Otte € 12,50
- F 32: Die Fahrzeugtechnische Versuchsanlage der BASt – Ein-wei-hung mit Verleihung des Verkehrssicherheitspreises 2000 am 4. und 5. Mai 2000 in Bergisch Gladbach € 14,00

2001

- F 33: Sicherheitsbelange aktiver Fahrdynamikregelungen
Gaupp, Wobben, Horn, Seemann € 17,00
- F 34: Ermittlung von Emissionen im Stationärbetrieb mit dem Emissions-Mess-Fahrzeug
Sander, Bugsel, Sievert, Albus € 11,00
- F 35: Sicherheitsanalyse der Systeme zum Automatischen Fahren
Wallentowitz, Ehmanns, Neunzig, Weilkes, Steinauer, Bölling, Richter, Gaupp € 19,00
- F 36: Anforderungen an Rückspiegel von Krafträdern
van de Sand, Wallentowitz, Schrüllkamp € 14,00
- F 37: Abgasuntersuchung - Erfolgskontrolle: Ottomotor – G-Kat
Afflerbach, Hassel, Schmidt, Sonnborn, Weber € 11,50
- F 38: Optimierte Fahrzeugfront hinsichtlich des Fußgänger-schutzes
Friesen, Wallentowitz, Philipps € 12,50

2002

- F 39: Optimierung des rückwärtigen Signalbildes zur Reduzierung von Auffahrunfällen bei Gefahrenbremsung
Gail, Lorig, Gelau, Heuzeroth, Sievert € 19,50
- F 40: Entwicklung eines Prüfverfahrens für Spritzschutzsysteme an Kraftfahrzeugen
Domsch, Sandkühler, Wallentowitz € 16,50

2003

- F 41: Abgasuntersuchung: Dieselfahrzeuge
Afflerbach, Hassel, Mäurer, Schmidt, Weber € 14,00

- F 42: Schwachstellenanalyse zur Optimierung des Notausstiegssystems bei Reisebussen
Krieg, Rüter, Weißgerber € 15,00
- F 43: Testverfahren zur Bewertung und Verbesserung von Kinderschutzsystemen beim Pkw-Seitenaufprall
Nett € 16,50
- F 44: Aktive und passive Sicherheit gebräuchter Leichtkraftfahrzeuge
Gail, Pastor, Spiering, Sander, Lorig € 12,00

2004

- F 45: Untersuchungen zur Abgasemission von Motorrädern im Rahmen der WMTC-Aktivitäten
Steven € 12,50
- F 46: Anforderungen an zukünftige Kraftrad-Bremssysteme zur Steigerung der Fahrsicherheit
Funke, Winner € 12,00
- F 47: Kompetenzerwerb im Umgang mit Fahrerinformationssystemen
Jahn, Oehme, Rösler, Krens € 13,50
- F 48: Standgeräuschmessung an Motorrädern im Verkehr und bei der Hauptuntersuchung nach § 29 StVZO
Pullwitt, Redmann € 13,50
- F 49: Prüfverfahren für die passive Sicherheit motorisierter Zweiräder
Berg, Rücker, Bürkle, Mattern, Kallieris € 18,00
- F 50: Seitenairbag und Kinderrückhaltesysteme
Gehre, Kramer, Schindler € 14,50
- F 51: Brandverhalten der Innenausstattung von Reisebussen
Egelhaaf, Berg, Staubach, Lange € 16,50
- F 52: Intelligente Rückhaltesysteme
Schindler, Kühn, Siegler € 16,00
- F 53: Unfallverletzungen in Fahrzeugen mit Airbag
Klanner, Ambos, Paulus, Hummel, Langwieder, Köster € 15,00
- F 54: Gefährdung von Fußgängern und Radfahrern an Kreuzungen durch rechts abbiegende Lkw
Niewöhner, Berg € 16,50

2005

- F 55: 1st International Conference on ESAR „Expert Symposium on Accident Research“ – Reports on the ESAR-Conference on 3rd/4th September 2004 at Hannover Medical School € 29,00

2006

- F 56: Untersuchung von Verkehrssicherheitsaspekten durch die Verwendung asphärischer Außenspiegel
Bach, Rüter, Carstengerdes, Wender, Otte € 17,00
- F 57: Untersuchung von Reifen mit Notlaufeigenschaften
Gail, Pullwitt, Sander, Lorig, Bartels € 15,00
- F 58: Bestimmung von Nutzfahrzeugemissionsfaktoren
Steven, Kleinebrahm € 15,50
- F 59: Hochrechnung von Daten aus Erhebungen am Unfallort
Hautzinger, Pfeiffer, Schmidt € 15,50
- F 60: Ableitung von Anforderungen an Fahrerassistenzsysteme aus Sicht der Verkehrssicherheit Vollrath, Briest, Schießl, Drewes, Becker € 16,50

2007

- F 61: 2nd International Conference on ESAR „Expert Symposium on Accident Research“ – Reports on the ESAR-Conference on 1st/2nd September 2006 at Hannover Medical School € 30,00

- F 62: Einfluss des Versicherungs-Einstufungstests auf die Belange der passiven Sicherheit
Rüter, Zoppe, Bach, Carstengerdes € 16,50
- F 63: Nutzerseitiger Fehlgebrauch von Fahrerassistenzsystemen
Marberger € 14,50
- F 64: Anforderungen an Helme für Motorradfahrer zur Motorsicherheit
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
Schüler, Adolph, Steinmann, Ionescu € 22,00
- F 65: Entwicklung von Kriterien zur Bewertung der Fahrzeugbeleuchtung im Hinblick auf ein NCAP für aktive Fahrzeugsicherheit
Manz, Kooß, Klinger, Schellinger € 17,50

2008

- F 66: Optimierung der Beleuchtung von Personenwagen und Nutzfahrzeugen
Jebas, Schellinger, Klinger, Manz, Kooß € 15,50
- F 67: Optimierung von Kinderschutzsystemen im Pkw
Weber € 20,00
- F 68: Cost-benefit analysis for ABS of motorcycles
Baum, Westerkamp, Geißler € 20,00
- F 69: Fahrzeuggestützte Notrufsysteme (eCall) für die Verkehrssicherheit in Deutschland
Auerbach, Issing, Karrer, Steffens € 18,00
- F 70: Einfluss verbesserter Fahrzeugsicherheit bei Pkw auf die Entwicklung von Landstraßenunfällen
Gail, Pöppel-Decker, Lorig, Eggers, Lerner, Ellmers € 13,50

2009

- F 71: Erkennbarkeit von Motorrädern am Tag – Untersuchungen zum vorderen Signalbild
Bartels, Sander € 13,50
- F 72: 3rd International Conference on ESAR „Expert Symposium on Accident Research“ – Reports on the ESAR-Conference on 5th/6th September 2008 at Hannover Medical School € 29,50
- F 73: Objektive Erkennung kritischer Fahrsituationen von Motorrädern
Seiniger, Winner € 16,50

2010

- F 74: Auswirkungen des Fahrens mit Tempomat und ACC auf das Fahrerverhalten
Vollrath, Briest, Oeltze € 15,50
- F 75: Fehlgebrauch der Airbagabschaltung bei der Beförderung von Kindern in Kinderschutzsystemen
Müller, Johannsen, Fastenmaier € 15,50

Alle Berichte sind zu beziehen beim:

Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
Postfach 10 11 10
D-27511 Bremerhaven
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0
Telefax: (04 71) 9 45 44 77
Email: vertrieb@nw-verlag.de
Internet: www.nw-verlag.de

Dort ist auch ein Kompletverzeichnis erhältlich.