

Fehlgebrauch von Kindersicherungssystemen im Fahrzeug

vorgelegt von
Dipl.-Ing.
Gerd Müller
aus Berlin

**von der Fakultät V – Verkehrs- und Maschinensysteme
Institut für Land- und Seeverkehr / Fachgebiet Kraftfahrzeuge
der Technischen Universität Berlin**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Ingenieurwissenschaften
- Dr.-Ing. -

genehmigte Dissertation

Promotionsausschuss:

Vorsitzender: Prof. Dr.-Ing. Matthias Rötting

Gutachter: Prof. Dr. rer. nat. Volker Schindler

Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Heiko Johannsen

Gutachter: Prof. Dr. phil. Wolfgang Fastenmeier

Tag der wissenschaftlichen Aussprache: 22. Oktober 2013

Berlin 2013
D 83

Kurzfassung

Die Zahl der bei Verkehrsunfällen getöteten und verletzten Kinder in Pkw ist in den letzten Jahren erheblich gesunken. Waren 1993, im Jahr der Einführung der gesetzlichen Pflicht zur Nutzung von Kindersitzen noch 128 getötete Kinder zu beklagen, waren es im Jahr 2011 noch 21. Neben einer hohen Sicherungsquote von Kindern im Kindersitz gibt es zahlreiche weitere Ursachen, die diese positive Entwicklung bewirkt haben. So haben sich die gesetzlichen Anforderungen an Kindersicherungssysteme ständig erhöht, wodurch ihre Schutzwirkung verbessert wurde. Genauso verbesserten sich die Sicherheit der Fahrzeuge und die Verkehrsinfrastruktur insgesamt. Dennoch muss festgestellt werden, dass die Quote der Fehlbenutzung (Misuse) von Kindersitzen in den letzten 15 Jahren konstant hoch geblieben ist. Mehr als zwei Drittel aller Kinder sind fehlerhaft im Fahrzeug gesichert, wobei manche dieser Fehler so gravierend sind, dass die Schutzwirkung des Sitzes komplett aufgehoben wird. Hier zeigt sich nach wie vor ein dringender Handlungsbedarf.

Die Auswertung einer im Rahmen des EU-Forschungsprojekts CASPER durchgeführten Feldstudie hat ergeben, dass die Fehlbenutzungsquote leicht zurück gegangen ist, inwiefern dabei von einem signifikanten Trend gesprochen werden kann, lässt sich allerdings nicht absehen. Es zeigte sich weiterhin, dass die schlechte Sicherung der Kinder von Eltern in der Regel nicht vorsätzlich geschieht, sondern dass mangelndes Wissen über den richtigen Umgang mit Kindersitzen und ein gering ausgeprägtes Risikobewusstsein zur Fehlbedienung führen. Faktoren wie Zeitmangel und Stress im Moment der Sicherung erhöhen das Fehlbedienungsrisiko.

Anhand der Daten von 119 rekonstruierten Pkw-Verkehrsunfällen mit 183 beteiligten kindlichen Insassen konnten Zusammenhänge zwischen bestimmten Fehlbenutzungen und daraus resultierenden Verletzungen gezeigt werden. Genauso konnte nachgewiesen werden, dass für falsch gesicherte Kinder das Risiko für schwere Verletzungen bei einem Unfall deutlich höher ist, als für korrekt gesicherte Kinder.

Alle gewonnen Erkenntnisse machen deutlich, dass das Thema der Fehlbenutzung von Kindersitzen nach wie vor aktuell und drängend ist und dass es notwendig ist, dass sich Experten der Kindersicherheit mit diesem Thema befassen. Dafür ist es zunächst erforderlich, dass es in Fachkreisen von den zentralen Begriffen „Fehlbenutzung“ und „Fehlerschwere“ ein einheitliches Verständnis gibt. Eine experimentelle Untersuchung auf der Fachtagung „Protection of Children in Cars“ im Jahr 2011 ergab, dass gleiche Fehler von verschiedenen Fachleuten ganz unterschiedlich bewertet werden. Um diesem Problem zu begegnen wird in der vorliegenden Arbeit eine Definition des Begriffs „Misuse“ vorgeschlagen. Darüber hinaus wird ein für Misuseuntersuchungen häufig genutztes Codebook dahingehend überarbeitet und vereinfacht, dass es einerseits in der Praxis der Feldbeobachtung leicht und mit wenig zeitlichem Aufwand zu nutzen ist, andererseits alle wesentlichen Fehler erfasst. Dabei ist es wichtig, dass die Fehler eindeutig beschrieben und

bewertet werden, so dass sichergestellt ist, dass verschiedene Beobachter zur gleichen Fehlerbewertung kommen und somit eine Vergleichbarkeit verschiedener Feldstudien gegeben ist.

Abschließend enthält die vorliegende Arbeit konkrete Vorschläge, wie der Problematik der Fehlbenutzung begegnet werden sollte. Hier werden insbesondere an den Gesetzgeber Forderungen nach klaren und zwingenden Vorgaben für die Hersteller von Kindersitzen gestellt, auch erscheint es als ratsam, dass das ISOFIX-System derart optimiert wird, dass es zukünftig bessere Chancen hat eine große Marktdurchdringung zu erfahren.

Abstract

The number of killed and injured children as vehicle occupants in road accidents has declined significantly in recent years. During 1993, the year when the requirement to use child seats was introduced, 128 children were killed, while in 2011 21 children died in a car. In addition to a high percentage of children secured in a suitable child seat there are many other causes which support this positive development. The legal requirements for child restraint systems have increased constantly affecting an improvement of its protection level, simultaneously the safety of vehicles and traffic infrastructure has improved. However it must be noted that the rate of incorrect use (misuse) of child seats is consistently high in the last 15 years. More than two thirds of all children in the vehicle are not secured correctly, with some of these misuses are so serious that the protective effect of the seat will be cancelled completely. Here is still an urgent need for improvement.

The evaluation of a field study, which was conducted in connection with the EU research project CASPER, has shown evidence that the quote of incorrect used child seats has declined slightly. However it is not sure, whether this is a significant trend or just a single result. Another founding from this study is that usually, the poor securing of children by parents is not done intentionally, but more by a lack of knowledge about the correct use of child restraint seats and by a low level of awareness of the misuse risk. Factors such as lack of time and stress during the child securing increase the risk of incorrect use.

Based on the data of 119 reconstructed car accidents with 183 involved children as car occupants, the relationships between certain misuse types and resulting injuries have been shown. Additionally it has been shown that for incorrectly restrained children, the risk of serious injuries in an accident is much higher than for properly restrained children.

All gained findings reveal that the problem of child seats misuse is still urgent and that it is necessary for experts of child safety to deal with this issue. This requires a common understanding of the central terms of "misuse" and "misuse severity". An experimental investigation on the conference "Protection of Children in Cars" in 2011 has shown that the same misuse will be evaluated by specialists in different ways. To overcome this challenge a definition of "misuse" is proposed in the present thesis. In addition, a frequently used codebook for field studies has been revised and simplified. On the one hand it should be easy to use in the practice of field observation and with little expenditure of time and on the other hand, it should cover all significant types of misuse. It is important that all misuse types are clearly identified and evaluated, to ensure that different observers get the same misuse rating and thus a comparability of different field studies is given.

In conclusion, the present thesis includes concrete proposals on addressing misuse of child restraint systems. Here, in particular, to the legislator demands for clear and mandatory requirements for

manufacturers of child seats are made, and it seems advisable that the ISOFIX system is optimised in a way that it has a better chance in the future to find a large market penetration.

Danksagung

Teile dieser Arbeit sind im Rahmen des EU-Forschungsprojekts „CASPER“ entstanden. Allen Projektbeteiligten, die an der Erhebung und Auswertung der Feldstudie beteiligt waren, danke ich für eine gute und fruchtbare Zusammenarbeit.

Danken möchte ich auch meinen Kollegen am Fachgebiet Kraftfahrzeuge der Technischen Universität Berlin, die mich auf vielfältige Art und Weise in den letzten Jahren beim Entstehen dieser Arbeit unterstützt haben. An erster Stelle ist dabei Heiko Johannsen zu nennen, der mir als Experte auf dem Gebiet der Kindersicherheit stets als Ansprechpartner für Fragen und hilfreiche Diskussionen zur Seite stand und die Entstehung dieser Arbeit mit konstruktiven Anmerkungen begleitet hat. Dank gebührt auch Alexandra Schulz, die über viele Jahre meine Büronachbarin war und mir über manches Motivationsloch hinweggeholfen hat. Johannes Holtz, Alexander Rauch, Daniel Adolf und Eldin Cehic danke ich für die Unterstützung bei der Durchführung zahlreicher Feldstudien, Datenauswertungen und Versuchsdurchführungen.

Ein besonderer Dank gilt Herrn Professor Schindler, der stets ein offenes Ohr, hilfreiche Ratschläge und motivierende Worte für mich parat hatte.

Vielen Dank an Herrn Professor Fastenmeier für seine Tätigkeit als Gutachter, Herrn Professor Rötting danke für die Übernahme des Vorsitzes der Prüfungskommission.

Den vielen Menschen aus meinem privaten Umfeld, die mich, in welcher Weise auch immer, in den letzten Jahren unterstützt, motiviert und beraten haben, danke ich hier ganz pauschal und später noch persönlich. Es ließe sich sicherlich nicht vermeiden an dieser Stelle jemanden zu vergessen, der es auf jeden Fall verdient hätte erwähnt zu werden.

Inhaltsverzeichnis:

1	Einleitung.....	1
2	Grundlagen zur Kindersicherheit im Fahrzeug.....	4
3	Bisherige Untersuchungen zum Fehlgebrauch von Kindersitzen.....	11
3.1	Feldstudien.....	11
3.2	Praktische Misuseversuche und Unfallanalysen.....	14
4	Bisherige Maßnahmen zur Vermeidung von Misuse.....	16
4.1	Gesetzliche Maßnahmen.....	16
4.2	Maßnahmen seitens Verbraucherschutzorganisationen.....	20
4.3	Schulungsaktivitäten.....	21
4.4	Technische Maßnahmen.....	22
5	Analyse der Feldstudie des Forschungsprojekts CASPER.....	25
5.1	Grundlegende Angaben zu den Kindern.....	26
5.2	Angaben zur Sitzposition und zum verwendeten Kindersitz.....	29
5.3	Angaben zur Sicherungssituation.....	33
5.4	Vergleich mit vorherigen Feldstudien.....	42
5.5	Angaben zur Beförderungssituation.....	44
5.6	Zusammenfassung.....	48
6	Der Begriff „Misuse“.....	49
6.1	Einteilung von Misuse.....	50
6.2	Bewertung des Fehlgebrauchs von Kindersitzen.....	51
6.2.1	Beschreibung der installierten Fehler.....	52
6.2.2	Auswertung der Ergebnisse.....	56
6.3	Ergebnisse der Studie.....	69

7	Analyse von Realunfällen.....	70
7.1	Auswertung der CASPER Rekonstruktionsdatenbank	70
7.1.1	Grundlegende Daten	71
7.1.2	Untersuchung der Verletzungsschwere	74
7.1.3	Untersuchung der Misusearten.....	79
7.1.4	Beschreibung exemplarischer Beispielfälle	82
7.1.5	Ergebnisse der Auswertung der Rekonstruktionsdatenbank.....	87
7.2	Unfallerberhebung.....	87
7.3	Zusammenfassung.....	89
8	Identifikation von maßgeblichen Problemfeldern und mögliche Lösungsansätze.....	90
8.1	Die Bedeutung der Fehlbenutzung.....	90
8.2	ISOFIX als Beispiel einer ineffektiven Problemlösung	94
8.3	Fehlbenutzung aus nichttechnischer Sicht	95
8.4	Zusammenfassung.....	97
9	Maßnahmen zur Reduzierung der Fehlbenutzung	98
9.1	Verbesserung der Qualität von Unfalldaten.....	99
9.1.1	Allgemeine Informationen zum Unfall	100
9.1.2	Informationen zum Kind und zum Kindersitz	101
9.1.3	Informationen zu den Verletzungen des Kindes	102
9.1.4	Untersuchung des Kindersitzes	103
9.1.5	Spuren im Fahrzeuginnenraum	105
9.1.6	Befragung der Personen, die das Kind gesichert haben.....	108
9.1.7	Befragung von Zeugen.....	108
9.1.8	Zusammenfassung.....	108

9.2	Begriffsdefinition Misuse	109
9.3	Definition der Misuseschwere	111
9.4	Förderung der Verbreitung von ISOFIX.....	116
9.5	Vermeidung von Fehlbenutzung durch konstruktive Lösungen	117
9.5.1	Konkrete Ansätze zur Vermeidung von Misuse	118
9.6	Maßnahmen zur Aufklärung und Informationsverbreitung	126
9.7	Zusammenfassung	127
10	Zusammenfassung und Ausblick	128
11	Literaturverzeichnis.....	130
12	Abbildungsverzeichnis.....	133
13	Tabellenverzeichnis	138
14	Anhang.....	139
14.1	Codebook zur Erfassung von Sicherheits- und Einbaufehlern	139
14.2	AIS-Skalierung	141
14.3	Technische Lösungen zur Verbesserung der Sicherheit von Kindern im Fahrzeug.....	142

Verwendete Abkürzungen und Fachwörter:

ACE	Autoclub Europa
ADAC	Allgemeiner Deutscher Automobilclub
AIS	Abbreviated Injury Scale (vereinfachte Verletzungsskala); gibt für Verletzung die Überlebenswahrscheinlichkeit an
BAST	Bundesanstalt für Straßenwesen
CASPER	Child Advanced Safety Project for European Roads; drittes europäisches Forschungsprojekt zur Kindersicherheit im Fahrzeug
CHILD	Child Injury Led Design; zweites europäisches Forschungsprojekt zur Kindersicherheit im Fahrzeug
CPOD	Child Seat Presence and Orientation Detection (System zur automatischen Erkennung eines Kindersitzes und dessen Einbaurichtung)
CREST	Child Restraint System for Cars; erstes europäisches Forschungsprojekt zur Kindersicherheit im Fahrzeug
CRS	Child Restraint System (Kinderrückhaltesystem)
DVR	Deutscher Verkehrsrat
DVV	Deutsche Verkehrswacht
ECE	Economic Commission for Europe
ECE-R 44.04	ECE Regelung 44
EES	Energy Equivalent Speed (energie-äquivalente Geschwindigkeit); energetische Betrachtung der Kollisionsgeschwindigkeit
ESV	Enhanced Safety of Vehicles (Internationale Konferenz zur Fahrzeugsicherheit)
EuroNCAP	New Car Assessment Programm; Europäisches Testverfahren von Verbraucherschutzorganisationen zur Überprüfung der passiven Sicherheit von Pkw
GDV	Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.

GIDAS	(German In-Depth Accident Study); Gemeinschaftsprojekt der BAST und der Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. zur umfassenden Aufnahme und Dokumentation von Verkehrsunfällen mit Personenschäden
HIC	Head Injury Criterion (Kopfverletzungskriterium); Kenngröße zur Erfassung von Kopfbelastungen
HWS	Halswirbelsäule
IFSTTAR	L'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (Französisches Forschungsinstitut für Verkehr, Transport und Stadtentwicklung)
ISOFIX	Standardisiertes System zur festen mechanischen Verbindung eines Kindersitzes mit einem Fahrzeug
KRS	Kinderrückhaltesystem
KSS	Kindersicherungssystem
Misuse	engl. für Fehlgebrauch
PEKiP	Prager-Eltern-Kind-Programm; Konzept für die Gruppenarbeit mit Eltern und ihren Kindern in deren ersten Lebensjahren
Top Tether	Spanngurt an der Oberseite von ISOFIX-Sitzen zur Vermeidung der Sitzrotation

1 Einleitung

In Zeiten eines hohen und sehr individuellen Bedürfnisses nach Mobilität ist die Nutzung des Pkws auch zur Beförderung von Kindern selbstverständlich. Da die Schutzeinrichtungen im Fahrzeug für erwachsene Insassen ausgelegt sind, müssen für Kinder spezielle Schutzeinrichtungen, sogenannte Kinderschutzsysteme¹ (KSS) verwendet werden. Je nach Alter, Gewicht und Größe der Kinder gibt es bestimmte Körperregionen, die im Fall eines Unfalls besonders gefährdet sind, entsprechend gibt es verschiedene Schutzsysteme, die in Abhängigkeit vom Gewicht des Kindes zu verwenden sind.

Die Schutzwirkung von Kindersitzen hat sich seit der gesetzlichen Einführung ihrer Nutzungspflicht in den neunziger Jahren stetig verbessert. Obwohl im Handel eine große Bandbreite an verschiedenen Modellen angeboten wird, was sich nicht zuletzt auch im Preis der Kindersitze zeigt, kann davon gesprochen werden, dass selbst die einfachsten und billigsten Sitze ein ausreichendes Maß an Schutz bieten. Das Hauptproblem im Zusammenhang mit der Nutzung von Kindersitzen besteht in deren falscher Benutzung (engl. Misuse²). Nach wie vor werden rund zwei Drittel aller Kindersitze fehlerhaft verwendet, was deren Schutzwirkung erheblich reduzieren oder ganz aufheben kann. Auch wenn es hinsichtlich der Fehleranfälligkeit zwischen guten und schlechten Kindersitzen erhebliche Unterschiede gibt, muss festgestellt werden, dass das Problem der Fehlbenutzung bei allen Modellen und in allen Systemgruppen auftritt.

Der Fehlgebrauch von Kindersitzen und die damit einhergehenden Probleme wurden bereits vor längerer Zeit als grundlegendes Thema im Bereich der Kindersicherheit im Fahrzeug erkannt und untersucht. Dabei geht es zum einen darum den Ist-Stand anhand von Feldstudien zu erheben und den Fehlgebrauch zu quantifizieren und zu analysieren, zum anderen wird versucht aus verschiedenen Blickwinkeln die Gründe für den Misuse zu ergründen und mögliche Gegenmaßnahmen zu erarbeiten. Im Rahmen dieser Forschungsarbeiten ist es immer wieder nötig die reale Situation zu erfassen, um Veränderungen im Sicherungsverhalten festzustellen. Dadurch können bisherige Maßnahmen auf ihren Erfolg hin überprüft und bewertet werden. Gleichzeitig lassen sich daraus Erkenntnisse für weiterführende Schritte ableiten.

In diesem Sinn ist das Ziel der vorliegenden Arbeit zu verstehen: Sie liefert einen Beitrag zum besseren Verständnis des Themas „Fehlgebrauch von Kindersitzen“ und trägt zur Findung von Lösungsansätzen bei.

¹ Die Begriffe Kindersitz, Kinderrückhaltesystem (KRS) und Kinderschutzsystem (KSS) werden in dieser Arbeit gleichbedeutend verwendet.

² Der Begriff Misuse hat sich in der Fachwelt als Beschreibung der Fehlbenutzung durchgesetzt. Beide Begriffe werden in dieser Arbeit gleichbedeutend verwendet.

Zu Beginn wird in Kapitel 2 eine kurze Einführung zum Sinn und Zweck von Kindersitzen gegeben, typische Fehlbedienungen in den einzelnen Kindersitzgruppen werden gezeigt. Eine Zusammenfassung bisheriger Veröffentlichungen zum Fehlgebrauch von Kindersitzen wird in Kapitel 3 vorgenommen. Zunächst werden die Ergebnisse vergangener Feldstudien vergleichend vorgestellt. Anschließend wird aufgezeigt, welche Unfallanalysen und Versuche zur Fehlbenutzung bisher durchgeführt wurden. Ein Blick auf weitere Veröffentlichungen zum Thema rundet das Kapitel ab.

In Kapitel 4 werden Maßnahmen vorgestellt, die bisher ergriffen wurden, um die Fehlbenutzungsquote zu reduzieren. Das betrifft sowohl Maßnahmen seitens des Gesetzgebers, als auch Schritte, die von Verbraucherschutzorganisationen sowie seitens der Kindersitz- und Fahrzeughersteller unternommen wurden.

Die Analyse der Ergebnisse einer umfassenden Feldstudie, dargestellt in Kapitel 5, bildet einen wichtigen Bestandteil der Arbeit. Hier wird die aktuelle Situation im realen Verkehrsgeschehen in drei verschiedenen Regionen Europas erhoben und vergleichend ausgewertet. Anhand der Daten können nicht nur statistische Entwicklungen beobachtet, sondern mittels kurzer Befragungen der Fahrer können auch verhaltenstypische Effekte, die zur Fehlbenutzung von Kindersitzen führen, herausgefunden werden. Die Ergebnisse werden mit den Resultaten älterer Feldstudien verglichen, wodurch sich Entwicklungen im Bereich der Sicherheitsqualität im Verlauf der letzten 15 Jahre nachvollziehen lassen.

Die Diskussion der Ergebnisse der in Kapitel 5 vorgestellten Feldstudie brachte zu Tage, dass es unter den Experten der Kindersicherheit zwar ein gemeinsames Grundverständnis des Begriffs Misuse gibt, allerdings existiert dazu keine verbindliche Definition, was in Einzelfällen zu ganz unterschiedlichen Bewertungen bestimmter Sicherungssituationen führt. Wesentlich gravierender stellt sich dieses Problem bei dem Begriff der „Misuseschwere“ dar. Dieser bildet bei der Fehlerbewertung und beim Vergleich verschiedener Studien eine wesentliche Bezugsgröße, wird allerdings unter Experten sehr unterschiedlich ausgelegt. Aus dieser Erfahrung heraus wurde eine Untersuchung unter Fachleuten zur Misuseschwere durchgeführt, die in Kapitel 6 vorgestellt wird.

Die Analyse von Realunfällen ist das Thema von Kapitel 7. Dabei wird eine Datenbank analysiert, die 183 rekonstruierte Fälle enthält, bei denen Kinder als Fahrzeuginsassen in einen Verkehrsunfall verwickelt waren. Mittels dieser Analyse werden charakteristische Beziehungen zwischen häufigem Misuse und daraus resultierenden Verletzungen gezeigt. Die Vorstellung einiger Beispielfälle rundet das Kapitel ab.

In Kapitel 8 wird das Problem Misuse ganzheitlich betrachtet. Wesentlich ist dabei, wie sich die Misusequote im Vergleich zur Zahl der verletzten und getöteten Kinder in den letzten 20 Jahren entwickelt hat und welche Erklärungsansätze es dafür gibt. Generell stellt sich in diesem Zusammenhang die Frage, inwieweit sich der Erfolg bisheriger Maßnahmen zur Reduzierung von

Misuse quantifizieren lässt. Weiterhin wird nach grundlegenden technischen und nichttechnischen Ursachen für die Fehlbenutzung gesucht. Besonders wird dabei auf das Sicherungssystem ISOFIX eingegangen.

Schließlich werden in Kapitel 9 Lösungen und Lösungswege vorgestellt, die helfen, die hohe Quote der Fehlbedienung bei Kindersitzen zu reduzieren. Zunächst wird detailliert beschrieben, auf welche Weise sich die Qualität von Unfallakten verbessern lässt, was für zukünftige Forschungsarbeiten eine wesentliche Hilfe wäre. Im nächsten Schritt werden die Begriffe „Misuse“ und „Misuseschwere“ definiert, wobei die Misuseschwere für alle relevanten Fehler konkret beschrieben wird. Damit wird eine einheitliche Fehlerbewertung sichergestellt, die eine Vergleichbarkeit zukünftiger Feldstudien ermöglicht. Im nächsten Schritt werden Maßnahmen diskutiert, die bei der Reduktion der Fehlbenutzung hilfreich sein können. Damit steht zunächst das ISOFIX-System im Fokus, weiterhin werden viele technische Lösungen hinsichtlich ihres Potentials erörtert, die entweder schon auf dem Markt verfügbar sind oder aber als Prototypen vorgestellt wurden. Als zentrales Ergebnis werden Forderungen an den Gesetzgeber formuliert, wie durch eine geeignete Gesetzgebung sichergestellt werden kann, dass Hersteller von Kindersitzen nachweisen müssen, dass Kindersitze entweder nicht falsch bedient werden können, oder dass im Fall einer Fehlbedienung keine gravierenden Folgen zu erwarten sind.

Eine Zusammenfassung der Arbeit sowie ein Ausblick über zukünftig notwendige Schritte werden in Kapitel 10 gegeben.

2 Grundlagen zur Kindersicherheit im Fahrzeug

Dieses Kapitel gibt eine kurze Einführung zur Sicherung von Kindern im Fahrzeug und geht auf die Fragen ein, weshalb Kinder im Fahrzeug durch spezielle Kindersitze gesichert werden müssen, welche Arten von Kindersitzen es gibt und wie diese eingeteilt werden.

Um Kinder im Fahrzeug im Fall eines Unfalls optimal zu schützen, müssen sie in einem geeigneten Sicherungssystem, einem Kindersitz, befördert werden. Das ist einerseits der Tatsache geschuldet, dass alle im Fahrzeug vorhandenen Rückhalteeinrichtungen für erwachsene Insassen ausgelegt sind und für kleine Insassen ihre Schutzwirkung nicht entfalten können. So ist beispielsweise die gesamte Gurtgeometrie nicht dafür ausgelegt Menschen unter einer bestimmten Körpergröße an der Fahrzeugverzögerung teilhaben zu lassen. Andererseits gibt es grundsätzliche anatomische Unterschiede zwischen Kindern und Erwachsenen, die je nach Alter des Kindes auf verschiedene Weise berücksichtigt werden müssen. Selbst wenn es also möglich wäre, die fahrzeugseitigen Rückhaltesysteme auf den entsprechenden Größenbereich für Kinder einzustellen, wäre damit dennoch kein geeignetes Rückhaltesystem geschaffen. Das im Zusammenhang mit der Fürsorge für Kinder häufig erwähnte Zitat: „Kinder sind keine kleinen Erwachsenen“ ist auch hier sehr treffend.

Wesentliche Unterschiede im Körperbau von Kindern verschiedener Altersgruppen und von Erwachsenen sind in Abbildung 1 dargestellt.

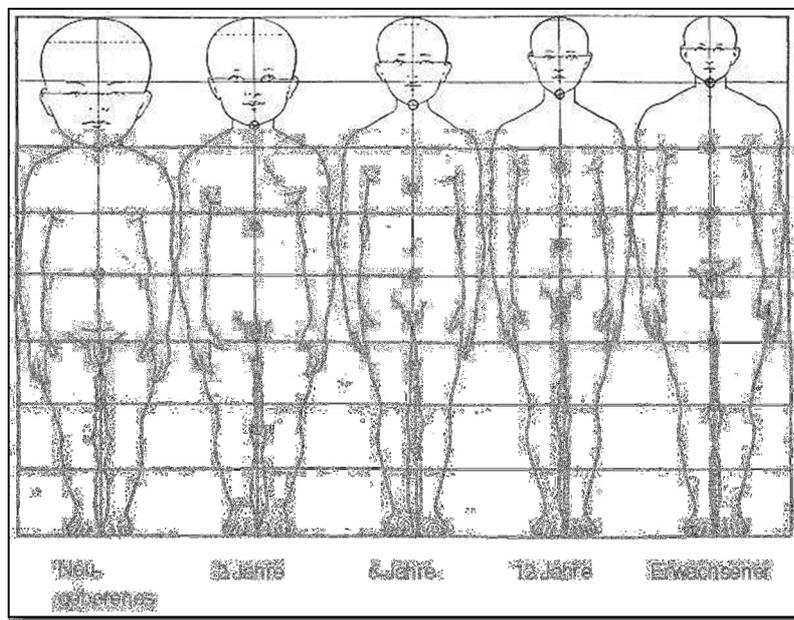


Abbildung 1: Vergleich der Körperproportionen in unterschiedlichen Entwicklungsstufen [Huelke, 1992]

Menschen verschiedener Altersgruppen sind hier auf eine Einheitsgröße skaliert. Gut zu sehen ist, dass der Kopf bei einem Neugeborenen rund ein Viertel seiner Gesamtgröße ausmacht, während er bei einem Erwachsenen nur rund einem Achtel der Gesamtgröße entspricht. Ebenso verhält es sich mit dem Gewicht des Kopfes. Bei einem Neugeborenen wiegt dieser knapp ein Kilo und macht damit rund ein Viertel des Gesamtgewichts aus. Im Gegensatz dazu trägt das Kopfgewicht eines durchschnittlichen erwachsenen Mannes nur etwa sechs Prozent zum Gesamtgewicht bei. Der schwere und große Kopf eines Babys und die gleichzeitig gering ausgeprägte Halsmuskulatur bedeuten, dass der Halsbereich einen besonderen Schutz vor äußeren Belastungen benötigt.

Im Brustbereich profitieren Kinder zunächst von relativ elastischen Strukturen der Rippen. Diese können ohne zu brechen Kräfte aufnehmen und so die inneren Organe schützen. Überschreiten diese Kräfte jedoch ein bestimmtes Maß, können die Rippen keinen wirkungsvollen Schutz mehr bieten und leiten die Kräfte direkt nach innen weiter. Darüber hinaus liegt bei kleinen Kindern eine sehr hohe Dichte der inneren Organe vor, insbesondere die Lungen nehmen im Verhältnis zum Gesamtkörper ein großes Volumen ein und drücken stark nach außen, wodurch die Verletzungsgefahr durch äußere Krafteinwirkungen sehr groß ist. Entsprechend muss der Thoraxbereich durch geeignete Maßnahmen seitens des Kindersitzes geschützt werden.

Der Abdominalbereich ist bei Erwachsenen und Kindern gleichermaßen ungeschützt vor Krafteinwirkungen. Es gibt keine knöchernen Struktur, die einen geeigneten Schutz für die Organe liefert. Während die Leber bei Erwachsenen fast komplett hinter den Rippen liegt, ist das bei Kindern nicht der Fall, weiterhin haben Erwachsene eine stärkere Bauchmuskulatur. Bei Kindern kommt hinzu, dass die Organe des Verdauungstrakts ebenfalls ein vergleichsweise großes Volumen einnehmen und somit weniger Möglichkeiten zum „Ausweichen“ bei möglichen Intrusionen haben (Abbildung 2).

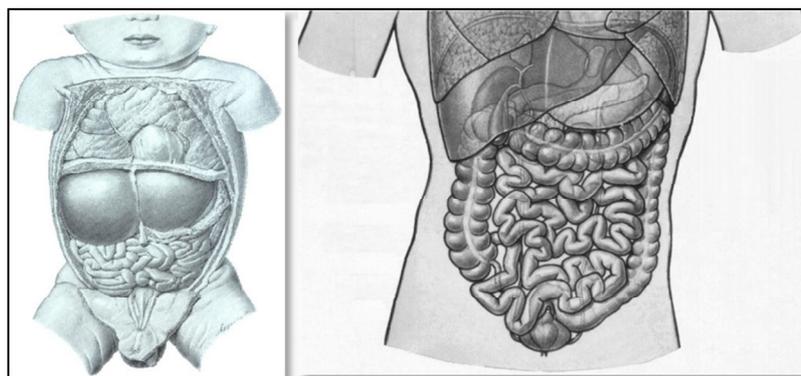


Abbildung 2: Lage der inneren Organe; Baby (links), Erwachsener (rechts) [Sobotta, 1972]

Bei erwachsenen Insassen kann der Abdominalbereich vor Krafteinleitungen seitens des Fahrzeuggurts, durch das Becken geschützt werden. Dieses ist robust genug um große Kräfte aufzunehmen, gleichzeitig bietet es aufgrund seiner Form einen guten Anlagepunkt für den Fahrzeuggurt. Die Beckenknochen eines Kindes sind dafür nicht geeignet. Zwar sind sie ebenfalls robust genug um Kräfte aufzunehmen, allerdings bieten sie aufgrund der noch wenig ausgebildeten Beckenschaufeln dem Fahrzeuggurt keinen guten Halt (Abbildung 3). Es besteht die Gefahr, dass der Gurt nach oben in den Abdomen rutscht und dort erhebliche Verletzungen verursacht.

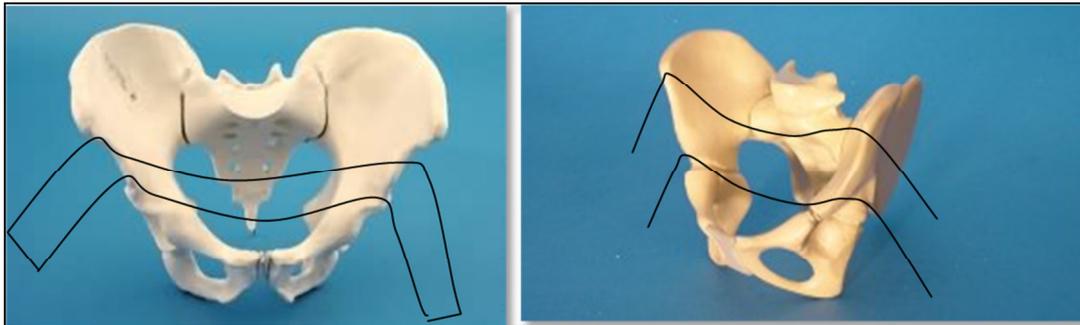


Abbildung 3: Verlauf des Gurts über das Becken; Erwachsener (links), Kleinkind (rechts) [Synbone.ch]

Aus den genannten Gründen ist es notwendig Kinder entsprechend ihrem Alter in geeigneten Kindersitzen zu befördern. Diese werden entsprechend der Zulassungsvorschrift von Kindersitzen (ECE-R 44) in verschiedene Gruppen in Abhängigkeit vom Gewicht des Kindes eingeteilt (Tabelle 1).

Gruppe	Gewicht	Bemerkung
0	bis 10 kg	rückwärtsgerichtet (Babyschale), eigenes Gurtsystem bis etwa 12 Monate
0+	bis 13 kg	rückwärtsgerichtet (Babyschale), eigenes Gurtsystem (diese Gruppe wurde nachträglich eingeführt) bis etwa 18 Monate
1	9 – 18 kg	i.d.R. vorwärtsgerichtet, eigenes Gurtsystem oder Fangkörper ab etwa 15 Monaten, bis 3,5-4 Jahre
2	15 – 25 kg	fast immer in Verbindung mit Gruppe 3, kein eigenes Gurtsystem ab etwa 4 Jahre
3	22 – 36 kg	fast immer in Verbindung mit Gruppe 2, kein eigenes Gurtsystem ab etwa 7 Jahre

Tabelle 1: Gruppeneinteilung von Kindersitzen gemäß ECE-R 44

Dabei sind Kindersitze vorstellbar die für mehrere oder alle Gruppen geeignet sind, in der Praxis haben sich allerdings hauptsächlich drei Gruppen durchgesetzt: Gruppe 0+, Gruppe 1, Gruppe 2/3.

Gruppe 0+

Sitze der Gruppe 0+ werden auch als Babyschalen bezeichnet und müssen immer rückwärtsgerichtet im Fahrzeug installiert werden (Abbildung 4). Dadurch ist sichergestellt, dass es beim Frontalaufprall, der häufigsten Aufprallart, zwischen Kopf und Oberkörper des Kindes keine Relativbewegung gibt, die zu großen Belastungen am Hals führen könnte. Sitze der Gruppe 0+ sind mit einem eigenen Drei-Punkt-Gurtsystem oder 5-Punkt-Gurtsystem ausgestattet, welches derart gestaltet ist, dass Kräfte nur an der stabilen Knochenstruktur eingeleitet werden (Schlüsselbein, Beckenknochen) und das Kind somit bestmöglich vor inneren Verletzungen geschützt wird.



Abbildung 4: Gruppe 0+ Sitz [maxi-cosi.de]

Bedeutende Fehler, die bei Babyschalen zu beobachten sind:

- falsche Einbaurichtung
- Vertauschen von Becken- und Schultergurt des Fahrzeuggurts.

Die falsche Einbaurichtung führt zu einem dazu, dass die Babyschale nicht fest mit dem Fahrzeuggurt verbunden werden kann, da dazu die Gurtführung am Kindersitz nicht geeignet ist. Vor allem aber kann die Schale ihre eigentliche Funktionsweise, nämlich das gleichmäßige Abstützen von Oberkörper und Kopf, nicht erfüllen. Im Fall einer Frontalkollision kann es durch die starke Vorverlagerung des Kopfes zu erheblichen Verletzungen im Halsbereich des Kindes kommen.

Das Vertauschen von Becken- und Schultergurt führt dazu, dass die Babyschale nahezu nicht mit dem Fahrzeug verbunden ist. Bei einer Frontalkollision bewegt sich die Schale unkontrolliert durchs

Fahrzeug und wird durch den Fahrzeuggurt kaum zurück gehalten. Dadurch können ebenfalls erhebliche Verletzungen entstehen.

Gruppe 1

Sitze der Gruppe 1 werden in den meisten Fällen vorwärtsgerichtet im Fahrzeug eingebaut und verfügen ebenfalls über ein eigenes Gurtsystem. Eine Ausnahme bilden dabei die sogenannten Fangkörpersysteme; diese haben anstelle eines Gurtsystems einen Fangkörper, der das Kind zurückhält (Abbildung 5). Während hier keine besonderen Schutzmaßnahmen für den Halsbereich vorgesehen sind, besteht ein wesentliches Konstruktionsprinzip dieses Sitzes ebenfalls in der Vermeidung von Krafteinleitung in kritische Körperregionen. Durch den Fünf-Punkt-Gurt werden auch hier die Kräfte nur in die Schulterknochen bzw. ins Becken eingeleitet, Abdomen und Thorax sind weitestgehend geschützt bzw. durch eine großflächige Krafteinleitung wenig belastet.



Abbildung 5: Gruppe 1 Sitz mit Fünf-Punkt-Gurtsystem (links) und mit Fangkörpersystem (rechts) [britax-roemer.de; kiddybest.de]

Bedeutende Fehler, die bei Gruppe 1 Sitzen zu beobachten sind:

- Kind ist zu klein für diese Sitzgruppe
- Die Führung des Fahrzeuggurts ist falsch
- Gurtlose im KSS oder im Fahrzeuggurt

Dass Kinder zu früh in einen Gruppe 1 Sitz wechseln, ist ein häufig festzustellender Fehler. Im Ergebnis dessen werden die oben beschriebenen Schutzvorteile einer Babyschale, das gleichmäßige Abstützen von Kopf- und Oberkörper, aufgehoben. Das führt dazu, dass bei einer Kollision Verletzungen im Halsbereich sehr wahrscheinlich sind. Diese können schon bei mittlerer Unfallschwere erheblich sein.

Die korrekte Führung des Fahrzeuggurts erweist sich immer wieder als große Herausforderung. Werden dabei Fehler gemacht, ist von einer leichten Gurtlose bis zu einem völlig ungesicherten Sitz jedes Szenario vorstellbar, was im Ergebnis dazu führen kann, dass sich der Kindersitz unkontrolliert durchs Fahrzeug bewegt und somit Verletzungen beim Kind wahrscheinlich macht.

Eine Gurtlose im Gurtsystem des Kindersitzes oder im Fahrzeuggurt führt zu einer unerwünschten Vorverlagerung des Kindes, welche zu einem Kopfkontakt mit Fahrzeugteilen führen kann. Damit steigt das Risiko für Kopfverletzungen.

Gruppe 2/3

Sitze dieser Gruppe verfügen über kein eigenes Gurtsystem. Hier werden Kind und Kindersitz gemeinsam mit dem Fahrzeuggurt gesichert. Sitze dieser Gruppe gibt es entweder als einfache Sitzerrhöhung oder als Sitzerrhöhung mit Rückenlehne (Abbildung 6). Beide Systeme haben zunächst die Aufgabe den Fahrzeuggurt so zu führen, dass er, wie in den zuvor beschriebenen Sitzen, an geeigneten Körperstellen Kräfte einleitet. Entsprechend sind diese Sitze mit Gurtführungen im Beckenbereich versehen, die ein Hochrutschen des Gurtes in den Abdominalbereich verhindern sollen. Gleichzeitig sorgt die erhöhte Sitzposition dafür, dass der Schultergurt über die Schulter und nicht über den Hals des Kindes verläuft. Ist der Sitz mit einer Rückenlehne versehen, so befindet sich im Schulterbereich ein zusätzlicher Gurtführungspunkt, der den gewünschten Verlauf über die Schulter sicherstellt. Außerdem sorgen seitliche Kopfpolster für einen Schutz im Fall eines Seitenaufpralls.



Abbildung 6: Gruppe 2/3 Sitz ohne und mit Rückenlehne [babyblume.de; renault.de]

Bedeutende Fehler, die bei Gruppe 2/3 Sitzen zu beobachten sind:

- Kind ist zu klein für diesen Kindersitz
- Falsche Führung des Fahrzeuggurts

Wie bei Gruppe 1 Kindersitzen kommt es auch in dieser Gruppe häufig vor, dass die Kinder für diese Sitze noch zu klein sind. Der Sitz kann ihnen dann keine optimale Stabilität bieten, gleichzeitig lässt sich die Gurtführung nicht auf ihre Größe anpassen. Im Ergebnis ist damit zu rechnen, dass der Gurt selbst beim Kind Verletzungen verursacht oder aber das Kind nicht zurückhalten kann.

Die falsche Führung des Fahrzeuggurts kann je nach Ausführung unterschiedliche Folgen haben. Wird der Gurt beispielsweise nicht durch die entsprechenden Gurtführungen im Beckenbereich geleitet, kann dieser im Fall einer Frontalkollision in den Abdominalbereich einschneiden und dort erhebliche Verletzungen verursachen. Ebenfalls häufiger zu beobachten ist die Führung des Schultergurts unterhalb des Arms des Kindes. Diese vermeintliche Komforterhöhung führt dazu, dass der Oberkörper des Kindes nicht zurückgehalten wird, womit es zu einer großen Vorverlagerung kommt, Kopfverletzungen sind wahrscheinlich. Gleichzeitig rutscht der Schultergurt nach unten und es kann ebenfalls zu Verletzungen im Bauchbereich kommen.

3 Bisherige Untersuchungen zum Fehlgebrauch von Kindersitzen

In den letzten 20 Jahren gab es zahlreiche mehr oder weniger umfangreiche Untersuchungen zum Fehlgebrauch von Kindersitzen. Die erste große Studie vom GDV, beauftragt durch die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), aus dem Jahr 1997 [Langwieder, 1997], bildete dabei sicherlich die Grundlage für weitere Forschungen. In Feldstudien wurde immer wieder untersucht, wie das reale Sicherungsverhalten aussieht und welche Entwicklungen im Verlauf mehrerer Jahre dabei zu beobachten sind. Sie sind damit ein wichtiges Instrument, um zu überprüfen, inwiefern sich Neuerungen im Markt durchsetzen und ob sie ggf. die erwünschten Resultate erzielen. Die wesentlichen in Deutschland durchgeführten Feldstudien werden in Kapitel 3.1 vorgestellt.

Um zu verstehen, welche Folgen sich aus der Fehlbenutzung von Kindersitzen insbesondere im Falle eines Unfalls ergeben können, ist es notwendig sogenannte Misuseversuche durchzuführen. Dabei werden in Schlitten- oder Fahrzeugversuchen bestimmte Fehlbedienungen nachgestellt, deren Folge sich anhand des Versuchsergebnisses auswerten lässt. Auf ähnliche Weise lassen sich aus der Auswertung von realen Verkehrsunfällen Zusammenhänge zwischen der möglicherweise fehlerhaften Sicherungssituation und den Verletzungsfolgen herstellen. Untersuchungen dazu werden in Kapitel 3.2 gezeigt.

3.1 Feldstudien

Eine wichtige Basis für Untersuchungen rund um den Fehlgebrauch von Kindersitzen stellen Feldstudien dar. Sie ermöglichen einen Blick auf das reale Sicherungsverhalten von Kindern im Pkw und beschreiben so die tatsächliche Ist-Situation. Werden diese Feldstudien regelmäßig wiederholt, kann neben dem Erfassen des aktuellen Status' auch eine Entwicklung im Vergleich der einzelnen Studien analysiert werden. Das kann Veränderungen bei der Sicherungsqualität betreffen, genauso wie die Verbreitung bestimmter Sitze oder Sicherungstechniken.

Im Regelfall werden neben der reinen Beobachtung auch kurze Befragungen mit den beteiligten Personen durchgeführt. Dadurch lassen sich verhaltensspezifische Faktoren ermitteln, die möglicherweise mit ursächlich für den Fehlgebrauch sind. Auch ergibt sich durch mehrere Studien in Folge die Möglichkeit zu untersuchen, inwiefern Aufklärungskampagnen oder andere Maßnahmen zur Reduzierung von Misuse Erfolg haben und ggf. das Problembewusstsein der Anwender verändert haben.

Die erste umfassende Feldstudie in Deutschland zur Sicherungssituation von Kindern im Pkw wurde 1995 erhoben und 1997 veröffentlicht [Langwieder, 1997]. Die Feldstudie ist dabei ein Teil einer insgesamt umfassenden Untersuchung zur Verbesserung des Schutzes von Kindern in Pkw. Für die Feldstudie wurde ein Codebook erarbeitet, in welchem nahezu alle Fehler und ihre

Ausprägungsformen (leicht, mittel, schwer) codiert sind (siehe Anhang 14.1). Diese Codebook fand auch in weiteren Studien Verwendung, sodass eine gute Vergleichbarkeit der einzelnen Ergebnisse gegeben ist. Im weiteren Verlauf wurden im Jahr 2003 [Langwieder, 2003], im Jahr 2006 [Fastenmeier, 2006] und im Jahr 2008 [Hummel, 2008] weitere Untersuchungen veröffentlicht. Alle diese Studien haben gemeinsam, dass sie im Großraum München von denselben Personen erhoben wurden, womit im Vergleich der Ergebnisse auch ortsbezogene Effekte ausgeschlossen werden können.

Als Kernpunkt dieser Studien kann sicherlich die Frage nach der Häufigkeit des festgestellten Misuse gelten. Ein Vergleich der vier genannten Studien zeigt dabei das Ergebnis, dass es im Zeitraum von über zehn Jahren keine signifikanten Veränderungen bei der Häufigkeit von Fehlbedienungen gab (Abbildung 7). Eine korrekte Sicherung konnte bei rund einem Drittel der Kinder, die einen Kindersitz benutzt haben, festgestellt werden, entsprechend waren zwei Drittel aller Kinder fehlerhaft im Fahrzeug gesichert. Zwar spricht der Vergleich auf der einen Seite für gut reproduzierbare Studienergebnisse, er zeigt aber auch, dass es im Untersuchungszeitraum keine positiven Effekte aufgrund von Maßnahmen zur Reduzierung von Misuse gab.

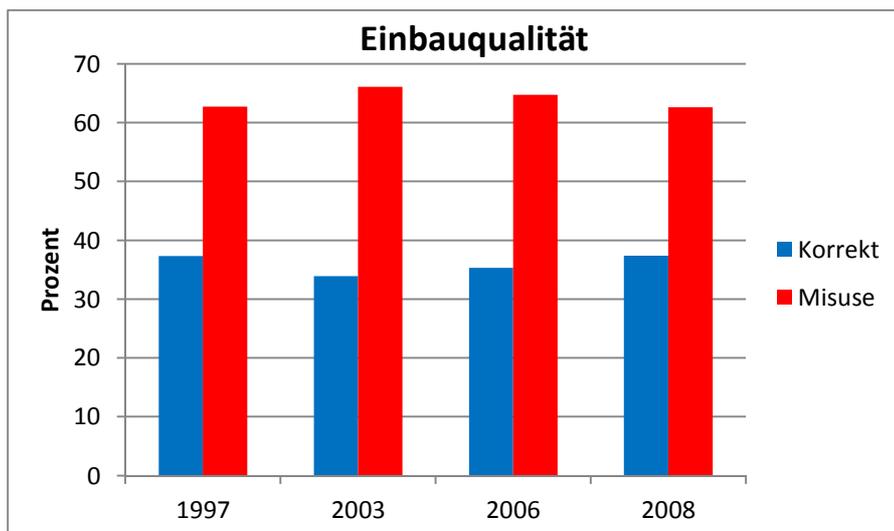


Abbildung 7: Vergleich der Misusequote verschiedener Feldstudien
[Langwieder, 1997; Langwieder, 2003; Fastenmeier, 2006; Hummel, 2008]

Neben der Häufigkeit von Misuse wurde in allen Feldstudien auch dessen Schwere bewertet. Ein Vergleich dieser Bewertung zeigt zumindest für die Anfangsphase eine positive Tendenz (Abbildung 8). Der Anteil der schweren Fehlbenutzung ist im Vergleich der Erhebung 1997 und 2003 deutlich gesunken, von da an blieb die Verteilung allerdings auch konstant. Als wahrscheinliche Ursache für diesen Verlauf darf die Überarbeitung der Zulassungsvorschrift ECE-R 44 gelten. Im Jahr 1996 wurde

die Regelung 44.02 durch die Regelung 44.03 abgelöst. In dieser neuen Regelung wurden zahlreiche Vorschriften überarbeitet, mit dem Ziel die Fehlbenutzung zu reduzieren (siehe Kapitel 4.1). Während in der erstgenannten Studie, die 1995 erhoben wurde, ausschließlich Kindersitze untersucht wurden, die nach ECE-R 44.02 zugelassen wurden, dürfte deren Anteil in der Nachfolgestudie schon sehr gering gewesen sein. Ein wesentlicher Unterschied im Vergleich der Studien hat sich dabei im Vergleich der Babyschalen ergeben. Während in der ersten Studie ein hoher Misuseanteil bei Gruppe 0-Sitzen festzustellen war, ging dieser bei den Folgestudien für 0+-Sitze deutlich zurück. Diese Sitze der Gruppe 0+ waren aber bereits nach der ECE-R 44.03 zugelassen, was bedeutet, dass sie entsprechend der neuformulierten Zulassungsverordnung über farbige Gurtmarkierungspunkte verfügen müssen. Das kann als Ursache für die Reduzierung von Fehlern bei der Einbaurichtung und bei der Führung des Fahrzeuggurts angenommen werden [vgl. Johannsen, 2007].

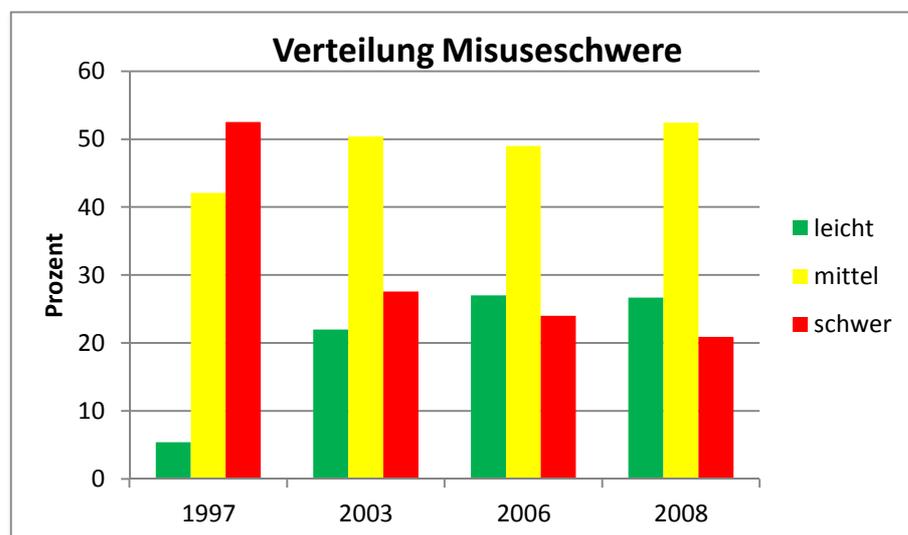


Abbildung 8: Vergleich der Verteilung der Misuseschwere

Weiterhin wurde in den Feldstudien detailliert untersucht, bei welcher Kindersitzgruppe welcher Fehler mit welcher Häufigkeit auftritt und es wurden mögliche Zusammenhänge zwischen der Sicherungssituation und den Beförderungsumständen untersucht. Zusätzlich wurde in der Regel ein Kurzinterview mit dem Fahrer des Fahrzeugs durchgeführt, in dem Fragen zur Sicherung des Kindes und zur Einschätzung der Sicherung gestellt wurden.

Insgesamt zeigten die Feldstudien, dass die fehlerhafte Nutzung von Kindersitzen in den allermeisten Fällen durch ein Fehlverhalten seitens der Nutzer verursacht wird. Das geschieht zu einem großen Teil unbewusst, in seltenen Fällen wird eine Beschränkung der Sicherheit zugunsten einer vermeintlichen Komfortverbesserung bewusst in Kauf genommen. In wenigen Fällen ist die

Fehlbenutzung auf rein technische Ursachen zurückzuführen. Beispiele dafür sind ein zu kurzer Fahrzeuggurt oder grundlegende Passungsprobleme zwischen Kindersitz und Fahrzeug.

3.2 Praktische Misuseversuche und Unfallanalysen

Als ein wesentlicher Teil bei der Analyse von Misuse sind neben seiner Häufigkeit und seinen Ursachen auch dessen mögliche Folgen zu untersuchen. Dazu wurden in der Vergangenheit zahlreiche Versuche durchgeführt, bei denen gezielt bestimmte Fehlbedienungen nachgestellt wurden. Im Vergleich zu Versuchen mit richtiger Benutzung können so anhand von kinematischen Beobachtungen und durch die Auswertung von Belastungswerten am Dummy spezifische Risikobereiche bestimmt werden.

Eine sehr umfangreiche und gut dokumentierte Sammlung von Misuseversuchen entstand im Rahmen des EU-Projekts CHILD (Child Injury Led Design). Unter dem Titel „Misuse Effect Analysis“ [Lesire, 2006] wurden insgesamt 80 Tests mit 60 verschiedenen Misusekonfigurationen durchgeführt. Zu jedem Misuseversuch wurde ein Vergleichsversuch mit korrekter Sicherung durchgeführt, eine direkte Zuordnung von Fehlbenutzung und ihrer Wirkung ist somit möglich. Im Zusammenhang mit dem Folgeprojekt CASPER (Child Advanced Safety Project for European Roads) wurden weitere Versuche durchgeführt, sodass möglichst viele der relevanten Fehlbedienungsarten nachgestellt wurden.

Einzelne Forschungsprojekte befassten sich zielgerichtet mit einer bestimmten Art der Fehlbenutzung. So wurde in einem von der BAST beauftragten Projekt der Fehlgebrauch der Airbagabschaltung auf dem Beifahrerplatz untersucht [Müller, 2010]. Dabei ging es um mögliche Gefahren durch den Airbag, die für einen kindlichen Insassen auf dem Beifahrersitz bestehen. Verglichen wurden verschiedene Kindersitzgruppen in Kombination mit verschiedenen Airbagmodellen.

Eine detaillierte Analyse der Entwicklung der Unfallzahlen mit beteiligten Kindern als Fahrzeuginsassen findet sich bei [Jänsch, 2009]. Auf Basis der GIDAS-Datenbank wird die Entwicklung der Verletzen- und Getöteten-Zahlen im Vergleich zu anderen Gruppen von Fahrzeugnutzern dargestellt. Auf Basis von 1410 beteiligten Kindern lassen sich nicht nur Tendenzen hinsichtlich des charakteristischen Unfallgeschehens aufzeigen, es werden ebenfalls typische Verletzungsmuster in Abhängigkeit vom Kindersitz und vom Alter der Kinder sowie deren Ursache dargestellt. Als Ergebnis zeigt sich dabei, dass die Zahl der getöteten Kinder als Insassen im Fahrzeug in den letzten 20 Jahren kontinuierlich gesunken ist, und das sogar in einem stärkeren Maß, als das es bei Erwachsenen Insassen der Fall ist. Ebenso sank die Zahl der leicht und schwer verletzten Kinder. Weiterhin kommt die Datenauswertung zu dem Ergebnis, dass jüngere Kinder in ihren

jeweiligen Kindersitzen besser geschützt sind und ein geringeres Verletzungsrisiko haben als ältere Kinder. Als besonders gefährdete Körperregionen wurden der Kopf, der Halsbereich und der Thorax ausgemacht. Die Kopfverletzungen werden dabei ganz hauptsächlich durch den direkten Kontakt mit seitlichen Fahrzeugstrukturen oder der Rückenlehne des Beifahrersitzes verursacht, Halsverletzungen überwiegend durch die Kinematik des Körpers. Für Verletzungen im Thoraxbereich wurde der Gurt als Hauptursache ausgemacht.

Eine umfassende Untersuchung zu Kindersitzen und deren Optimierungspotential wurde von der BASt beauftragt [Weber, 2008]. Zusätzlich zu einer detaillierten Unfallanalyse und der Auswertung von Misuseversuchen werden darin neben einer ausführlichen Darstellung der Ist-Situation Möglichkeiten aufgezeigt, wie Kindersitze hinsichtlich ihrer Schutzwirkung und ihrer Benutzbarkeit optimiert werden können.

4 Bisherige Maßnahmen zur Vermeidung von Misuse

Zur Vermeidung der Fehlbenutzung von Kindersitzen hat es in den letzten Jahren zahlreiche Aktivitäten gegeben. Dabei wurde der gesetzliche Rahmen zur Zulassung von Kindersitzen verändert. Seitens einiger Verbraucherschutzorganisationen wurden Tests mit erheblich höheren Anforderungen als die der gesetzlichen Zulassungstests eingeführt, es wurden Kampagnen und Schulungsmaßnahmen zur richtigen Benutzung von Kindersitzen ins Leben gerufen und nicht zuletzt haben viele Hersteller von Kindersitzen technische Neuerungen auf den Markt gebracht, die den Misuse verhindern sollen.

In diesem Kapitel werden wesentliche Maßnahmen und Konzepte vorgestellt und kurz erörtert, wobei diese Darstellung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt.

4.1 Gesetzliche Maßnahmen

Mit der Einführung der überarbeiteten ECE-Regelung zur Zulassung von Kindersitzen im Jahr 1995 (ECE-R 44.03) wurden einzelne Problemfelder mit großem Misusepotential adressiert. So ist es seitdem verpflichtend, dass der Verlauf des Fahrzeuggurts am Kindersitz einheitlich farblich markiert wird. Für rückwärtsgerichtete Kindersitze sind entsprechende Stellen blau zu markieren, für vorwärtsgerichtete KSS rot. Der häufig festgestellten Problematik der falschen Gurtführung bzw. der falschen Einbaurichtung des Kindersitzes sollte damit begegnet werden.

Der zu frühe Wechsel der Kinder von der Babyschale in einen vorwärtsgerichteten Sitz wurde mit der Einführung einer neuen Kindersitzgruppe adressiert. Die Gruppe 0+ gilt seither für ein Gewicht des Kindes bis 13 kg und gilt ergänzend zur Gruppe 0 (bis 10 kg). Damit soll erreicht werden, dass Kinder länger in rückwärtsgerichteten Sitzen befördert werden. Als Ergebnis dieser Maßnahme ergibt sich ein großer Überschneidungsbereich mit der Gruppe 1 (9 bis 18 kg), da diese nicht entsprechend angepasst wurde.

Das Problem eines schlecht positionierten Gurtschlusses im Gurtsystem des Kindersitzes wurde mit der Einführung eines fünften Gurts weitestgehend gelöst. Durch den Schrittgurt befindet sich das Gurtschloss an einem definierten Ort und kann nicht in den Abdominalbereich des Kindes hochrutschen. Die vorher üblichen 4-Punkt-Gurte sind seitdem nicht mehr zulassungsfähig, gleiches gilt für die sogenannte Gurtmanschetten (siehe Abbildung 9).



Abbildung 9: Dummy mit Gurtmanschette [Johannsen, 2006]

In einer weiteren Überarbeitung der ECE-R 44.03 wurde das ISOFIX-System, als standardisierte, feste mechanische Verbindung zwischen Kindersitz und Fahrzeug, ergänzt. Im Zusammenhang mit Bemühungen die Fehlbenutzungsrate von Kindersitzen im Fahrzeug zu reduzieren, nimmt dieses System sowohl hinsichtlich seines Potentials, als auch hinsichtlich seines Beispiels für die Komplexität des gesamten Themenbereichs eine herausragende Rolle ein. Das ISOFIX-System wurde entwickelt, um Fehler im Bereich der Schnittstelle zwischen Kindersitz und Fahrzeug zu vermeiden. Dabei wird der Kindersitz nicht durch den Fahrzeuggurt sondern mittels einer festen, mechanischen Verankerung mit dem Fahrzeug verbunden. Am Kindersitz selbst sind zwei Haken befestigt, die in entsprechende Verankerungen am Fahrzeug einrasten (Abbildung 10).

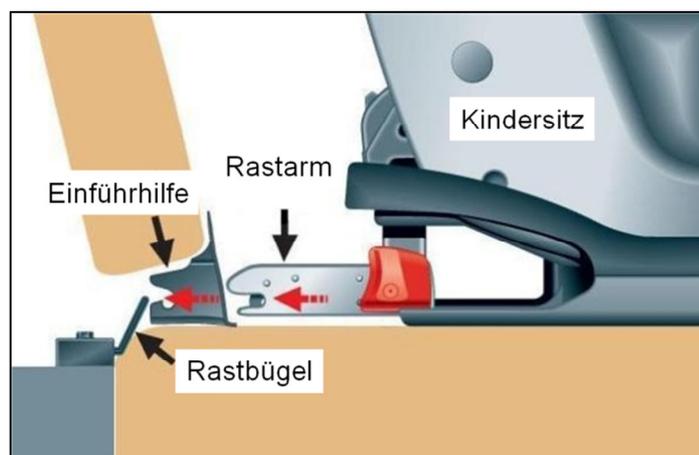


Abbildung 10: Prinzipskizze des ISOFIX-Systems [fotelik.info]

Mit Hilfe dieses Systems können alle maßgeblichen Fehler, die bei der Installation eines Kindersitzes im Fahrzeug auftreten können, vermieden werden.

Aufgrund der Konstruktionsweise des ISOFIX-Systems ergibt sich prinzipbedingt, dass der Kindersitz im Fall einer Verzögerung um die Achse durch die beiden Befestigungspunkte rotieren kann, was eine unerwünschte Vorverlagerung des Insassen zur Folge hat (Abbildung 11).

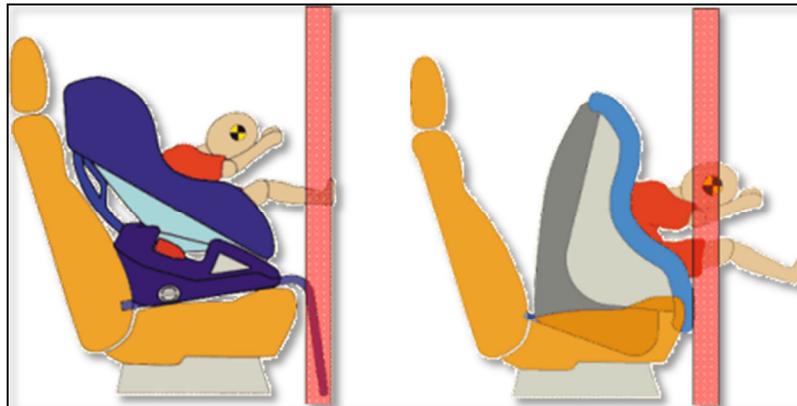


Abbildung 11: Funktionsprinzip einer Antirotationseinrichtung Links: Die Rotation wird durch einen Stützfuß verhindert. Rechts: Die Rotation um die Befestigungspunkte führt zu einer unerwünschten Vorverlagerung [fairbimbofix.it]

Um dieser Problematik zu begegnen, war es notwendig eine Antirotationseinrichtung zu entwickeln. Dabei haben sich zwei Lösungen durchgesetzt: Der Top Tether und der Stützfuß. Beim Top Tether wird der Kindersitz mittels eines Gurts, der an der Oberseite des Sitzes befestigt ist, nach hinten abgespannt (Abbildung 12). Beim Stützfuß stützt sich der Kindersitz direkt am Fahrzeugboden ab (Abbildung 13). Beide Systeme verhindern die Rotation wirkungsvoll, können aber gleichzeitig Ausgangspunkt weiterer Fehlbenutzungen sein.



Abbildung 12: Gruppe 1 Sitz mit Top Tether Links: Gurt ist an vorgesehenem Punkt eingehängt. Ein Indikator zeigt an, dass der Gurt ausreichend gespannt ist. Rechts: Top Tether wird von der Rückseite des Kindersitzes über die Rückenlehne geführt

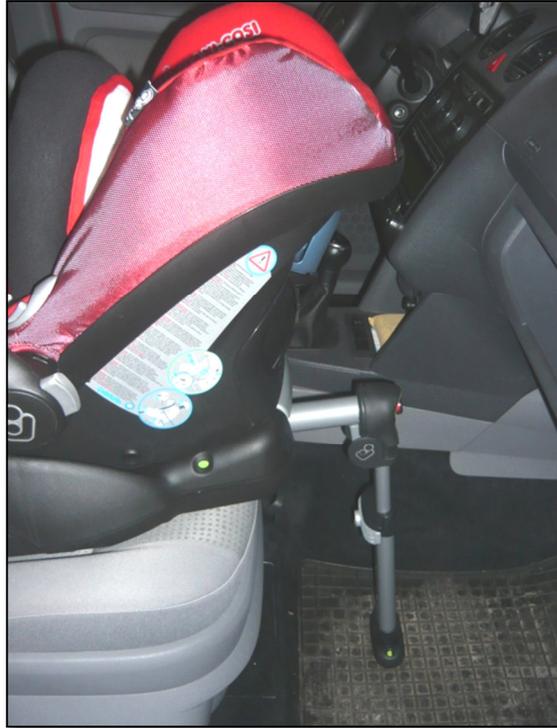


Abbildung 13: Stützfuß an der Vorderseite einer Basis, auf der eine Babyschale montiert ist. Indikatoren zeigen durch grüne Farbgebung an, dass die Babyschale richtig eingerastet ist und dass der Stützfuß ausreichend Bodenkontakt hat.

Um einen mit einem Top Tether ausgestatteten ISOFIX-Sitz verwenden zu können, ist es erforderlich, dass ein entsprechender Verankerungspunkt dafür im Fahrzeug vorhanden ist. Ein solcher wurde bisher nicht serienmäßig an allen mit ISOFIX-Haken ausgestatteten Plätzen verbaut. Entsprechend kann es dazu kommen, dass ein solcher Sitz ohne den oberen Spanngurt verwendet wird, da das Fahrzeug nicht über die entsprechende Aufnahme verfügt.

ISOFIX-Sitze mit einem Stützfuß können prinzipiell in allen Fahrzeugen verwendet werden, Einschränkungen gibt es hierbei allerdings, wenn sich im Boden des Fahrzeugs ein Staufach befindet. In diesem Fall kann es sein, dass der Deckel des Staufachs die auftretenden Kräfte möglicherweise nicht aufnehmen kann, entsprechend untersagen die meisten Fahrzeughersteller die Verwendung eines Stützfußes in dieser Konstellation [Cehic, 2012]. Vereinzelt werden Lösungen angeboten; so bieten einzelne Hersteller über den Zubehörhandel Füllmaterial an, mit dem das Staufach ausgefüllt werden kann, wodurch der Deckel abgestützt wird. Weiterhin kann es Probleme mit der Länge des Stützfußes geben, ebenso kann es vorkommen, dass er mit anderen Fahrzeugteilen, wie beispielsweise der Mittelkonsole, in Kontakt kommt, weshalb ein Einbau nicht möglich ist. Generell sind diese Kindersitze semiuniversal zugelassen, das heißt es liegt in der Verantwortung der

Kindersitzhersteller sicherzustellen, dass der Kindersitz in den auf der zugehörigen Liste genannten Fahrzeugmodellen installierbar ist.

Jenseits dieser beiden Einflussgrößen (Top Tether und Stützfuß) gilt für ISOFIX-Sitze generell, oder zumindest für die allermeisten Modelle, dass sie keine Universalzulassung haben. Das heißt, jeder Sitz ist für bestimmte Fahrzeugmodelle zugelassen, die auf einer zugehörigen Liste vermerkt sind. Der Käufer muss sich anhand dieser Fahrzeugliste informieren, ob er den gewählten Sitz in seinem Fahrzeug überhaupt verwenden darf.

4.2 Maßnahmen seitens Verbraucherschutzorganisationen

Zahlreiche Verbraucherschutzorganisationen bieten Informationsbroschüren über die richtige Nutzung von Kindersitzen an. Dazu zählen der ADAC, der Autoclub Europa (ACE), der Deutsche Verkehrsrat (DVR), die deutsche Verkehrswacht (DVW), der Gesamtverband der Versicherungswirtschaft (GDV), einzelne Landesverkehrswachten und weitere Organisationen. Diese Broschüren beinhalten grundlegende Informationen zum richtigen Umgang mit Kindersitzen, weisen auf häufige Fehler und deren Folgen hin und geben Tipps zum Erwerb von Kindersitzen. Je nach Ausführlichkeit und Detailtiefe dieser Informationen sind sie für Eltern eine nützliche Ergänzung zur Bedienungsanleitung des Kindersitzes.

Einige Organisationen haben es sich zur Aufgabe gemacht das Schutzpotential von Kindersitzen zu testen. Dabei werden Anforderungen gestellt, die über die gesetzlichen Vorgaben hinausgehen.

Sehr aktiv auf diesem Gebiet sind in enger Zusammenarbeit der ADAC und die Stiftung Warentest. Im halbjährlichen Rhythmus werden Kindersitze getestet, die neu auf dem Markt erschienen sind. Abweichend vom gesetzlichen Zulassungstest wird eine reale Fahrzeugverzögerung simuliert, der Kindersitz selbst wird dabei in einer Fahrzeugumgebung getestet und nicht auf einer normierten Sitzbank, neben dem Frontalaufprall wird auch der Seitenaufprall geprüft. Als Prüfkörper werden anstelle der P-Dummys die weiter entwickelten Q-Dummys verwendet. Der Sitz wird anhand der gemessenen Belastungswerte am Dummy bewertet. Somit ergibt sich für den Verbraucher der Vorteil, dass er zum einen je nach Testprädikat (sehr gut, gut, befriedigend, mangelhaft, ...) erfährt, wie gut ein bestimmtes Modell ist, gleichzeitig ergibt sich mit dieser Abstufung eine Vergleichbarkeit der Kindersitze untereinander. Neben der rein technischen Überprüfung werden bei diesem Testverfahren auch die Handhabbarkeit und die Anfälligkeit für Fehler getestet, was ebenfalls ein grundsätzlicher Unterschied im Vergleich zum Zulassungsverfahren ist. Das Ergebnis fließt ebenfalls in die Gesamtbewertung mit ein.

Neben den Kindersitztests durch den ADAC gibt es noch andere Einrichtungen, die in unregelmäßigen Abständen Testserien durchführen. Beispielsweise genannt seien hier Automobilzeitschriften wie Auto, Motor und Sport oder Autobild.

Ebenfalls sehr präsent in der öffentlichen Wahrnehmung sind die Fahrzeugtests, die gemäß den Vorgaben von EuroNCAP durchgeführt werden. Die Ergebnisse werden regelmäßig in den Medien publiziert und von den entsprechenden Fahrzeugherstellern werbewirksam eingesetzt. Im Rahmen dieser Fahrzeugtests wird auch der Schutz von Kindern überprüft, womit also auch die Schutzwirkung von Kindersitzen getestet wird. Dazu muss einschränkend erwähnt werden, dass die Ergebnisse bezogen auf den Kindersitz nur bedingt aussagefähig sind, denn einerseits darf der Fahrzeughersteller selbst bestimmen, welcher Kindersitz in dem Versuch zu verwenden ist, andererseits gilt das Ergebnis auch nur für die Kombination dieses Kindersitzes in diesem Fahrzeug. Getestet werden dabei ein Frontal- und ein Seitenaufprall, wobei bisher Dummies der P-Serie verwendet wurden. Ab Februar 2013 werden bei den Versuchen ein Q 1.5- und ein Q 3-Dummy eingesetzt.

4.3 Schulungsaktivitäten

Aus der Erkenntnis heraus, dass ein Hauptproblem im Umgang mit Kindersitzen in deren richtiger Benutzung besteht, welches zu einem wesentlichen Teil auf mangelndes Wissen zurückzuführen ist, hat der Verein für Fahrzeugsicherheit Berlin e.V. in Kooperation mit Fahrzeugherstellern, Kindersitzherstellern, Verwaltung und anderen ein Schulungskonzept entwickelt. Dieses soll Menschen dazu befähigen jegliche Art von Kindersitzen richtig zu benutzen. Dabei werden nicht die Eltern selbst geschult, sondern sog. Multiplikatoren, also Menschen, die ihrerseits beruflich mit Eltern kleiner Kinder zu tun haben. Dazu zählen beispielsweise Verkäufer von Kindersitzen, Verkehrssicherheitsberater der Polizei, Kinderkrankenschwestern, Hebammen usw. Das Ziel dabei ist es, mithilfe der Multiplikatoren über den Schneeballeffekt möglichst viele Menschen zu erreichen und somit das Wissen möglichst breit zu streuen. Ein wesentlicher Bestandteil der Schulungen ist dabei ein hoher Praxisanteil, bei dem die Teilnehmer ausführlich den Einbau verschiedenster Kindersitze im Fahrzeug ausprobieren können [Müller, 2009].

Unter dem Titel „Sicher im Auto“ veranstaltet der ADAC in Zusammenarbeit mit der Volkswagen AG deutschlandweit Veranstaltungen zur Kindersicherheit im Auto. Diese werden kostenlos auf Anfrage angeboten und richten sich direkt an die Nutzer von Kindersitzen [sicher-im-auto.de]. Ebenfalls kostenlos wird das Schulungsprogramm „Kind und Verkehr“ vom DVR angeboten. Ausgebildete Moderatoren bieten Eltern von Kindern Schulungen zur Kindersicherheit im Straßenverkehr an [DVR.de].

4.4 Technische Maßnahmen

Mit dem Ziel die Fehlbenutzungsquote zu reduzieren, gibt es auch seitens der Kindersitzhersteller zahlreiche Lösungsansätze für bestimmte Probleme. Dabei wird zum Teil mit mechanischen Indikatoren gearbeitet, die anzeigen, ob eine entsprechende Einrastvorrichtung ordnungsgemäß funktioniert hat oder ob ein Gurt genügend gespannt wurde. In beiden Fällen wird dem Nutzer durch einen einfachen Mechanismus angezeigt, ob die entsprechende Sicherungsvorrichtung korrekt genutzt wurde. Als Beispiele seien hier der „Visual Harness Tension Indicator“ der Firma Britax Römer (Abbildung 14) und der Maxi Cosy Cabrio mit seiner Basis „Easybase“ (Abbildung 15) gezeigt.



Abbildung 14: Anzeige zur Gurtkraft Links: Gurtspannkraft ist ungenügend, ein rotes Smiley ist zu sehen. Mitte, rechts: Gurtspannkraft ist ausreichend, dem Nutzer wird ein grünes Smiley angezeigt. [Bendjellal, 2006]



Abbildung 15: Anzeige zur richtigen Sicherung einer Babyschale Links: Die Babyschale ist richtig auf der Sitzbasis eingerastet, der Indikator zeigt einen grünen Punkt. Rechts: Die Sitzschale ist nicht richtig eingerastet, der Indikator ist rot.

Ähnliche Systeme gibt es zur Anzeige der richtigen Nutzung der ISOFIX-Verankerung, der richtigen Einstellung eines Stützfußes, zur Anzeige der hinreichenden Spannkraft beim Top Tether usw.

In vergleichbarer Weise funktionieren akustische Warnsignale. Diese geben einen Ton ab, wenn bestimmte Einstellungen nicht wie vorgesehen vorgenommen wurden. Solche Systeme können ebenfalls zur Überwachung der Gurtkraft und vor allem zur Überwachung des Gurtschlusses eingesetzt werden, aber auch andere mechanische Verbindungen und Einstellungen lassen sich überprüfen (ISOFIX, Stützfuß,...). Akustische Warnungen haben den Vorteil, dass sie den Nutzer auch während der Fahrt zum Beispiel vor einem geöffneten Gurtschloss warnen können. Damit wird nicht nur die Einbausituation überwacht, sondern auch die Funktionsweise bestimmter Komponenten während der Fahrt.

Ein Prototyp für einen Kindersitz der Gruppe 1, der alle wesentlichen auftretenden Misusearten detektiert und anzeigt, wurde in einem studentischen Forschungsprojekt an der TU Berlin entwickelt. Dabei wurde von Beginn an die Idee verfolgt, dass jeder denkbare Fehler erkannt und dem Nutzer gleichzeitig ein Lösungsvorschlag angezeigt werden soll. Als Schnittstelle zum Anwender wurde ein Monitor mit einem zweizeiligen Textfeld verwendet. Die Benutzung erfolgt dabei in zwei Schritten: Zunächst wird der Sitz mittels des Fahrzeuggurts im Pkw befestigt. Dabei werden der richtige Gurtpfad, die hinreichende Gurtspannung sowie die richtige Positionierung des Sitzes im Fahrzeug überwacht. Wird ein Fehler erkannt, erhält der Nutzer über das Display einen Lösungsvorschlag. Bei der Sicherung des Kindes im KSS werden sowohl die Gurtkraft, die richtige Höheneinstellung des Schultergurts und das Gurtschloss überwacht. Wird das Gurtschloss während der Fahrt geöffnet, ertönt eine Warnung. In zahlreichen Versuchen mit erfahrenen und unerfahrenen Kindersitznutzern konnte nachgewiesen werden, dass der Sitz verlässlich alle Fehlbedienungsarten unterbindet [Müller, 2009].

Auch seitens der Fahrzeughersteller wurden Systeme entwickelt, die Misuse erkennen und verhindern sollen. Ein Beispiel dafür ist „Child Seat Presence and Orientation Detection“ (CPOD). Dabei handelt es sich um ein System, welches die Art und die Einbaurichtung eines Kindersitzes auf dem Beifahrersitz erkennt [Abbildung 16]. Befindet sich dort ein rückwärtsgerichteter Kindersitz, wird automatisch der Beifahrerairbag deaktiviert [Brämig, 2006]. Voraussetzung für die Funktion dieses Systems ist allerdings, dass der Kindersitz mit einem Transponder und das Fahrzeug mit einem zugehörigen Empfänger ausgestattet sind. Daraus ergeben sich aber auch neue potentielle Ursachen für die Fehlbenutzung.

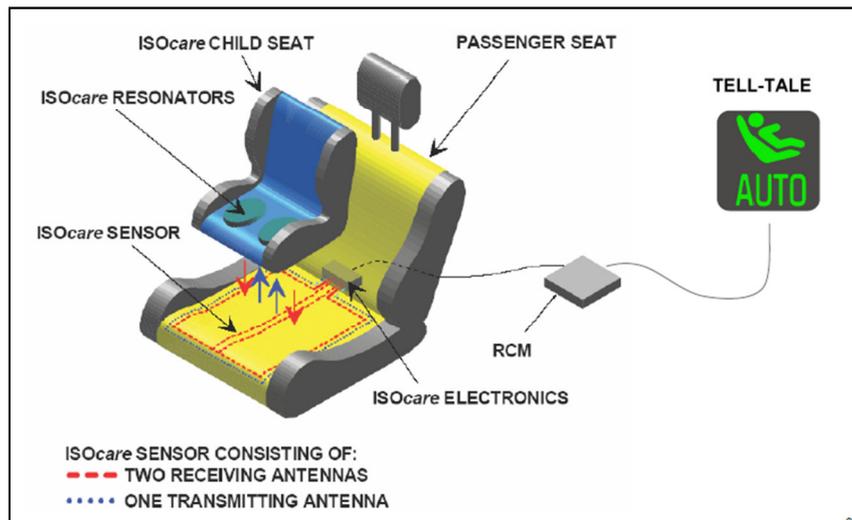


Abbildung 16: Funktionsweise CPOD [Brämig, 2006]

Über die hier beschriebenen Maßnahmen hinaus gib es zahlreiche und teilweise sehr eigenwillige Angebote auf dem Markt, die für bestimmte Probleme, deren Relevanz nicht zwingend im Vordergrund steht, Lösungen anbieten. Das können Kindersitze sein, die sich in den Schulrucksack integrieren lassen, Kindersitze, die aufblasbar sind und sich bei Bedarf platzsparend zusammenfallen lassen, es gibt Systeme, die den Kopf oder den ganzen Oberkörper des schlafenden Kindes stabilisieren, Einlagen für den Kindersitz, um ihn an die Körpergröße kleiner Kinder anzupassen, Polster für den Fahrzeuggurt oder für den direkten Kontakt mit dem Fahrzeug, Westen und Sicherungen, die ein selbständiges Abschnallen des Kindes verhindern sollen und viele weitere ähnliche Ideen. Einige dieser Beispiele sind in Anhang 14.3 dargestellt.

Für die meisten dieser Systeme gilt, dass ihre Schutzwirkung nicht nachgewiesen ist, im besten Fall können sie von ihrer Unbedenklichkeit überzeugen. Bei einigen Lösungen ist jedoch ein Sicherheitsrisiko offensichtlich, wenige sind sogar in weiten Teilen Europas verboten.

5 Analyse der Feldstudie des Forschungsprojekts CASPER

Im Rahmen des europäischen Forschungsprojekts CASPER wurde eine umfangreiche Feldstudie an verschiedenen Orten in Europa durchgeführt. Diese Erhebung hatte das Ziel, einen aktualisierten Stand zur Nutzung von Kindersitzen zu erhalten und daran abzulesen, welche Veränderungen es im Vergleich zu vorherigen Studien gegeben hat. Gleichzeitig erlaubt diese Studie einen Vergleich des Sicherungsverhaltens in verschiedenen Regionen Europas, wodurch sich möglicherweise auch kulturelle Unterschiede im Sicherungsverhalten herausfinden lassen.

Vor der eigentlichen Auswertung der Studie sollen noch ein paar grundsätzliche Bemerkungen zu Feldstudien gemacht werden, die zur richtigen Einordnung der erhobenen Ergebnisse wichtig sind.

Befragungen oder Beobachtungen zum Sicherungsverhalten im realen Umfeld finden in der Regel in Situationen statt, bei denen mit einem hohen Aufkommen von Kindern im Fahrzeug zu rechnen ist. Das ist zum Beispiel morgens vor einer Grundschule oder vor einem Kindergarten der Fall, oder auch im Zusammenhang mit speziellen Babykursen (PEKIP, Babyschwimmen, ...). Alle beschriebenen Situationen haben gemeinsam, dass sie in der Regel von großer Hektik begleitet werden. Der Weg zur Schule oder zum Kindergarten ist häufig so berechnet, dass das Abgeben des Kindes in minimaler Zeit geschehen muss, um alle Folgetermine rechtzeitig zu erledigen. Entsprechend wenig Akzeptanz finden in solcher Situation Feldbeobachter, die sich die Sicherung des Kindes genauer ansehen und ggf. zusätzlich noch ein paar Fragen an die Eltern stellen wollen. Erschwerend kommt hinzu, dass sich die Kinder im Regelfall bereits unmittelbar nach dem Anhalten des Fahrzeugs selbst abgeschnallt haben, noch bevor ein Beobachter eine Chance hat die Sicherung zu bewerten. Daher ist es wichtig, dass sich der Befrager ein möglichst umfassendes Bild von der Sicherung des Kindes macht, wenn das Fahrzeug noch rollt. Der hohe Zeitdruck führt dazu, dass die gewünschte Qualität der Feldbefragung nicht in jedem Fall aufrechterhalten werden kann.

Weiterhin ist anzumerken, dass die Bewertung der Fehlerschwere gewissen subjektiven Einflussfaktoren unterliegt. Während sich das Feststellen eines Fehlers anhand eines verwendeten Fehlerkatalogs recht gut vereinheitlichen lässt, ist die Definition der Fehlerschwere nicht in jedem Fall anhand klarer Kenngrößen festzumachen. So kann es leicht vorkommen, dass verschiedene Beobachter gleiche Fehler unterschiedlich bewerten. Die Bewertung der Misuseschwere unterliegt daher einer gewissen Streuung (siehe dazu Kapitel 6).

Im Folgenden werden die Ergebnisse der CASPER-Feldstudie vorgestellt.

Die Befragungen fanden in Berlin, Neapel und Lyon statt. Der Fragebogen erfasste dabei sowohl umfassende Daten zur Sicherung des Kindes als auch die Ergebnisse einer Kurzbefragung des Fahrers, die von einer eingewiesenen Person in standardisierter Form erhoben wurden.

Als Grundlage für die Erhebung der Sicherungsfehler diente einmal mehr das Codebook, welches bereits für die erste große Studie im Jahr 1995 [Langwieder, 1997] entwickelt und seitdem für zahlreichen Feldstudien genutzt und ergänzt wurde (siehe Anhang 14.1).

Als Datengrundlage standen aus Berlin und Lyon jeweils 104, aus Neapel 108, insgesamt also 316 Datensätze zur Verfügung. Die Feldstudie wurde in Lyon von IFSTTAR und in Neapel von FIAT durchgeführt. Beide waren Projektpartner bei CASPER. Ergebnisse dieser Studie wurden unter anderem bei [ICRASH, 2012] veröffentlicht.

5.1 Grundlegende Angaben zu den Kindern

Ein Blick auf die Altersverteilung der beobachteten Kinder zeigt, dass die Gruppe der 10- bis 12-Jährigen in der Studie nur gering vertreten ist, genauso wie die Gruppe der Kinder im Alter von null bis einem Jahr, was im Regelfall der Nutzergruppe von Babyschalen entspricht (Abbildung 17). Die unterschiedliche Auswahl der Befragungsorte hat vermutlich die Altersverteilung in der Erhebung beeinflusst. Während in Lyon die Erhebung hauptsächlich am Rande eines Stadtparks durchgeführt wurde, wurde in Berlin eine Vielzahl unterschiedlicher Orte gewählt. In Neapel wurden wiederum alle Daten am Rande eines großen Weihnachtsfestes erhoben. Hinzu kommt, dass die Pflicht zur Sicherung von Kindern in einem KSS in Frankreich nur bis zu einem Alter von 10 Jahren gegeben ist. Dennoch ist die Altersverteilung insgesamt für die drei Befragungsorte recht ähnlich, so dass eine vergleichende Auswertung sinnvoll erscheint.

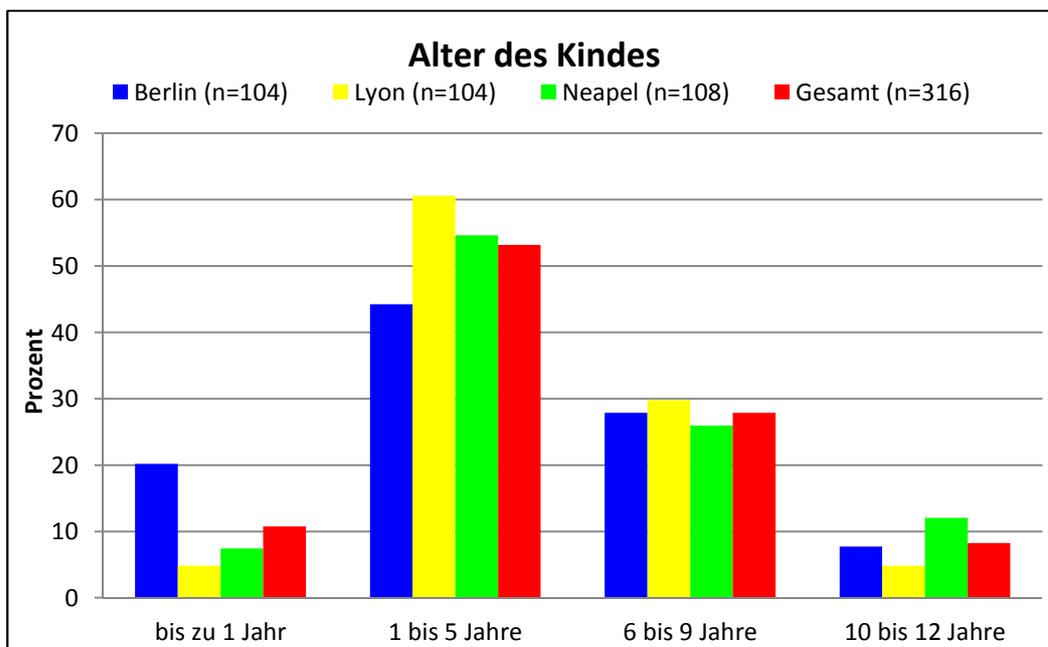


Abbildung 17: Altersverteilung

Die Verteilung der Körpergröße zeigt erneut, dass insbesondere die Kleinkinder (bis 80cm) in den einzelnen Befragungsorten nicht gleichmäßig berücksichtigt wurden. Während in Berlin über 25% der Kinder dieser Gruppe angehörte, waren das in Lyon gerade einmal fünf Prozent (Abbildung 18).

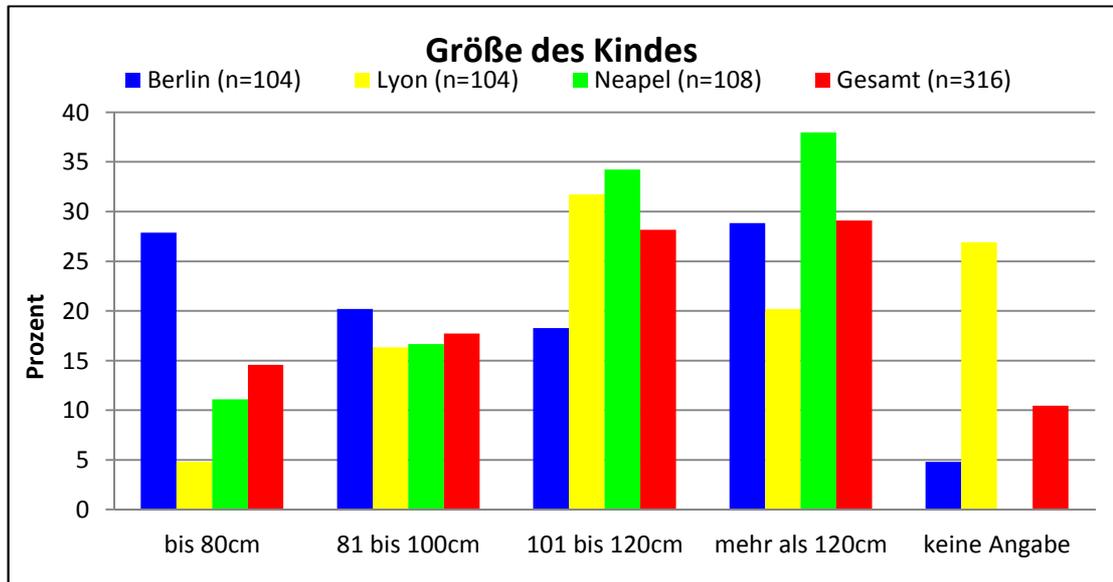


Abbildung 18: Größenverteilung

Ein ähnliches Bild ergibt sich für die Gewichtsverteilung (Abbildung 19).

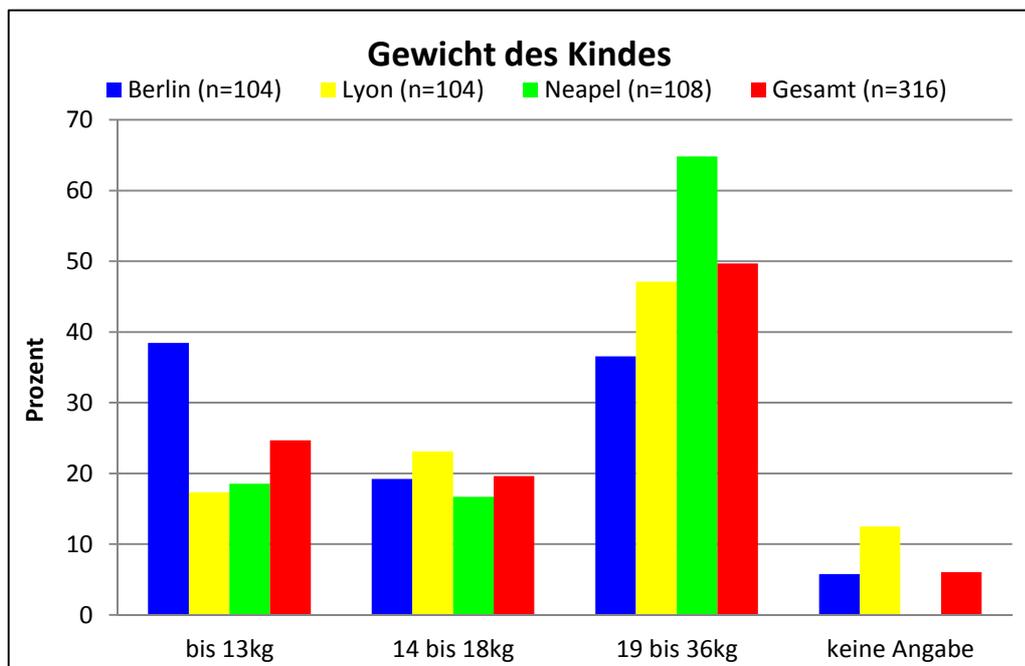


Abbildung 19: Gewichtsverteilung

Der Vergleich zwischen Alter und Gewicht der Kinder zeigt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Daten aus Berlin und Lyon. Für die Datengruppe aus Neapel zeigt sich allerdings, dass die Kinder ab einem Alter von neun Jahren tendenziell schwerer sind als die Kinder der beiden Vergleichsgruppen (Abbildung 20). Insgesamt gilt aber für alle Gruppen, dass die Streuung des Körpergewichts mit steigendem Alter zunimmt.

Die bei [Weber, 2008] ermittelten Ergebnisse, nachdem die Kinder im Vergleich zu in Versuchen verwendeten Dummies tendenziell zu schwer sind, lässt sich anhand der hier vorliegenden Daten nicht bestätigen. In Abbildung 20 ist gut zu erkennen, dass die Q-Dummies hinsichtlich des Gewichts sehr gut den Durchschnitt repräsentieren.

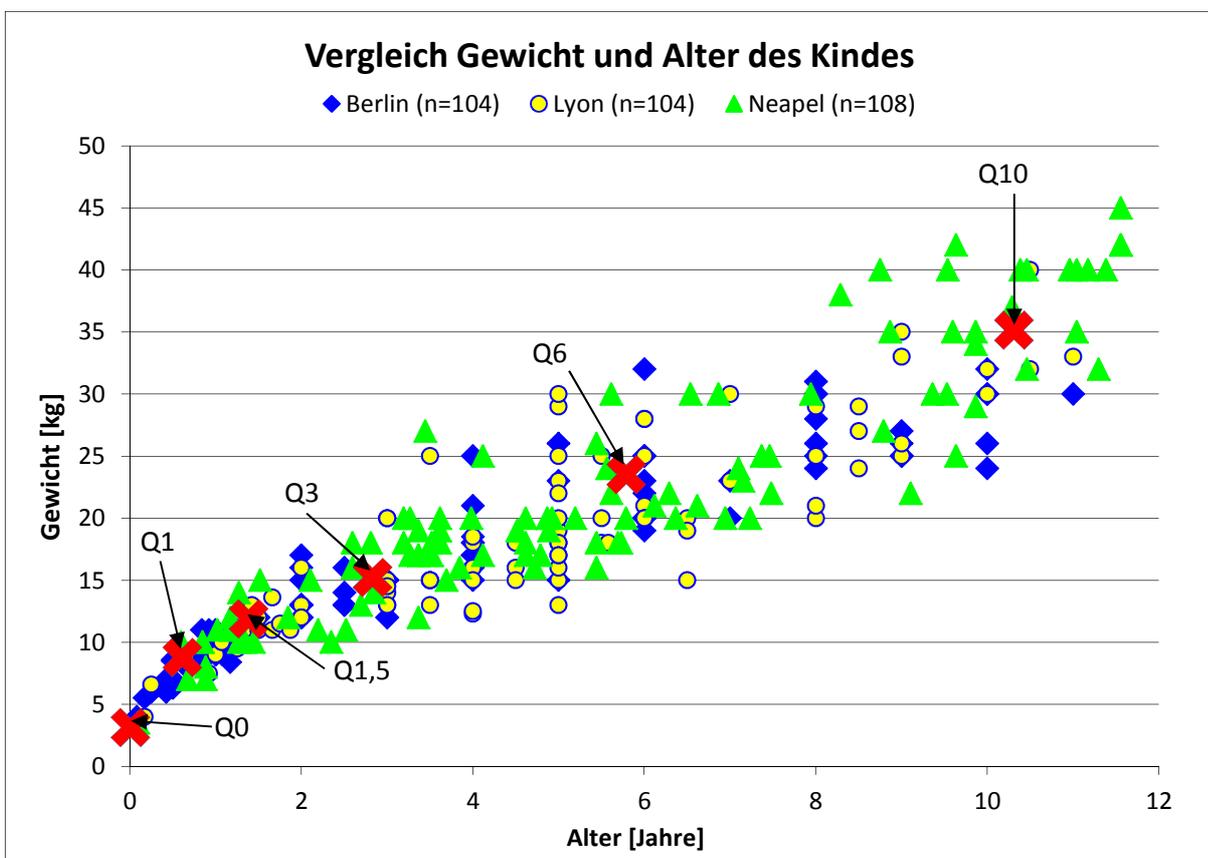


Abbildung 20: Vergleich Gewicht und Alter

Ein ähnliches Bild ergibt sich beim Vergleich von Körpergröße und Alter der Kinder (Abbildung 21). Der Verteilung ist für alle drei Befragungsorte sehr ähnlich und auch hier gilt wieder, dass die Q-Dummies den Durchschnitt sehr gut repräsentieren. Lediglich der Q10 Dummy, der einem 10,5 Jahre alten Kind entspricht, befindet sich hinsichtlich seiner Größe am oberen Limit der untersuchten Kinder.

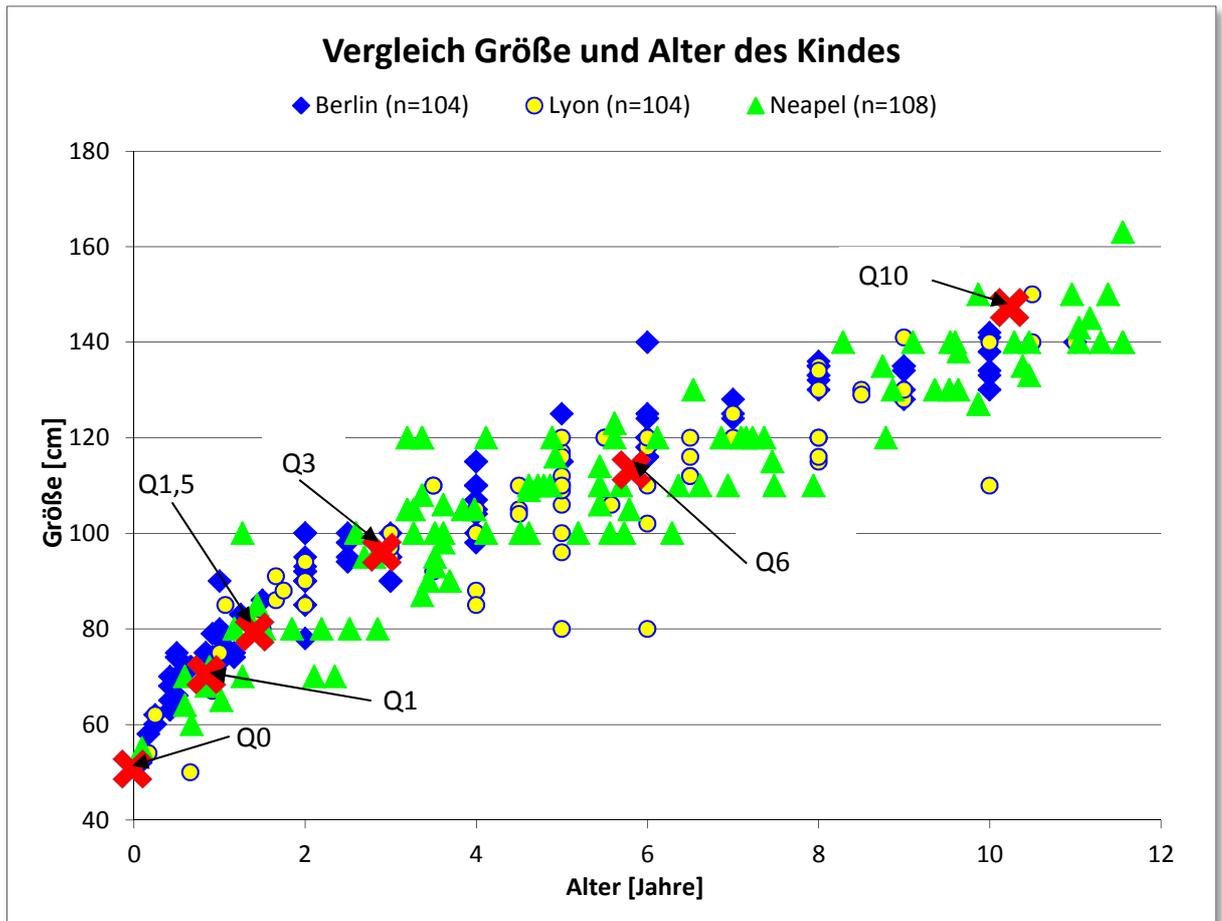


Abbildung 21: Vergleich Größe und Alter

5.2 Angaben zur Sitzposition und zum verwendeten Kindersitz

Die Verteilung der Sitzposition der Kinder im Fahrzeug bestätigt die Ergebnisse früherer Studien. Die meisten Kinder werden auf der Rückbank im Fahrzeug befördert, wobei der rechte Platz leicht bevorzugt wird (Abbildung 22). Der Beifahrerplatz und die mittlere Position auf der Rückbank werden selten genutzt.

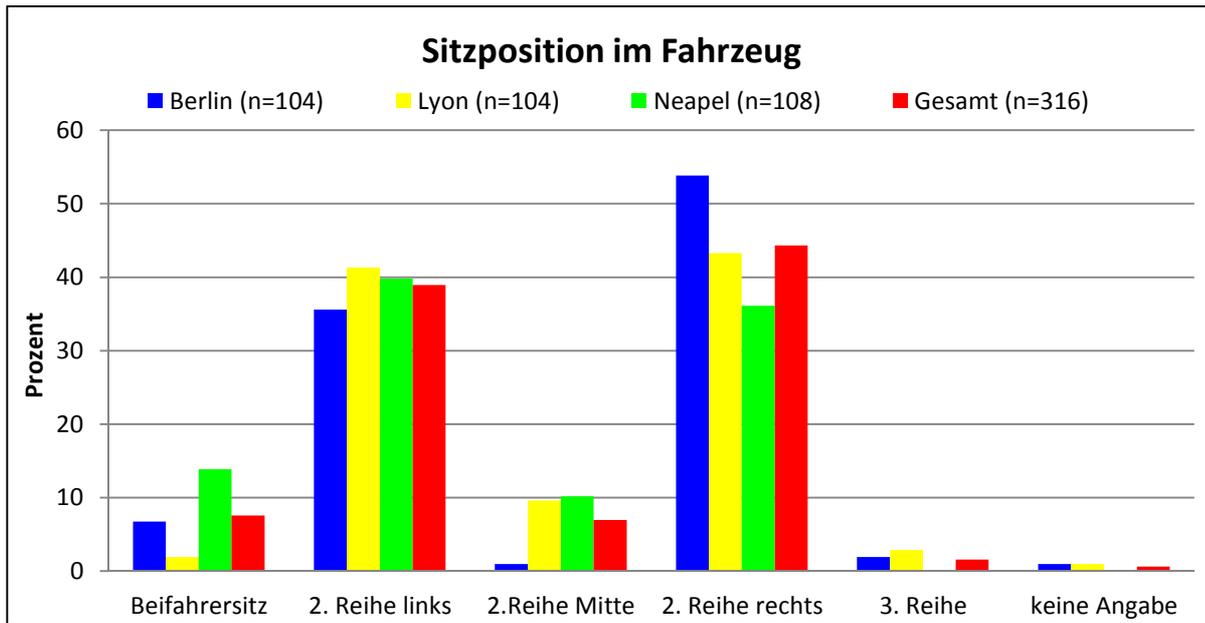


Abbildung 22: Verteilung der Sitzposition

Beim Vergleich der verwendeten Rückhaltesysteme fallen grundsätzliche Unterschiede zwischen den einzelnen Befragungsorten auf (Abbildung 23, Abbildung 24). Am auffälligsten dabei ist sicherlich die hohe Quote der nicht gesicherten Kinder in Neapel: Sechzig Prozent der Kinder sind gar nicht oder nur mit dem Fahrzeuggurt gesichert oder befinden sich auf dem Schoß eines Erwachsenen. Demgegenüber stehen 16% in Lyon und 3% in Berlin. Dazu muss allerdings festgestellt werden, dass es bei der Fallauswahl an den drei Befragungsorten unterschiedliche Kriterien gab. Während in Berlin nur Fälle erhoben wurden, bei denen das Kind in einem Kindersitz saß, wurden in Neapel alle Kinder berücksichtigt, die sich in den untersuchten Fahrzeugen befanden. In Lyon wiederum wurde ein Zwischenweg gewählt. Dort wurden alle Kinder in einem Fahrzeug berücksichtigt, wenn wenigstens eins der Kinder in einem KSS gesichert war. Diese unterschiedlichen Auswahlkriterien schränken an manchen Stellen die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der einzelnen Regionen ein, dennoch sind vergleichende Auswertungen der einzelnen Befragungsorte durchaus möglich und sinnvoll. Weiterhin bleibt festzuhalten, dass sich hier trotz der unterschiedlichen Erhebungskriterien deutliche regionale Unterschiede zeigen. Denn eine Nichtnutzungsquote von 60%, wie sie in der Neapel der Fall war, wäre in Berlin auch bei Berücksichtigung aller Kinder nicht zu verzeichnen gewesen. Laut Untersuchungen der BAST liegt die Nutzungsquote von Kindersitzen in Deutschland bei 84%, weitere 14% der Kinder sind nur durch den Fahrzeuggurt gesichert [BAST, 2009].

Die hohe Nutzungsquote von Babyschalen (0+-Sitz) in Berlin im Vergleich zu den anderen Befragungsorten ist hauptsächlich durch die unterschiedliche Altersverteilung zu erklären.

Festzustellen ist außerdem, dass ISOFIX-Sitze nach wie vor kaum verbreitet sind. An allen drei Befragungsorten waren deutlich unter fünf Prozent der Kinder in einem ISOFIX-Sitz gesichert.

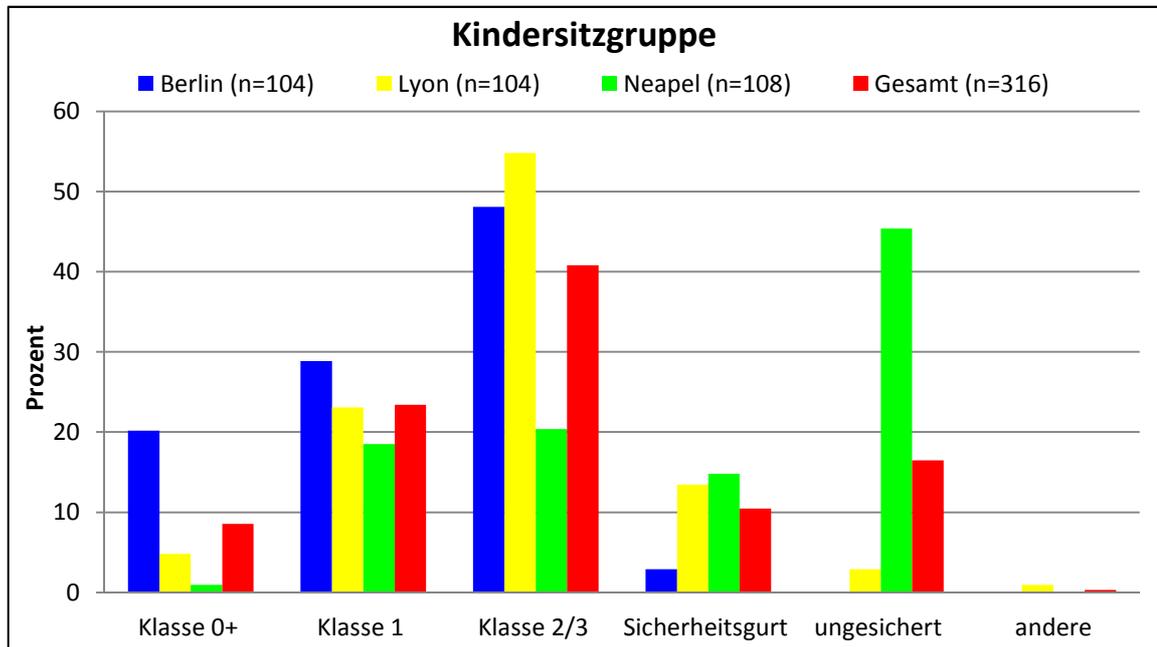


Abbildung 23: Genutzte Kindersitzgruppe

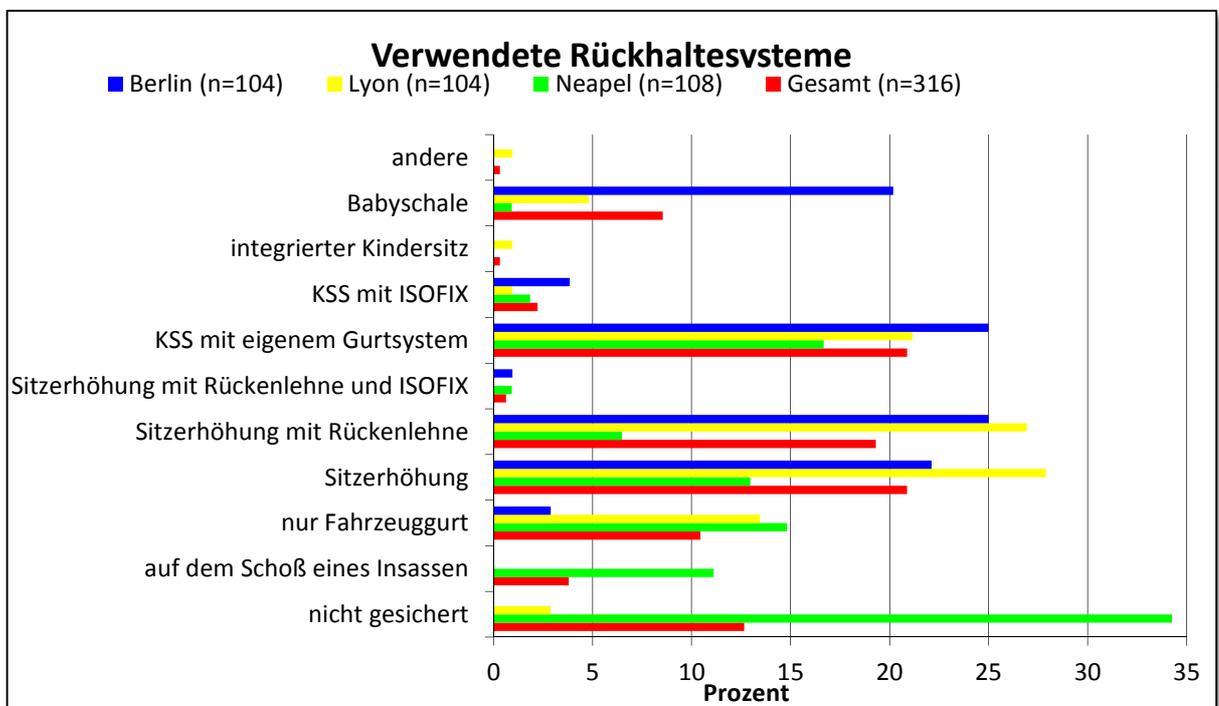


Abbildung 24: Verwendetes Rückhaltesystem

Ein Vergleich des gewählten Kindersitzes in Abhängigkeit vom Alter der Kinder zeigt grundsätzlich eine altersgerechte Nutzung (Abbildung 25). Babyschalen (Gruppe 0+) werden ganz hauptsächlich für Kinder bis zu einem Jahr genutzt, einige sind auch noch in der Altersgruppe 1 bis 5 Jahre in Gebrauch. Kindersitze der Gruppe 1, geeignet für Kinder von 9 bis 18 kg, werden hauptsächlich von den 1 bis 5 jährigen genutzt, sind teilweise aber auch schon für die Sicherung von jüngeren Kindern in Gebrauch. Dafür sind diese Sitze in den allermeisten Fällen jedoch nicht geeignet, womit von einer Fehlbenutzung auszugehen wäre. Kindersitze der Gruppe 2/3 (15 bis 36 kg) sind in etwa für Kinder ab 4 bis 5 Jahren geeignet. Entsprechend der abgebildeten Verteilung werden sie also insgesamt altersgerecht genutzt, wobei sich für die Gruppe der 1 bis 5 jährigen nicht sagen lässt, wie schwer das Kind im Einzelfall war, welches in einem solchem Sitz gesichert wurde. Nicht gesicherte oder nur durch den Fahrzeuggurt gesicherte Kinder kommen in allen Altersgruppen vor, wobei die Tendenz dafür spricht, dass diese Misusearten mit steigendem Alter der Kinder zunimmt. Da allerdings in der Datenbasis nicht alle der hier dargestellten Altersgruppen gleich häufig vertreten sind, lässt sich eine direkte Altersabhängigkeit der Sicherungsqualität nicht belegen.

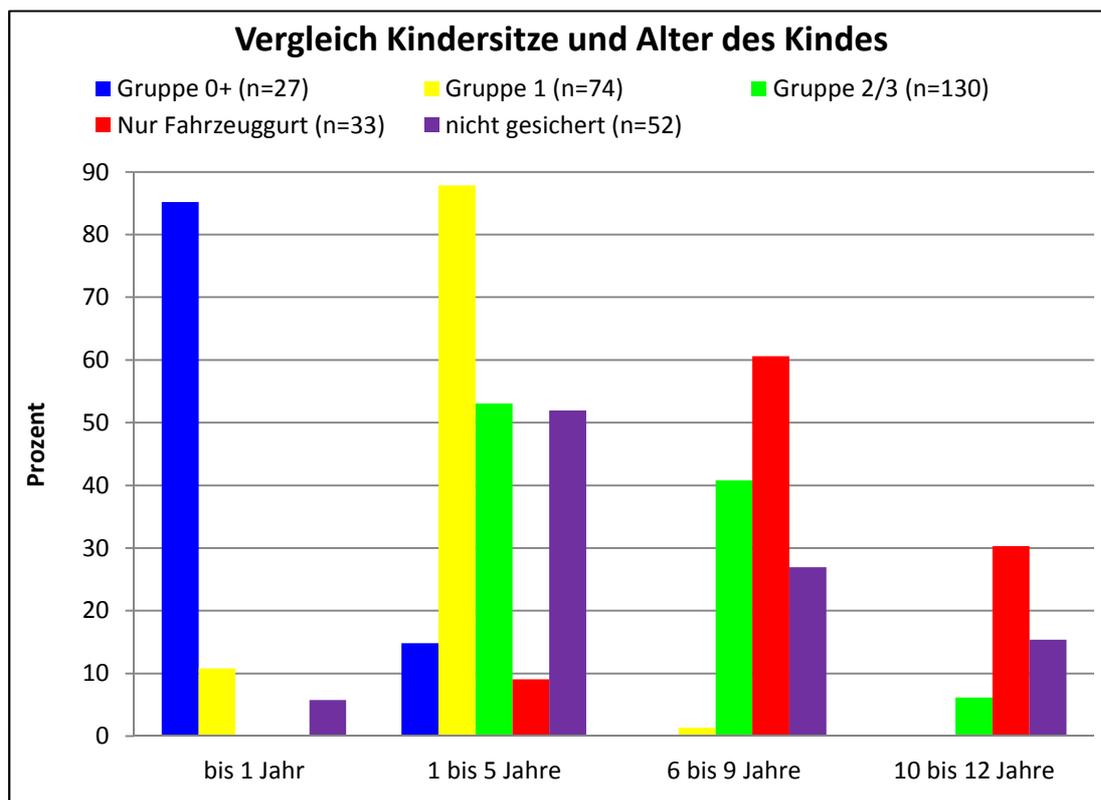


Abbildung 25: Vergleich verwendeter Kindersitz und Alter des Kindes

Eine Übersicht über die Zulassungsnorm, nach der die Kindersitze zugelassen wurden, zeigt, dass fast ausschließlich Kindersitze in Gebrauch sind, die nach ECE-R 44.03 oder .04 zugelassen wurden. Sitze

mit der Prüfung nach ECE-R 44.02, deren Benutzung seit April 2008 EU weit verboten ist, sind praktisch nicht mehr vorhanden (Abbildung 26).

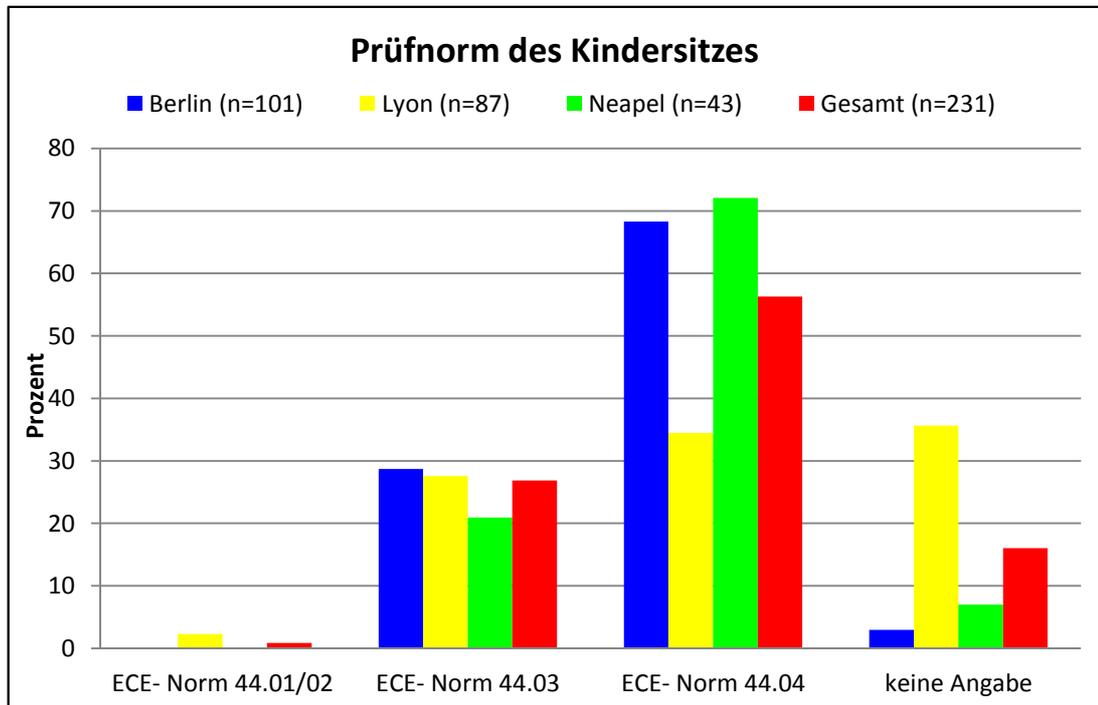


Abbildung 26: Prüfnorm des Kindersitzes

5.3 Angaben zur Sicherungssituation

Bei der Auswertung der Sicherungssituation und aller damit im Zusammenhang stehender Fragestellungen muss zuerst festgelegt werden, wie mit Fällen umzugehen ist, in denen das Kind völlig ungesichert oder nur durch den Fahrzeuggurt gesichert im Auto gesessen hat. Da der Begriff „Misuse“ den Fehlgebrauch von Kindersitzen beschreibt und in diesem Verständnis in dieser Arbeit verwendet wird, können als Misuse auch nur Fälle gelten, bei denen ein Kindersitz irgendwie in Verwendung war. Entsprechend werden auch nur diese Fälle in den folgenden Auswertungen betrachtet. Diese Einteilung deckt sich mit den in Kapitel 3.1 beschriebenen Feldstudien. Lediglich das folgende Diagramm (Abbildung 27) berücksichtigt alle im Rahmen dieser Studie untersuchten Sicherungssituationen, um ein Gesamtbild der aktuellen Sicherungssituation im Vergleich der drei Untersuchungsorte darzustellen.

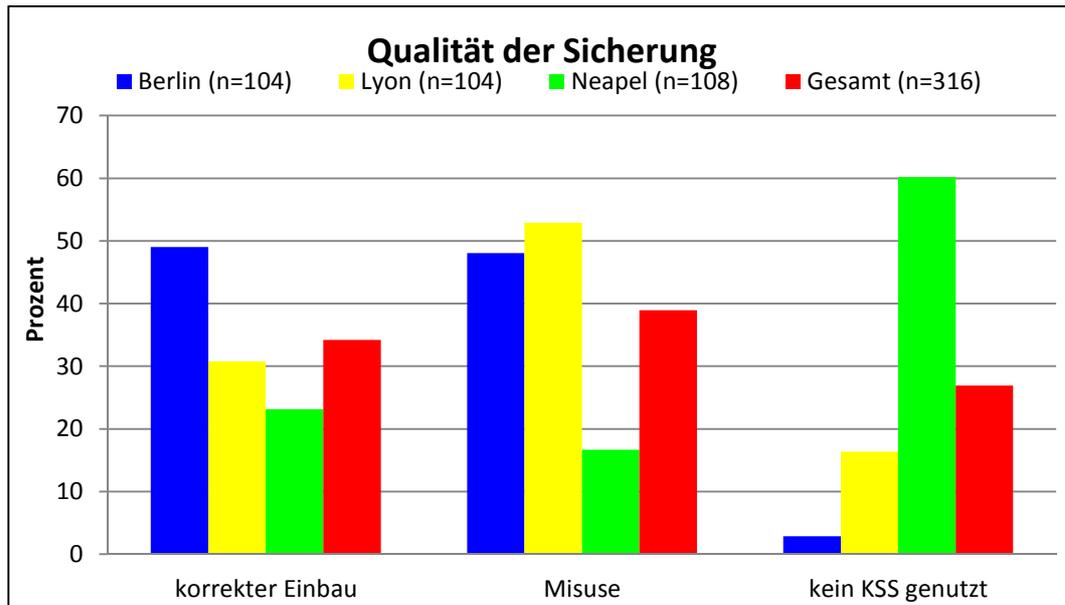


Abbildung 27: Sicherungsqualität

Grundsätzlich bestätigen sich in dieser Feldstudie die Ergebnisse vieler vorheriger Untersuchungen: Nur rund ein Drittel der Kinder ist richtig im Fahrzeug gesichert, zwei Drittel sind falsch oder gar nicht gesichert. Dabei gibt es allerdings je nach Befragungsort grundsätzliche Unterschiede. Während in Berlin nur jedes zweite Kind falsch gesichert war, waren es in Lyon schon 70% und in Neapel 77%.

Ein Blick auf die Verteilung der Fehlbenutzung zeigt, dass Fehler tendenziell eher bei der Sicherung des Kindes im Kindersitz vorkommen (Sicherungsfehler), Fehler beim Einbau des Sitzes im Fahrzeug (Installationsfehler) aber ebenfalls häufig vertreten sind (Abbildung 28). Da bei einer Einbausituation auch mehrere Fehler auftreten können, kann die Summe der bewerteten Fehler über der Gesamtzahl der untersuchten Sicherungssituationen liegen.

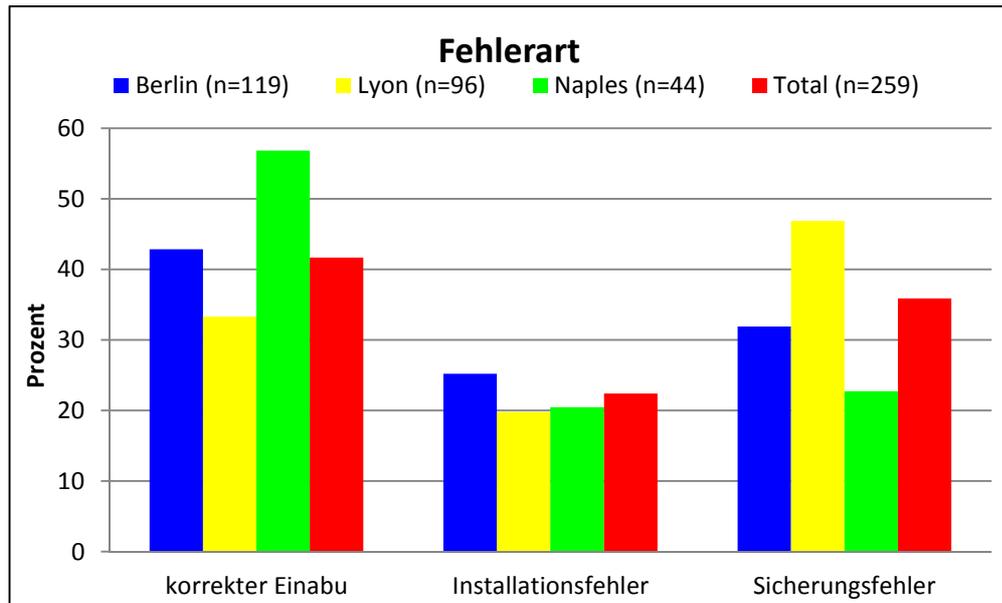


Abbildung 28: Verteilung der Fehlerart

Ein genauer Blick auf die Sicherheitsfehler zeigt, welche Probleme besonders häufig auftauchen (Abbildung 29). Am meisten ist dabei die Gurtlose im Gurtsystem des Kindersitzes vertreten. Diese lässt sich insgesamt in über 25% der Misusefälle feststellen. Weiterhin wurden häufig verdrehte Gurte im Kindersitz oder im Fahrzeug festgestellt, allerdings hat das in der Regel keine direkte Auswirkung auf die Sicherheit des Insassen, kann allerdings dazu führen, dass sich der Gurt nicht richtig straffen lässt, was im Ergebnis zu Gurtlose führt. Die Nichtbenutzung der Gurtführung für den Beckengurt stellt (bei Gruppe 2/3 Sitzen) ein häufiges Problem dar. Das führt dazu, dass Kräfte in den Abdominalbereich eingeleitet werden, was unter Umständen erhebliche Verletzungen nach sich zieht. Festgestellt wurde außerdem recht häufig, dass das Gurtsystem des Kindersitzes hinter den Armen des Kindes geführt wird, bzw., was wahrscheinlich ist, dass das Kind sich aus dem Gurt „befreit“ hat und die Arme über den Gurt gelegt hat. Damit fehlt der obere Anbindungspunkt des Kindes an den Kindersitz, eine große Vorverlagerung und im Ergebnis schwere Kopf- und Halsverletzungen können die Folge sein. Nicht zuletzt wurden Probleme bei der richtigen Auswahl des Kindersitzes beobachtet. Häufig sind die Kinder zu klein (sehr selten auch zu groß) für den verwendeten Kindersitz, was dazu führt, dass sich seine Gurtgeometrie nicht richtig für das Kind anpassen lässt. Im schlechtesten Fall ist das Kind deutlich zu klein für einen Gruppe 1 Sitz und damit der Gefahr ausgesetzt, dass es aufgrund seines großen Kopfgewichts im Vergleich zur Halsmuskulatur erhebliche Verletzungen im Halsbereich erleidet, die auch bei bereits vergleichsweise geringen Verzögerungen auftreten können.

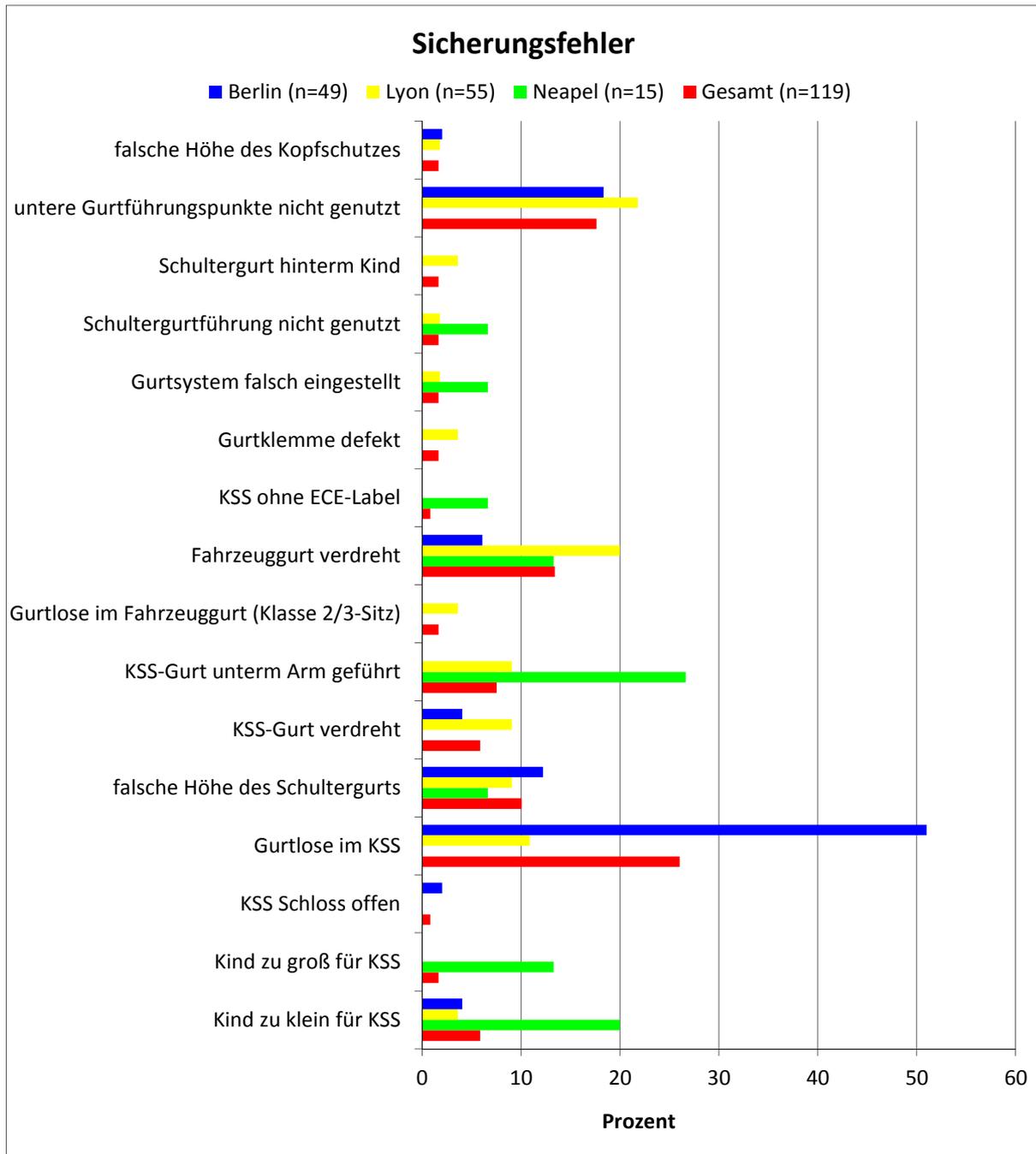


Abbildung 29: Verteilung Sicherheitsfehler

Der am häufigsten zu findende Sicherheitsfehler ist die Gurtlose im Kindersitz. Das Problem der nicht verwendeten unteren Gurtführungspunkte kann wiederum systembedingt nur bei Gruppe 2/3 Sitzen auftreten, genauso wie ein verdrehter Fahrzeuggurt, wenn dieser nicht zu den Installationsfehlern zu zählen ist. Die Verteilung der Sicherheitsfehler auf verschiedene KSS-Gruppen ist in Abbildung 30 dargestellt.

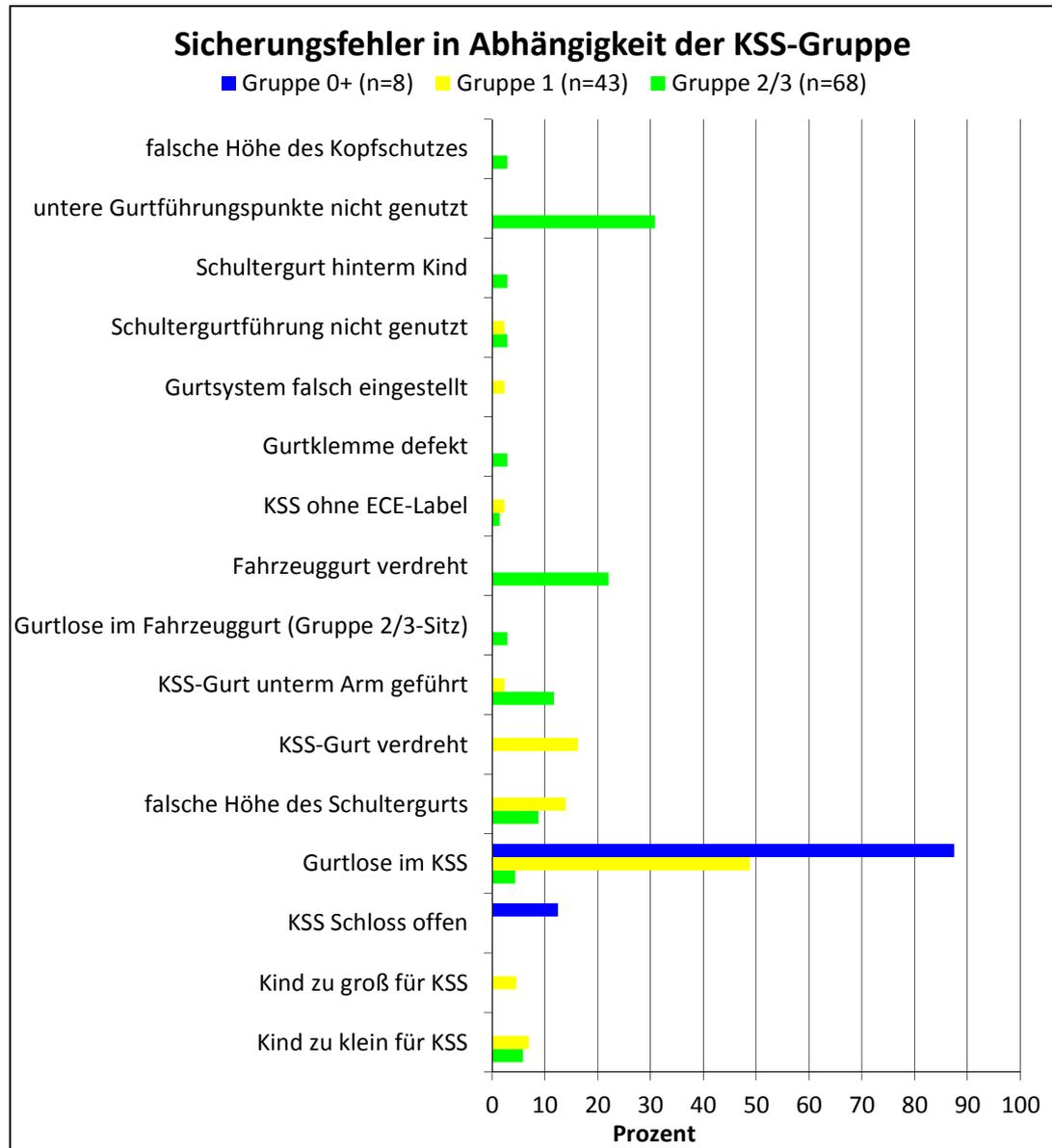


Abbildung 30: Vergleich Sicherheitsfehler und KSS-Gruppe

Die Bewertung der Schwere der Sicherheitsfehler zeigt insgesamt ein schlechtes Bild. Knapp zwei Drittel aller Fehler werden als schwer, knapp 30% werden immer noch als mittlere Fehler eingestuft (Abbildung 31). Besonders negativ stellt sich die Situation in Neapel dar. Von den ohnehin wenigen Fällen, bei denen überhaupt ein Kindersitz in Benutzung war, wurden über 90% der Sicherheitsfehler als schwerer Misuse gewertet.

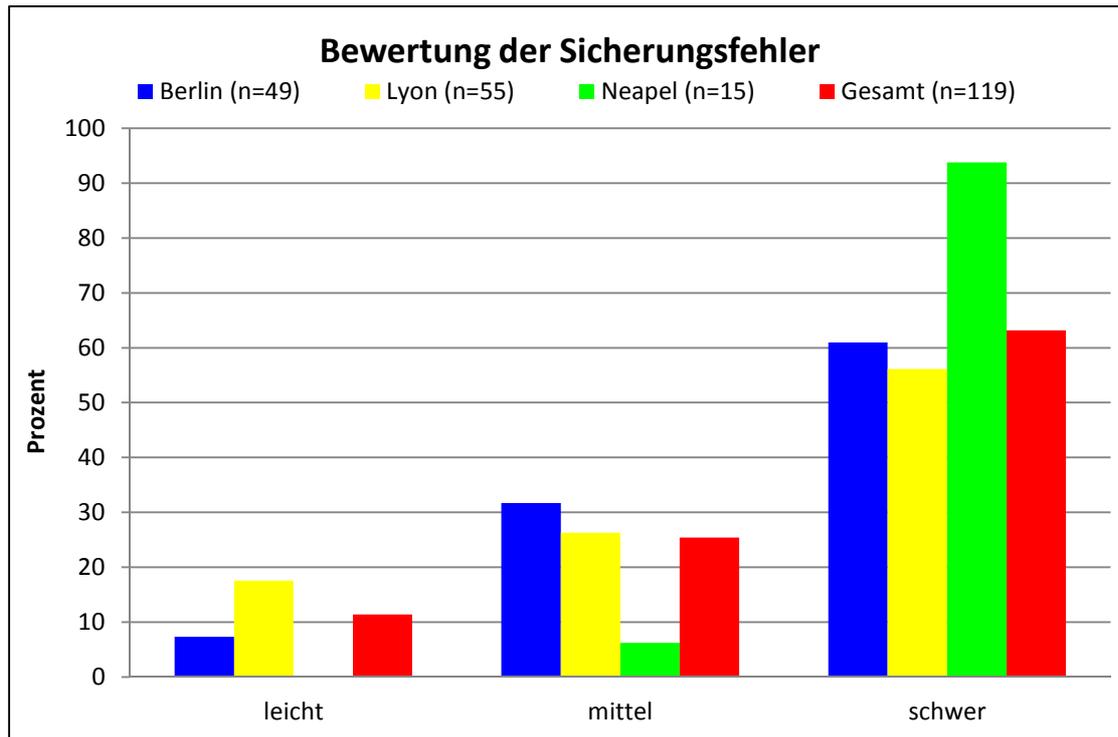


Abbildung 31: Bewertung der Sicherungsfehler

Bei den Installationsfehlern (Abbildung 32) sticht vor allem die Problematik der richtigen Gurtführung ins Auge. An allen drei Befragungsorten wurde dieser Fehler häufig festgestellt. Dieser Fehler tritt bei allen Kindersitzgruppen auf, ist allerdings besonders folgenschwer bei Gruppe 0+ und Gruppe 1 Sitzen. Dort kann ein falscher Gurtpfad dazu führen, dass der Kindersitz kaum im Fahrzeug befestigt ist und sich im Fall einer Kollision unkontrolliert durchs Auto bewegt. Ebenfalls häufig festzustellen war Gurtlose im Fahrzeuggurt. Die möglichen Folgen davon hängen stark von der Schwere des Fehlers ab. Während eine geringe Gurtlose in der Regel folgenlos bleibt, erhöht sich mit zunehmendem Vorverlagerungsweg die Gefahr eines direkten Kopfkontakts mit Fahrzeugteilen, der zu schweren Kopfverletzungen führen kann.

Die Problematik der falschen Einbaurichtung des Kindersitzes wurde hauptsächlich in Neapel festgestellt. Dieser Fehler betrifft Babyschalen, die prinzipbedingt nur rückwärtsgerichtet ins Fahrzeug eingebaut werden dürfen. Wird die Schale vorwärtsgerichtet installiert, ist zum einen keine feste Verbindung zwischen Schale und Fahrzeug sichergestellt, zum anderen wird insbesondere der Halsbereich des Insassen großen Belastungen ausgesetzt, die häufig schwerste Verletzungen nach sich ziehen.

Für alle diese beschriebenen Fehler (Gurtlose, falsche Einbaurichtung, falscher Gurtpfad) gilt, dass sie durch die Benutzung von ISOFIX verlässlich zu vermeiden wären. Konkret würde das bedeuten,

dass nahezu alle in dieser Feldstudie häufig festgestellten Installationsfehler durch die Verwendung von ISOFIX vermieden werden könnten.

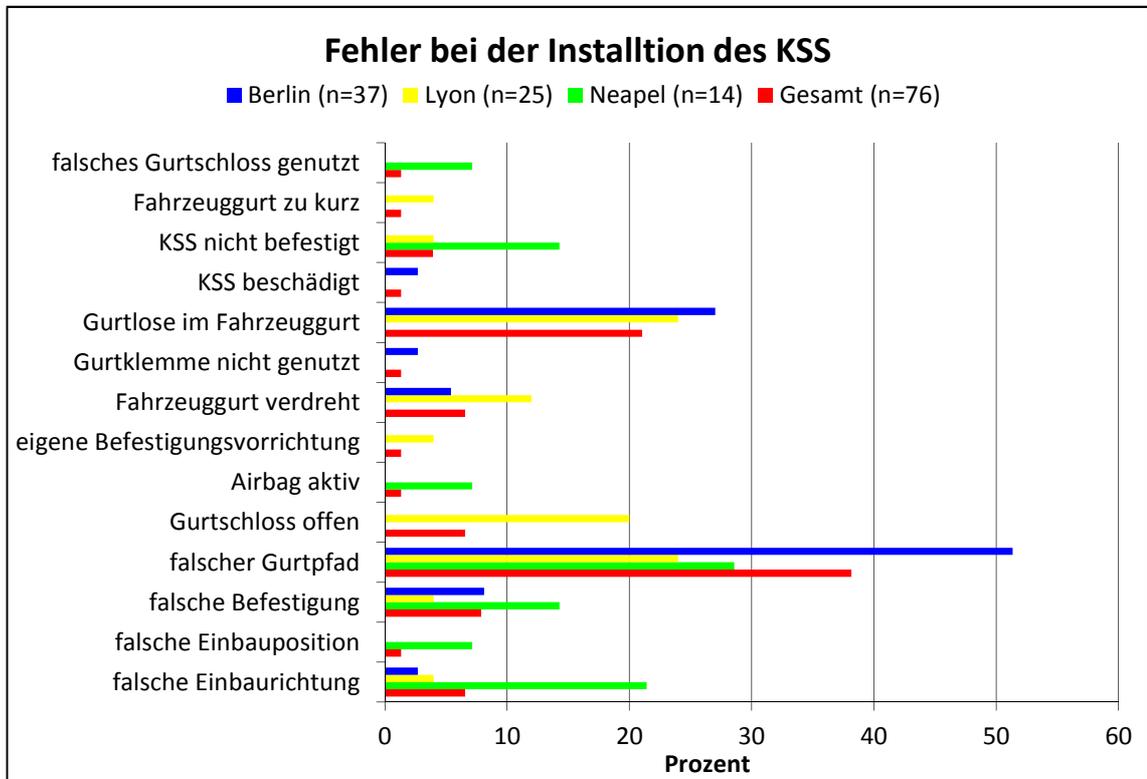


Abbildung 32: Installationsfehler

Die Problematik des falschen Gurtpfads tritt prinzipiell in allen Kindersitzgruppen auf, ist allerdings besonders häufig bei Babyschalen festzustellen (Abbildung 33). Die Gurtlose im Fahrzeuggurt ist ganz hauptsächlich bei Gruppe 1 Sitzen festgestellt worden.

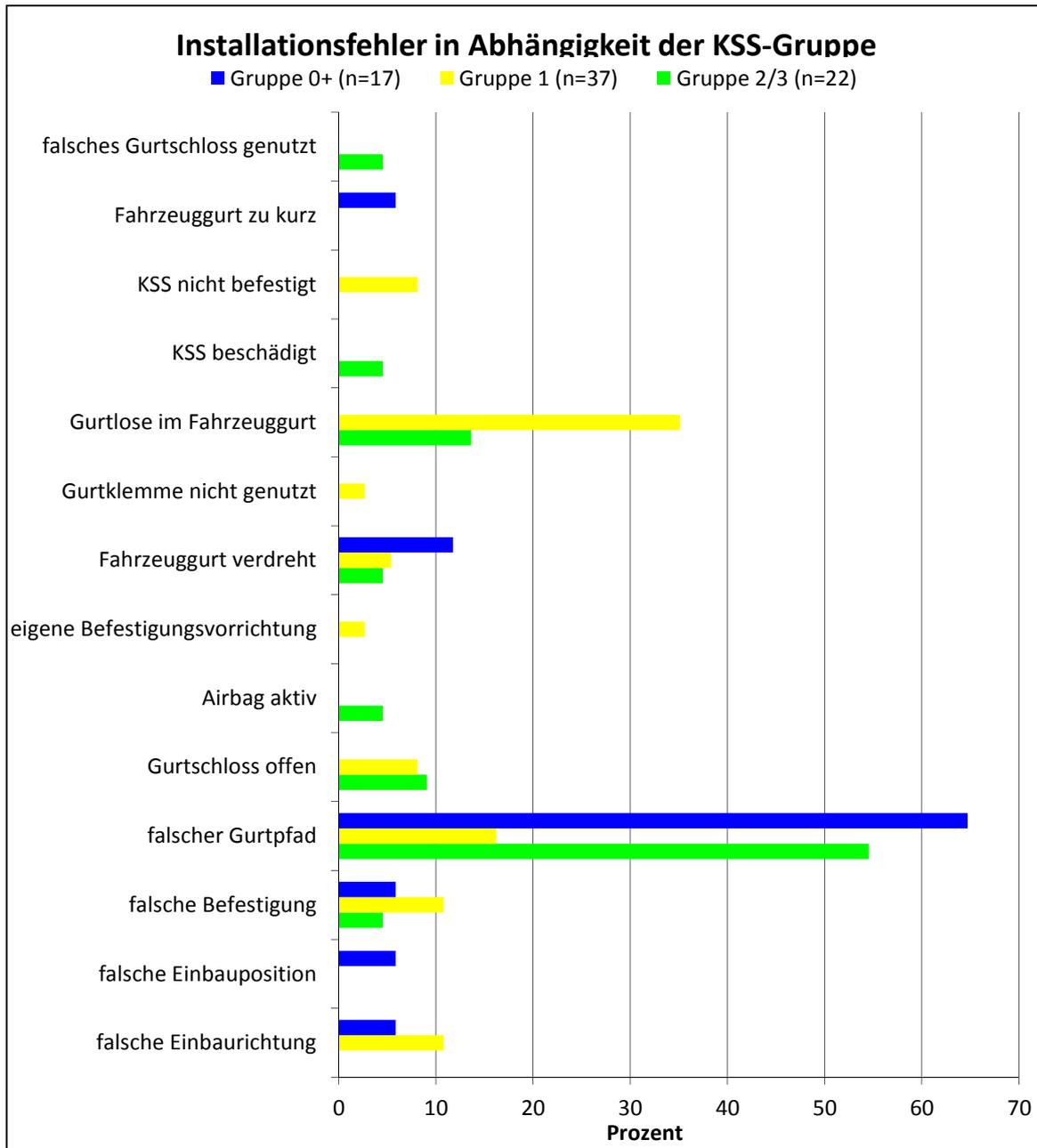


Abbildung 33: Vergleich Installationsfehler und KSS-Gruppe

Bei der Bewertung der Fehlerschwere zeigt sich, wie auch bei den Sicherheitsfehlern, dass ein Großteil der Fehlbenutzung als schwer eingestuft wurde (Abbildung 34). Zwar gibt es zwischen den einzelnen Befragungsorten erhebliche Unterschiede, diese sind aber vermutlich aufgrund der geringen Fallzahl und der generellen Schwierigkeit bei der Bewertung der Fehlerschwere entstanden.

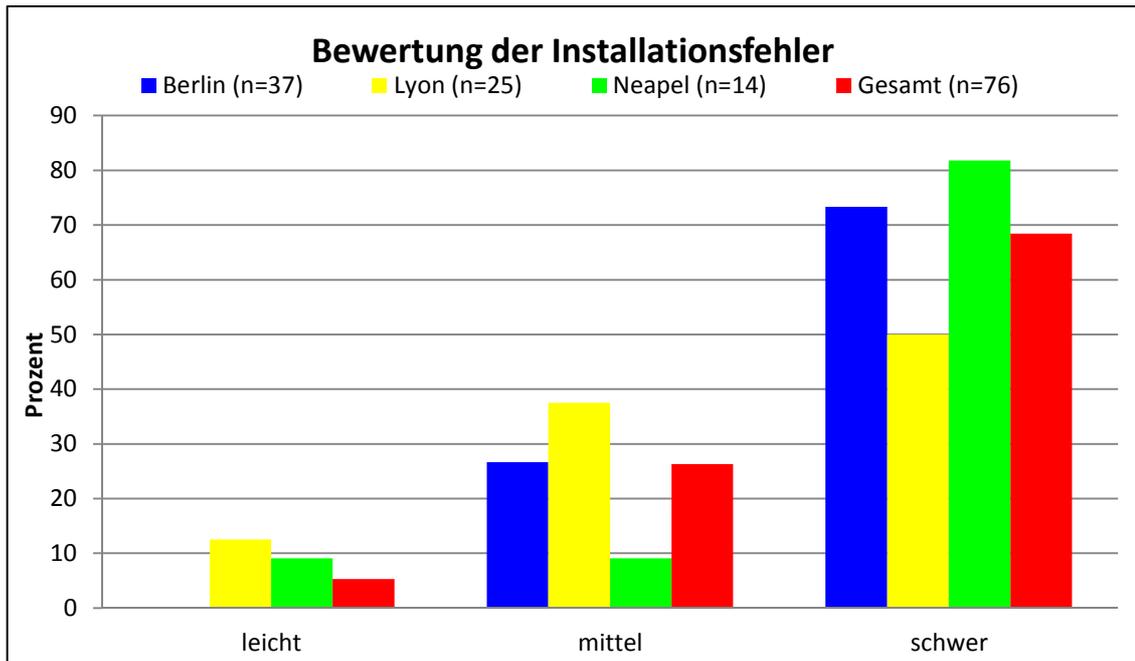


Abbildung 34: Bewertung der Installationsfehler

In der Gesamtbewertung der Sicherung des Kindes im Fahrzeug zeigt sich entsprechend ein ähnliches Bild (Abbildung 35). Insgesamt sind 90% aller Fehler als mittel oder schwer eingestuft, für die Fälle aus Neapel stellt sich die Situation etwas schlechter dar, für Lyon etwas besser.

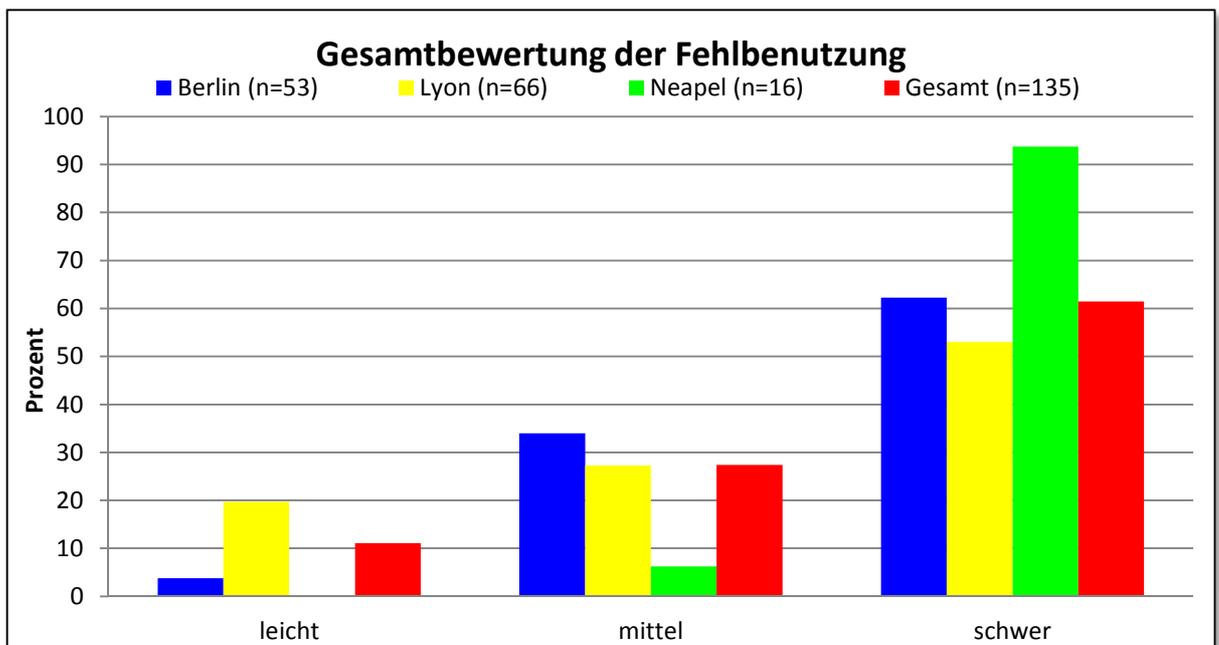


Abbildung 35: Gesamtbewertung der Fehlbenutzung

5.4 Vergleich mit vorherigen Feldstudien

Der Vergleich mit den in Kapitel 3.1 beschriebenen älteren Feldstudien zeigt, dass die über Jahre immer wieder festgestellte Misusequote von rund 60% auch in dieser Studie bestätigt wird (Abbildung 36). Das gilt zumindest für die Gesamtheit der Daten an den drei Befragungsorten und mit der Einschränkung, dass in den älteren Feldstudien nur Fälle betrachtet wurden, bei denen ein Kindersitz in Benutzung war. Wird allerdings die Tatsache berücksichtigt, dass es erhebliche regionale Unterschiede gab, die nicht zuletzt auf die beschriebenen verschiedenartigen Fallauswahlkriterien zurückzuführen sind, dann erscheint es sinnvoll im Vergleich der alten Daten, die allesamt im Großraum München erhoben wurden, lediglich die Daten aus Berlin zu betrachten (Abbildung 37). Dabei zeigt sich überraschend deutlich ein Rückgang der Misusequote auf etwa 50%. Auch wenn es zu berücksichtigen gilt, dass in diesem Fall unterschiedliche Regionen miteinander verglichen werden, kann mindestens von einer offensichtlichen Tendenz gesprochen werden, nach der die Misusequote in den vergangenen Jahren zurückgegangen ist. In zukünftigen Studien wird sich zeigen, ob es sich bei dieser positiven Entwicklung tatsächlich um einen Trend oder aber um ein Einzelergebnis handelt.

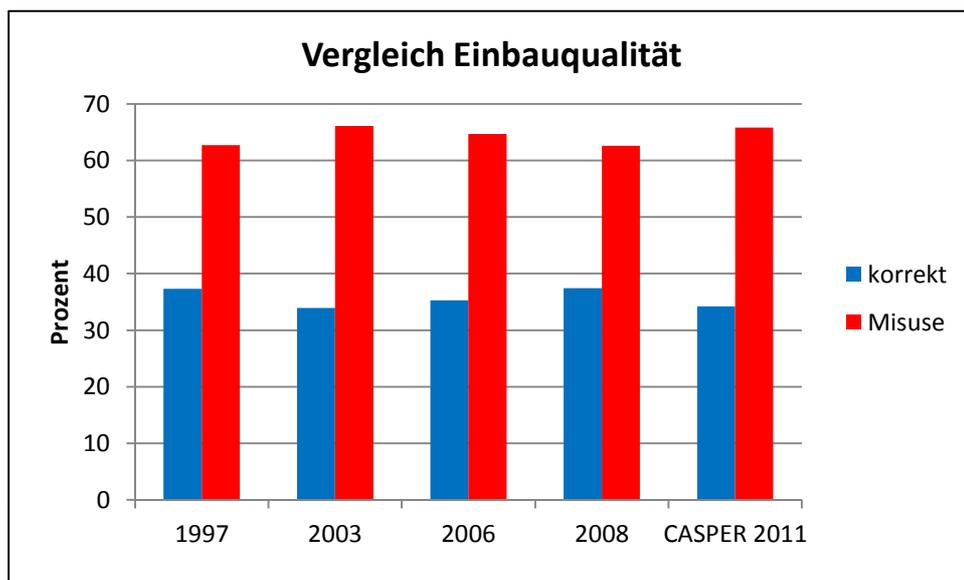


Abbildung 36: Vergleich der Einbauqualität mit älteren Feldstudien [Langwieder, 1997; Langwieder, 2003; Fastenmeier, 2006; Hummel, 2008]

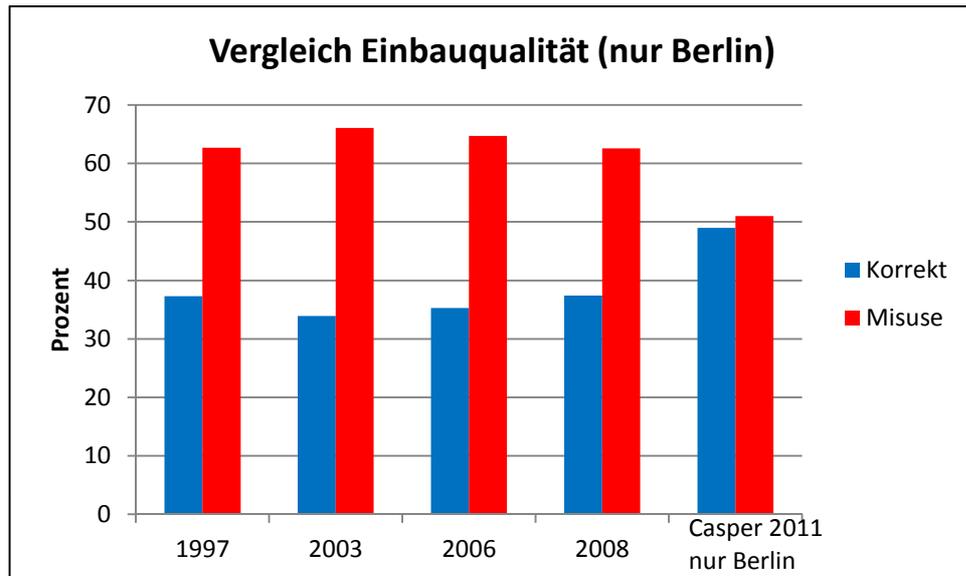


Abbildung 37: Vergleich der Einbauqualität (nur Berlin) mit älteren Feldstudien [Langwieder, 1997; Langwieder, 2003; Fastenmeier, 2006; Hummel, 2008]

Der Vergleich der Misuseschwere der aktuellen Casper-Studie und den älteren Feldstudien zeigt ein deutlich negatives Ergebnis (Abbildung 38). Während in den letzten Jahren der Anteil der schweren Fehlbenutzung gesunken ist und 2008 bei rund 20% lag, liegt er in der aktuellen Studie bei über 60%. Diese hohe Quote war an allen drei Befragungsorten festzustellen (Abbildung 35). Als Erklärung für dieses Ergebnis kommen verschiedene Möglichkeiten in Betracht. Zunächst kann es natürlich sein, dass der Anteil der schweren Fehlbenutzung von Kindersitzen tatsächlich gestiegen ist, allerdings gibt es für diese Annahme keine plausible Begründung. Kindersitze wurden in den letzten Jahren stetig verbessert, ein besonderes Augenmerk wurde dabei insbesondere auf die Benutzerfreundlichkeit gelegt, die in den letzten Jahren zunehmend verbessert wurde.

Ein weiterer Erklärungsansatz ist die Möglichkeit, dass die Interviewer und Feldbeobachter härtere Kriterien an die Bewertung von Misuse angelegt oder die Sicherungssituation auch genauer analysiert haben. Genauso gut ist es möglich, dass bei der Begutachtung der Sicherung ein weniger kritischer Maßstab angesetzt wurde, wodurch leichter Misuse übersehen und nur die mittlere und schwere Fehlbenutzung Berücksichtigung findet. Das würde die Misusequote insgesamt senken, den relativen Anteil von schweren Misusefällen aber anheben. Tatsache ist, dass es für die Bewertung der Misuseschwere keine einheitliche Definition gibt und es daher wahrscheinlich ist, dass verschiedene Interviewer unterschiedliche Maßstäbe bei der Bewertung von Einbaufehlern anlegen. Eine ausführliche Auseinandersetzung mit dieser Problematik wird in Kapitel 6 beschrieben.

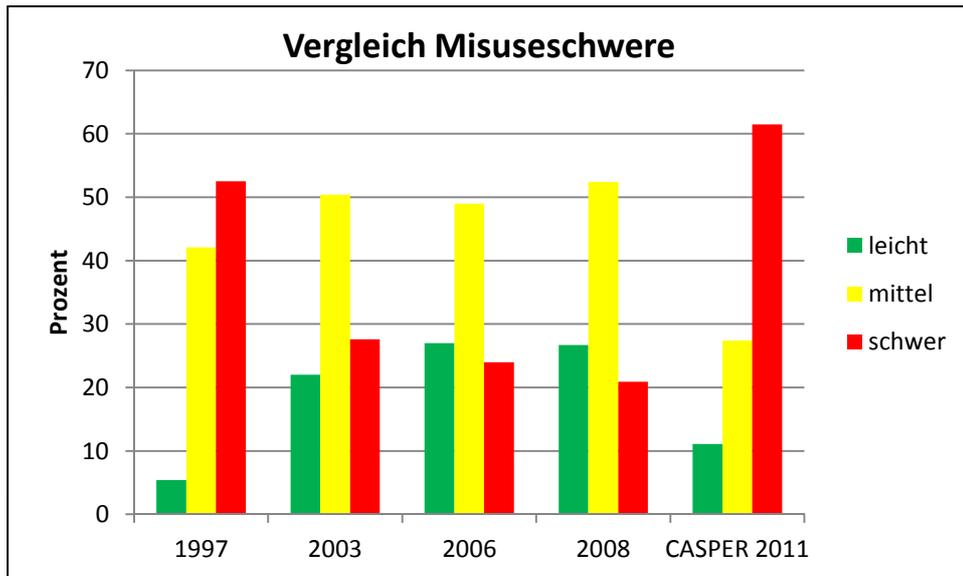


Abbildung 38: Vergleich der Misuseschwere mit älteren Feldstudien [Langwieder, 1997; Langwieder, 2003; Fastenmeier, 2006; Hummel, 2008]

5.5 Angaben zur Beförderungssituation

Neben den Angaben, die unmittelbar mit der technischen Sicht auf die Sicherung des Kindes zu tun haben, wurden in der Feldbefragung auch Informationen zur Beförderungssituation insgesamt erhoben. Das hat den Zweck aus dem Verständnis der Gesamtsituation heraus spezifische Umstände zu erkennen, die das Entstehen von Fehlern wahrscheinlicher oder unwahrscheinlicher machen. In den folgenden Auswertungen werden auch die Fälle berücksichtigt, bei denen das Kind nicht in einem KSS gesichert war.

Beim genaueren Blick auf die Beförderungsumstände stellt sich zunächst die Frage, ob die Qualität der Sicherung von der Dauer der Fahrt abhängt. Dazu wurde in Abbildung 39 die Fahrdauer mit der Häufigkeit der Fehlbenutzung verglichen. Ein Zusammenhang zwischen Fahrdauer und korrekter Nutzung des Kindersitzes ist dabei zu erkennen, wobei dieser nicht sehr stark ausgeprägt ist. Bei den korrekt genutzten Kindersitzen lässt sich ablesen, dass mit steigender Fahrdauer die Sicherungsqualität steigt. Aufgrund der beschriebenen Unterschiede in der Datenerhebung, lässt sich diese Tendenz bei der Fehl- bzw. Nichtbenutzung nicht nachweisen. Eine einzelne Auswertung der Berliner Daten zeigt allerdings auch für den Misusefall, dass die Sicherungsqualität mit andauernder Fahrzeit etwas zunimmt (Abbildung 40).

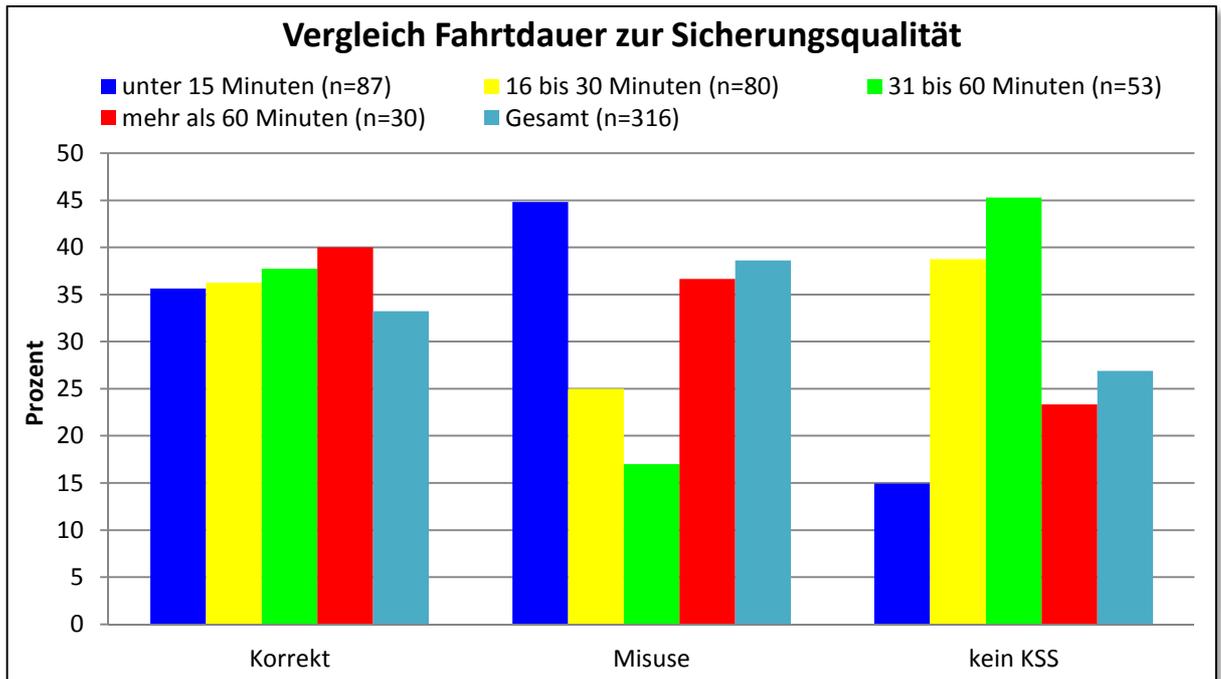


Abbildung 39: Fehlbenutzung in Abhängigkeit von der Fahrdauer

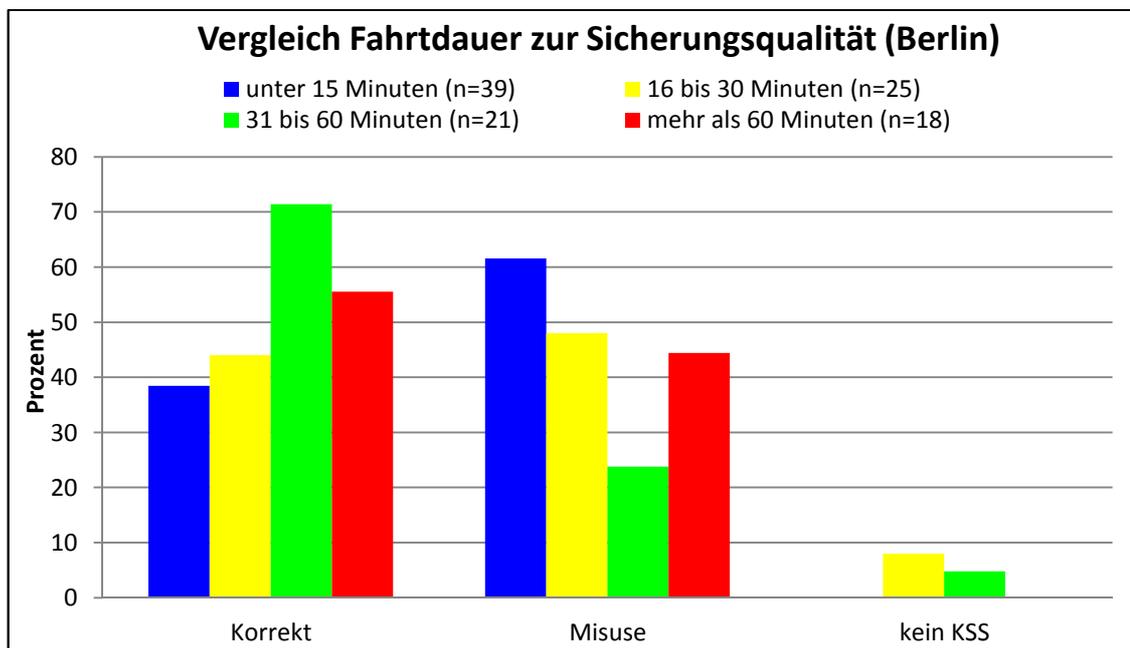


Abbildung 40: Fehlbenutzung in Abhängigkeit von der Fahrdauer für Berlin

Die gleiche Fragestellung liegt nahe für einen möglichen Zusammenhang zwischen Sicherungsqualität und Fahrtzweck. Mit Fahrtzweck ist dabei die Frage nach dem Grund der Fahrt gemeint. Das können sein: Fahrt zur Schule / Kindergarten, Einkaufen, Urlaub, Freizeitaktivität und sonstige Fahrten. Bei dieser Auswertung zeigt sich, dass es eine Abhängigkeit der Sicherung vom Fahrtzweck gibt (Abbildung 41). Während Fahrten zur Schule, zum Kindergarten oder zum Einkaufen, die nicht selten mit einem gewissen Zeitdruck verbunden sind, eher zu schlechter Sicherung des Kindes führen, sind Kinder bei Urlaubs- oder Freizeitfahrten tendenziell besser gesichert. Offensichtlich führen also Zeitnot und eine hektische Situation zur Erhöhung der Misusequote.

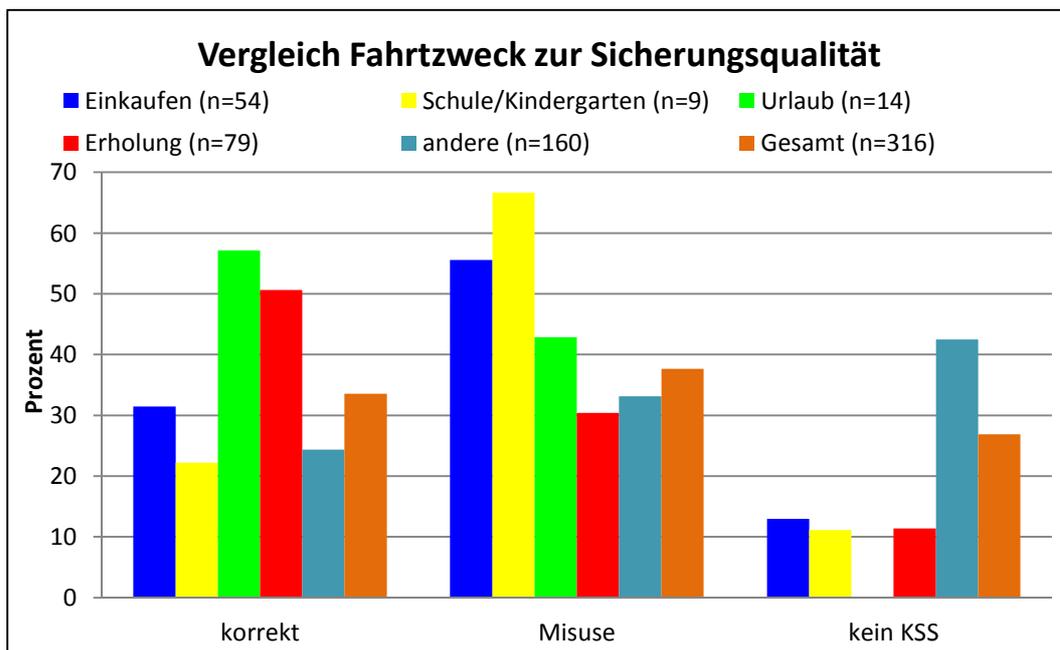


Abbildung 41: Vergleich Fehlbenutzung in Abhängigkeit vom Fahrtzweck

Während des Interviews wurden alle Fahrer gefragt, ob sie der Meinung sind, dass ihr Kind korrekt im Fahrzeug gesichert ist. Ein Großteil der Befragten bejahte diese Frage, nur ein geringer Teil war sich unsicher oder gab an, dass das nicht der Fall wäre (Abbildung 42). Der Vergleich dieser Angaben mit der tatsächlichen Einbauqualität zeigt jedoch, dass bei knapp 60% der vermeintlich richtig gesicherten Kinder Misuse festzustellen war. In den Fällen, bei denen sich die Eltern nicht sicher waren oder nicht davon ausgingen, dass alles richtig gemacht wurde, liegt die Misusequote höher (Abbildung 43).

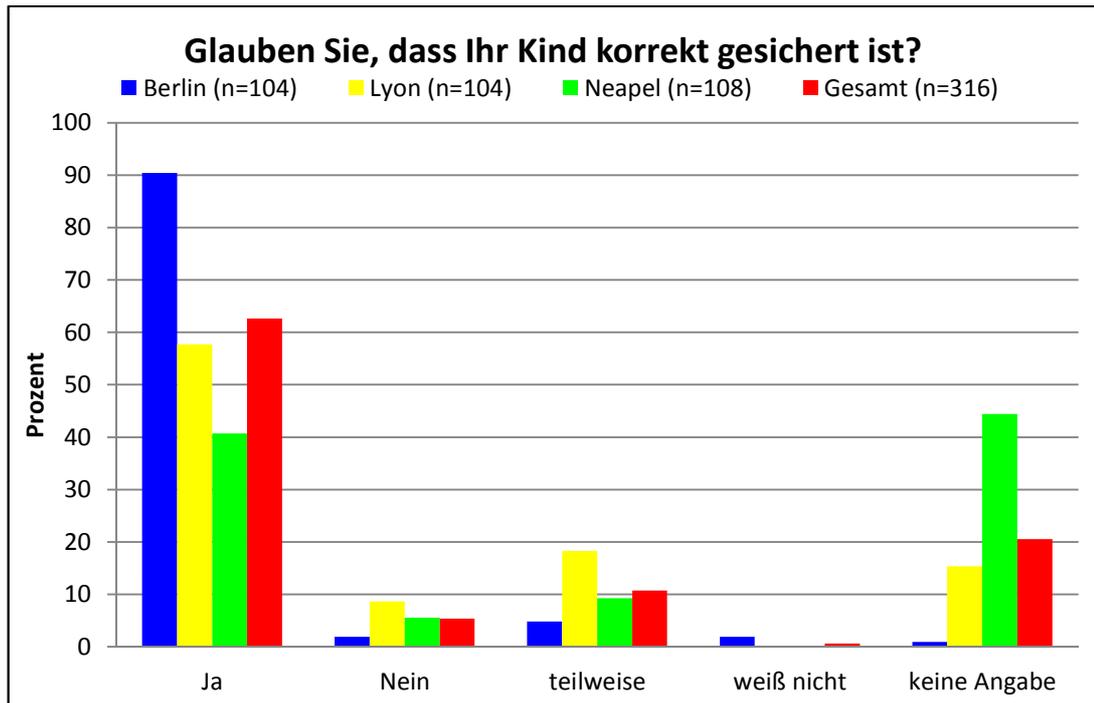


Abbildung 42: Einschätzung der Sicherung durch den Nutzer

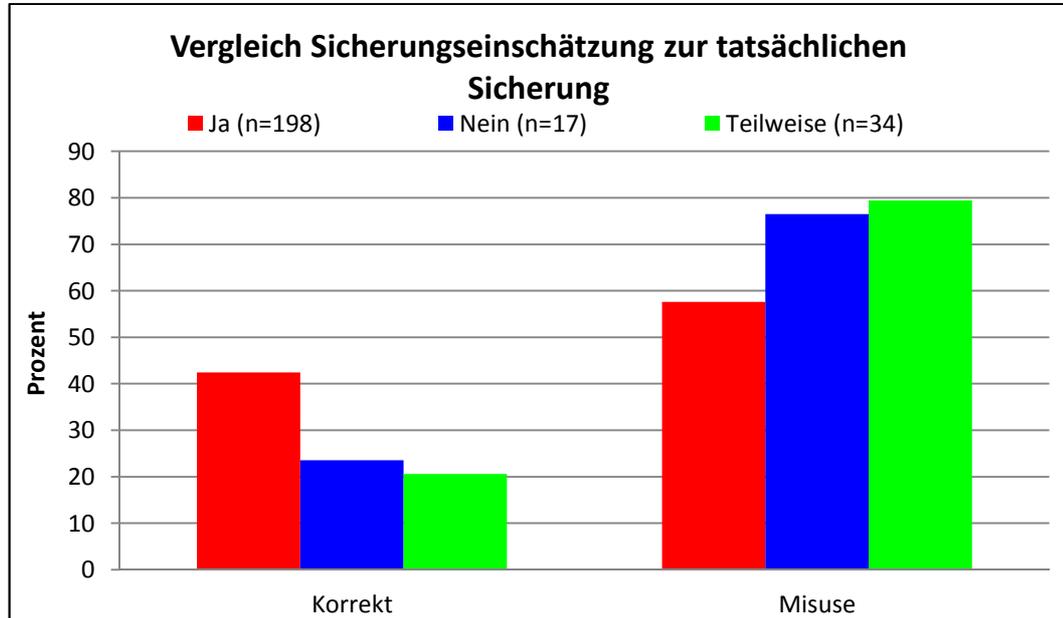


Abbildung 43: Vergleich Einschätzung der Sicherung zur tatsächlichen Sicherungsqualität

Ein Großteil der Fahrer geht demnach davon aus, dass ihr Kind richtig gesichert ist und ist sich der Fehlbenutzung nicht bewusst. Somit wird eine schlechte Sicherung also nicht wider besseres Wissen in Kauf genommen, sondern ein Mangel an Kenntnissen über die richtige Sicherung führt zur Fehlbenutzung.

5.6 Zusammenfassung

Die Auswertung der beschriebenen Feldstudie hat gezeigt, dass die Fehlbenutzung von Kindersitzen nach wie vor ein weitverbreitetes und ernstzunehmendes Problem darstellt. Das gilt grundsätzlich für alle drei Untersuchungsorte, wobei sich auch gezeigt hat, dass es erhebliche regionale Unterschiede gibt, die sich beispielsweise durch eine sehr hohe Quote von Nichtbenutzung von Kindersitzen in Neapel im Vergleich zu den anderen Orten zeigt.

Das Hauptproblem bei der richtigen Benutzung von KSS liegt in der richtigen Führung des Fahrzeuggurts sowie bei der generellen Sicherung des Kindersitzes im Fahrzeug. Beide Probleme ließen sich durch die Nutzung von ISOFIX beheben. Es zeigt sich allerdings, dass weniger als vier Prozent der untersuchten Kindersitze mittels ISOFIX im Fahrzeug befestigt waren. Die Marktdurchdringung dieses Systems ist äußerst gering.

Weiterhin hat sich gezeigt, dass äußere Einflüsse, wie die zur Verfügung stehende Zeit und der Fahrtzweck, Einfluss auf die Sicherungsqualität haben. Situationen, in denen es erfahrungsgemäß hektisch zugeht, wie die Fahrt zum Kindergarten oder zur Schule, führen zu einer höheren Fehlbenutzungsquote. Fahrten mit längerer Fahrdauer oder einem entspannterem Umfeld, wie beispielsweise Urlaubsfahrten, führen zu einer besseren Sicherungsqualität.

Nicht zuletzt hat die Studie gezeigt, dass die grundsätzliche Bereitschaft der Eltern ihr Kind richtig zu sichern, durchaus vorhanden ist. Allerdings führen Unwissenheit oder ein falsches Verständnis dazu, dass viele Kinder fehlerhaft im Fahrzeug gesichert sind. Offensichtlich besteht weiterhin ein großer Bedarf an der Vereinfachung des richtigen Gebrauchs von Kindersitzen. Gleichzeitig sollte es Ziel der Hersteller von Sicherungssystemen sein dafür Sorge zu tragen, dass auch häufig festgestellte Fehlbenutzungsarten nicht automatisch zu einem erheblichen Verlust des Schutzpotentials von Kindersitzen führen. Beispielsweise sei hier der vertauschte Gurt bei einer Babyschale genannt, der in etwa der Hälfte der untersuchten Babyschalen festzustellen war und im Ergebnis zu einer nicht im Fahrzeug gesicherten Babyschale führt.

6 Der Begriff „Misuse“

Der Begriff Misuse hat sich in der Fachliteratur als allgemeiner Oberbegriff für jegliche Fehlbenutzung im Zusammenhang mit Kindersitzen durchgesetzt. Das kann sowohl den Kindersitz selbst, als auch die Fahrzeugumgebung betreffen. Eine klare Definition für Misuse gibt es dabei nicht. Vielmehr scheint es unter Experten ein gemeinsames Grundverständnis dafür zu geben, im Detail variieren allerdings die Einschätzungen, was als Misuse einzustufen ist.

In der ersten umfassenden Studie zur Fehlbenutzung von Kindersitzen [Langwieder, 1997] wird der Begriff Misuse von zwei Seiten betrachtet. Bei der technischen Sichtweise gilt Misuse als eine Abweichung zwischen Ist- und Sollzustand, wobei der Sollzustand den „in idealer Weise vorgesehen Gebrauch dieses KSS repräsentiert“. Der Sollzustand wird dabei durch die Bedienungsanleitung des Herstellers definiert. Die psychologische Sichtweise betrachtet Misuse nicht als Zustand sondern eher als Vorgang, also als unterlassene Handlung bei der Nichtbenutzung eines Kindersitzes oder als Fehlhandlung bei Fehlbedienungen. Durch diese Sichtweise wird nicht nur der Fehler als solcher betrachtet, sondern es wird auch die Ursache für Fehlhandlung berücksichtigt, was für die Fragestellung, wie sich Misuse vermeiden lässt, elementar wichtig ist.

Bei [Fastenmeier, 2006] wird Misuse als „falscher Gebrauch bzw. fehlerhafte Nutzung von KSS“ definiert, „der die Schutzwirkung von KSS zum Teil erheblich reduziert“. Dabei bleibt allerdings die Frage offen, ob die richtige Benutzung allein durch die Vorgaben des Kindersitz- bzw. Fahrzeugherstellers definiert ist, oder ob die korrekte Nutzung der optimale Gebrauch eines Kindersitzes ist.

Um eine scharfe Abgrenzung des Begriffs Misuse zu formulieren, wurden im Rahmen dieser Arbeit einige Experten der Kindersicherheit befragt, wie sie diesen Begriff definieren würden. Dabei wurden zwei Vorschläge unterbreitet:

- (1) Misuse ist die Benutzung eines Kindersitzes in einer Art, die nicht den Vorschriften (Gesetzgeber, Hersteller des KSS oder des Fahrzeugs) entspricht.
- (2) Misuse ist die nicht optimale Nutzung eines Kindersitzes.

Die Ergebnisse dieser Befragung sind schon aufgrund der geringen Teilnehmerzahl nicht repräsentativ, sie geben allerdings ein deutliches Stimmungsbild wieder. Die Mehrheit der Befragten entschied sich dabei für Antwort 1 und bezeichnete alle anderen Fälle bestenfalls als ungeeignete Nutzung. Damit ergibt sich zumindest als Ergebnis dieser kleinen Befragung eine sehr eindeutige Definition für „Misuse“.

Eine weitere recht grundsätzliche Fragestellung, die sich bei der Durchführung und Auswertung von Misusestudien stellt, ist der Umgang mit Situationen, bei denen kein Kindersitz verwendet wurde. Im Allgemeinen unterscheiden die meisten Studien zwischen korrekter Nutzung, Misuse und der

Nichtnutzung eines Kindersitzes, wobei sich letzteres noch unterscheiden lässt in die Fälle, bei denen ein Kind nur mit dem Fahrzeuggurt gesichert ist und in Fälle, bei denen es gänzlich ungesichert im Fahrzeug mitfährt. Wird Misuse als die Fehlbenutzung eines Kindersitzes betrachtet, so scheint die beschriebene Einteilung nachvollziehbar und sinnvoll zu sein. Es gibt jedoch auch immer wieder die Sichtweise, nach der die Nichtnutzung eines KSS ebenfalls als Misuse zu werten ist, da hier eher von einer nicht sicheren Mitnahme des Kindes im Pkw ausgegangen wird, womit also die Beförderungssituation insgesamt betrachtet wird. Wie beschrieben ist diese Sichtweise selten zu finden, die allermeisten Studien zu diesem Thema betrachten ausschließlich Fälle, bei denen ein Kindersitz in irgendeiner Form in Benutzung war, das gilt auch für diese Arbeit.

In Kapitel 6.1 wird beschrieben, wie sich Misuse grundsätzlich einteilen lässt und welche detaillierte Gliederung häufig verwendet wird. In Kapitel 6.2 wird anschließend eine Studie vorgestellt, bei der die Bewertung der Schwere von Misuse, also wie folgenschwer ist ein bestimmter Fehlgebrauch, untersucht wurde.

6.1 Einteilung von Misuse

Bei der Benutzung von Kindersitzen können grundsätzlich drei Arten von Fehlern auftreten:

- die falsche Auswahl des Kindersitzes gemessen an Alter und Größe des Kindes (*Auswahlfehler*)
- der falsche Einbau des Kindersitzes im Fahrzeug (*Installationsfehler*)
- die falsche Sicherung des Kindes im Kindersitz (*Sicherungsfehler*)

Alle bekannten Fehler lassen sich einer dieser drei Fehlerarten zuordnen, wobei die Zugehörigkeit nicht immer eindeutig ist. In Fällen, bei denen Kindersitz und Kind gemeinsam mit dem Fahrzeuggurt gesichert werden (Gruppe 2/3-Sitz), ist beispielsweise nicht zwingend klar, ob ein möglicher Fehler im Zusammenhang mit dem Gurt die Sicherung des Sitzes (Installationsfehler) oder die Sicherung des Kindes (Sicherungsfehler) betrifft. Allerdings kommen solche Fälle selten vor und sind für statistische Auswertungen auch unerheblich.

Wichtiger ist es, dass im Vorfeld einer Misuseuntersuchung vollständig erfasst wird, welche Fehler auftreten können und entsprechend zu erfassen sind. Dafür hat sich bereits für die erste große Studie zu diesem Thema [Langwieder, 1997] ein sogenanntes Codebook entwickelt, in dem sämtliche Fehlerarten systematisch erfasst wurden. Natürlich wurde dabei auch die Möglichkeit gelassen weitere Fehler (sonstige) zu ergänzen.

Das Codebook (siehe Anhang 14.1) ist unterteilt in „allgemeine Fehler“ und „schutzsystemspezifische Fehler“. Dabei unterteilt sich die erste Gruppe in die Untergruppen

„Sitzeinbau“, „Kindersicherung“ und „Sonstiges“, die zweite Gruppe gliedert sich in die Untergruppen der einzelnen Kindersitzgruppen sowie „integrierte Systeme“, „Gurtadapter“ und „ISOFIX“ auf. Jeder dieser Untergruppen sind entsprechend bestimmte Fehler zugeordnet, die wiederum mit einem dreistelligen Code bezeichnet sind. Demnach lässt sich jeder Fehler eindeutig codieren und für statistische Auswertungen sinnvoll erfassen. Weiterhin ist jedem Fehler ein Schweregrad zugeordnet (l = leicht; m = mittel; s = schwer; km = kein Misuse, nur Auffälligkeiten).

6.2 Bewertung des Fehlgebrauchs von Kindersitzen

Seit Beginn der Untersuchungen rund um das Thema Fehlgebrauch von Kindersitzen wird auch dessen Schwere bewertet. Diese Bewertung wird bis heute in sehr ähnlicher Art und Weise vorgenommen. Grundlage dafür ist die naheliegende Erkenntnis, dass die Folgen, die durch die Fehlbenutzung entstehen, in Abhängigkeit von der Art und Ausprägung des Fehlers ganz unterschiedlich sein können. Beispielsweise ist ein verdrehter Fahrzeuggurt deutlich harmloser als eine vorwärtsgerichtet eingebaute Babyschale. Gleichzeitig können bestimmten Fehlbedienungsarten auch in unterschiedlichen Schweregraden auftreten. So kann die Gurtlose des Fahrzeugs nur sehr leicht sein und dem Kindersitz ein sehr geringes Spiel ermöglichen, sie kann aber auch sehr ausgeprägt sein und im Ergebnis zu einer erheblichen Vorverlagerung des Sitzes führen.

Soll eine aussagefähige Misusestudie erstellt werden, so ist es also erforderlich, eine solche Bewertung der Fehlbenutzung mit zu erheben.

Während die Definition von Fehlern im Zusammenhang mit der Benutzung von Kindersitzen anhand objektiver Kriterien relativ einfach möglich ist und somit verschiedene Feldstudien auf Basis dieser Kriterien auch ohne Weiteres miteinander verglichen werden können, stellt sich die Frage, inwiefern es ein einheitliches Verständnis in der Bewertung der Schwere von Misuse gibt. Es gibt dazu keine klare Definition, die es demjenigen, der eine solche Studie durchführt, ermöglicht eine Bewertung eindeutig vorzunehmen. Vielmehr hat sich bei der Auswertung der Feldstudie, die im Rahmen des CASPER-Projekts durchgeführt wurde (Kapitel 5), gezeigt, dass die Ausprägung der Misuseschwere an verschiedenen Untersuchungsorten recht unterschiedlich ist. Um zu diesem möglicherweise signifikanten Problem ein besseres Verständnis zu entwickeln, wurde eine Studie zur Bewertung der Misuseschwere durchgeführt.

Im Rahmen der neunten Konferenz „Protection of Children in Cars“, die am 1. und 2. Dezember 2011 in München stattfand, wurden die Teilnehmer gebeten den Fehlgebrauch verschiedener Kindersitze zu bewerten. Dazu waren in vier Fahrzeugen insgesamt elf Kindersitze installiert, die jeweils mit einem Dummy besetzt waren. Die meisten Sitze waren dabei mit Fehlern versehen, einige waren aber auch korrekt gesichert. Alle Installationen wurden derart vorgenommen, dass sie sich jederzeit

wiederherstellen ließen, so dass sichergestellt werden konnte, dass jeder Teilnehmer auch die exakt gleiche Situation vorfindet.

Für die Bewertung waren, wie auch im oben erwähnten Codebook, drei Abstufungen möglich: leicht (slight), mittel (medium) und schwer (critical). Weiterhin gab es die Möglichkeit den Sitz mit „kein Fehlgebrauch“ (no misuse) zu bewerten, falls kein Fehler entdeckt wurde.

Um die Auswertung zu vereinfachen, wurde jedem der Teilnehmer ein vereinfachtes Codebook gegeben, in dem alle bekannten Fehler kodiert waren. Die Teilnehmer wurden anschließend gebeten in eine Liste den entsprechenden Fehlercode einzutragen und eine Schwerebewertung entsprechend ihrer Einschätzung vorzunehmen.

6.2.1 Beschreibung der installierten Fehler

Im Folgenden werden die einzelnen Installationen beschrieben. Neben den beschriebenen Fehlern wurde sehr genau darauf geachtet, dass keine sonstigen Fehler verbaut wurden. Pro Kindersitz konnten dabei maximal zwei Fehler auftreten.

6.2.1.1 Gurtlose im Fahrzeuggurt

Insgesamt wurden vier verschiedene Arten von Fahrzeuggurtlose verbaut. Dabei wurde jeweils das gleiche Kindersitzmodell mit dem gleichen Dummy verwendet. Im ersten Fall wurde der Fahrzeuggurt so straff wie möglich gespannt, also in der Art, wie es in der Anleitung zum Kindersitz empfohlen wird. Der Kindersitz ist dabei so fest mit dem Fahrzeug verbunden, dass der Versuch seiner Bewegung unmittelbar zu einer Bewegung des Fahrzeugs führt. Der zweite Sitz wurde so eingebaut, wie es in der Vorschrift für dynamische Tests von Kindersitzen (ECE-R 44.04) festgelegt ist. Dabei wird der Fahrzeuggurt mit einer Kraft von 50 N angezogen, die verbleibende Gurtlose wird gleichmäßig über den ausgezogenen Gurt verteilt. Der dritte Sitz wurde mit einer etwas größeren Gurtlose versehen, dabei war eine leichte Bewegung des Kindersitzes auf dem Fahrzeugsitz ausführbar, wobei diese Bewegung hauptsächlich in seitlicher Richtung möglich war. Beim vierten Sitz wurde eine deutlich größere Gurtlose gewählt. Hier war eine großzügige Bewegung des Sitzes im Fahrzeug auch in Fahrtrichtung möglich (Abbildung 44).



Abbildung 44: Maximale Lose im Fahrzeuggurt

6.2.1.2 Gurtlose im Kindersitz

Im Rahmen dieser Studie wurden auch vier verschiedene Gurtlosen im Gurtsystem des Kindersitzes eingebaut. Dabei wurden dieselben Sitze wie für die Fahrzeuggurtlose verwendet, allerdings wurde darauf geachtet, dass die jeweils extremsten Losen nicht kombiniert wurden. In allen Sitzen waren Q3 Dummies positioniert, so dass die grundsätzliche Sicherungssituation überall gleich war. Im ersten Fall wurde das Gurtsystem des Kindersitzes so fest wie möglich angezogen. Das ist bei den Dummies, die lediglich einen Neoprenanzug tragen sehr gut und reproduzierbar machbar, ist aber im Alltagsgebrauch eher nicht möglich. Die zweite Gurtlose entsprach erneut der Art, wie sie in der ECE-R 44.04 vorgeschrieben ist. Dabei wird zwischen dem Dummyrücken und der Lehne des Kindersitzes ein flexibles Element mit einer Dicke von 25 mm gebracht, anschließend wird der Gurt mit einer Kraft von 250 N gestrafft. Danach wird das flexible Element entfernt, wodurch eine definierte Gurtlose entsteht. Im dritten Sitz wurde eine etwas größere Gurtlose installiert, die sich sehr einfach über die Länge des ausgezogenen Gurtbands vorne am Kindersitz überwachen und jederzeit wiederherstellen lässt. Die Gurtlose wurde dabei so gewählt, dass es gerade nicht möglich war die Schultergurte über die Schultern des Dummies zu streifen. Im vierten Sitz wurde eine noch größere Gurtlose eingestellt, hier war es leicht möglich die Gurte über die Schulter zu streifen, wodurch kein Rückhalt des Oberkörpers mehr vorhanden wäre.

6.2.1.3 Nichtbenutzung des Top Tethers

Bei dieser Installation wurde ein universal zugelassener Gruppe 1 Kindersitz mittels ISOFIX im Fahrzeug befestigt. Dieser war mit einem Top Tether ausgestattet, der jedoch nicht verwendet wurde, was allerdings im Fall dieser Fahrzeug-Sitz-Kombination zwingend erforderlich gewesen wäre (Abbildung 45). Im Kindersitz selbst war ein Q 1.5 Dummy korrekt gesichert.



Abbildung 45: Nichtbenutzung des Top Tethers

6.2.1.4 Dreijähriges Kind in einem Gruppe 2/3 Sitz

Bei dieser Sicherungssituation wurde ein Handlingdummy, der einem dreijährigen Kind entspricht, in einem Gruppe 2/3 Sitz gesichert (Abbildung 46). Die Kopfstütze des Kindersitzes wurde dabei in die niedrigste Position gebracht und auch die Führung des Fahrzeuggurts wurde korrekt vorgenommen. Abgesehen von möglichen Problemen hinsichtlich der Größe oder des Gewicht des Kindes, war dieser Aufbau fehlerfrei.



Abbildung 46: Dreijähriges Kind im Gruppe 2/3 Sitz

6.2.1.5 Nutzung eines Stützfußes auf einem Staufach im Fahrzeugboden

Ziel dieser Installation war es die Expertenmeinungen zur Kombination Staufach im Fahrzeugboden und Stützfuß eines ISOFIX-Sitzes zu bekommen. In Ermangelung eines Fahrzeugs, welches mit einem solchen Staufach ausgestattet ist, konnte dieser Fehler nur simuliert werden. Dazu wurde ein Kindersitz korrekt im Fahrzeug gesichert und unter den Stützfuß wurde ein Zettel mit der Aufschrift Staufach (storage box below) gelegt (Abbildung 47). Dadurch wurde jeder Teilnehmer auf den Fehler aufmerksam gemacht und konnte eine Bewertung dazu abgeben.



Abbildung 47: Simuliertes Staufach im Fahrzeugboden

6.2.1.6 Geringe Lose des Fahrzeuggurts bei einer Babyschale

Hierbei wurde eine Babyschale korrekt in ein Fahrzeug eingebaut, wobei allerdings der Fahrzeuggurt eine leichte Lose aufwies. Die Babyschale konnte dabei ein bisschen auf dem Fahrzeugsitz bewegt werden, allerdings derart, dass keine Gefahr bestand, dass der Sitz aus dem Gurt herausrutschen kann. Die Gurtlose entsprach dabei in etwa dem Durchschnitt, der bei der analysierten Feldstudie des CASPER Projekts (siehe Kapitel 5) festgestellt wurde.

6.2.1.7 Nutzung beider Gurtklemmen in einem Gruppe 1 Sitz

In diesem Fall wurde der Fahrzeuggurt durch beide Gurtklemmen des Kindersitzes (links und rechts) geführt. Dieser Fehler wird im Feld selten beobachtet. Grund für den Aufbau dieses Fehlers in dieser Studie war auch hier das Ziel möglichst viele Experteneinschätzungen zu diesem Fehler zu bekommen.

6.2.1.8 Vertauschen von Schulter- und Beckengurt bei einer Babyschale

Dieser Fehler wurde bei Feldstudien sehr häufig beobachtet. In etwa 50% aller Fälle konnte beobachtet werden, dass der Becken- und Schultergurtteil des Fahrzeuggurts vertauscht werden. Abgesehen davon wurde die Babyschale vollkommen korrekt im Fahrzeug installiert.

6.2.1.9 Installation eines Niedrigpreiskindersitzes

Bei diesem Einbau wurde ein sehr preiswerter Kindersitz der Gruppe 1 auf dem Beifahrersitz eingebaut. Sowohl das Kind, als auch der Sitz wurden ohne jeglichen Misuse gesichert, allerdings gab es aufgrund der sportlichen Form des Fahrzeugsitzes grundsätzliche Passungsprobleme zwischen Kindersitz und Fahrzeug. In dem Sitz war ein Q1.5 Dummy gesichert.

6.2.2 Auswertung der Ergebnisse

Vor einer Auswertung der Ergebnisse der Studie ist es notwendig die Randbedingungen der Studie kritisch zu betrachten. Die Befragung der Konferenzteilnehmer war so gestaltet, dass sie zunächst den Einbaufehler entdecken mussten, bevor sie ihn bewerten konnten. Das kann also bedeuten, dass die Antwort „keine Fehlbenutzung“ entweder bedeutet, dass dieser Fehler im Auge des Teilnehmers keine Relevanz hat oder aber, dass er den Fehler einfach übersehen hat. Dieser mögliche Einflussfaktor wurde in dieser Studie nicht überwacht.

Hinzu kommt, dass die Fehlerbewertung auch stark davon abhängig sein kann, welche Kollisionsart der Teilnehmer gerade assoziiert. In der Regel werden sicherlich die Folgen für einen Frontalaufprall

bewertet, was bei seiner Häufigkeit von rund 50% im realen Unfallgeschehen naheliegend ist. Wird aber ein Überschlag als Unfall angenommen, so kann die Bewertung ein und desselben Fehlers ggf. ganz unterschiedlich ausfallen.

Weiterhin muss beachtet werden, dass die Teilnehmer dieser Studie über ein ganz unterschiedliches Vorwissen auf dem Gebiet der Fehlbenutzung verfügen. Während mancher sich damit täglich befasst und die Durchführung von Feldstudien möglicherweise zu seinen Arbeitsgebieten gehört, sind andere Konferenzteilnehmer vielleicht eher im Bereich der Dummymimulation aktiv und daher weniger mit dem Thema vertraut. Das kann dann bedeuten, dass sich diese überhaupt zum ersten Mal mit einer bestimmten Fehlbenutzung auseinandersetzen und sich gezwungen sehen innerhalb kurzer Zeit dazu eine Meinung zu bilden. Diese beruht dann nicht auf Erfahrungen von vorherigen Misusestudien sondern eher auf einer persönlichen Einschätzung, die in diesem Moment vorgenommen wurde.

Abschließend kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Einbau mehrerer Fehler in einer Situation einen Einfluss auf die Bewertung hatte. Wurde beispielsweise ein Fehler gefunden, der als kritisch zu bewerten ist, kann es sein, dass ein vergleichsweise unbedeutender Fehler eher übersehen wurde. Das wäre möglicherweise nicht der Fall gewesen, wenn beide Fehler unabhängig voneinander aufgetreten wären. Auch dieser mögliche Effekt wurde bei dieser Erhebung nicht überwacht.

Im Rahmen der Konferenz haben insgesamt 49 Personen an der Studie teilgenommen. Im Folgenden werden die Ergebnisse der einzelnen Einbauten dargestellt und diskutiert.

6.2.2.1 Gurtlose im Fahrzeuggurt

Die Bewertung der Gurtlose im Fahrzeuggurt stimmt ganz grundsätzlich mit den vier verbauten Gurtlosen überein. Je größer die Gurtlose war, umso kritischer wurde der Fehler bewertet (Abbildung 48).

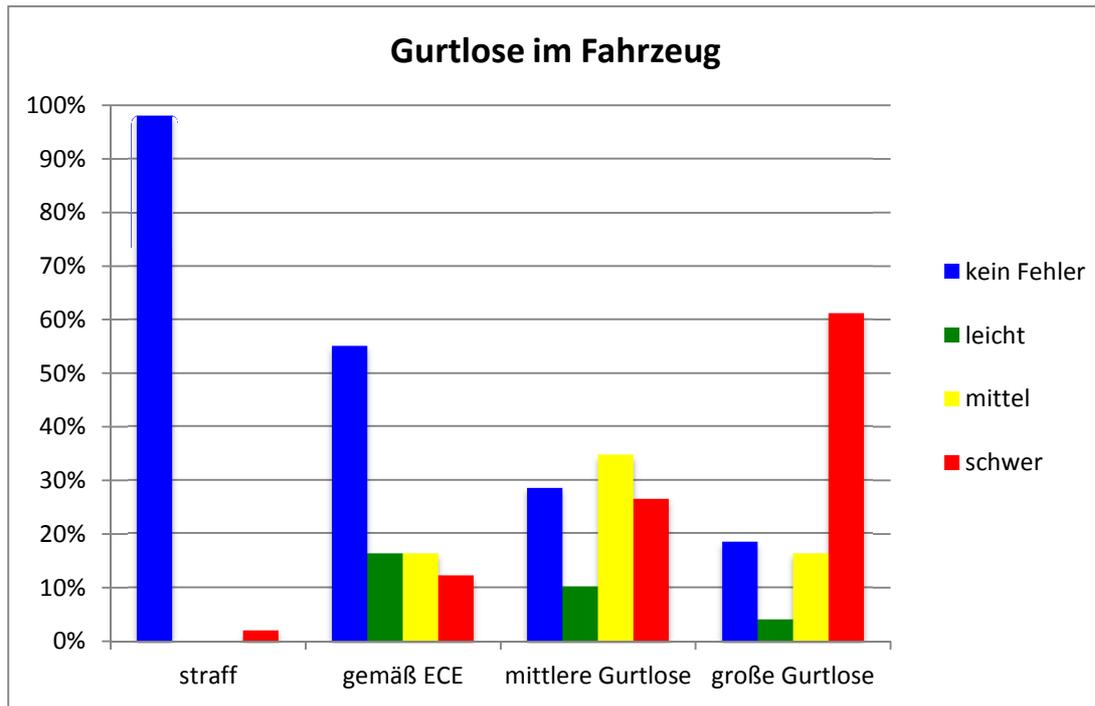


Abbildung 48: Bewertung der Gurtlose im Fahrzeug

Der fest angezogene Gurt wurde von nahezu 100% als korrekt gesichert bewertet. Der Gurt, der gemäß der ECE-R 44 angezogen wurde, wurde von zwei Dritteln der Teilnehmer als korrekt oder leichter Fehler bewertet, aber immerhin auch von einem Drittel als mittlerer oder schwerer Fehler. Die nächste Stufe der Gurtlose wurde dann schon von über 60% als mittlerer oder kritischer Fehler bewertet, während allerdings fast 30% diese Sicherung immer noch als korrekt bewerteten. Die Variante mit der größten Lose im Fahrzeuggurt wurde von 61% als kritischer Fehler und von fast 20% der Teilnehmer als mittlerer Fehler bewertet. Auch hier stellte sich erneut als bemerkenswert heraus, dass über 20% diese Sicherung als korrekt oder nur als leichten Fehler bewerteten.

Grundsätzlich ist der Zusammenhang zwischen einer Gurtlose im Fahrzeug und der daraus resultierenden Kopfvorverlagerung des Insassen bekannt. Diese Vorverlagerung erhöht das Risiko von Kopfverletzungen erheblich (siehe Kapitel 7.1). Daher wird auch seitens der Experten und Kindersitzhersteller stets empfohlen den Fahrzeuggurt so straff wie möglich zu spannen, also so, wie es für diese Studie im ersten Fall getan wurde, was abgesehen von einem Teilnehmer einhellig als korrekt angesehen wurde.

Ein wenig anders verhält sich das bei der Gurtlose gemäß ECE-R 44. Diese gilt als sicher gemäß der gesetzlichen Regelung, oder anders ausgedrückt muss der Kindersitzhersteller sicherstellen, dass der Sitz auch bei dieser Gurtlose ein hinreichendes Maß an Sicherheit bietet. Dennoch ist diese Variante natürlich weniger sicher als die zuvor beschriebene Einstellung. Gemäß den abgegebenen

Bewertungen, nach denen dieser Misuse von etwas mehr als 40% als Fehler (leicht, mittel, schwer) und knapp 60% als korrekte Sicherung bewertet wurde, lässt sich schlussfolgern, dass diese Gurtlose in etwa die Grenze zwischen korrekter Sicherung und leichtem Misuse ist.

Die nächste Stufe der eingestellten Gurtlose stellt sich bei ähnlicher Betrachtungsweise als Übergang zwischen leichtem und mittlerem Misuse dar, wobei diese Ausprägung nicht sehr deutlich ist.

Im Gegensatz dazu ist die Bewertung für die maximale Gurtlose deutlich klarer. Da diese Einstellung von über 60% als kritisch betrachtet wird, kann das so auch als grundsätzliche Bewertung für diesen Fehler betrachtet werden.

Für die Schwerebewertung der Fahrzeuggurtlose hat sich damit entsprechend der vorgenommenen Einstellungen insgesamt ein recht klares Bild ergeben. Offensichtlich sind sich die Fachleute vom Grundsatz her einig, bei welcher Gurtlose welche Fehlerschwere vorliegt.

6.2.2.2 Gurtlose im Kindersitz

Die Bewertung der Gurtlose im Kindersitz stimmt grundsätzlich ebenfalls mit den verbauten Fehlerstufen überein (Abbildung 49). Der sehr straff gezogene Gurt wurde von über 90% der Teilnehmer als korrekt bewertet, allerdings wurde auch in drei Fällen leichter oder schwerer Misuse angegeben. Die Gurtlose entsprechend der ECE-R 44 wurde ähnlich wie die nächst höhere Stufe der Gurtlose eingeschätzt. Jeweils 10% schätzten diesen Fehler als kritisch ein und knapp 30% als mittleren Fehler. Die restlichen Teilnehmer werteten beide Fälle als leichten Fehler oder korrekten Einbau, wobei die größere Gurtlose dabei insgesamt besser bewertet wurde.

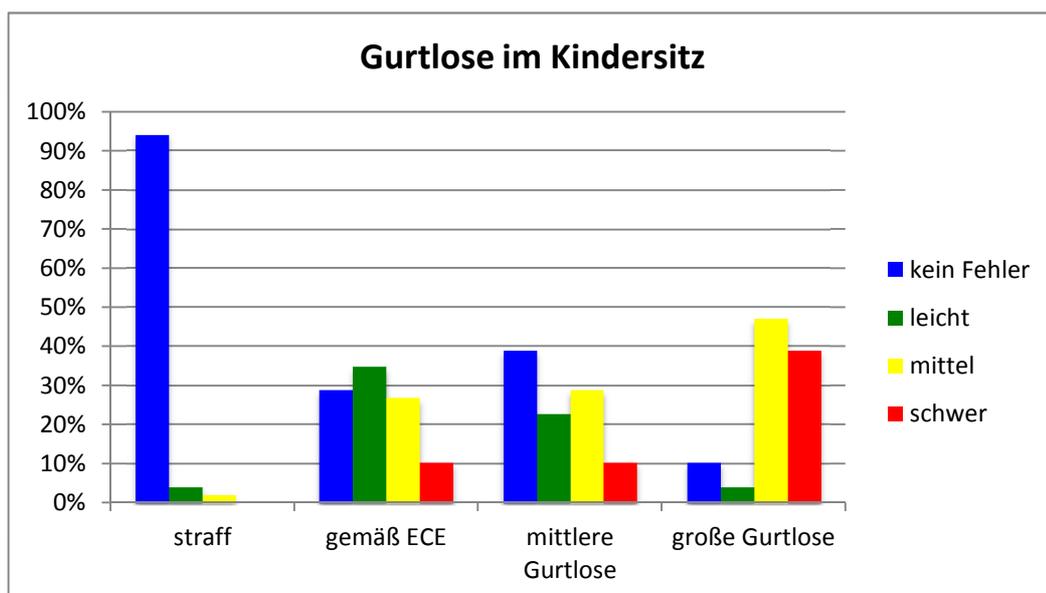


Abbildung 49: Bewertung der Gurtlose im Kindersitz

Die größte Gurtlose, bei der das Gurtsystem so eingestellt war, dass es leicht über die Schultern des Kindes gezogen werden konnte, wurde in über 80% der Fälle als kritischer oder schwerer Fehler bewertet. Im Gegensatz dazu hat jeder zehnte Teilnehmer diese Sicherung als korrekt bewertet.

Die Bewertung für das straffe Gurtsystem war insgesamt sehr einheitlich, sodass als Resultat davon ausgegangen werden kann, dass dazu ein gemeinsames Verständnis bei den Experten besteht. Die ähnliche Bewertung für den Einbau gemäß ECE-R 44 und mittlere Gurtlose deutet darauf hin, dass es in diesem Bereich keine klare Abgrenzung gibt, was prinzipiell auch mit dem Ergebnis beider Gurtlosen in Übereinstimmung zu bringen ist. In beiden Fällen kann nicht von einer korrekten Sicherung gesprochen werden, da der Gurt nicht ganz fest ist, dennoch ist die Lose nicht in einem Maß vorhanden, bei dem die Gefahr besteht, dass das Kind aus dem Gurtsystem rutscht. Lediglich der Vorverlagerungsweg ist im Fall der mittleren Gurtlose höher. Die maximale Gurtlose wurde von der Mehrheit wenigstens als mittlerer Fehler betrachtet, womit zumindest eine klare Abgrenzung zur mittleren Lose gegeben wäre. Offensichtlich wird dieser Fehler insgesamt aber als weniger kritisch gesehen als die maximale Gurtlose des Fahrzeuggurts, die im vorherigen Abschnitt beschrieben wurde.

6.2.2.3 Nichtbenutzung des Top Tethers

Im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen Fehlern mit verschiedenen Abstufungen, war bei der Nichtbenutzung des Top Tethers ein einzelner Misuse zu bewerten. Dennoch gab es in der Einschätzung dieses Fehlers eine große Streuung (Abbildung 50). Während fast ein Fünftel aller Teilnehmer diese Sicherung als korrekt bewertet hat, bewerteten fast drei Viertel den Einbaufehler als mittel oder schwer.

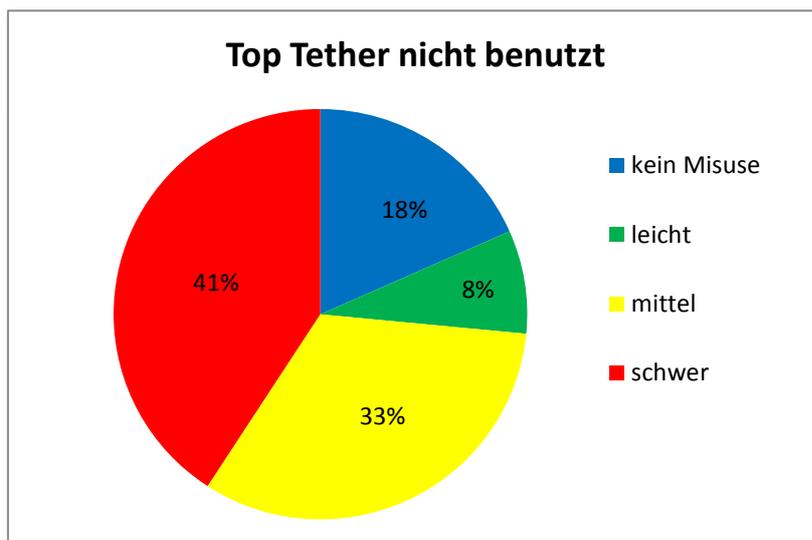


Abbildung 50: Bewertung Top Tether nicht benutzt

Die Nutzung eines Top Tethers ist grundsätzlich verpflichtend für universal zugelassene ISOFIX Sitze, womit es sich beim beschriebenen Einbau definitionsgemäß um einen Fehler handelt. Dennoch bewerteten 18% diesen Einbau korrekt. Dabei kann nicht gesagt werden, ob der Fehler einfach übersehen wurde, oder ob aufgrund von Unwissenheit der Fehler als solcher nicht erkannt wurde. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, dass ein Kindersitz mit einer fahrzeugspezifischen Zulassung auch ohne Top Tether genutzt werden darf, wie es zum Beispiel im Fall des Gruppe 1 Sitzes „Römer Duo“ für zahlreiche Fahrzeuge der Fall ist. Es kann also auch sein, dass einige Teilnehmer vor diesem Hintergrund den beschriebenen Einbau als korrekt bewertet haben.

Die restlichen Bewertungen teilten sich gleichmäßig auf in schwer (41%) auf der einen Seite und leicht und mittel (41%) auf der anderen Seite. Nach den Erfahrungen aus durchgeführten Misusetests [Lesire, 2006] lässt sich sagen, dass die Folgen der Nichtbenutzung des Top Tethers sehr stark von der Lage der ISOFIX-Haken im Fahrzeug und der Steifigkeit der Sitzflächen abhängen. Insbesondere die zusätzliche Kopfvorverlagerung kann dabei erheblich sein. Aus den genannten Gründen ist an dieser Stelle eine abschließende Bewertung dieses Fehlers nicht möglich, weitere Versuche erscheinen notwendig.

6.2.2.4 Dreijähriges Kind in einem Gruppe 2/3 Sitz

Die Bewertung dieser Fehlbenutzung hat ebenfalls stark gestreut. Mehr als 50% der Teilnehmer bewerteten diese Sicherung als korrekt, im Gegensatz dazu schätzten fast 40% diesen Fehler als mittel oder schwer ein (Abbildung 51). Es scheint hier grundsätzliche Unterschiede in der Betrachtungsweise dieser Sicherungssituation zu geben.

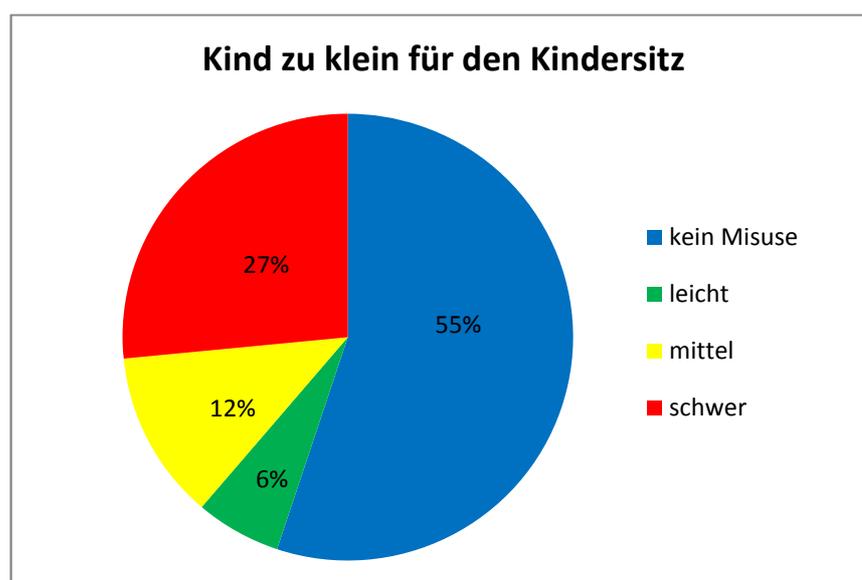


Abbildung 51: Bewertung der Situation „Kind zu klein für den Kindersitz“

Wird dieser Fall allein aus Sicht der Gesetzgebung betrachtet, so ist die entscheidende Frage, ob das Kind das Mindestgewicht für einen Gruppe 2/3 Sitz, also 15 kg, bereits erreicht hat. Da diese Antwort im Versuchsaufbau nicht gegeben war und der genutzte Handlingdummy auch keinen Rückschluss auf die Gewichtsfrage zulässt, konnten die Teilnehmer beide Fälle annehmen. Wiegt das Kind weniger als 15 kg so handelt es sich aus rechtlicher Sicht auf jeden Fall um eine Fehlbenutzung, da dieser Sitz dafür nicht zugelassen ist. Wiegt das Kind mindestens 15 kg, so kann die Position vertreten werden, dass das Kind entsprechend der Gruppeneinteilung in einem für ihn geeigneten Sitz befördert wird. Dementsprechend kann die Bewertung dieser Beförderungssituation als korrekt bezeichnet werden.

Abgesehen von dieser rechtlichen Sichtweise kann gesagt werden, dass der Handlingdummy von seiner Größe her tendenziell zu klein für diesen Sitz ist. Der Gurtverlauf ist insbesondere im Halsbereich nicht optimal, auch lässt sich die Höhe der Kopfstütze nur bedingt auf die Größe des Kindes einstellen. Wird diese nicht optimale Nutzung eines Kindersitzes auch als Misuse betrachtet, so kann hier grundsätzlich von einem Fehler gesprochen werden, was die Bewertung der anderen 45% nachvollziehbar macht, wobei dieser Fehler dann insgesamt offensichtlich eher als schwer eingeschätzt wird.

Eine abschließende Bewertung dieses Fehlers als Ergebnis dieser Studie ist nicht möglich. Vielmehr stellt sich die grundsätzliche Frage: Was ist Misuse? Gilt als Misuse allein der Verstoß gegen Vorschriften seitens des Gesetzgebers, des Fahrzeug- oder des Kindersitzherstellers, oder ist eine Fehlbenutzung bereits dann gegeben, wenn ein Kindersitz nicht in der Weise genutzt wird, für die er optimiert ist?

6.2.2.5 Nutzung eines Stützfußes auf einem Staufach im Fahrzeugboden

Auch diese Fehlbenutzung wurde sehr unterschiedlich bewertet. Für 41% der Teilnehmer handelt es sich bei einem Stützfuß auf einem Staufach nicht um Fehlbenutzung für weitere 14% handelt es sich um einen leichten Fehler. Andererseits wurde der Einbau von 31% als mittlerer und von 14% sogar als schwerer Fehler eingeschätzt (Abbildung 52). Einige Teilnehmer gaben explizit an, dass ihre Einschätzung von der Größe des Staufachs abhängen würde. Je größer und dünner die Abdeckung ist, umso kritischer würde der Fehler betrachtet werden.

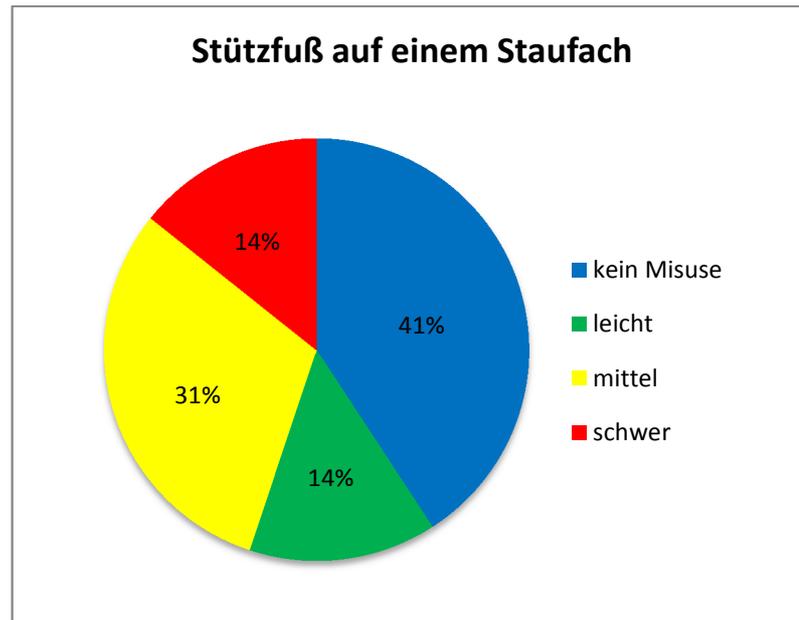


Abbildung 52: Bewertung des Fehlers „Stützfuß auf einem Staufach im Fahrzeugboden“

Aufgrund des beschriebenen Hinweisschildes kann ausgeschlossen werden, dass dieser Fehler übersehen wurde, womit alle „korrekt“ –Bewertungen also als bewusste Entscheidung betrachtet werden können. Demgegenüber ist es wiederum wahrscheinlich, dass diese Fehlbenutzung von einigen Teilnehmern dieser Studie zum ersten Mal bewusst wahrgenommen wurde und bisher dazu keine Meinungsbildung stattgefunden hat. Tatsächlich tritt dieser Fehler äußerst selten auf, da sowohl ISOFIX Sitze als auch Staufächer im Fahrzeugboden bisher wenig verbreitet sind. Beides wird sich mutmaßlich in den nächsten Jahren ändern.

Tests zu diesem Misuse haben ein differenziertes Bild gezeigt. Es gibt Fälle, in denen die Abdeckung bricht und somit dem Sitz einen zusätzlichen Vorverlagerungsweg ermöglicht, genauso haben aber auch Abdeckungen der Last standgehalten [Denier, 2008]. Das lässt zumindest den Rückschluss zu, dass es grundsätzlich möglich ist (und das auch offensichtlich mit einem vertretbaren Aufwand) eine Staufachabdeckung so zu konstruieren, dass sie ohne Weiteres die Nutzung eines Stützfußes an einem Kindersitz zulässt.

Seitens der Fahrzeughersteller gibt es zu diesem Thema mehrere Lösungsvorschläge:

- Erhöhung der Stabilität der Staufachabdeckung
- Angebot von Füllmaterial an den Kunden für den Fall der Nutzung eines Stützfußes
- Empfehlung an den Kunden den Stützfuß bis zum Boden des Staufachs zu verlängern
- ein generelles Verbot der Nutzung von Stützfüßen auf dem Staufach

Auch für diesen Fehler ist es nicht möglich als Ergebnis der Studie eine klare Fehlereinschätzung abzugeben, vielmehr ergibt sich auch hier noch nicht einmal ein klares Bild, ob es sich überhaupt um eine Fehlbenutzung handelt. Wird auch hier ein Blick aus der rechtlichen Sicht auf diesen Fall geworfen, so ist festzuhalten, dass jeder Sitz, der mit einem Stützfuß ausgestattet ist, nur eine semiuniverselle Zulassung besitzt. Entsprechend gibt die dem Sitz beiliegende Fahrzeugliste darüber Auskunft, ob der Sitz in diesem Fahrzeug benutzt werden darf. Ist das der Fall, so kann davon ausgegangen werden, dass es kein Problem im Zusammenwirken zwischen Stützfuß und Staufach gibt. Steht das Fahrzeug nicht auf der Liste, so ist eine Nutzung generell verboten und es handelt sich daher um eine Fehlbenutzung.

6.2.2.6 Geringe Lose des Fahrzeuggurts bei einer Babyschale

Auch die leichte Fahrzeuggurtlose in Kombination mit einer Babyschale wurde recht unterschiedlich bewertet, wobei es hier eine klare Tendenz zur Bewertung als korrekten Einbau (61%) gibt (Abbildung 53). Allerdings haben auch immerhin 25% der Teilnehmer diesen Fehler als mittel oder schwer bewertet.

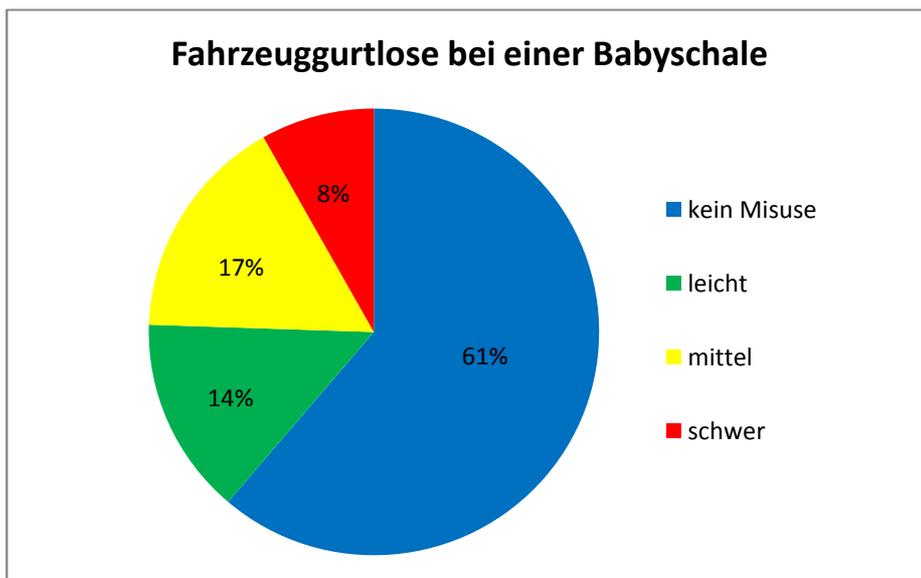


Abbildung 53: Bewertung der geringen Fahrzeuggurtlose bei einer Babyschale

Tatsächlich war die Gurtlose so eingestellt, dass sie im Fall eines Unfalls einen Einfluss haben würde, eine zusätzliche Vorverlagerung würde sich einstellen. Es kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass sich für einige Teilnehmer eine Situation ganz ohne Gurtlose ergeben hat, da der Retraktor den Gurt bisweilen gestrafft hat und die Fehlnutzungssituation nicht sofort wieder

hergestellt wurde. Am Ende gibt es für die Bewertung dieses Einbaus als korrekt drei mögliche Erklärungen:

- Die Gurtlose wurde als gering angesehen, so dass die Sicherung insgesamt trotzdem korrekt ist.
- Die Gurtlose wurde übersehen.
- Die Gurtlose war aufgrund des Gurtautomaten nicht vorhanden.

Insgesamt kann daher auch hier kein klares Votum für eine Bewertung der Fehlbenutzung erkannt werden, jedoch lässt sich wenigstens die Tendenz ablesen, dass dieser Fehler eher als leicht zu betrachten ist.

6.2.2.7 Nutzung beider Gurtklemmen in einem Gruppe 1 Sitz

Die Bewertung dieses Fehlers streut ebenfalls erheblich. Während über die Hälfte der Befragten diesen Einbau als korrekt bewerteten, stuften 37% der Teilnehmer diesen Fehler als mittel oder schwer ein (Abbildung 54).

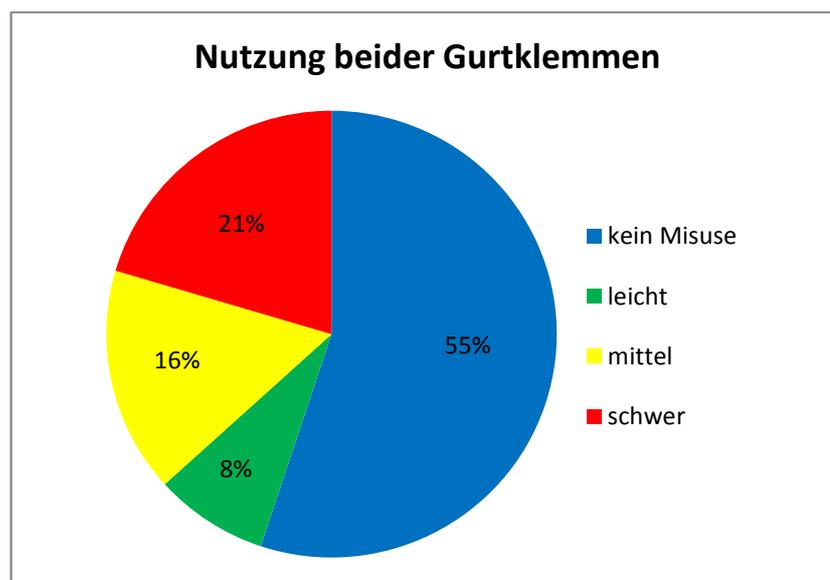


Abbildung 54: Bewertung der Nutzung beider Gurtklemmen in einem Gruppe 1 Sitz

Es lässt sich im Nachhinein nicht beurteilen, ob die Teilnehmer, die den Einbau als korrekt bewertet haben, die Benutzung der zweiten Klemme übersehen haben (das Erkennen dieses Fehlers erfordert einen gewissen Aufwand), oder ob sie in Bewusstsein dieses Fehlers diese Bewertung abgegeben haben. Grundsätzlich darf bei einem Einbau eines solchen Kindersitzes nur die äußere Gurtklemme benutzt werden. Hinzu kommt, dass dieser Fehler in Feldstudien eher selten beobachtet wird.

Gleichzeitig wurde diesem Fehleinbau bisher auch wenig Aufmerksamkeit in Misuseversuchen geschenkt. Daher ist wenig über die möglichen Folgen dieser Fehlbenutzung bekannt. Einige Teilnehmer gaben an, dass sie den Fehler zwar erkannt haben, sich allerdings nicht dazu in der Lage fühlen ihn zu bewerten. Als eine mögliche Folge, die aus dieser Installation resultieren könnte, wäre das Versagen einer Gurtklemme, insbesondere der inneren, vorstellbar. Das könnte unter Umständen zu einer großen Gurtlose führen, die wiederum eine erhebliche Vorverlagerung des Kindersitzes und damit die Gefahr eines Kopfanpralls nach sich zieht.

6.2.2.8 Vertauschen von Schulter- und Beckengurt bei einer Babyschale

Die Bewertung dieses Einbaus ergab insgesamt ein recht interessantes Bild. Mehr als zwei Drittel der Befragten bewerteten diesen Fehler als kritisch, ein Teilnehmer als mittel. Dem gegenüber haben 29% der Teilnehmer angegeben, dass die Babyschale korrekt eingebaut wurde (Abbildung 55).

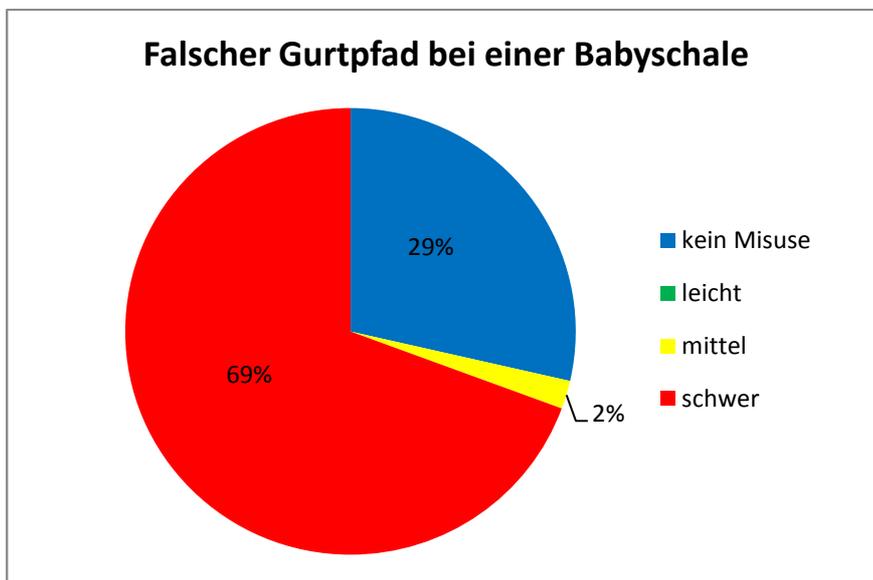


Abbildung 55: Bewertung des falschen Gurtpfads bei einer Babyschale

Der hier nachgestellte Fehleinbau ist in der Realität sehr häufig zu finden. In rund 50% aller eingebauten Babyschalen tritt dieser Fehler auf, was im Ergebnis dazu führt, dass die Babyschale fast nicht im Fahrzeug fixiert ist. In Abbildung 56 ist ein Vergleich zwischen einer korrekt installierten Babyschale und einer, bei der der Gurt vertauscht wurde, dargestellt.



Abbildung 56: Vergleich zwischen korrekt gesicherter Babyschale (links) und Einbau mit falscher Gurtführung (rechts); Blick von oben ins Fahrzeug

Es ist gut zu erkennen, wie sich die Schale aus dem Gurt dreht und in den Fußraum vor der Rückbank rutscht. Lediglich die Rücklehne des Beifahrersitzes verhindert ein komplettes Abtauchen. Im Gegensatz dazu wird die obere Babyschale durch den Gurt fest am Fahrzeugsitz zurückgehalten.

Natürlich lässt sich auch für diese Situation nicht sagen, wie viele Teilnehmer diesen Fehler übersehen haben und wie viele diese Installation bewusst als korrekten Einbau bewertet haben. In Anbetracht der Folgeschwere dieses Fehlers, die auch als allgemein bekannt angenommen werden dürfte, ist es allerdings kaum vorstellbar, dass der hier vorgenommene Gurtverlauf als korrekt angesehen wurde. Vielmehr dürfte davon auszugehen sein, dass alle, die diesen Einbau als korrekt bewerteten, den Fehler übersehen haben. Das ist jedoch eine äußerst bedenkliche Erkenntnis, in Anbetracht der Häufigkeit und der wahrscheinlich gravierenden Folgen, die diesen Misuse zu einem der drängendsten Probleme bei der Fehlbenutzung von Kindersitzen machen.

Als Ergebnis dieses Einbaus bleibt festzuhalten, dass er von nahezu allen, die den Fehler wahrgenommen haben, als kritisch bewertet wird. Gleichzeitig scheint eine weitere Sensibilisierung dafür nötig zu sein.

6.2.2.9 Installation eines Niedrigpreiskindersitzes

Die Bewertung dieses Einbaus stellte sich im Nachhinein als komplexe Aufgabe dar. Auch wenn der Sitz entsprechend der Gebrauchsanleitung korrekt eingebaut war, wurden seitens der Teilnehmer zahlreiche Fehler gefunden (Abbildung 57).

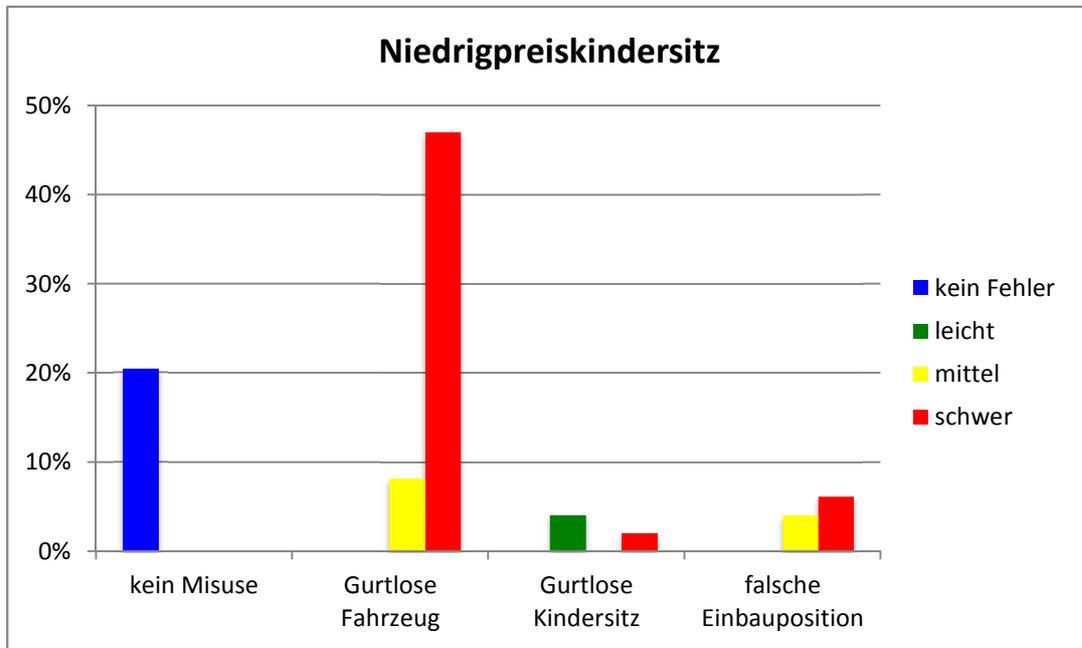


Abbildung 57: Bewertung des korrekten Einbaus eines Niedrigpreiskindersitzes

Gerademal 20% der Teilnehmer stufte den Einbau als korrekt ein, mehr als die Hälfte entdeckte Gurtlose im Fahrzeuggurt und bewertete diese größtenteils als kritisch. Einige Teilnehmer betrachteten generell die Einbauposition auf dem Beifahrersitz als falsche Einbauposition. Es ist wahrscheinlich, dass diese Teilnehmer aus Frankreich kamen, wo die Benutzung von vorwärtsgerichteten Kindersitzen auf dem Beifahrersitz generell verboten ist. In allen anderen europäischen Ländern ist das hingegen erlaubt. Andere Fehler, die angegeben wurden, waren Gurtlose im Kindersitz, ein verdrehter Gurt im Kindersitz oder eine falsche Einbaurichtung (der Sitz ist auch für eine rückwärtsgerichtete Installation als Gruppe 0 Sitz zugelassen).

Aus rechtlicher Sicht betrachtet, war dieser Kindersitz korrekt eingebaut. Dennoch haben lediglich 20% diesen Einbau als korrekt bewertet, wobei es allerdings aufgrund der Sitzgeometrie des Fahrzeugsitzes grundsätzliche Passungsprobleme zwischen Kindersitz und Fahrzeugsitz gab. Die häufige Nennung der Fahrzeuggurtlose kann darin begründet sein, dass es seitens des Kindersitzes keine Festspanneinrichtung für den Fahrzeuggurt gibt. Das führt dazu, dass sich beim Überprüfen der Gurtlose durch das Ziehen am Kindersitz der Fahrzeuggurt immer weiter abrollt und somit

vermeintlich eine große Gurtlose vorhanden ist. Im Fall eines Unfalls würde der Retraktor allerdings blockieren und ein weiteres Abrollen des Gurtes verhindern. In den meisten Fahrzeugen würde ein automatischer Gurtstraffer zusätzlich die verbleibende Gurtlose aufwickeln. Es ist nicht bekannt, ob diese Funktionsweise eines Retraktors von den Teilnehmern berücksichtigt wurde.

Auch wenn die Bewertung dieses Einbaus kein klares Bild ergeben hat, kann festgehalten werden, dass ein solcher Niedrigpreiskindersitz sehr kritisch betrachtet und bewertet wird.

6.3 Ergebnisse der Studie

Die Studie zur Bewertung der Sicherheitsfehler bei der Verwendung von Kindersitzen brachte zwei wesentliche Ergebnisse: Zum einen existiert unter Experten zu den meisten Fehlern keine einheitliche Meinung hinsichtlich ihrer Schwere. Zum anderen gibt es generellen Diskussionsbedarf zur Frage „Was ist Misuse?“.

Es ist sicherlich nicht überraschend, dass die Bewertung von Einbaufehlern von zahlreichen, teilweise auch subjektiven Faktoren abhängt, die eine einheitliche Bewertung schwierig machen. Dennoch ist es seit Anbeginn der Feldstudien üblich, die erhobenen Fehler hinsichtlich ihrer Schwere zu klassifizieren und später auch zu vergleichen. Das ist aber natürlich nur dann sinnvoll, wenn sich die Daten aufgrund gleicher Erhebungsgrundlagen vergleichen lassen. Werden allerdings die teilweise erheblichen Abweichungen betrachtet, die es in der Bewertung der Schwere von Fehlern gibt, so erscheint es geradezu ausgeschlossen, dass die Beurteilung der Misuseschwere im Vergleich mehrerer Studien statthaft ist. Vielmehr stellt sich die Frage, ob die Auswertung einer Feldstudie hinsichtlich der Misuseschwere bereits dann zweifelhaft ist, wenn mehrere Personen die Erhebung vorgenommen haben. Es scheint dringend notwendig zu sein, dass für die Fehlerbewertung ein einheitlicher Maßstab anhand objektiver Kriterien eingeführt wird. Andererseits stellt sich die Frage, ob bei zukünftigen Feldstudien eine Fehlerbewertung überhaupt vorgenommen werden sollte, oder ob es sinnvoller ist, es bei der reinen Fehlererhebung zu belassen.

Ein Lösungsansatz für dieses Problem wird in Kapitel 9.3 aufgezeigt.

7 Analyse von Realunfällen

Für die Forschung im Bereich der Kindersicherheit ist es unerlässlich, Unfälle zu untersuchen und zu rekonstruieren. Dabei können wesentliche Informationen gesammelt werden, die für eine Vielzahl von Forschungsbereichen relevant sind. Zum einen kann eine Rekonstruktion aufzeigen, wie ein Kindersitz bei einem Realunfall tatsächlich arbeitet und welche Bewegungsabläufe zu beobachten sind. Gleichzeitig können die aufgenommenen Messwerte zur Validierung der Dummies und für die Ermittlung biomechanischer Belastungswerte hilfreich sein. Sind die genauen Verletzungen eines Kindes im Realunfall bekannt, so lassen sich die gemessenen Werte des Rekonstruktionsversuchs damit in Verbindung bringen. Im Ergebnis vieler Rekonstruktionen können so biomechanische Belastungskurven ermittelt werden. Dafür ist es allerdings notwendig, dass ein Unfall so genau wie möglich rekonstruiert wird und sämtliche relevanten Randparameter berücksichtigt werden. In der Realität ist diese Genauigkeit häufig nicht gegeben, nur selten lässt sich anhand der vorliegenden Unfallakten eine hinreichend detaillierte Beschreibung der Sicherungssituation erhalten. Welche Möglichkeiten es gibt anhand der Spurenlage wichtige Informationen zur Unfallkonstellation und insbesondere zur Sicherung des Kindes im Fahrzeug zu ermitteln, wird in Kapitel 9.1 dargestellt.

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Auswertung einer Unfalldatenbank dargestellt, bei der rekonstruierte Unfälle mit Kindern als Fahrzeuginsassen hinterlegt wurden. Diese Fälle mit insgesamt 183 beteiligten Kindern wurden einzeln analysiert und vergleichend ausgewertet.

7.1 Auswertung der CASPER Rekonstruktionsdatenbank

Im Rahmen des ersten großen europäischen Forschungsprojekts zur Kindersicherheit CREST (Child Restraint System for Cars) wurde eine Unfalldatenbank aufgebaut, in die Verkehrsunfälle aufgenommen wurden, bei denen Kinder als Fahrzeuginsassen beteiligt waren. Diese Datenbank wurde im Folgeprojekt CHILD (Child Injury Led Design) und CASPER (Child Advanced Safety Project for European Roads) weiter gefüllt, so dass sie mittlerweile 669 Unfälle mit insgesamt 927 beteiligten Kindern beinhaltet.

Um in diese Datenbank aufgenommen zu werden, müssen über den Unfall und die Sicherungssituation des betrachteten Kindes wesentliche Merkmale bekannt sein, die für eine mögliche Rekonstruktion relevant sind (siehe Kapitel 9.1). Dabei gilt es als eine wesentliche Randbedingung dieser Datenbank zu beachten, dass diese in keiner Weise repräsentativ für das Unfallgeschehen in Deutschland bzw. in Europa ist. Die Auswahl der Unfälle erfolgt mehr oder weniger zufällig, wie beschrieben muss eine hinreichende Informationstiefe über den Fall vorliegen und er sollte im Sinne der Forschungsarbeit „interessant“ sein. Dabei gilt die Einschränkung, dass eine hinreichend große Unfallschwere vorliegen muss (Geschwindigkeitsänderung bei der Kollision

größer als 40 km/h oder mindestens 200 mm Intrusion beim Seitenaufprall), oder dass das Kind eine Mindestverletzungsschwere (MAIS 2+) erlitten haben muss. Mit dieser Einschränkung ist die Datenbank also nicht dazu geeignet statistische Aussagen über das Sicherungsverhalten abzuleiten. Dafür lassen sich allerdings anhand dieser Daten recht gut Aussagen zu den Folgen von Misuse ableiten und das insbesondere im Vergleich zur korrekten Nutzung des Kindersitzes.

Von den in der Unfalldatenbank vorhanden Fällen wurde 119 Unfälle mit 183 beteiligten Kindern real rekonstruiert, das heißt, es wurde versucht die exakte Unfallsituation unter Einbeziehung identischer Fahrzeuge nachzufahren. Dazu werden zunächst mittels geeigneter Abschätzungen oder durch Simulationen der Kollisionswinkel, die Kollisionsgeschwindigkeit und der Kollisionspunkt ermittelt. Unter Berücksichtigung sämtlicher bekannter Parameter wird dann der Originalunfall unter Verwendung geeigneter Dummies so realistisch wie möglich rekonstruiert.

Ziel dieses Verfahrens ist zunächst die Ermittlung und Verbesserung von Belastungskennwerten. Da die Verletzungen der Insassen vom realen Unfall detailliert bekannt sind, lassen sich mit Hilfe der Messwerte des Dummies Korrelationen zwischen gemessenen Belastungswerten und realen Verletzungen erstellen. Um das möglich zu machen, ist es einerseits notwendig hinreichend validierte Messinstrumente (Dummies) zu verwenden, andererseits bedarf es einer ausreichend großen Zahl von Versuchen, um einen verlässlichen Zusammenhang von Messwerten und realen Verletzungen herzustellen.

Im Folgenden wird die Analyse der 183 rekonstruierten Fälle beschrieben. Ein „Fall“ wird für jedes involvierte Kind angelegt. Sind also in einem Unfall mehrere Kinder beteiligt, so kann ein Unfall für diese Datenanalyse mehrere „Fälle“ liefern. Ziel dieser Datenauswertung ist es mögliche Zusammenhänge zwischen der Fehlbenutzung von Kindersitzen (Misuse) und der Verletzungsschwere herzustellen. Weiterhin sollen typische Verletzungsmuster in Abhängigkeit verschiedener Fehlbedingungen dargestellt und nachgewiesen werden.

Da zu Beginn der Analyse nicht absehbar war, welche Kenngrößen sich als relevant oder im Sinne der Zielstellung als aussagekräftig herausstellen, galt es bei der tabellarischen Aufnahme der Unfallparameter möglichst vollumfänglich alle wesentlichen Daten zu erfassen. Wesentlich war es dabei beispielsweise von vornherein zu unterscheiden, in welchen Fällen bei der Rekonstruktion von einer Fehlbenutzung ausgegangen wurde und in welchen Fällen der Sitz und das Kind korrekt gesichert wurden.

7.1.1 Grundlegende Daten

Die der Datenbank zu Grunde liegenden Fälle, verteilen sich wie folgt auf die Aufprallart:

	Anzahl	Prozent
Frontal	149	81,4
Seite (stoßzugewandt)	20	10,9
Seite (stoßabgewandt)	13	7,1
Heck	1	0,5
Summe	183	

Tabelle 2: Verteilung Aufprallart

Der Großteil der Unfälle waren Frontalkollisionen, auf Seitenkollisionen entfielen nur ein geringer Teil der Fälle.

Die Altersverteilung der untersuchten Kinder ergab folgendes Bild:

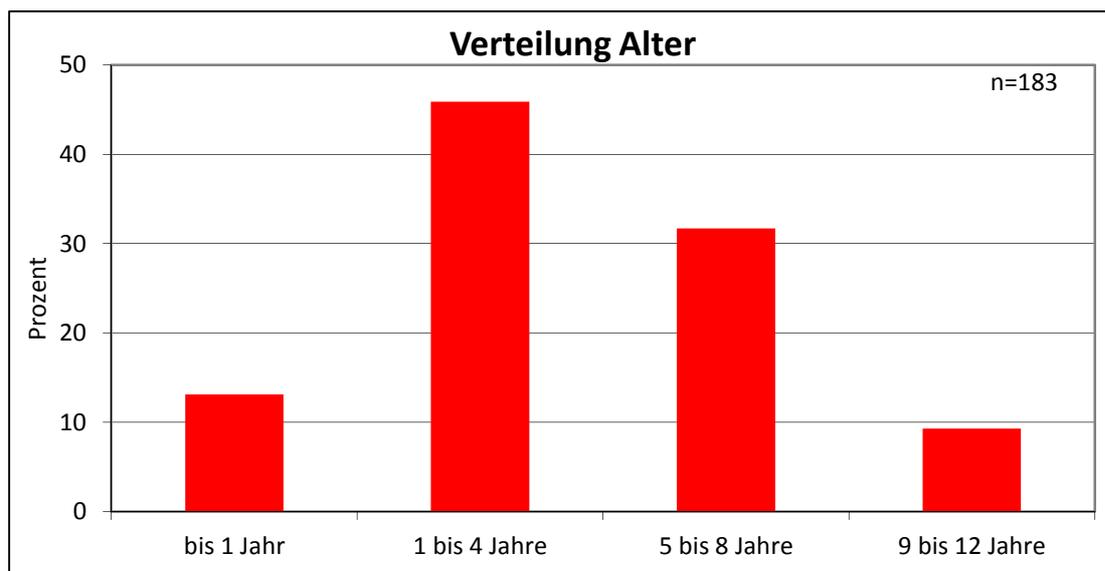


Abbildung 58: Altersverteilung Rekonstruktionsdatenbank

Offensichtlich sind Kinder in der Altersgruppe 1 bis 5 Jahre in der Datenbank stark überrepräsentiert, was damit zu erklären sein dürfte, dass diese Kinder in der Regel im Gruppe 1 Kindersitz befördert werden, der statistisch das größte Fehlbedienungspotential aufweist. Hinzu kommt, dass viele Unfälle mit den schon frühzeitig verfügbaren Q3 und Q6-Dummys rekonstruiert wurden.

Die Sitzposition der Kinder im Fahrzeug war wie folgt verteilt:

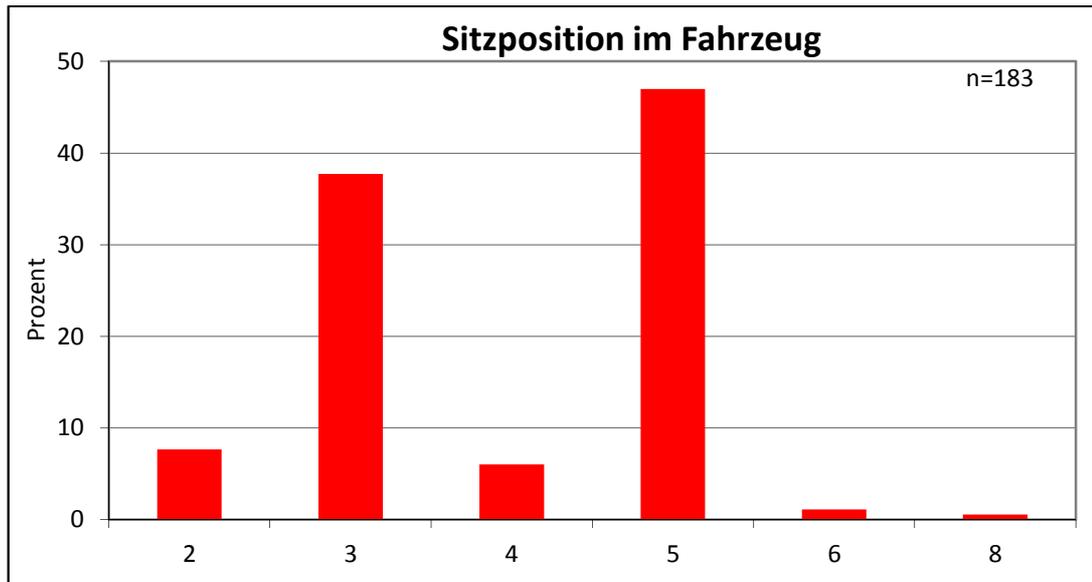


Abbildung 59: Verteilung Sitzposition Rekonstruktionsdatenbank

Wobei folgende Nummerierung der Sitzposition im Fahrzeug verwendet wurde:

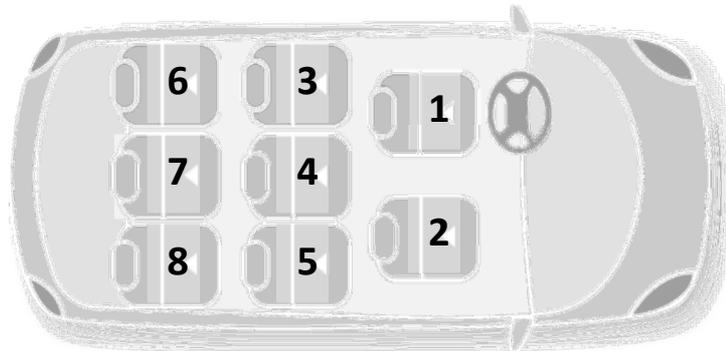


Abbildung 60: Bezeichnung der Sitzpositionen

Die Kollisionsgeschwindigkeit der beiden Gruppen Misuse und kein Misuse beim Frontalaufprall ist sehr ähnlich verteilt (Abbildung 61).

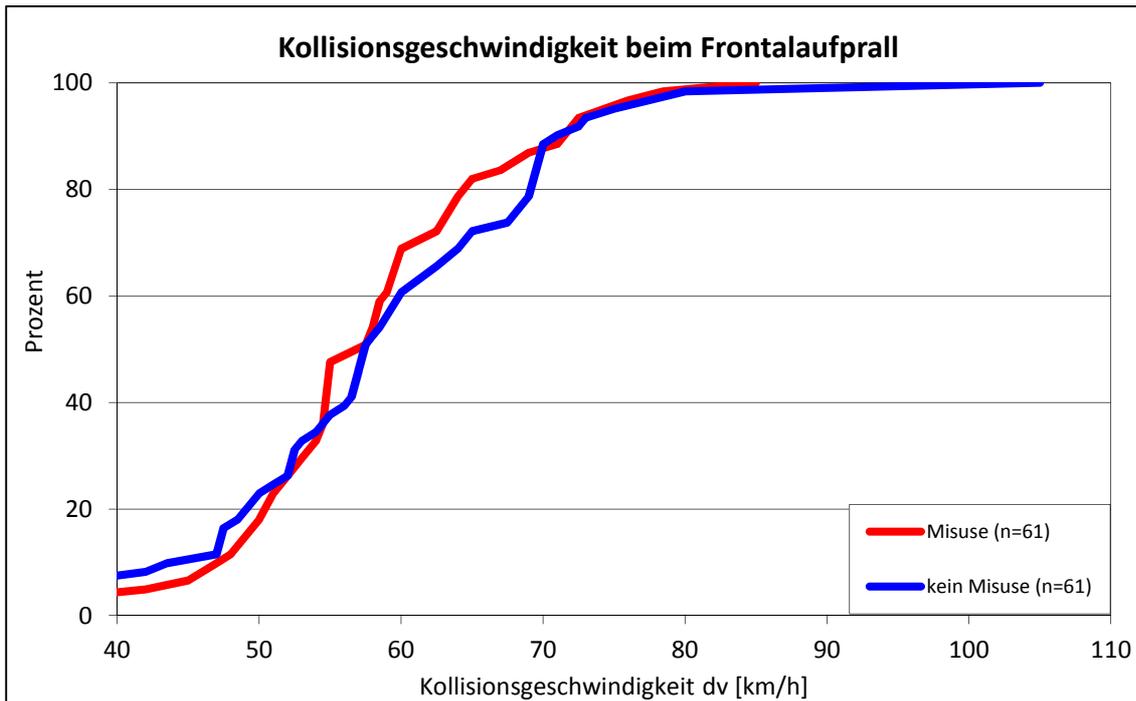


Abbildung 61: Verteilung der Kollisionsgeschwindigkeit bei den Frontalunfällen

Damit sind beide Gruppen hinsichtlich ihrer Unfallschwere grundsätzlich vergleichbar und Unterschiede bei der Verletzungsschwere können sehr wahrscheinlich auf die Sicherungsqualität zurückgeführt werden.

7.1.2 Untersuchung der Verletzungsschwere

Als Beschreibungsgröße der Verletzungsschwere hat sich die AIS (Abbreviated Injury Scale) bewährt. Anhand dieser Skala wird jede Verletzung in einer Einstufung von 1 bis 6 anhand des Grades ihrer Lebensbedrohung bewertet, wobei 1 einer sehr leichten Verletzung entspricht und sechs als derzeit nicht behandelbare und damit tödliche Verletzung gewertet wird. Eine genaue Beschreibung dieser Skala mit einigen Beispielen findet sich im Anhang 14.2.

Die Gesamtverletzungsschwere (MAIS) verteilt sich dabei auf die 183 Fälle wie folgt:

MAIS	Anzahl	Prozent
0	19	10,4
1	34	18,6
2	27	14,8
3	28	15,3
4	35	19,1
5	26	14,2
6	14	7,7
Summe	183	

Tabelle 3: MAIS-Verteilung in der Rekonstruktionsdatenbank

Wird die Gesamtverletzungsschwere in Fälle mit und ohne Fehlbenutzung unterteilt, so ergibt sich folgendes Bild:

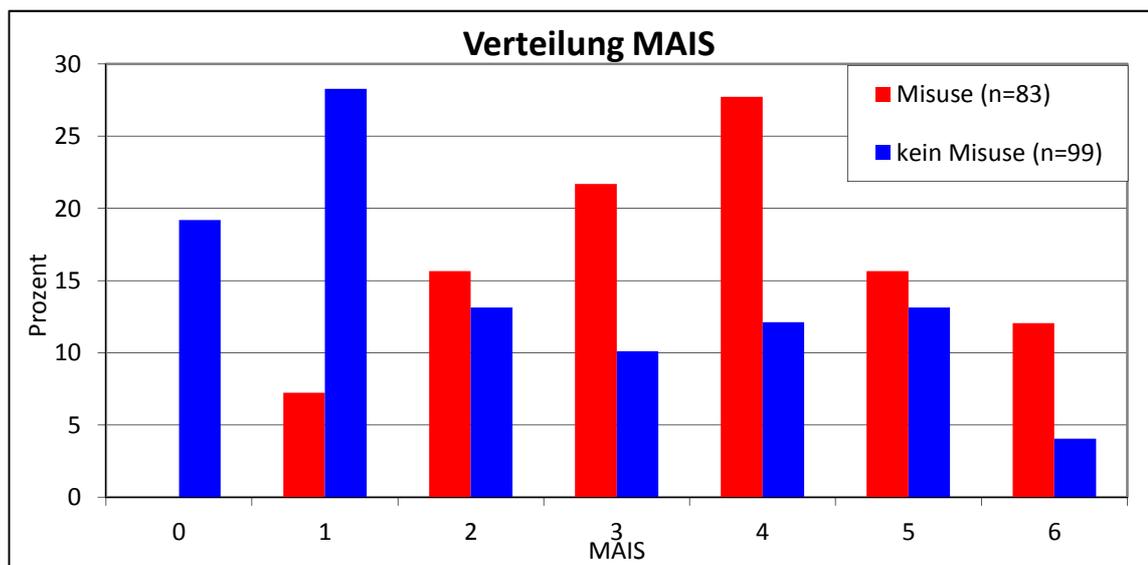


Abbildung 62: Verteilung MAIS

Bereits hier wird der naheliegende Zusammenhang deutlich, nach dem die Verletzungsschwere höher ist, wenn Misuse vorliegt. Stark einschränkend sei allerdings an dieser Stelle noch einmal auf die Fallauswahl hingewiesen, die die Grundlage dieser ausgewerteten Datenbank bildet. Wird dieser Vergleich ausschließlich für Frontalunfälle durchgeführt, für die in Abbildung 61 aufgrund der

ähnlichen Verteilung der Kollisionsgeschwindigkeit eine Vergleichbarkeit nachgewiesen wurde, so ergibt sich jedoch ein ähnliches Bild:

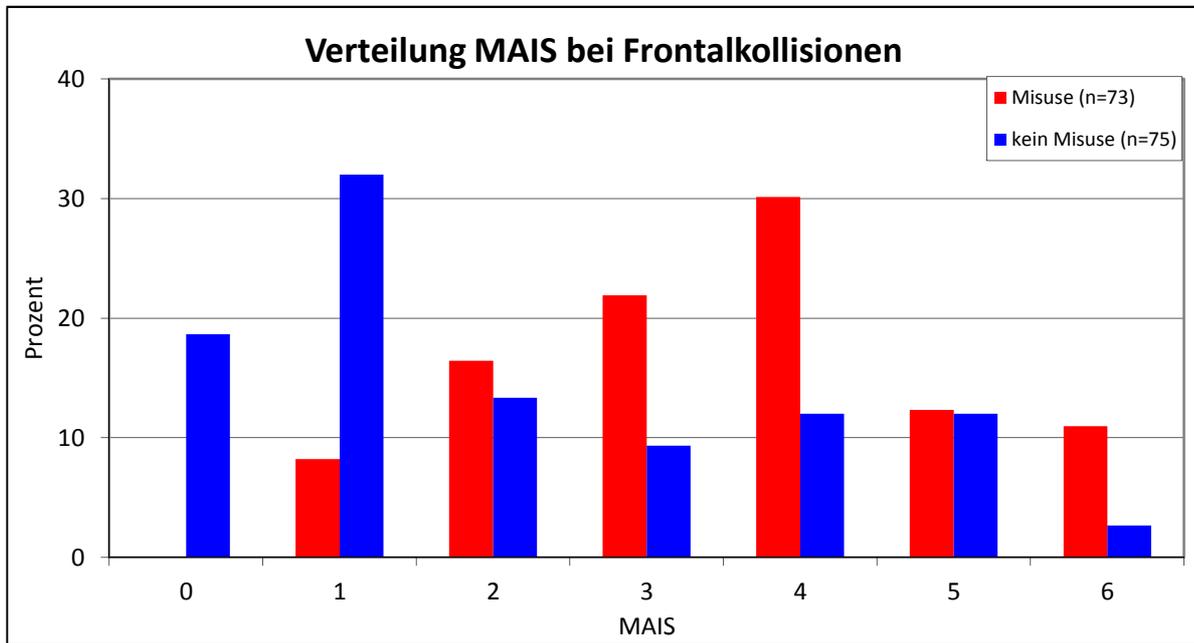


Abbildung 63: Verteilung MAIS bei Frontalkollisionen

Ein Vergleich für Seitenaufprallfälle erscheint aufgrund der geringen Fallzahl in dieser Datenbank nicht sinnvoll.

Da beim MAIS nur die schwerste Verletzung insgesamt ausgewertet und damit ein sehr allgemeiner Blick auf die Verletzungsschwere geworfen wird, werden im Folgenden die Verletzungen der einzelnen Körperregionen betrachtet. In Abbildung 64 ist für die 183 Fälle dargestellt, welche Körperregion im jeweiligen Fall am schwersten verletzt ist.

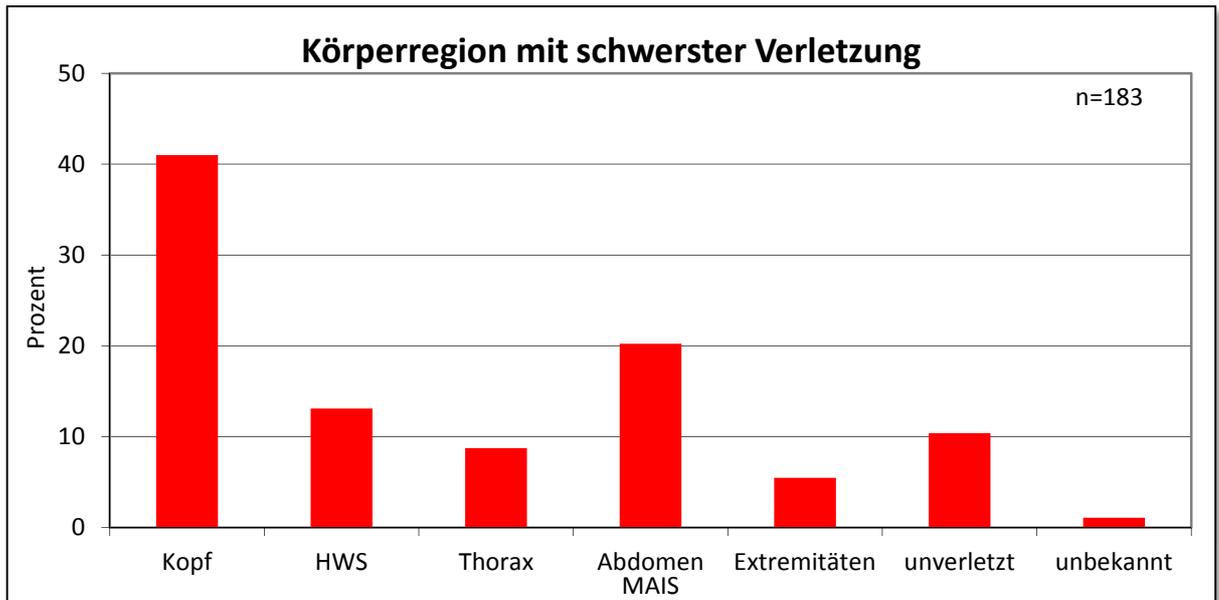


Abbildung 64: Körperregion schwerster Verletzung

Mit Abstand am Häufigsten sind dabei Kopfverletzungen vertreten. Dieses Ergebnis ist zum einen deshalb zu erwarten, da Verletzungen am Kopf im Sinne der AIS-Skalierung tendenziell eher lebensbedrohlich sind als beispielsweise Verletzungen an den Extremitäten. Gleichzeitig ist der Kopf gerade bei kleinen Kindern ein besonders sensibler Bereich, der im Falle eines Unfalls einem großen Verletzungsrisiko ausgesetzt ist, da er auch bei richtiger Benutzung eines Kindersitzes am schlechtesten zu schützen ist. Die Region mit dem zweithöchsten Risiko ist der Abdominalbereich. Bei rund einem Fünftel der verletzten Kinder war das der Bereich mit der schwersten Verletzung. Kinder sind im Vergleich zu Erwachsenen deutlich stärker für Verletzungen im Bauchraum gefährdet, da der noch unvollständig ausgeprägte Beckenknochen das Hochrutschen und Einschneiden des Beckengurtes nicht oder bestenfalls unzureichend verhindern kann. Ein weiterer Risikobereich stellt die Halswirbelsäule (HWS) dar. Dieser Bereich ist vor allem bei Babys und Kleinkindern sehr gefährdet. Verglichen mit den Proportionen beim Erwachsenen muss ein sehr schwerer Kopf von einer nur sehr gering ausgeprägten Halsmuskulatur getragen werden. Das führt bei starken Beschleunigungen fast zwangsweise zu schweren Verletzungen im Bereich der Halswirbel, die vielfach tödlich sind.

In Abbildung 65 ist die gleiche Verteilung der größten Verletzung auf die einzelnen Körperregionen, unterteilt nach korrekter Nutzung und Fehlbenutzung, dargestellt, wobei auch hier wieder die oben genannte Einschränkung zur Fallauswahl zu beachten ist.

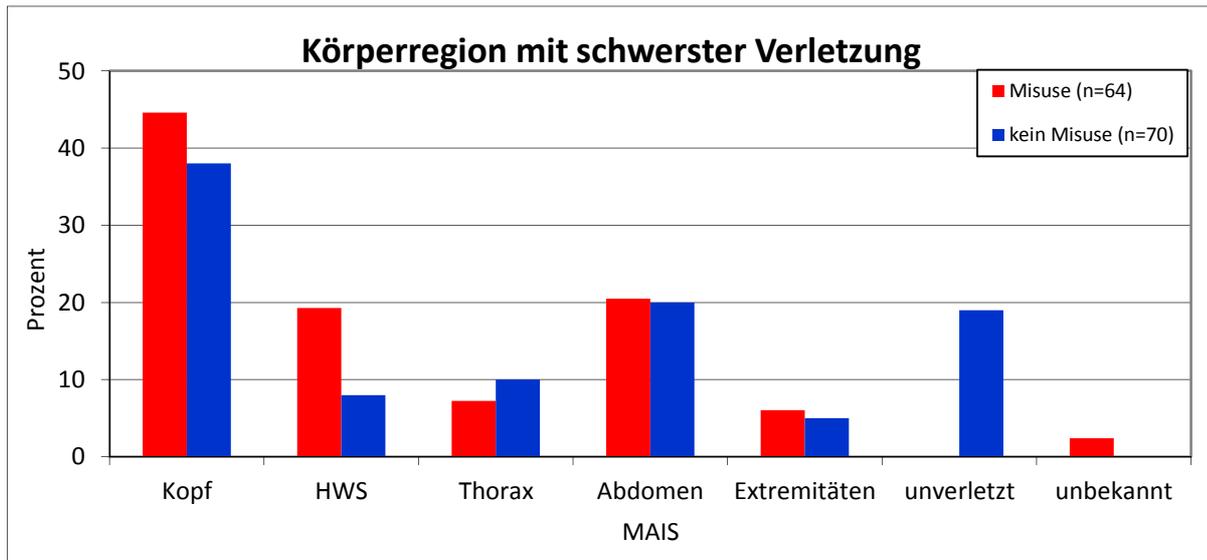


Abbildung 65: Körperregion schwerster Verletzung, Vergleich Misuse, kein Misuse

Kopfverletzungen treten sowohl für korrekt als auch für fehlerhaft gesicherte Kinder häufig auf, gleiches gilt für Abdominalverletzungen. Verletzungen an der Halswirbelsäule sind hingegen bei korrekt gesicherten Kindern vergleichsweise wenig vertreten. Sowohl für Kopf- als auch für HWS-Verletzungen gilt, dass eine korrekte Sicherung das Verletzungsrisiko deutlich zu reduzieren scheint, das gilt zumindest für die spezielle Fallauswahl dieser Datenbank.

In Abbildung 66 wird für die drei am häufigsten aufgetretenen Verletzungsregionen (Kopf, HWS, Abdomen) die Verteilung über die einzelnen AIS-Werte dargestellt.

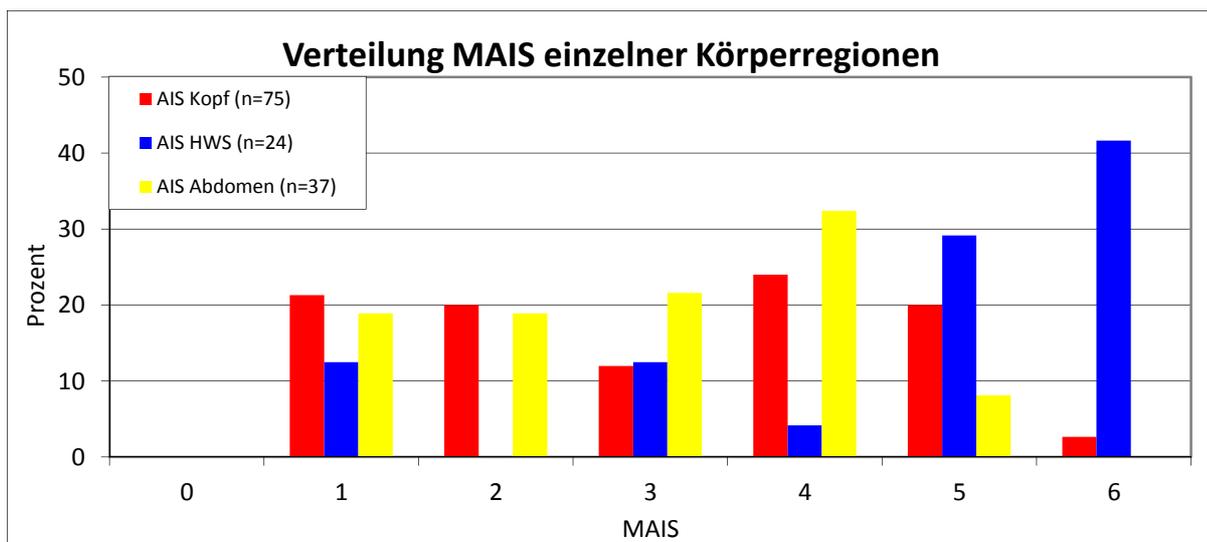


Abbildung 66: AIS einzelner Körperregionen

Bei diesem Vergleich fällt auf, dass die AIS 4+ -Verletzungen (Verletzungen mit AIS 4 oder höher) besonders stark im Bereich der HWS auftreten. Nahezu zwei Drittel aller Halsverletzungen fallen in diese Kategorie, während es bei Kopf und Abdomen etwa 30 Prozent sind. Diese Werte sollten aufgrund der geringen Fallzahl nicht überinterpretiert werden, allerdings bestätigen sie einmal mehr die bereits mehrfach genannte Beobachtung, dass Verletzungen im Halsbereich nicht nur häufig vorkommen, sondern dass sie tendenziell auch schwerwiegend sind.

Ein Vergleich verschiedener Verletzungsarten in Abhängigkeit von der Einbaurichtung des Kindersitzes erscheint aufgrund der Datenverteilung nicht sinnvoll. Im gesamten Datensatz befinden sich lediglich neun Fälle, in denen ein rückwärtsgerichtetes KSS genutzt wurde.

7.1.3 Untersuchung der Misusearten

In der Rekonstruktionsdatenbank konnten insgesamt acht verschiedene Arten der Fehlbenutzung identifiziert werden, die sich wie in Abbildung 67 dargestellt verteilen:

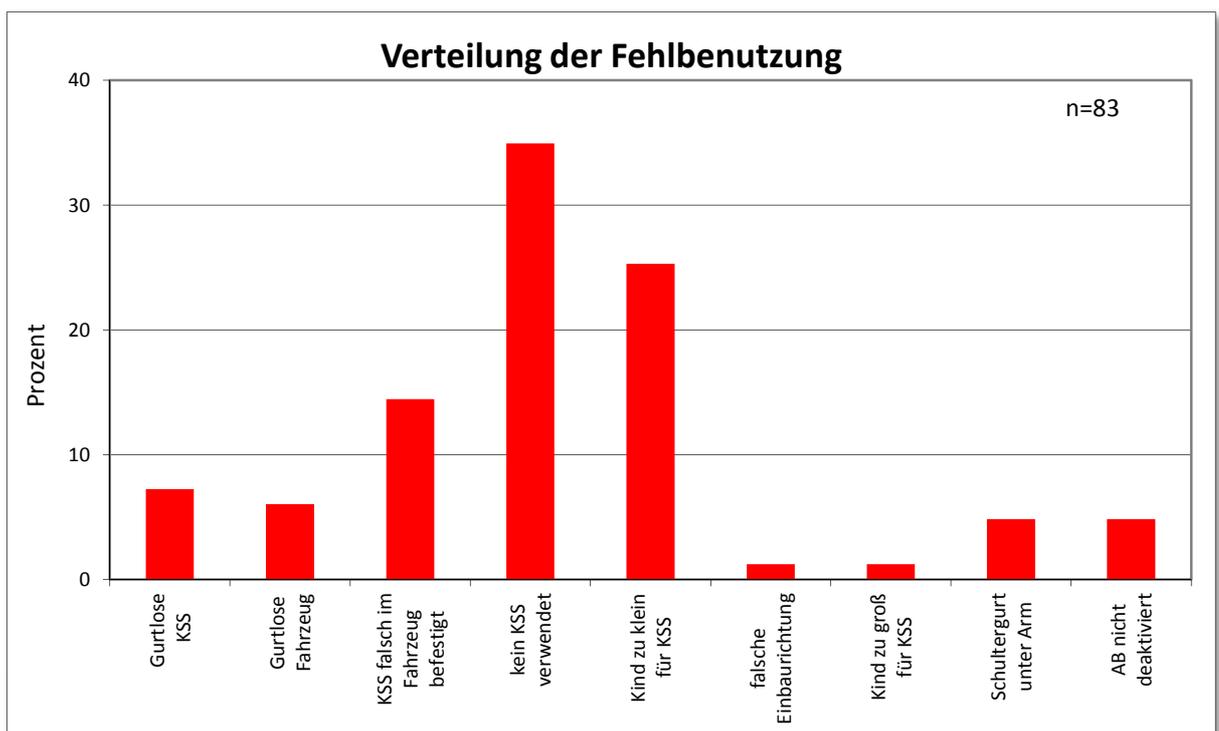


Abbildung 67: Verteilung der Fehlbenutzungsarten in der Rekonstruktionsdatenbank

Dieses Ergebnis passt zur Auswertung der insgesamt aufgetretenen Verletzungen (Abbildung 65). Die in der Hälfte der Fälle festgestellte Lose im Fahrzeuggurt und im Gurt des Kindersitzes verursacht

eine hohe Vorverlagerung, die das Risiko von Kopf- und HWS-Verletzungen deutlich wahrscheinlicher macht.

Ein Vergleich der schwersten Verletzungen in Abhängigkeit von der festgestellten Fehlbenutzung ist in (Abbildung 68) dargestellt.

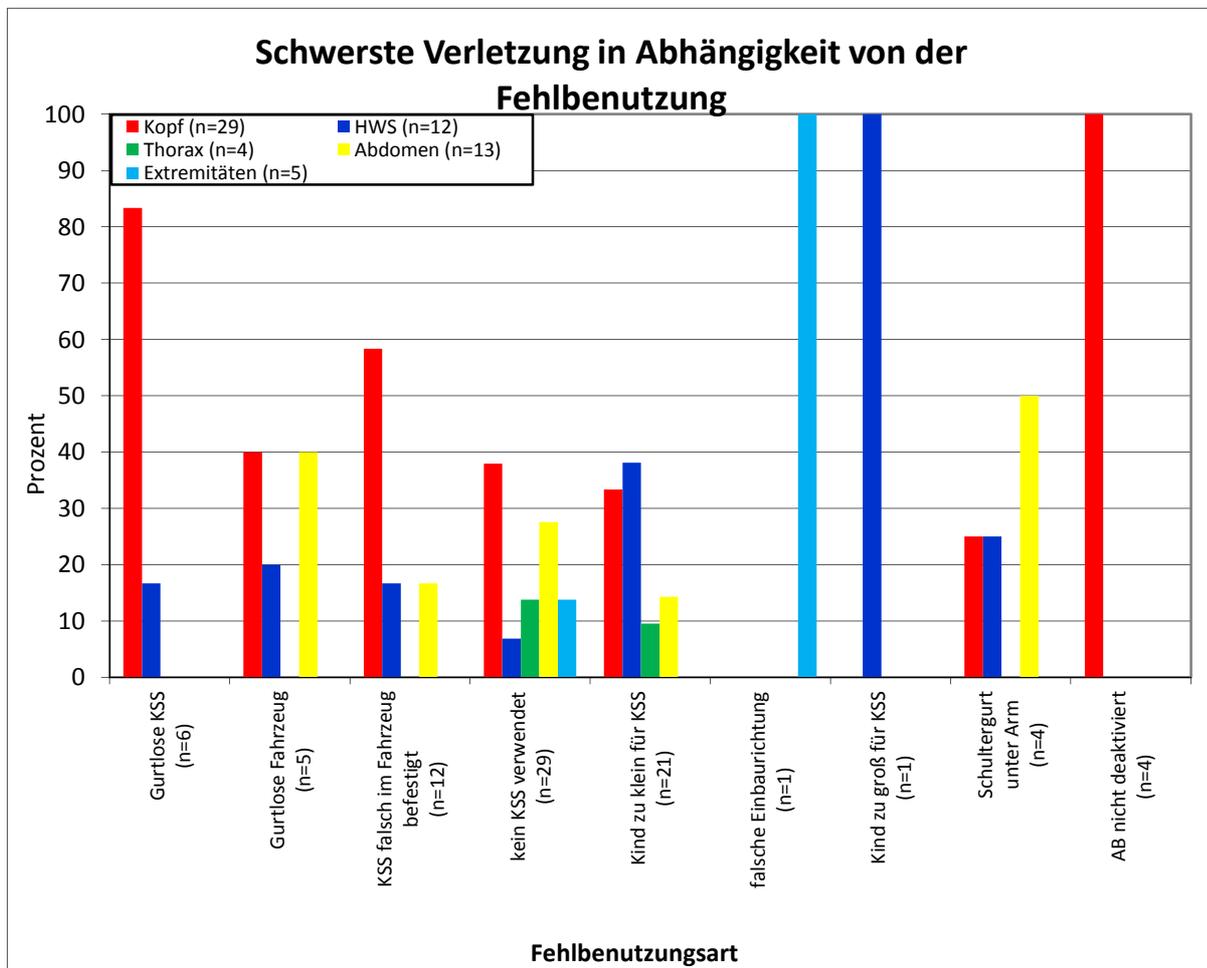


Abbildung 68: Region schwerster Verletzung in Abhängigkeit der Fehlbenutzung

Dabei ist erneut gut zu erkennen, dass Gurtlose im Kindersitze als schwerste Verletzung sehr häufig (80 %) Kopfverletzungen und Schädigungen der Halswirbelsäule (20 %) nach sich zieht und somit ein sehr klares Verletzungsbild verursacht, während beispielsweise die Nichtverwendung eines Kindersitzes tendenziell in allen Körperregionen die schwerste Verletzung verursachen kann.

Insbesondere interessant bei der Auswertung dieser Datenbank ist die Beantwortung der Frage, ob sich ein Zusammenhang zwischen der Verletzungsschwere und der Kollisionsgeschwindigkeit herstellen lässt und ob sich dabei Unterschiede für den Fall „Misuse“ und „kein Misuse“ ergeben.

Dass die Frontalunfälle beider Gruppen hinsichtlich ihrer Kollisionsgeschwindigkeit vergleichbar sind, wurde in Abbildung 61 bereits nachgewiesen, entsprechend wurden an dieser Stelle auch nur Frontalkollisionen untersucht. Im Weiteren wurden alle Fälle mittels einer Binärverteilung in zwei Gruppen eingeteilt. Allen Fällen mit einer Gesamtverletzungsschwere von 3 oder höher (MAIS 3+) wurde der Wert 1 zugeordnet, allen anderen Fällen der Wert 0. Mit dieser Einteilung entsteht die Gruppe „nicht und leichtverletzt“ und die Gruppe „schwer verletzt“. Die Methodik dieser Einteilung ist bei der Ermittlung biomechanischer Grenzwerte beispielsweise mittels der logistischen Regression üblich und erprobt.

Die graphische Darstellung der entstanden Punkte selbst erbringt noch keine brauchbare Antwort hinsichtlich der Fragestellung. Werden jedoch für beide Gruppen lineare Trendlinien hinzugefügt, ist zumindest qualitativ ein Unterschied zwischen MAIS 0-2 und MAIS 3+ zu erkennen (Abbildung 69).

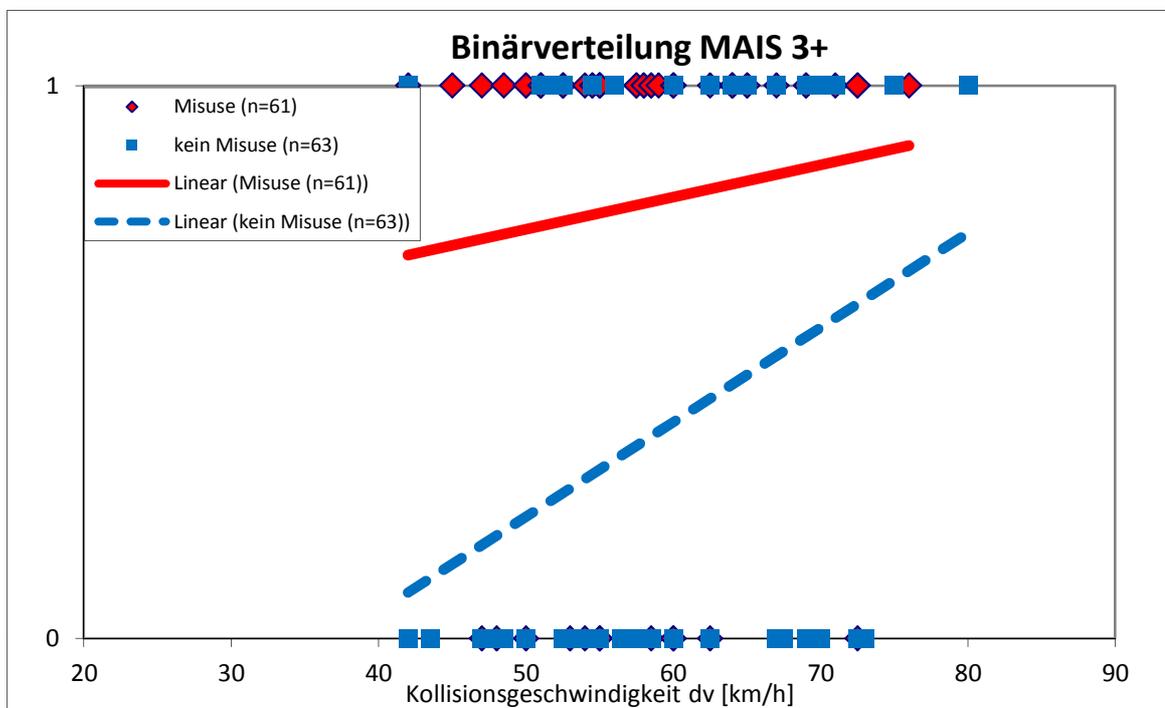


Abbildung 69: MAIS 3+ Verletzungen

In Abbildung 70 wurde der gleiche Vergleich für MAIS 4+ Verletzungen erstellt.

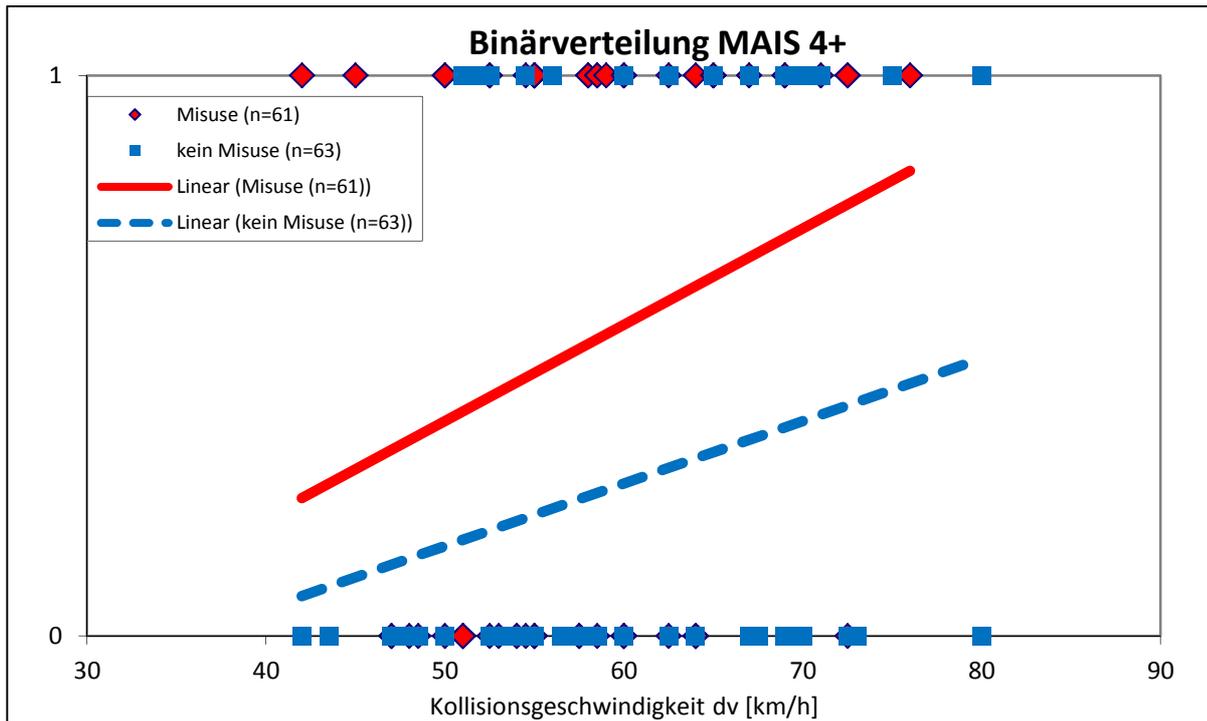


Abbildung 70: MAIS 4+ Verletzungen

Die Trendlinien in den beiden Abbildungen zeigen deutliche Tendenzen an. So bestätigt sich zum einen die naheliegende Erwartung, dass in allen Fällen das Risiko einer MAIS 3+ Verletzung (bzw. MAIS 4+ Verletzung) mit steigender Kollisionsgeschwindigkeit ansteigt. Weiterhin zeigen beide Darstellungen, dass das Verletzungsrisiko im Fall der Fehlbenutzung eines Kindersitzes (Misuse) deutlich höher ist als im Fall der korrekten Kindersitzbenutzung. Somit wäre zumindest qualitativ ein statistischer Nachweis erbracht, dass Misuse das Verletzungsrisiko bei einem Unfall deutlich erhöht.

Im Vergleich beider Abbildungen bestätigt sich eine andere naheliegende Erwartung, nämlich dass das Risiko einer AIS 3+ Verletzung größer ist als das Risiko einer AIS 4+ Verletzung.

7.1.4 Beschreibung exemplarischer Beispielfälle

Im Folgenden werden einige Unfälle beschrieben, die für bestimmte Zusammenhänge zwischen Fehlbedienung und Verletzungsfolgen beispielhaft sind. Diese Unfälle wurden alle detailliert untersucht und rekonstruiert. Sie dokumentieren zum Teil Misuse, der sehr häufig vorkommt oder aber Fehlbedienungen, die typische Verletzungen nach sich ziehen. Zusätzlich werden Beispiele gezeigt, bei denen kindliche Insassen trotz einer großen Unfallschwere nur gering oder gar nicht verletzt wurden.

Babyschale vor aktivem Beifahrerairbag

Ein vier Monate altes Kind sitzt korrekt gesichert in einer Babyschale auf dem Beifahrersitz, der Beifahrerairbag ist nicht deaktiviert. Bei einer Frontalkollision mit einer geschätzten EES von 34km/h wurden Fahrer- und Beifahrerairbag gezündet. Während die Fahrerin den Unfall unverletzt überstanden hat, erlitt das Kind erhebliche Schädelverletzungen (AIS 4). Die Verletzungen wurden durch den sich entfaltenden Airbag induziert.

Dieser Fall beschreibt ein Beispiel, wie durch Weglassen einer kleinen Tätigkeit – die Abschaltung des Airbags – auch bei einem vergleichsweise leichten Unfall erhebliche Verletzungen für das Kind entstehen können. Der Fehler tritt heutzutage sehr selten auf, offensichtlich gibt es ein hohes Bewusstsein bei den Anwendern von Babyschalen über die möglichen Gefahren eines aktiven Airbags. Umfassende Aufklärungskampagnen in den neunziger Jahren und die Einführungen eines Unterpunktes dazu in der StVZO dürften daran entscheidenden Anteil haben.

Kind in Babyschale bei schwerer Frontalkollision

Ein neun Monate altes Kind sitzt korrekt gesichert in einer Babyschale rechts auf der Rückbank. Bei einer schweren Frontalkollision (EES=65km/h) wurden die erwachsenen Insassen schwer verletzt, während das Kind unverletzt blieb.

Anhand der Verletzungen der erwachsenen Insassen lässt sich die Schwere eines Unfalls in der Regel recht gut abschätzen. In den meisten Fällen sind sie korrekt durch den Fahrzeuggurt gesichert und die Sicherungssysteme funktionieren wie vorgesehen. Sind diese Insassen, wie in dem hier beschriebenen Fall, schwer verletzt, so kann davon ausgegangen werden, dass der Unfall insgesamt recht schwer war. Darauf deutet auch die EES hin. Bleibt dennoch das Kind unverletzt, so lassen sich zwei Dinge ablesen. Zum einen kann davon ausgegangen werden, dass das Kind korrekt gesichert war, zum anderen ist dieser Fall ein Beispiel von vielen dafür, dass ein Kindersitz eine sehr hohe Schutzwirkung entfalten kann und kindliche Insassen mindestens genauso gut geschützt werden können, wie erwachsene Personen.

Unzureichend gesicherter Gruppe 1 Sitz

Bei diesem Unfall handelt es sich um eine eher leichte Frontalkollision (EES=39km/h), bei der ein neun Monate altes Kind rechts auf der Rückbank in einem Gruppe 1 Sitz gesichert war. Der Sitz war lediglich an den unteren Anbindungspunkten durch den Fahrzeuggurt gesichert, der obere Befestigungspunkt für den Schultergurt wurde nicht genutzt (Abbildung 71).



Abbildung 71: Nicht genutzter Anbindungspunkt am Kindersitz

Im Ergebnis dessen stellte sich eine erhebliche Vorverlagerung ein, in deren Folge das Kind mit dem Kopf gegen die Rückenlehne des Beifahrersitzes stieß. Dabei zog es sich schwere Hämatome und Blutungen im Kopfbereich zu (AIS 4).

Bei dem verwendeten Kindersitz handelt es sich um ein sehr preiswertes Modell, dessen Bedienung nicht sehr nutzerfreundlich ist (dieser Sitz war Gegenstand der Untersuchung zur Bewertung von Misuseschwere, siehe Kapitel 6.2.2). Um den Schultergurt richtig am Kindersitz zu befestigen, muss dort eine Metallstange gelöst werden hinter die der Gurt zu schieben ist. In der Realität wurde bei diesem Modell schon häufiger beobachtet, dass diese Anbindung nicht genutzt wurde, wie in diesem Fall, oder dass die Metallstange gar nicht mehr vorhanden war. Das führt im Ergebnis dazu, dass der Kindersitz praktisch nicht mehr im Fahrzeug angebunden ist. Dieser Fall zeigt erneut, dass bereits leicht vermeidbare Fehler sehr folgenschwer sein können. Gleichzeitig ist dieser Fall ein treffendes Beispiel für die Folgen der Nutzung von Kindersitzen in sehr einfacher Bauweise. Die Möglichkeit den Fahrzeuggurt nicht richtig an den Kindersitz anzubinden, ist in der Regel bei einem Kindersitz nicht gegeben. Normalerweise wird der Gurt derart durch den Sitz geführt, dass er zwangsläufig auch über den Schultergurt Kräfte aufnehmen kann und dadurch eine übermäßige Vorverlagerung verhindert. Im beschriebenen Beispielsitz ist die Gurtanbindung allerdings derart vereinfacht ausgeführt, dass eine beschriebene Fehlbenutzung überhaupt erst ermöglicht wird.

Einjähriges Kind im Gruppe 1 Sitz

Ein einjähriges Kind wurde in einem Kindersitz der Gruppe 1 auf der Rückbank gesichert, ein weiteres Kind, welches drei Jahre alt war, befand sich ebenfalls auf der Rückbank in einem Gruppe 1

Sitz. Bei einem Frontalunfall mit einer EES von 60 km/h, erlitt das dreijährige Kind Verletzungen im Kieferbereich (AIS 3), während das einjährige schwerste Verletzungen im Bereich der Halswirbelsäule erlitt (AIS 5), die mit einer Querschnittslähmung einher gingen.

Dieser Fall ist aus Forschungssicht deshalb sehr interessant, da sich quasi zwei identische Unfälle miteinander vergleichen lassen. Beide Kinder erlitten denselben Unfall mit der identischen Verzögerung und saßen beide in einem Gruppe 1 Sitz. Die Kinder unterschieden sich hinsichtlich ihres Alters, ebenso sind die Unfallfolgen höchst unterschiedlich. Während das eine Kind Verletzungen mittlerer Schwere erlitt, wurde das jüngere Kind sehr schwer verletzt. Es ist davon auszugehen, dass das einjährige Kind in einem für sein Alter und für sein Gewicht (8 kg) adäquaten Kindersitz, also einer Babyschale, deutlich geringere Verletzungen erlitten hätte. Verletzungen im Halsbereich sind sehr typische Unfallfolgen für Kinder, die zu früh von der rückwärtsgerichteten in die vorwärtsgerichtete Beförderungsposition gewechselt haben. Die Verletzungen des anderen Kindes zeigen, dass Kinder der passenden Größe bzw. mit dem passenden Gewicht zu einem Gruppe 1 Sitz diesen Unfall hätten deutlich geringer verletzt überstehen können.

Korrekte Sicherung im Gruppe 1 Sitz

Ein zweijähriges Kind saß in einem Gruppe 1 Sitz auf der linken Seite der Rückbank. Bei einer Frontalkollision (EES= 63 km/h) wurde die Fahrerin des Fahrzeugs schwer verletzt während das Kind unverletzt blieb.

Dieser Fall ist ein Beispiel für das hohe Schutzpotential eines korrekt genutzten Kindersitzes. Im Vergleich zum erwachsenen Insassen konnte das Kind durch seine Rückhalteeinrichtung sehr gut geschützt werden, dafür war allerdings Voraussetzung, dass das KSS richtig verwendet wurde.

Dreijähriges Kind auf Sitzerrhöhung bei einem Seitenaufprall

Bei diesem Unfall saß ein dreijähriges Kind auf einer einfachen Sitzerrhöhung auf der Rücksitzbank auf der stoßzugewandten Seite (EES= 53 km/h). Das Fahrzeug wurde kurz hinter der B-Säule getroffen und damit unmittelbar in Höhe der Rücksitzbank. Das Kind erlitt schwerste Kopfverletzungen (AIS 5) aufgrund des direkten Kontakts mit eindringenden Fahrzeugstrukturen.

Die Unfallkonstellation stellt in ihrer Gesamtheit ein Worst-Case-Szenario dar. Die Hauptintrusion befindet sich genau an der Stelle, an der das Kind gesessen hat. Insofern sind die Randbedingungen denkbar ungünstig. Dennoch kann davon ausgegangen werden, dass durch die Verwendung eines geeigneten Kindersitzes das Kind deutlich besser hätte geschützt werden können. Im Regelfall kann ein dreijähriges Kind, Größe und Gewicht sind hier nicht bekannt, in einem Gruppe 1 Sitz sitzen, der über einen Seitenschutz verfügt. Alternativ käme ein Gruppe 2/3 Sitz mit Rückenlehne in Frage, der ebenfalls über ausgeprägte Seitenstrukturen verfügt. In beiden Fällen wäre ein direkter Kontakt zwischen Kopf und Fahrzeugaufbau sehr wahrscheinlich verhindert worden, was die Verletzungsschwere

deutlich reduziert hätte. In diesem Fall ist sicherlich nicht von einer Fehlbenutzung des Kindersitzes zu sprechen, denn mutmaßlich war diese Sitzerrhöhung für das Kind geeignet und es war darin auch korrekt gesichert, die Auswahl eines Sitzes mit besserer Schutzwirkung hätte hier jedoch sehr wahrscheinlich eine deutlich bessere Schutzwirkung entfaltet.

Falsche Gurtführung bei einer Sitzerrhöhung

Bei diesem Unfall saß ein vierjähriges Kind auf einer Sitzerrhöhung auf der rechten Seite der Rückbank. Die Sitzerrhöhung war mit einer beidseitigen Beckengurtführung versehen. Bei einer Frontalkollision (EES = 55 km/h) erlitt das Kind erhebliche Abdominalverletzungen an deren Folge es verstarb.

Es scheint sehr wahrscheinlich, dass in diesem Fall eine grobe Fehlnutzung des Fahrzeuggurts vorlag. Da der Kindersitz mit einer geeigneten Beckengurtführung ausgestattet war, die vermutlich auch genutzt wurde, ist auch nach den Erfahrungen zahlreicher Feldstudien davon auszugehen, dass der Fahrzeuggurt unter dem Arm des Kindes geführt wurde. Diese Gurtführung ist in der Praxis vielfach zu beobachten, insbesondere bei Kindern, bei denen aufgrund ihrer Größe der Gurt eher über den Hals als über die Schulter verläuft. Dem kann dadurch entgegengewirkt werden, dass der Gurt unter den Arm genommen wird, was von vielen Kindern als angenehmer empfunden wird. Im Ergebnis führt das dazu, dass der Gurt im Fall eines Frontalaufpralls nach unten in den Bauchraum rutscht. Dabei werden nahezu alle Kräfte über diesen Gurt aufgenommen und in den Abdominalbereich geleitet, was zu schweren inneren Verletzungen führt. Mitunter kommt es zusätzlich zu Kopfverletzungen durch einen Kontakt mit dem Vordersitz. Diese Vorverlagerung entsteht aufgrund der nicht vorhandenen Anbindung des Kindes im Schulterbereich, wodurch es zum sogenannten Klappmessereffekt kommt. Der Oberkörper „klappt“ nach unten auf die Oberschenkel, Kind und Sitz werden nur noch im Bauchbereich an das Fahrzeug angebunden.

Sechsjähriges Kind im Gruppe 1 Sitz

In diesem Fall wurde ein Unfall rekonstruiert, bei dem ein sechsjähriges Kind in einem Gruppe 1 Sitz auf der mittleren Position auf der Rückbank gesichert war. In Folge einer Seitenkollision (EES = 28 km/h) erlitt das Kind schwere Rückenmarksverletzungen und Quetschungen des Stammhirns an deren Folge es verstarb.

Der hier beschriebene Fall eines zu späten Wechsels in die nächst höhere Kindersitzgruppe kommt in der Realität selten vor, wird hier aber angeführt, da sie für bestimmte Verletzungsmechanismen sehr charakteristisch ist. Das sechsjährige Kind ist für einen Gruppe 1 Sitz im Regelfall deutlich zu groß, ein Wechsel in einen Gruppe 2/3 Sitz wäre dringend notwendig. Der Kopf befindet sich oberhalb der Oberkante des Kindersitzes was bedeutet, dass der Oberkörper und insbesondere der Kopf nur unzureichend oder gar nicht geschützt werden können. Gerade bei einem Seitenaufprall ergeben

sich daraus erhebliche Belastungen für die Halsmuskulatur, erschwerend wirkt die Oberkante des KSS ggf. noch als zusätzlicher Hebel und erhöht die Halsbelastungen weiter.

Im hier beschriebenen Fall kam erschwerend hinzu, dass der Kindersitz im Fahrzeug auf einem Sitzplatz befestigt war, der nur einen Beckengurt zur Verfügung stellte. Somit konnte das KSS nur unzureichend im Fahrzeug befestigt werden. Das führte dazu, dass sich der gesamte Sitz zur stoßzugewandten Seite verlagerte und Kontakt mit der eindringenden Fahrzeugstruktur hatte. Da sich der Kopf des Kindes oberhalb des Sitzes befand, konnte das KSS auch keinen Schutz bieten, wodurch es zu einem direkten Kontakt mit der Fahrzeugstruktur kam, was zu den beschriebenen Kopfverletzungen führte.

7.1.5 Ergebnisse der Auswertung der Rekonstruktionsdatenbank

Die Auswertung der Rekonstruktionsdatenbank hat zwar keine grundlegend neuen Erkenntnisse gebracht, was auch nicht erwartet wurde, sie bestätigt aber bisher häufig geäußerte Vermutungen, die bisher nicht belegt waren. So konnte durch die detaillierte Einzelfallanalyse gezeigt werden, dass das Verletzungsrisiko für schlecht gesicherte Kinder tatsächlich höher liegt als das für korrekte gesicherte Kinder und dass für beide Gruppen das Verletzungsrisiko mit steigender Kollisionsgeschwindigkeit ansteigt. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass bestimmte Körperregionen besonderen Verletzungsgefährdungen unterliegen und dass es klare Zusammenhänge zwischen einzelnen Fehlbenutzungsarten und deren Verletzungsfolgen gibt. Für weitere Auswertungen z.B. hinsichtlich weiterer Kollisionsarten, bestimmter Altersgruppen oder ähnlicher Parameter wäre es wünschenswert, dass die Datenbank kontinuierlich mit weiteren Einträgen ergänzt wird, so dass sie auch für solch detaillierte Auswertungen eine hinreichend große Fallzahl beinhaltet.

7.2 Unfallerhebung

Im Rahmen dieser Arbeit war die Vollerhebung aller Fahrzeugunfälle in Deutschland des Jahres 2011 geplant, bei denen Kinder als Fahrzeuginsassen tödlich verletzt wurden. Dabei sollte für diese Unfälle untersucht werden, inwiefern die Todesfolge ggf. aufgrund der Fehl- oder Nichtbenutzung eines Kindersitzes zurückzuführen ist.

Im Laufe der Erhebung musste jedoch festgestellt werden, dass der Aufwand deutlich größer ist, als das zunächst erwartet wurde. Zum einen ist eine nahezu tägliche Auswertung relevanter Pressemeldungen und Newsticker erforderlich, wobei das Internet dabei natürlich wertvolle Hilfe leisten kann. Dennoch ist dieses Verfahren insgesamt zeitaufwändig. Ist ein relevanter Fall gefunden

worden, ist es zum anderen mitunter ein komplizierter und langwieriger Prozess an die Unfallakten zu gelangen. Während manche Polizeidienststellen sehr unkompliziert die Arbeit unterstützten und bereitwillig die anonymisierten Daten zu Verfügung gestellt haben, war in anderen Fällen auch der Weg über die zuständige Staatsanwaltschaft nicht erfolgreich. Die offizielle Unterstützung durch die BASt (Bundesanstalt für Straßenwesen) war sicherlich an vielen Stellen hilfreich, konnte aber zunächst auch nicht in allen Fällen die notwendige Informationsbeschaffung ermöglichen. In anderen Fällen erwies sich die Datenbeschaffung zwar als generell möglich, allerdings war dafür ein langer Vorlauf notwendig. Erst nachdem die Ermittlungen vollständig abgeschlossen waren, konnten die Akten von der Staatsanwaltschaft freigegeben werden, was mitunter mehrere Monate dauern konnte. Das wiederum erschwerte die Befragung der ermittelnden Polizisten, denen relevante Details, die nicht zwingend in den Akten festgehalten wurden, nicht mehr in der Erinnerung waren.

In den Fällen, bei denen die Unterstützung durch die Polizei zeitnah möglich war, lief die Zusammenarbeit hingegen stets angenehm und hinsichtlich der Zielstellung der Untersuchung sehr erfolgreich. Die Frage nach möglicher Fehlbenutzung als Ursache für die tödlichen Verletzungen konnte stets befriedigend beantwortet werden.

Aufgrund mangelnder Erfolgsaussichten im Rahmen des möglichen Aufwandes wurde die Erhebung nicht wie ursprünglich gedacht das gesamte Jahr über durchgeführt, sondern intensiv in den Monaten Juli, August und September betrieben. In dieser Zeit wurden 10 Unfälle ermittelt, zu 4 Fällen konnten die Unfallakten eingesehen werden. In keinem dieser Fälle konnte die Fehlbenutzung eines Kindersitzes als Unfallursache unmittelbar bestätigt werden, allerdings konnte sie in einem Fall bisher auch nicht verlässlich ausgeschlossen werden, sie erscheint zumindest wahrscheinlich.

In einem tragischen Fall verursachte ein nichtbesetzter Kindersitz der Gruppe 2/3, der sich neben dem korrekt gesicherten Kind im Fahrzeug befand, als Folge der Schleuderbewegung des Fahrzeugs erhebliche Kopfverletzungen beim Kind, in deren Folge es verstarb.

Ein Abgleich mit den Daten des Statistischen Bundesamts hat ergeben, dass im betrachteten Zeitraum (Juli bis September 2011) 12 Kinder als Fahrzeuginsassen ums Leben kamen. In einem Fall war das Kind bereits 13 Jahre alt, womit es für diese Untersuchung nicht relevant ist, ein Fall konnte nicht ermittelt werden. Das kann eventuell daran liegen, dass das Kind erst einige Tage nach dem Unfall verstorben ist, was ggf. nicht durch die Presse erfasst und somit nicht im Internet publiziert wurde. Somit wurden im Untersuchungszeitraum von max. 11 relevanten Fällen 10 ermittelt, womit sich zeigt, dass eine Erfassung der relevanten Fälle mittels der Internetrecherche zielführend ist.

Insgesamt lässt sich als Erfahrung aus diesem Vorhaben sagen, dass die angedachte Vollerhebung grundsätzlich erfolgreich durchführbar ist. Dabei muss allerdings von vornherein der notwendige zeitliche Aufwand berücksichtigt werden. Das betrifft sowohl die unmittelbare Recherche der relevanten Fälle, als auch die Kommunikation mit den zuständigen Behörden. Die Beendigung einer

solchen Erhebung dürfte sich weit über den zu untersuchenden Zeitraum hinaus bewegen. Dennoch erscheint ein solches Vorhaben sinnvoll und sollte für die Zukunft angedacht und im Idealfall durch mögliche Forschungsförderung unterstützt werden.

7.3 Zusammenfassung

Die Auswertung und Rekonstruktion von Realunfällen sind nach wie vor wichtige Bestandteile der Forschung rund um das Thema Kindersicherheit im Fahrzeug. Sie bieten die Möglichkeit Erkenntnisse für die Zusammenhänge zwischen der Sicherungssituation, dem Unfall und dessen Folgen zu gewinnen. Gleichzeitig liefern sie konkrete Resultate über die Wirksamkeit einzelner Entwicklungen zur Verbesserung der Kindersicherheit. Nicht zuletzt zeigen solche Analysen überhaupt erst typische Schwachpunkte auf, die es zu beseitigen gibt. In Kombination mit der Auswertung von Feldstudien, die die Häufigkeit von verschiedenen Misusesituationen beschreiben, lassen sich so Aussagen über das Gefährdungspotential einzelner Fehler treffen, womit wiederum die Dringlichkeit oder Bedeutung bestimmter Maßnahmen abgeschätzt werden kann.

In diesem Kapitel wurde gezeigt, dass es in den meisten Fällen mit einem hinreichenden Maß an Erfahrung und Gründlichkeit möglich ist, auch nach einem Unfall genügend Informationen über die Sicherungssituation eines Kindes im Fahrzeug zu sammeln.

8 Identifikation von maßgeblichen Problemfeldern und mögliche Lösungsansätze

Die vorangegangenen Kapitel haben gezeigt, dass die Fehlbenutzung von Kindersitzen ein komplexes Problem darstellt, für welches es keine einfache und allumfassende Lösung gibt. Einer Vielzahl von unterschiedlichen Misusearten mit verschiedenen Ausprägungen und unterschiedlichen Schweregraden auf der einen Seite, steht ein komplexer Zusammenhang von Ursachen für diesen Fehlgebrauch gegenüber. Hauptursachen für die Fehlnutzung sind in erster Linie nutzerspezifische Gründe, also ein Mangel an Fähigkeit bzw. Bereitschaft das Kind richtig zu sichern, in wenigen Fällen gibt es auch technische Ursachen, die zwangsläufig zu einer fehlerhaften Sicherung führen.

Die Erkenntnis, dass der Nutzer ganz hauptsächlich Ursache für Misuse ist, darf allerdings nicht dazu führen, dass sich die Hersteller von Kindersitzen und Fahrzeugen aus der Verantwortung nehmen und ihrerseits ihre Aufgabe dann als erledigt betrachten, wenn sie einen Kindersitz auf den Markt bringen, der nachweislich einen guten Schutz bietet, bzw. im Fall der Fahrzeughersteller, wenn sie fahrzeugseitig eine Infrastruktur zur Verfügung stellen, die den gesetzlichen Vorgaben genügt. Vielmehr müssen von allen Seiten Anstrengungen unternommen werden, die im Ergebnis dafür sorgen, dass die Möglichkeiten der Fehlbenutzung von Kindersitzen drastisch reduziert werden. Dabei kommt dem Gesetzgeber eine entscheidende Rolle zu.

In diesem Kapitel werden maßgebliche Problemfelder im Zusammenhange mit der Fehlbenutzung von Kindersitzen betrachtet und analysiert. Dazu wird zunächst die bisherige Auseinandersetzung mit Misuse kritisch beleuchtet. Anschließend wird die Problematik einer nicht vorhandenen Definition der Begriffe Misuse und Misuseschwere diskutiert und es werden Vorschläge gemacht, für eine eindeutige Definition von Misuse und vor allem von Misuseschwere erarbeitet. Ein weiterer Abschnitt beschäftigt sich konkret mit der Technik „ISOFIX“ und beschreibt das Problem ihres nichtgenutzten Potentials. Abschließend wird die Problematik der Fehlbenutzung von Kindersitzen aus Sicht der Nutzer betrachtet, mit dem Ziel durch diese Sichtweise weitere Schlüsse für mögliche Lösungsstrategien zu entwickeln.

8.1 Die Bedeutung der Fehlbenutzung

Der Vergleich der Misuseentwicklung in den letzten 15 Jahren hat gezeigt, dass es sowohl hinsichtlich Häufigkeit als auch hinsichtlich Schwere keine grundsätzlichen Veränderungen gab (siehe Kapitel 5). Die Misusequote liegt konstant bei rund zwei Dritteln, ein aktueller Vergleich nur für die Berliner Daten hat eine rückläufige Tendenz der Fehlbenutzungshäufigkeit gezeigt. Weitere Studien dazu werden zeigen, ob tatsächlich von einem Trend gesprochen werden kann.

Die Misuseschwere hingegen ist nach einer vermeintlich positiven Entwicklung in den letzten Jahren stark angestiegen, der Anteil des schweren Misuse liegt in der aktuellen Studie bei über 60 %. Mögliche Ursachen dafür wurden in Kapitel 5 diskutiert.

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass ebenfalls mindestens seit 15 Jahren sowohl seitens des Gesetzgebers als auch seitens der Kindersitzhersteller Maßnahmen unternommen werden, um die Zahl der Fehlbenutzung zu reduzieren (siehe Kapitel 4), muss zunächst geschlussfolgert werden, dass sie alle wirkungslos geblieben sind. Es gibt praktisch für keine der ergriffenen Maßnahmen einen Nachweis ihrer Wirksamkeit.

Eine Analyse der Zahl der getöteten und verletzten Kinder bis 12 Jahre in Deutschland in den letzten 20 Jahren zeigt eine klar rückläufige Tendenz (Abbildung 72). Während im Jahr 1991 165 Kinder als Insassen im Pkw ums Leben kamen und 13410 verletzt wurden, waren es im Jahr 2011 nur noch 21 bzw. 7959 was einem Rückgang von 87% bzw. 41% entspricht. Es lässt sich also schlussfolgern, dass der Rückgang der Zahl der Verletzten und Getöteten unabhängig von Maßnahmen gegen die Fehlbenutzung von Kindersitzen ist. Vielmehr haben Maßnahmen, die die Schutzwirkung eines Kindersitzes insgesamt erhöhen genauso wie eine verbesserte Infrastruktur der Verkehrswege und eine Verbesserung der Fahrzeugsicherheit nachhaltigen Einfluss auf die Verbesserung der Sicherheit von Kindern im Pkw.

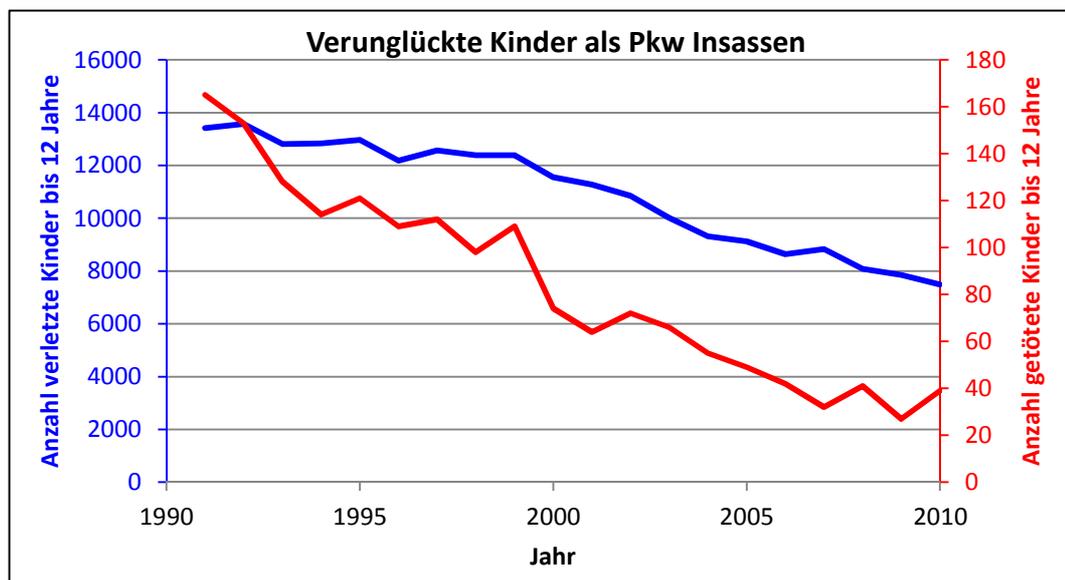


Abbildung 72: Entwicklung Verunglückte Kinder im Pkw

Ein Vergleich der Entwicklung der Zahl der Verletzten und Getöteten zeigt dabei, dass der Verlauf bei den Kindern bis zum Alter von 12 Jahren insgesamt sogar noch besser ist, als bei den Erwachsenen (Abbildung 73 und Abbildung 74). Zu beachten ist allerdings, dass der Anteil der Kinder bis 12 Jahre

im Vergleichszeitraum bezogen auf die Gesamtbevölkerung zurückgegangen ist. Wird dieser Effekt berücksichtigt, so zeigt sich eine nahezu identische Entwicklung beider Vergleichsgruppen (Abbildung 75).

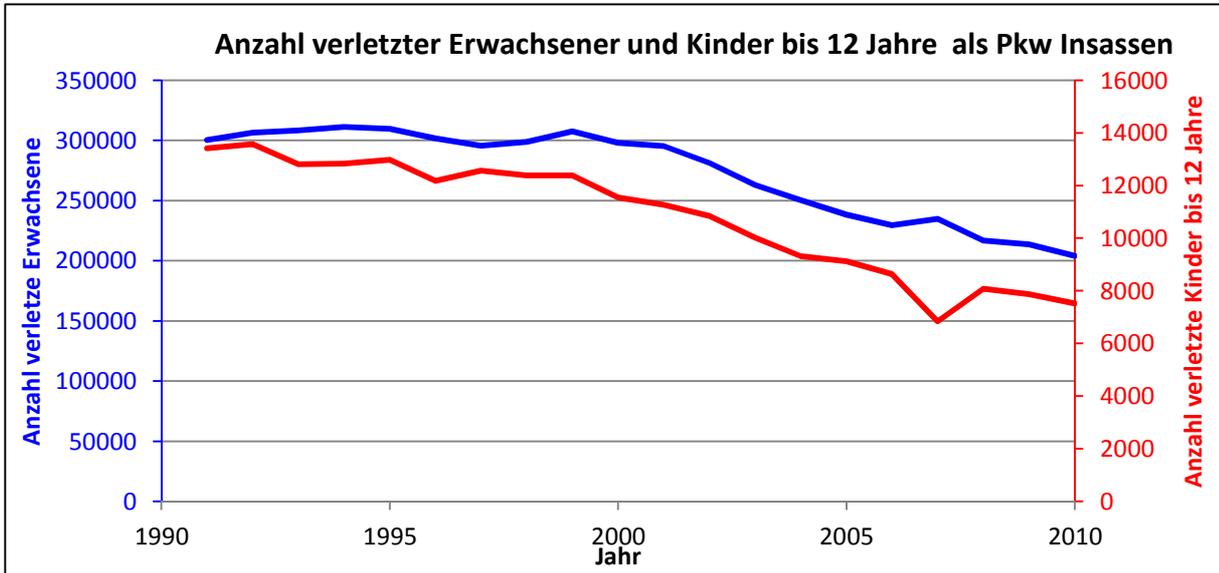


Abbildung 73: Vergleich verletzte Erwachsene und Kinder als Pkw Insassen

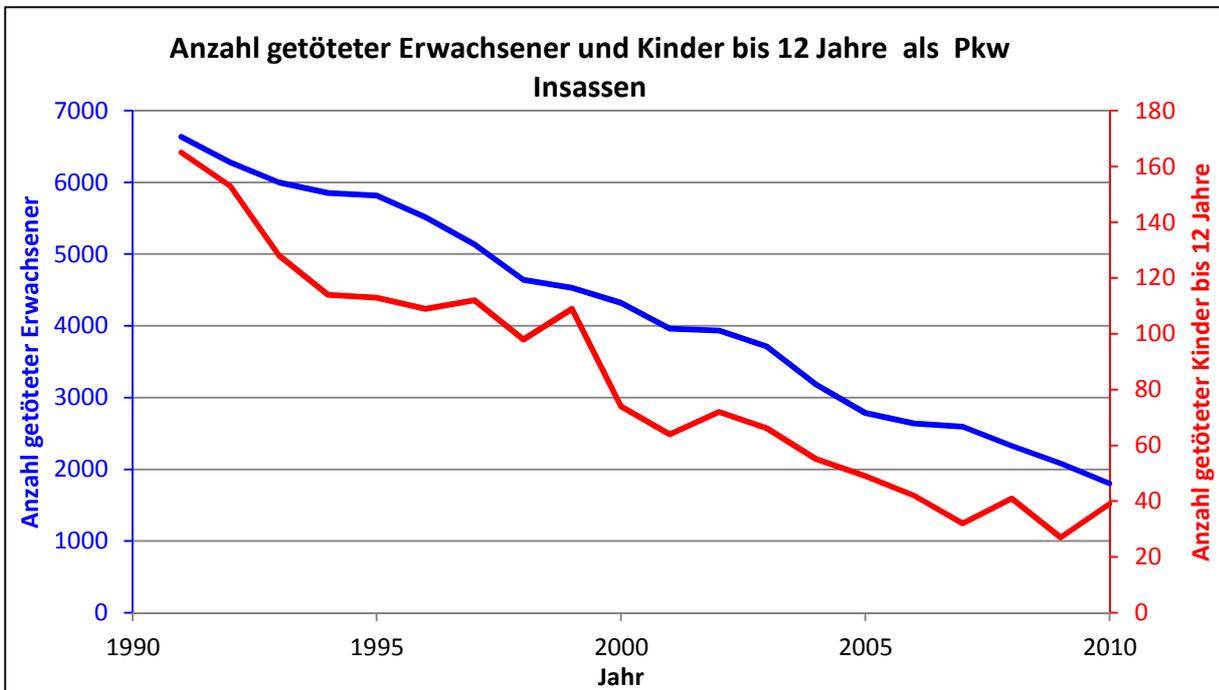


Abbildung 74: Vergleich getötete Erwachsene und Kinder als Pkw Insassen

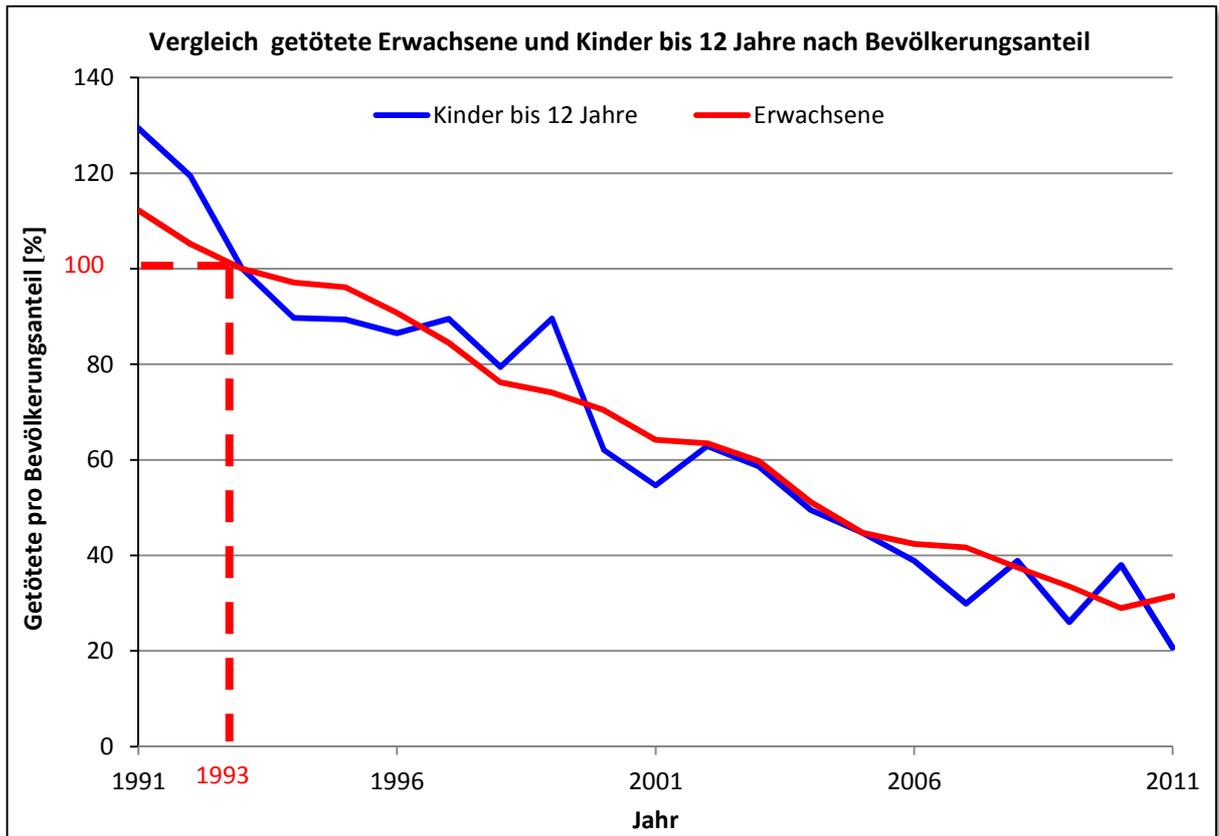


Abbildung 75: Vergleich getötete Erwachsene und Kinder als Pkw Insassen, bezogen auf den Bevölkerungsanteil

In Abbildung 75 wurde der Vergleichswert (100%) auf das Jahr 1993 gelegt, als den Zeitpunkt zu dem die Nutzung eines Kindersitzes für Kinder bis 12 Jahre in Deutschland verpflichtend eingeführt wurde. Es zeigt sich, dass diese gesetzliche Neuerung einen sehr positiven Effekt auf die Anzahl die getöteten Kinder hatte, welche in wenigen Jahren um 40 Prozentpunkte gesunken ist. Anschließend gab es im Vergleich zu den getöteten erwachsenen Pkw-Insassen eine nahezu identische Entwicklung.

Das Ergebnis der beschriebenen Vergleiche untermauert die Annahme, dass der Rückgang der Zahl der Verletzten und Getöteten erheblich durch Maßnahmen am Fahrzeug, der Infrastruktur und des Rettungswesens zurückzuführen und nicht allein durch die Verbesserung von Kindersicherungssystemen zu begründen ist. Da jedoch die meisten der fahrzeugseitigen Maßnahmen zum Insassenschutz mit Blick auf erwachsene Insassen auf den vorderen Sitzplätzen vorgenommen wurden, während Kinder in KSS deutlich häufiger auf der Rückbank befördert werden, kann ebenfalls geschlussfolgert werden, dass auch die Kindersitze dem positive Trend beim

Insassenschutz gefolgt sind. Trotz konstanter Fehlgebrauchsquoten in den letzten Jahren hat die Verbesserung der Kindersitze insgesamt eine positive Wirkung erzielt.

Dass aber in der Vermeidung von Misuse weiterhin ein erhebliches Potential zur Reduzierung der Zahl der Verletzten steckt, zeigen deren hohe Quoten auf der einen Seite und deren mögliche Folgen andererseits. Wenn es also gelingt die Fehlbenutzung von Kindersitzen deutlich zu reduzieren, wird sich das in den entsprechenden Unfallstatistiken zusätzlich positiv bemerkbar machen.

8.2 ISOFIX als Beispiel einer ineffektiven Problemlösung

Das grundsätzliche Potential von ISOFIX zur Vermeidung von Misuse an der Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Kindersitz ist unbestritten, dennoch ist das System kaum verbreitet. Die Ergebnisse der in Kapitel 5 beschriebenen Feldstudie zeigen, dass in weniger als 4 % der Fälle ein Kindersitz mit ISOFIX verwendet wird. Gleichzeitig zeigt sich immer wieder, dass nur wenige potentielle Nutzer dieses Systems überhaupt von seiner Existenz wissen. Ganz offensichtlich ist die geringe Marktdurchdringung auch durch den geringen Bekanntheitsgrad begründet.

Nutzer von ISOFIX-Kindersitzen geben bisweilen an, dass sie zwar von der Schutzwirkung des Gesamtsystems überzeugt sind, dass sie allerdings Schwierigkeiten haben die Einrastvorrichtungen vorschriftsgemäß zu verwenden. Die teilweise weit hinter dem Schnittpunkt von Sitzfläche und Rückenlehne montierten Haken sind schwer zu erreichen, außerdem kann die Handhabung der schweren und zum Teil sperrigen Sitze recht umständlich sein. Weiterhin ist eine häufig geäußerte Kritik an dem System, dass es im Vergleich zu „gewöhnlichen“ Kindersitzen deutlich teurer ist.

Mithin gibt es also Randbedingungen, die die einfache Benutzung von ISOFIX-Kindersitzen in der Praxis stark einschränken. Während die ursprüngliche Idee war, und das suggeriert auch der Name, dass ISOFIX ein universaler Standard ist, der immer dann funktioniert, wenn das Fahrzeug und der Sitz damit ausgestattet sind, sieht die Praxis anders aus. Tatsächlich haben die meisten ISOFIX-Sitze eine Semiuniversalzulassung, d.h. sie dürfen nur in Fahrzeuge installiert werden, für die dieser Sitz zugelassen ist. Dafür liegt dem KSS eine Liste mit den entsprechenden Fahrzeugmodellen bei. Der Nutzer muss beim Kauf eines solchen Sitzes mehrere Randbedingungen beachten, über die er sich bei einer Kaufentscheidung vermutlich nicht im Klaren ist. Es ist davon auszugehen, dass die genannten Einschränkungen und der ohnehin höhere Kaufpreis als entscheidende Gründe für die geringen Verkaufszahlen anzusehen sind. Hinzu kommt, dass die semiuniversale Zulassung der Sitze dazu führen kann, dass sie im Zweitwagen nicht als ISOFIX-Sitz verwendet werden können. Zwar sind die meisten dieser Sitze auch mittels Fahrzeuggurt benutzbar, allerdings haben sie in der Regel für diese Anwendungsart auch nur eine Semiuniversalzulassung. Hinzu kommt, dass es vermehrt

Sitzmodelle auf dem Markt gibt, die ausschließlich mittels ISOFIX im Fahrzeug befestigt werden können.

Das Beispiel ISOFIX zeigt recht deutlich, wie sich aus einer ursprünglich guten Idee, die nachweislich wesentliche Probleme der Fehlbenutzung löst, eine technische Lösung entwickelt hat, die zwar funktionell und im Sinne der Problemstellung effektiv ist, die jedoch durch die komplizierte Nutzbarkeit und hohe Kosten in der Praxis bisher wenig Akzeptanz gefunden hat.

Eine wesentliche Ursache für diese Entwicklung war dabei das Mitwirken vieler Interessensgruppen an der Erarbeitung der Gesetzgebung zu ISOFIX. So gab es im Laufe zahlreicher Entwicklungsstufen die Idee zu diesem Sicherungssystem als Antirotationseinrichtung einen dritten Anbindungspunkt zu definieren. Dieser sollte im vorderen Bereich unterhalb der Sitzfläche positioniert sein und hätte bezüglich der anderen beiden Anbindungspunkte in einem klar definierten Bereich liegen müssen, an den Fahrzeug- und Kindersitzhersteller gebunden wären. Die derzeit umständliche Handhabung mit Top Tether oder Stützfuß könnte damit entfallen. Seitens der Fahrzeughersteller gab es jedoch ein Interesse daran sich bei der Definition der Lage der Anbindungspunkte und deren Beschaffenheit wenig festzulegen, um sich insgesamt bei der Gestaltung des Fahrzeugsitzes möglichst viele Freiräume zu lassen. Die Kindersitzhersteller sind ihrerseits daran interessiert möglichst wenig feste Parameter einhalten zu müssen, die sie beim Design des Sitzes einschränken. Im Ergebnis des Ausgleichs der unterschiedlichen Interessen dieser Gruppen wurde der aktuell gültige Kompromiss gefunden, nach dem die Rotation des Sitzes entweder durch einen Stützfuß oder durch den Top Tether zu verhindern ist. Das bedeutet im Endergebnis, dass das System in der Handhabung kompliziert ist, dadurch eine geringere Akzeptanz erfährt und somit nur eine geringe Marktdurchdringung erreicht. Damit kommt das eigentliche Potential von ISOFIX nur bedingt zur Geltung.

8.3 Fehlbenutzung aus nichttechnischer Sicht

Bei der bisherigen Betrachtung in dieser Arbeit wurde Misuse hauptsächlich aus einer technischen Sichtweise betrachtet und bewertet. Sowohl die Ursachen als auch die Folgen von Fehlbenutzung wurden überwiegend hinsichtlich der Schnittstellen Kindersitz und Fahrzeug bzw. Kind und Kindersitz diskutiert. Durch diese Abstraktion lassen sich zwar bestimmte Problemstellungen isoliert betrachten und können ggf. zielgerichtet gelöst werden, dabei darf allerdings nicht aus den Augen verloren werden, dass die Bedienung von den Nutzern verstanden werden muss und dass sie es sind, die letztendlich Fehlbedienung verursachen oder vermeiden. Die technischen Gegebenheiten seitens des Kindersitzes oder des Fahrzeugs können dabei nur Rahmenbedingungen schaffen, über die erfolgreiche Bedienung dieser Systeme entscheidet am Ende der Anwender. Dabei spielt nicht nur eine Rolle inwiefern der Nutzer in der Lage ist die Anleitung richtig zu deuten und entsprechend auf

die Realität zu übertragen. Entscheidend ist vor allem seine Bereitschaft sich hinreichend mit der Thematik zu befassen, was wiederum ein ausreichendes Problembewusstsein voraussetzt.

Die in dieser Arbeit vorgestellte Feldstudie hat unter anderem als Ergebnis hervorgebracht, dass viele Anwender gewillt sind ihr Kind richtig im Sitz zu sichern, dieses in der Praxis aber nicht umgesetzt haben. Dabei zeigte sich, dass eine grundsätzliche Bereitschaft zur korrekten Sicherung des Kindes vorhanden ist, was allerdings nicht bedeutet, dass ein hinreichendes Problembewusstsein existiert. Es lässt sich eher im Gegenteil feststellen, dass das Risiko einer ungenügenden Sicherung häufig weit unterschätzt wird. Dabei sind Eltern durchaus bereit Kindersitze aus dem teureren Segment zu erwerben, obwohl es auch die Möglichkeit gäbe deutlich billigere Sitze zu kaufen. Die Annahme, dass sich Sicherheit durch ein teureres Produkt erkaufen lässt, ist dabei weit verbreitet [Glaser, 2009].

Sehr ausführlich wird die Fragestellung nach der Ursache von Fehlbenutzungen bei [Fastenmeier, 2006] erörtert. Dabei geht es darum, neben den technischen Ursachen an der Schnittstelle zwischen Mensch und Fahrzeug bzw. KSS, auch andere Gründe für das Fehlverhalten zu beleuchten. Als maßgebliche Ursache wurde auch hier das „Nicht Wissen“ identifiziert, also der Mangel an Informationen entweder ganz generell über die Sicherungspflicht oder aber über die richtige Benutzung eines Kindersitzes. Darüber hinaus gibt es als Fehlerursache das „Nicht Wollen“. Das kann aufgrund von Zweifeln an Sinnhaftigkeit der Sicherungspflicht eine bewusste Entscheidung dagegen sein, genauso kann eine vermeintliche Rücksichtnahme (z.B. Komfortverbesserung für das Kind) zu bewusster Fehlbenutzung führen. Dabei können Abwägungsprozesse zwischen einem Risiko, das zwar hoch ist aber nur selten auftritt und einer permanenten Komfortverbesserung zu Lasten der Sicherheit entschieden werden. Nicht zuletzt können situative Einflüsse wie Zeit- oder Platzmangel zu bewusstem Fehlverhalten führen.

Als Lösungsansatz für die genannten Probleme kommen sowohl technische Lösungen in Frage, die die richtige Benutzung vereinfachen bzw. im Idealfall erzwingen, gleichzeitig ist eine intensive Aufklärungsarbeit notwendig. Das kann einerseits durch eine geeignete Gebrauchsanleitung geschehen, darüber hinaus ist es allerdings notwendig, dass dem Kunden bereits beim Erwerb des Kindersitzes die notwendigen Informationen zur richtigen Benutzung mitgegeben werden. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, dass auch die Verkäufer von KSS über umfassendes Wissen verfügen. Weiterhin können gezielte Kampagnen helfen das generelle Bewusstsein für eine richtige Benutzung von Kindersitzen zu schärfen.

8.4 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden grundsätzliche Probleme im Umgang mit der Thematik der Fehlbenutzung von Kindersitzen dargestellt. Insgesamt erweist es sich als schwierig den Erfolg von Maßnahmen zur Vermeidung von Misuse nachzuweisen. Bei der Auswertung von Unfall- und Verletztanzahlen zeigt sich, dass neben der Verbesserung von Kindersitzen auch generelle Aktivitäten zur Steigerung der Verkehrssicherheit, wie die Verbesserung der Fahrzeugsicherheit, der Infrastruktur und des Rettungswesens, zum Rückgang der Zahl der verletzten Kinder als Pkw-Insassen geführt haben. Für Maßnahmen, die zur Verbesserung der Sicherheit von Kindern im Pkw vorgenommen wurden, müssen Kriterien gefunden werden, mit denen sich diese bewerten lassen.

Dass bei einer ausschließlich technischen Sicht auf die Problematik der Fehlbenutzung wesentliche Einflussgrößen vernachlässigen würden, wurde abschließend in diesem Kapitel dargelegt. Als bedeutsam hat es sich dabei erwiesen die Thematik aus Kundensicht zu betrachten. Welche Umstände führen zur Fehlbenutzung und machen sie wahrscheinlicher? Generell zeigt sich, dass ein Hauptproblem seitens der Nutzer mangelndes Wissen und ein geringes Problembewusstsein ist, die grundsätzliche Bereitschaft zum richtigen Umgang mit Kindersitzen ist in der Regel vorhanden. Dem lässt sich zu einem ganz wesentlichen Teil mit Aufklärungsarbeit begegnen, gleichzeitig muss es Zielsetzung sein, Kindersitze zukünftig derart zu optimieren, dass die Gefahr ihrer Fehlbenutzung reduziert oder ganz verhindert wird.

9 Maßnahmen zur Reduzierung der Fehlbenutzung

Aufbauend auf das vorherige Kapitel, in dem die generelle Problematik der Fehlbenutzung zusammengefasst wurde, werden in diesem Kapitel konkrete Maßnahmen zur Reduzierung der Fehlbenutzungsquote und zur Reduzierung der Auswirkungen von fehlerhafter Nutzung bei der Verwendung von Kindersitzen erörtert. Dabei werden vor allem Forderungen an den Gesetzgeber formuliert, der aufgrund seiner Position in der Lage ist dafür Sorge zu tragen, dass maßgebliche Verbesserungen verlässlich und kurz- oder wenigstens mittelfristig umgesetzt werden können.

Die vorangegangenen Kapitel haben gezeigt, dass es grundsätzlich drei Möglichkeiten gibt um dem Problem der Fehlbenutzung von Kindersitzen zu begegnen:

- Maßnahmen zur Vermeidung von Misuse
- Maßnahmen zur Verminderung der Folgen von Misuse
- Maßnahmen zur Aufklärung und Informationsverbreitung

Zu allen diesen drei Ansätzen wurden in Kapitel 4 und im Anhang Lösungsideen vorgestellt, die mehr oder weniger dazu geeignet sind die Zielsetzung zu erreichen. Diese Maßnahmen haben gemeinsam, dass sie freiwillig umgesetzt wurden, entweder aus dem ideellen Antrieb heraus die Verkehrssicherheit zu erhöhen, oder mit dem Ziel durch technische Innovationen und ggf. bessere Ergebnisse bei Verbraucherschutztests einen Wettbewerbsvorteil zu erlangen. Damit ist weder ihre Wirksamkeit überprüft, noch ist sichergestellt, dass eine möglicherweise sinnvolle Lösung eine weitreichende Verbreitung findet.

Deshalb kommt an dieser Stelle dem Gesetzgeber eine zentrale Rolle zu. Er kann durch geeignete Vorschriften in den drei oben genannten Bereichen dafür Sorge tragen, dass Kindersitzhersteller und ggf. auch Fahrzeughersteller bestimmte Vorgaben umsetzen, andernfalls kann er es ihnen verwehren ihre Produkte auf den Markt zu bringen. Die Legislative kann somit erreichen, dass Mindeststandards eingehalten und dass diese auch zwingend umgesetzt werden. Aus diesem Potential heraus ergibt sich die klare Forderung an den Gesetzgeber die Vorschriften zur Zulassung von Kindersitzen derart zu verändern, dass die Gefahr der Fehlbenutzung von Kindersitzen und möglicher Folgen, die daraus resultieren können, drastisch gesenkt werden.

Um grundsätzlich die Arbeit im Bereich der Misusevermeidung zu verbessern, muss zunächst die Qualität der Unfalldaten erhöht werden. Je besser sich nach einem Unfall nachvollziehen lässt, welche möglichen Zusammenhänge zwischen Verletzungen und Fehlbenutzung bestehen, umso leichter ist es möglich Verbesserungsmaßnahmen zu ergreifen. Dazu wird folgend ein Verfahren beschrieben, wie alle wesentlichen Informationen bei einem Verkehrsunfall ermittelt werden können.

Die oben beschriebene Problematik der unklaren Definition der Begriffe Misuse und Misuseschwere wird anschließend aufgegriffen. Für beide wird ein klarer Definitionsvorschlag gemacht, wobei die Misuseschwere für alle relevanten Fehler bewertet wird.

Abschließend werden technische und nichttechnische Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit diskutiert, die das Ziel verfolgen die Fehlbenutzung von Kindersitzen zu reduzieren.

9.1 Verbesserung der Qualität von Unfalldaten

Um einen Unfall und dessen Folgen für den kindlichen Insassen möglichst genau untersuchen zu können, müssen hinreichend viele Parameter über den Unfall bekannt sein. Dazu zählen nicht nur grundlegende Größen wie die Unfallkonstellation, die Kollisionsgeschwindigkeit und der Kollisionswinkel, insbesondere über die Sicherungssituation des betrachteten Kindes müssen detaillierte Informationen vorliegen. Dazu gehören Alter, Größe, Gewicht genauso wie die Sitzposition im Fahrzeug, der verwendete Kindersitz und nach Möglichkeit auch Angaben über die Qualität der Sicherung. Allerdings lassen sich Fragen, ob das Kind korrekt gesichert war und inwiefern eine Fehlbenutzung des Kindersitzes vorlag, im Nachhinein nur schwer beantworten. Im Regelfall haben Ersthelfer das Kind und meistens auch den Kindersitz bereits vor Eintreffen der Rettungskräfte aus dem Fahrzeug genommen. Direkte Beobachtungen zur Sicherungssituation sind so nicht mehr möglich. Um darüber verlässliche Angaben zu bekommen, ist sowohl die Befragung von Zeugen beziehungsweise auch der Personen, die das Kind gesichert haben, notwendig, gleichzeitig können Spuren am Kindersitz und im Auto darüber Auskunft geben, wie der Kindersitz im Fahrzeug gesichert war. So kann der Fahrzeuggurt auf Spuren untersucht werden, die auf eine Lasteinleitung durch den Kindersitz hindeuten, im Idealfall lässt sich der exakte Gurtbefestigungspunkt am Kindersitz identifizieren, der den entsprechenden Abdruck am Fahrzeuggurt hinterlassen hat. Weitere Spuren können Anprall- oder Abdruckpunkte im Fahrzeuginnenraum sein, an denen sich erkennen lässt, ob es ggf. zum Kontakt vom Kind mit dem Innenraum kam.

Im Folgenden wird eine Vorgehensweise beschrieben, mit deren Hilfe Hinweise über das Unfallgeschehen und die tatsächliche Sicherungssituation des Kindes im Fahrzeug erlangt werden können. Dabei entsteht durch die Beantwortung von Fragen in einer sinnvollen Reihenfolge ein umfassendes Bild, welches im Ergebnis im Regelfall die Situation recht gut darstellen sollte. Grundsätzlich gilt dabei, dass alle getroffenen Aussagen nicht ausschließlich aufgrund einer reinen Faktenlage getroffen werden, sondern dass sie das Ergebnis aus Erfahrungen und der Analyse zahlreicher Unfälle sind, wie zum Beispiel die der Rekonstruktionsdatenbank (siehe Kapitel 7.1). Bei der hier beschriebenen Vorgehensweise geht es um das durchschnittliche Unfallgeschehen.

Gleichwohl gibt es immer wieder Fälle, die aufgrund ihrer besonderen Schwere oder der einzigartigen Umstände durch eine schematische Betrachtung nicht abgedeckt werden können.

9.1.1 Allgemeine Informationen zum Unfall

Wie hoch war die Kollisionsgeschwindigkeit, wo liegt der Kollisionspunkt am Fahrzeug und unter welchem Winkel fand die Kollision statt?

Die Beantwortung dieser Fragen stellt in der Regel für einen erfahrenen Unfallsachverständigen bzw. Unfallforscher keine große Herausforderung dar. Anhand von Brems- und Schleuderspuren, der Endlage des Fahrzeugs, des Verformungsbildes am Fahrzeug und der Schäden an anderen Fahrzeugen bzw. am Kollisionshindernis, lässt sich die grundlegende Kinematik des Fahrzeugs nachvollziehen. Im Weiteren können geeignete Simulationsprogramme sowie Datenbanken, in denen Angaben über Fahrzeuge mit ähnlichen Schadensbildern hinterlegt sind, bei der Ermittlung der Kollisionsgeschwindigkeit sowie des Kollisionswinkels helfen. Auch wenn damit im Regelfall recht gute Ergebnisse erzielt werden, muss an dieser Stelle grundsätzlich darauf hingewiesen werden, dass die Rekonstruktion eines Unfalls immer mit Unsicherheiten behaftet sein kann. Dabei kann eine geringe Abweichung der Kollisionsgeschwindigkeit erhebliche Unterschiede bei den Insassenbelastungen nach sich ziehen. Gleiches gilt für den Kollisionswinkel und die Anstoßstelle. Auch hier können bereits geringe Abweichungen dazu führen, dass tragende Teile der Fahrzeugkarosserie beaufschlagt werden, was möglicherweise im Realunfall nicht der Fall war. Das führt ebenfalls zu unterschiedlichen Lasteinleitungen, anderen Fahrzeugenverformungen und Intrusionen des Fahrzeuginnenraums. Bei Ermittlung dieser Parameter, die den Unfall grundsätzlich beschreiben, ist daher größtmögliche Sorgfalt geboten.

Auf welchem Sitzplatz befand sich das Kind?

Die Beantwortung dieser Frage erscheint auf den ersten Blick selbstverständlich und deshalb an dieser Stelle überflüssig zu erwähnen. Dennoch sei darauf hingewiesen, dass die Feststellung der Sitzposition des Kindes nicht immer eindeutig zu klären ist und dass es vorkommt, dass die Angaben in den Unfallakten zu diesem Punkt nicht eindeutig oder offensichtlich falsch sind. Ist in der Verkehrsunfallanzeige erst einmal eine falsche Angabe hinterlegt, fällt es im Nachhinein oftmals gar nicht auf, dass hier ein Fehler vorliegt und der Unfall wird unter Umständen mit falschen Annahmen rekonstruiert. Deshalb gilt es zu prüfen, ob die Sitzposition des Kindes mit den sonstigen Hinweisen, die die Spurenlage im Fahrzeug bringt, übereinstimmt. Ist das nicht der Fall, sollte gründlich geprüft werden, ob sich Hinweise finden lassen, die eine andere Sitzposition näher legen und offensichtliche Widersprüche auflösen.

9.1.2 Informationen zum Kind und zum Kindersitz

Wie alt, wie groß und wie schwer ist das Kind?

Diese Informationen lassen sich unter Umständen recht einfach aus den Unfallakten entnehmen. Wurde das Kind im Krankenhaus gründlich untersucht oder ist es gar verstorben und es liegt ein Obduktionsbericht vor, dann sind dort die genannten Informationen als Teil der Unfallakte zu finden. Angaben zum Alter stehen darüber hinaus auch in der Unfallanzeige der Polizei.

Um welches Kindersitzmodell handelt es sich?

Die Frage nach dem Kindersitz ist dann sehr leicht zu beantworten, wenn es Fotos davon gibt, oder wenn Zeugen direkt befragt werden können. Ist beides nicht der Fall, so besteht weiterhin die Möglichkeit, dass der Kindersitz von der Polizei in Verwahrung genommen wurde, oder dass er noch beim Unfallfahrzeug zu finden ist. Lassen sich keine verlässlichen Informationen über das benutzte Modell finden, ist es eigentlich unmöglich den Fall sinnvoll zu rekonstruieren. In einem ähnlichen Sitz der gleichen Gruppen können bestenfalls grundlegende Kinematikuntersuchungen durchgeführt werden, deren Ergebnisse aber für den eigentlichen Unfall nur sehr eingeschränkt belastbar sind.

Wie war der Kindersitz im Fahrzeug befestigt?

Die korrekte Beantwortung dieser Frage ist gleichermaßen schwierig wie bedeutsam. Angaben von Zeugen sind in diesem Zusammenhang in der Regel nicht vorhanden und nur wenig brauchbar. Abgesehen von Fällen, in denen eine schwerwiegende Fehlbenutzung vorlag, die auch dem Laien unmittelbar auffällt, ist kaum zu erwarten, dass Ersthelfer in einer Unfallsituation auf die Befestigung des Kindersitzes achten. Grundsätzliche Fragen, wie die Einbaurichtung oder die mögliche Befestigung mittels ISOFIX, können unter Umständen aber beantwortet werden. Da der Sitz meistens im unmittelbaren Zusammenhang mit der Versorgung des Kindes aus dem Fahrzeug entfernt wird, lässt sich im Nachhinein bestenfalls anhand von Spuren rekonstruieren, wie der Sitz befestigt war (siehe Punkte 9.1.4 und 9.1.5). Das Befragen der Personen, die den Kindersitz im Fahrzeug befestigt haben, kann wertvolle Informationen bringen. Allerdings gilt es zu beachten, dass aufgrund möglicher Schuldgefühle oder der persönlichen Rechtfertigung auch mit falschen Angaben der beteiligten Personen zu rechnen ist. Auch hier gilt, dass eine Rekonstruktion nur dann sinnvoll ist, wenn einigermaßen verlässliche Informationen über den Einbau des Sitzes vorliegen.

Wie war das Kind im Kindersitz befestigt?

Auch hier gilt, dass nur mit halbwegs belastbaren Fakten eine Rekonstruktion sinnvoll ist. Wie im eben erläuterten Punkt ist es in der Regel schwierig zur Sicherung des Kindes verlässliche Angaben zu erhalten. Es bleibt die Befragung der sichernden Person oder auch des Kindes selbst, vor allem aber die Untersuchung des Fahrzeugs und des Kindersitzes nach möglichen Spuren.

9.1.3 Informationen zu den Verletzungen des Kindes

Welche Verletzungen hat das Kind erlitten?

Detaillierte Angaben zu den Verletzungen des Kindes können für eine Unfallrekonstruktion sehr hilfreich sein. Mit Hilfe des Untersuchungsberichts aus dem Krankenhaus lassen sich anhand der beschriebenen Verletzungen Rückschlüsse auf die Sicherungssituation im Fahrzeug schließen.

Verletzungen am oder im Schädel des Kindes lassen in der Regel auf einen Kontakt zwischen dem Kopf und dem Fahrzeug bzw. einem anderen harten Gegenstand schließen. Da der Kindersitz in der Regel so konstruiert ist, dass er selbst keine Kopfverletzungen verursachen kann, kann er als Verletzungsursache eher ausgeschlossen werden. Ein direkter Kontakt des Kopfes mit dem Fahrzeug bei einem Frontalaufprall kann allerdings nur unter zwei Umständen auftreten: Entweder war das Kind fehlerhaft gesichert, sodass es aufgrund einer großen Lose des Gurtes im Sitz oder im Fahrzeug einen großen Bewegungsraum hatte, oder aber aufgrund des Unfallgeschehens kam es zu einer Intrusion von Fahrzeugteilen in den Innenraum, mit denen das Kind Kontakt hatte. In sehr kleinen Fahrzeugen können Kopfverletzungen unter Umständen auch dann auftreten, wenn der Vordersitz sehr weit nach hinten gestellt war und somit nur ein geringer Bewegungsraum zur Verfügung stand. Je nach Lokalisation der Verletzung am Kopf des Kindes lässt sich der Anprallort ggf. auch genauer eingrenzen. Kann eine Kopfverletzung aufgrund einer Intrusion ausgeschlossen werden, so ist eine fehlerhafte Sicherung des Kindes zumindest wahrscheinlich. Die Frage, ob Kopfverletzungen, insbesondere im Bereich des Gehirns, auch ohne Kopfanprall auftreten, lässt sich mit hoher Verlässlichkeit mit nein beantworten. Induzierte Gehirnverletzungen, die nur aufgrund einer hohen Beschleunigung verursacht wurden, ließen sich in der Analyse der rekonstruierten Unfälle (siehe Kapitel 7.1) nicht nachweisen.

Verletzungen im Halsbereich deuten insbesondere bei kleinen Kindern auf eine unzureichende Abstützung des Kopfes hin. Treten solche Verletzungen auf, so wäre im Fall der Verwendung einer Babyschale zu prüfen, ob diese falschherum, d.h. in Fahrtrichtung im Fahrzeug befestigt war, oder ob das Kind für seine Größe zu früh in einem vorwärts gerichteten Sitz gesichert waren. Zum einen sind in beiden Fällen im Fall eines Frontalaufpralls schwere Halsverletzungen sehr wahrscheinlich, gleichzeitig lässt sich in den meisten der analysierten und rekonstruierten Unfälle diese Verletzung auf die beschriebenen Fehler zurück führen. Halsverletzungen sind in der Regel sehr schwerwiegend und insbesondere bei Babys und sehr kleinen Kindern aufgrund ihrer Anatomie häufig auch tödlich.

Verletzungen im Thoraxbereich können vielfältige Ursachen haben. Eine direkte Krafteinleitung durch andere Gegenstände, lässt sich in der Regel anhand der Verletzung erkennen. Auch besteht die Möglichkeit, dass der Fahrzeug- oder Kindersitzgurt Verletzungen verursacht, die sich ebenfalls an typischen Abdrücken erkennen lassen. Infolge davon kann es zu Rippenbrüchen, zur Quetschung der Lunge oder anderer innerer Organe kommen. Ist das Kind korrekt gesichert und war die

Fahrzeugverzögerung nicht übermäßig hoch, so kann davon ausgegangen werden, dass die beschriebenen Verletzungen nicht auftreten. Das bedeutet also im Umkehrschluss, dass das Vorhandensein von (schweren) Thoraxverletzungen auf eine fehlerhafte Sicherung schließen lässt. Dabei können eine große Gurtlose und ein falscher Verlauf des Fahrzeuggurts als mögliche Ursache in Betracht kommen. Wird bei einem Gruppe 2/3-Sitz beispielsweise der Schultergurt unter den Arm und nicht über die Schulter geführt, so kommt es zu einer erheblichen Lasteinleitung in den Oberkörper, die die beschriebenen Verletzungen verursachen kann. An dieser Stelle können allerdings nur in seltenen Fällen anhand des Verletzungsbildes direkte Rückschlüsse auf die genauen Fehler bei der Sicherung gezogen werden, als Anhaltspunkte sind sie dennoch sehr nützlich.

Im Abdominalbereich treten Verletzungen hauptsächlich bei Kindern auf, die in einem Gruppe 2/3-Sitz gesichert waren. Wird der Beckengurt nicht durch eine entsprechende Gurtführung zurückgehalten, die entweder nicht benutzt wurde oder am Kindersitz nicht vorhanden ist, so schneidet er bei einer Vorverlagerung des Kindes in den Bauchraum ein. Unterstützt wird dieser Effekt durch das sogenannte Submarining. Damit ist die Kinematik des Insassen gemeint, bei der er unter dem Fahrzeuggurt durchrutscht, also „abtaucht“. Dadurch wird die Last des Beckengurtes nicht mehr in den robusten Beckenknochen geleitet, sondern direkt in den Abdominalbereich, der durch keine weitere Knochenstruktur geschützt ist. Erhebliche innere Verletzungen sind die Folge. Sind solche Verletzungen bei einem Kind festzustellen, so gilt auch hier wieder, dass von einer fehlerhaften Sicherung des Kindes ausgegangen werden muss, sofern es sich nicht um einen ungewöhnlich schweren Unfall handelt.

Verletzungen an den Extremitäten lassen in der Regel keine Rückschlüsse auf die Sicherungssituation zu. Die Gliedmaßen können bei hohen Verzögerungen durch Schleuderbewegungen Kontakt mit dem Kindersitz, mit Fahrzeugteilen oder auch mit dem Kind selbst haben und so verletzt werden. Unabhängig von der korrekten oder fehlerhaften Sicherung des Kindes sind dabei auch Knochenbrüche möglich.

9.1.4 Untersuchung des Kindersitzes

Welche Spuren lassen sich am Kindersitz finden?

Der Kindersitz selbst kann wertvolle Hinweise über seinen Einbau im Fahrzeug geben. Zunächst lässt sich anhand seiner Kindersitzgruppe erkennen, ob es sich um einen geeigneten Sitz für das Kind handelt. Weiterhin lässt die Einstellung des Gurtsystems im Sitz erkennen, ob es richtig auf die Größe des Kindes angepasst war. Im nächsten Schritt wäre zu prüfen, ob alle Bauteile des Kindersitzes vorhanden sind. Ist das nicht der Fall, können diese bei der Versorgung des Kindes bzw. beim Ausbau des Sitzes verlorengegangen sein, es besteht aber auch die Möglichkeit, dass sie bereits vor dem Unfall nicht am Sitz waren und somit eine korrekte Sicherung gar nicht möglich war.

Wenn Beschädigungen am Kindersitz festgestellt werden können, so sollte versucht werden deren Ursache zu ermitteln. Möglicherweise gibt es Teile am Fahrzeug, die den Schaden verursacht haben können. Auch kann die Lasteinleitung durch das Kind zu Schäden im Sitz führen (Abbildung 76). Typische Abdrücke des Kopfes können dafür ein Indikator sein. Schäden im Bereich der Gurtführungen können durch den Fahrzeuggurt selbst verursacht sein, was zunächst auf eine korrekte Gurtführung hindeutet. Andererseits können auch gurttypische Abriebspuren an Stellen auftreten, an denen der Gurt nicht entlangzuführen ist. Das wiederum wäre ein deutlicher Hinweis für eine fehlerhafte Gurtführung. Dehnspuren am Gurtsystem des Kindersitzes sind in der Regel auch bei schweren Unfällen nicht zu finden, da dazu die Masse des Kindes nicht ausreicht. Dennoch können andere Spuren von Lasteinleitungen im Gurtsystem zu finden sein. Auffällige Knickstellen lassen auf Punkte schließen, an denen der Gurt umgelenkt wurde. An deren Position lässt sich unter Umständen erkennen, wie straff der Gurt angezogen war und ob ggf. Gurtlose vorlag.



Abbildung 76: Gebrochener Kopfschutz nach einem Kopfkontakt bei einer Seitenkollision

Falls der Sitz mittels ISOFIX im Fahrzeug befestigt war, sollten die Verankerungspunkte untersucht werden. Verformungen deuten auf eine Krafteinleitung hin, ist diese nur an einer Seite vorhanden, war möglicherweise ein Haken nicht richtig eingerastet. Falls ein Top Tether vorhanden ist, kann dieser ebenfalls auf Knickspuren untersucht werden. Ggf. lassen sich dadurch Hinweise finden, wie straff der Gurt gespannt war und ob er überhaupt benutzt wurde. Falls ein Stützfuß in Verwendung war, wäre zu untersuchen, ob die Längeneinstellung mit der Höhe des Fahrzeugsitzes übereinstimmt, oder ob der Stützfuß zu kurz oder zu lang eingestellt war. Unter Umständen lassen sich entsprechende Abdruckspuren in Fußraum des Fahrzeugs finden.

Bei allen Punkten, die den Kindersitz betreffen, gilt es zu beachten, dass der Sitz beim Ausbau eventuell verändert oder auch beschädigt wurde und nicht mehr dem Zustand entsprechen muss, den er im Moment des Unfalls hatte. Dabei können Fehler nachträglich verursacht worden sein, genauso können aber auch Fehler bewusst oder versehentlich im Nachhinein beseitigt worden sein.

9.1.5 Spuren im Fahrzeuginnenraum

Welche Hinweise gibt es im Fahrzeuginnenraum?

Auch im Fahrzeuginnenraum kann es möglicherweise eine Vielzahl von Spuren geben, die Hinweise auf die Sicherung des Kindes geben. Zunächst gilt es zu verifizieren, ob der Kindersitz tatsächlich an der angegebenen Sitzposition eingebaut war. Unter Umständen lassen sich Abdrücke im Polster oder in der Türverkleidung finden, die auf einen Kontakt mit dem Kindersitz hindeuten. Auch kann der Fahrzeuggurt Spuren aufweisen, die anzeigen, dass er durch einen Kindersitz geführt wurde. Falls sich solche Spuren am Gurt finden lassen, so kann versucht werden die Knickspuren mit den Gurtführungspunkt am Kindersitz in Übereinstimmung zu bringen. Daran lässt sich ggf. erkennen, ob der Gurt richtig geführt wurde und wie straff der Fahrzeuggurt gezogen war. Dabei gilt es zu beachten, dass sich der Gurt längt, bevor er Kraft aufnimmt und sich entsprechende Merkmale auf ihm abzeichnen. Eine scheinbare Gurtlose bedeutet also nicht automatisch eine tatsächliche Gurtlose in der ursprünglichen Einbausituation.

In Abbildung 77 links sind typische Abriebspuren zu sehen, die durch die Gurtklemme am Kindersitz verursacht wurden. Diese Spuren entstehen dadurch, dass das KSS bei der Fahrzeugverzögerung am Gurt „entlang rutscht“.



Abbildung 77: Abriebspuren am Fahrzeuggurt (links), verursacht durch die Gurtklemme im Kindersitz (mitte und rechts)

Die in Abbildung 78 gezeigten Spuren mit den charakteristischen Diagonalabdrücken wurden durch den oberen Gurthanbindungspunkt verursacht.

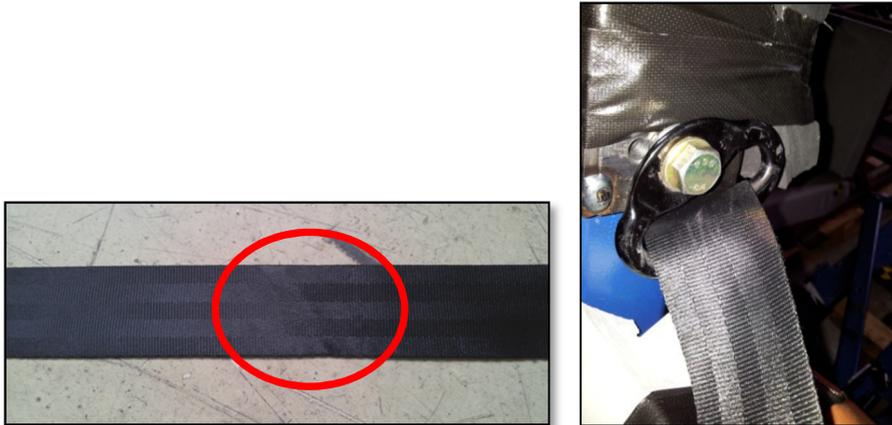


Abbildung 78: Diagonale Gurtspuren(links), verursacht durch den oberen Gurthanbindungspunkt

Mit Hilfe der Spuren am Fahrzeuggurt ist es möglich zu rekonstruieren, wie der Gurt am Kindersitz geführt wurde und wie er gestrafft war. In Abbildung 79 ist ein Vergleichstest dargestellt, bei dem zwei Kindersitze getestet wurden. Auf der linken Seite wurde der Gurt korrekt geführt, auf der rechten Seite wurde der Gurt oberhalb der unteren Führungspunkte (Beckenhörnchen) gelegt, was bei einem realen Unfall zu schweren Abdominalverletzungen führen kann.



Abbildung 79: Schlittentest mit einem Gruppe 2/3 Sitz; Links: richtige Sicherung; Rechts: Einbau mit falscher Gurtführung (Pfeil)

Mit Hilfe der Gurtspuren konnte der Gurt jeweils nach dem Crash so entlang des Sitzes geführt werden, wie er mutmaßlich zum Zeitpunkt des Crashes geführt war. Dabei ergeben sich zwei unterschiedliche Ergebnisse. Für den Fall der korrekten Gurtführung (Abbildung 80, links) zeigt sich, dass sich eine Gurtlose einstellt, die in etwa dem entspricht, was ein Kind als Insasse ausfüllen würde. Es kann also davon ausgegangen werden, dass der Gurt im Moment des Unfalls hinreichend

straff angelegt war. Im Vergleich dazu ist in Abbildung 80 rechts eine große Gurtlose zu erkennen. Das zeigt entweder, dass der Fahrzeuggurt zwar richtig geführt wurde und mit einer großen Lose versehen war, oder dass die Gurtführung nicht vorschriftsgemäß vorgenommen wurde, so wie es im Versuch tatsächlich der Fall war.

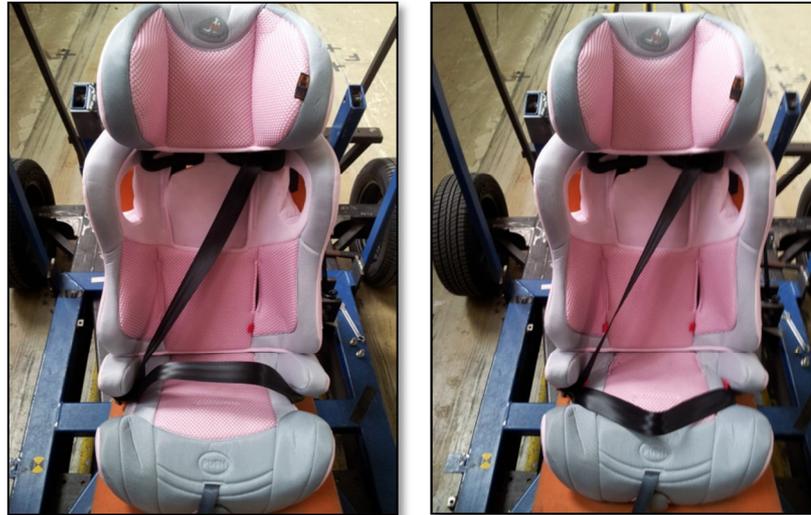


Abbildung 80: Vergleich des rekonstruierten Gurtverlaufs; Links. Korrekte Gurtführung; Rechts: Gurtführung mit Gurtlose

Im Abgleich zu möglichen Verletzungen ließen sich genauere Rückschlüsse auf den tatsächlichen Fehlgebrauch ziehen. Während bedeutende Kopfverletzungen auf eine große Vorverlagerung und entsprechend auf eine Gurtlose hindeuten würden, wären Abdominalverletzungen ein deutliches Zeichen für einen Gurtverlauf oberhalb der Gurtführungspunkte.

Weiterhin wäre nach Abdrücken zu suchen, die entsprechend der Anprallrichtung durch das Kind selbst oder den Kindersitz verursacht wurden. Hier ist zu überprüfen, ob Stoßrichtung und Kinematik des Insassen übereinstimmen. Weiterhin gilt es zu beachten, ob an der Sitzposition ein Airbag ausgelöst wurde. Dabei wäre insbesondere auf dem Beifahrerplatz der Frontairbag interessant, aber auch Thorax- und Kopfairbags können zur Interaktion mit dem Kindersitz oder dem Kind führen und unter Umständen Verletzungen verursachen. Des Gleichen gilt es zu berücksichtigen, ob das Fahrzeug am entsprechenden Platz mit einem Gurtstraffer ausgestattet ist und ob dieser ausgelöst und eine mögliche Gurtlose unterbunden hat. Ebenfalls von Bedeutung ist die Frage in welcher Position sich der Fahrzeugsitz befand, auf dem das Kind saß. Im Falle des Beifahrersitzes ist dieser in mehrere Richtungen verstellbar. Dabei ist allerdings zu beachten, ob der Sitz im Zusammenhang mit Rettungsmaßnahmen verstellt wurde und sich nicht mehr in seiner ursprünglichen Position befinden muss. Saß das Kind auf der Rückbank, so ist der Abstand zum Vordersitz von Bedeutung, da es auch hier möglicherweise einen Kopfkontakt gegeben haben kann.

9.1.6 Befragung der Personen, die das Kind gesichert haben

Welche Informationen können Personen geben, die das Kind gesichert haben?

Die Befragung der Personen, die das Kind im Fahrzeug gesichert haben, kann im Idealfall sehr genaue Informationen über die Sicherungssituation bringen. Auch wenn sich im Nachhinein sicherlich nicht verlässlich beschreiben lässt, wie fest die Gurte vom Sitz oder vom Fahrzeug angezogen waren, so kann doch der Gurtverlauf beschrieben werden, genauso wie die Einbaurichtung des Sitzes und die Art und Weise wie ggf. ISOFIX verwendet wurde. Wesentlich kann auch die Frage sein, ob sich das Kind im konkreten Fall selbst gesichert hat und ob diese Sicherung kontrolliert wurde. Wie bereits erwähnt, ist zu beachten, dass Information, die von unmittelbar beteiligten oder gar betroffenen Personen stammen, unter Umständen stark von der Realität abweichen. Das kann bewusst oder unbewusst geschehen.

9.1.7 Befragung von Zeugen

Welche Informationen können Zeugen und Beteiligte geben?

Zeugen können sehr wichtige Informationen geben, wenn es darum geht herauszufinden, wie ein Kind im Fahrzeug gesichert war. Auch wenn deren Fokus bei der Rettung nach einem Unfall sicherlich nicht darauf liegt, wie und ob das Kind im Kindersitz gesichert ist, können nachträglich vielleicht entscheidende Fragen aus der Erinnerung beantwortet werden. Als Zeugen kommen dabei nicht nur mögliche Ersthelfer in Betracht, sondern auch Feuerwehrleute und Ärzte, die an Rettungsmaßnahmen beteiligt waren, genauso wie Mitarbeiter der Polizei, die mit der Unfallaufnahme betraut sind. Gerade letztere Berufsgruppe hat vielleicht einen speziellen Blick auf die Situation, die für bestimmte Fragestellungen sehr hilfreich sein kann. Je nachdem, wie der Fall eingeordnet wird, kann es sein, dass bereits seitens der Polizei ein erheblicher Aufwand bei der Aufnahme des Unfalls betrieben wurde und beispielsweise detaillierte Skizzen und Fotos vorliegen. Es kommt vor, dass auch lange nach dem Unfall detaillierte Erinnerungen vorhanden sind, die durch Befragungen abgerufen werden können. Nicht zuletzt kann die Polizei möglicherweise auch Kontakt zu anderen Zeugen herstellen und bei deren Befragung hilfreich sein.

9.1.8 Zusammenfassung

Das hier beschriebene Vorgehen bei der Rekonstruktion von Unfällen, bei denen Kinder als Fahrzeuginsassen beteiligt waren, zeigt eine Vielzahl von Möglichkeiten auf, die genutzt werden können. In den seltensten Fällen wird es jedoch möglich sein alle beschriebenen Wege zu gehen. Selten kann das Fahrzeug lange nach dem Unfall detailliert untersucht werden, auch ist es in der

Regel schwierig im Verlauf der Rekonstruktion noch verlässliche Zeugenaussagen zu erhalten. Im Ergebnis wird das immer dazu führen, dass bestimmte Annahmen getroffen werden müssen. Dann gilt es abzuwägen, wie groß die daraus resultierende Unsicherheit ist und wie sinnvoll unter den jeweiligen Randbedingungen ein Rekonstruktionsversuch ist. Es mag relativ unerheblich sein, ob die Kollisionsgeschwindigkeit genau ermittelt wird bei einem Unfall, bei dem ein Baby in einer vorwärtsgerichteten Babyschale auf der Rücksitzbank saß und schwere Halsverletzungen erlitten hat, während die exakte Bestimmung von Aufprallwinkel und Kollisionspunkt bei einem Seitenaufprall mit einem Baum, der zu Kontaktverletzungen geführt hat, grundlegend sein kann. Letztendlich ist es entscheidend, ob die Rekonstruktion eines Unfalls bei der Beantwortung einer bestimmten Fragestellung hilfreich sein kann, ob der damit verbundene Aufwand zu rechtfertigen ist und wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, dass man mit der Rekonstruktion das tatsächliche Unfallgeschehen möglichst genau abbildet.

9.2 Begriffsdefinition Misuse

Die Problematik der Definition des Begriffs Misuse wurde bereits in Kapitel 6 diskutiert. Obwohl die Thematik des Fehlgebrauchs von Kindersitzen ein vordergründiges Problem im Zusammenhang mit Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten rund um das Thema Kindersicherheit im Fahrzeug ist, existiert zu dieser Begrifflichkeit keine eindeutige Definition. Zwar kann davon ausgegangen werden, dass unter Experten Einigkeit über dessen grundlegende Bedeutung besteht, dennoch gibt es in wesentlichen Punkten dazu unterschiedliche Auffassungen. Es ist daher dringend geboten eine scharfe Begriffsdefinition zu formulieren, die die Fehlbenutzung klar von anderen Zuständen abgrenzt und ein eindeutiges Verständnis ermöglicht. Ein Vorschlag dazu wird im Folgenden erarbeitet.

Zunächst ist die Frage zu klären, unter welchen Randbedingungen grundsätzlich von Fehlbenutzung gesprochen werden kann. In diesem Zusammenhang wird bisweilen darüber diskutiert, wie mit Fällen umzugehen ist, bei denen kein Kindersitz verwendet wurde. Zwar kann auch dabei die Sichtweise vertreten werden, dass es sich um die fehlerhafte Sicherung eines Kindes im Fahrzeug handelt und daher im Gesamtkontext ebenfalls von Fehlbenutzung zu sprechen ist. Allerdings legt der Begriff der Fehlbenutzung die Annahme nahe, dass etwas, in diesem Fall ein Kindersitz, in Benutzung war. Aus diesem Verständnis heraus kann also nur von Fehlbenutzungsfällen (Misusefällen) gesprochen werden, wenn ein Kindersitz in irgendeiner Form in Verwendung war. In Abgrenzung dazu kann von Fällen der Nichtnutzung (nonuse) gesprochen werden. Die Argumentation, dass auch bei Nichtverwendung eines KSS Fehler bei der Sicherung gemacht werden können (beispielsweise ein Verlauf des Fahrzeuggurts unter der Schulter des Kindes) ist zwar

nachvollziehbar, dennoch handelt es sich dabei nicht um die Fehlbenutzung eines Kindersitzes und damit nicht um Misuse im beschriebenen Sinn.

Im Weiteren stellt sich die Frage, wann im Zusammenhang mit der Nutzung eines Kindersitzes von der fehlerhaften Nutzung gesprochen werden kann. Die in Kapitel 6 beschriebene kurze Umfrage unter Experten dazu ergab die mehrheitliche Auffassung, dass Misuse dann gegeben ist, wenn ein Kindersitz nicht in der Art verwendet wird, wie es seitens des Kindersitzerstellers, des Fahrzeugherstellers und des Gesetzgebers vorgeschrieben ist. Im Gegensatz dazu sind Situationen, die zwar aus Sicht des optimalen Schutzes des Kindes zu vermeiden sind, aber im Rahmen der gegebenen Vorschriften sind, als nichtoptimaler oder ungeeigneter Gebrauch (inappropriate use) zu bezeichnen.

Entsprechend könnte eine Definition für Misuse lauten:

„Als Misuse im Bereich der Kindersicherheit werden Fälle beschrieben, in denen Kinder nicht entsprechend der Vorgaben seitens des Kindersitzherstellers, des Fahrzeugherstellers und des Gesetzgebers im Fahrzeug in einem Kindersitz befördert werden.“

Aus dieser scharfen Abgrenzung ergibt sich allerdings die Schwierigkeit, dass dem Verbraucher die richtige Nutzung eines Kindersitzes gezeigt werden muss. Hinzu kommt, dass die Erfüllung der aktuell geltenden Vorschriften im Ergebnis nicht zwingend dazu führt, dass ein Kind optimal gesichert ist. So ist es beispielsweise nach aktueller Gesetzeslage möglich ein 15 kg schweres Kind auf einer Sitzerrhöhung (Gruppe 2/3) zu befördern, was aber aus Sicht der Kindersicherheit nicht den Idealfall darstellt. Demzufolge muss dem Verbraucher nicht nur die regelungskonforme sondern auch die optimale Verwendung eines KSS vermittelt werden. Das impliziert die Aussage, dass allein die Erfüllung der Vorschriften nicht unbedingt eine sichere Beförderung bedeutet, was im Ergebnis eher zur Desinformation des Nutzers führt. Um dem Abhilfe zu schaffen, müssen die entsprechenden Regelungen so gefasst werden, dass sich aus ihrer Einhaltung eine bestmögliche Sicherung für das Kind ergibt. Für das genannte Beispiel würde das bedeuten, dass der Überschneidungsbereich der Gruppe 1 und Gruppe 2/3 reduziert wird und die untere Gewichtsgrenze für letztgenannte Gruppe 2/3 erst bei 17 kg liegt, derweil die Obergrenze für Gruppe 1 Sitze weiterhin bei 18 kg bestehen bleibt. Ein völliger Verzicht auf den Überschneidungsbereich ist aufgrund der Streuung bei Körpergewicht und –größe nicht sinnvoll, da es Nutzer geben kann, die beispielsweise schon bei einem Körpergewicht von 17 kg aufgrund ihrer Größe nicht mehr in einen Gruppe 1 Sitz passen. Es bleibt abzuwarten, wie die Kindersitzhersteller in Zukunft mit dieser Thematik umgehen werden, wenn ihnen gemäß der zukünftigen Gesetzgebung die Größenordnung ihrer Kindersitze weitestgehend selbst überlassen bleibt [ECE-R 129, 2012].

Eine systematische Übersicht über mögliche Sicherungssituationen eines Kindes im Fahrzeug ist in Abbildung 81 dargestellt.

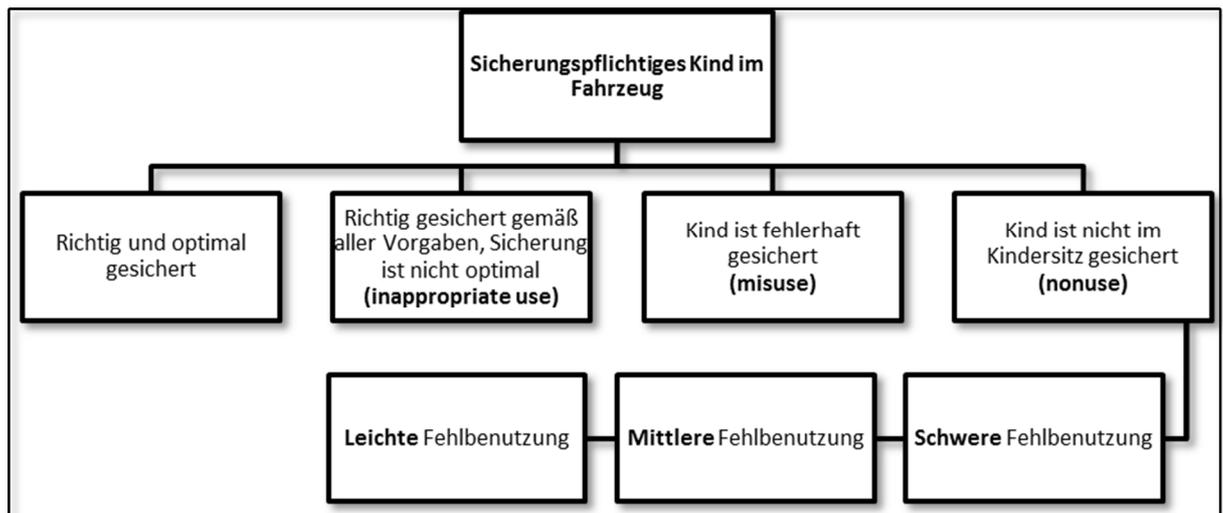


Abbildung 81: Sicherungssituation eines Kindes im Pkw

9.3 Definition der Misuseschwere

Aufwändiger als das Finden einer Definition für den Begriff Misuse, ist die Definition der Misuseschwere. Dass es dafür eine klare Übereinkunft geben muss, hat die in Kapitel 6.2 beschriebene Studie zur Bewertung der Misuseschwere gezeigt. Obwohl diese Bewertung häufig zu Vergleichszwecken verschiedener Felduntersuchungen herangezogen wird, hat sich gezeigt, dass es kein einheitliches Verständnis in diesem Bereich gibt. Selbst die Frage danach, welche Situation als Misuse zu bewerten ist, wurde nicht einheitlich beantwortet.

Bei der Kategorisierung der jeweiligen Fehler hinsichtlich ihrer Schwere ist zwischen zwei Fehlerarten zu unterscheiden. Zum einen gibt es Fehler, die nicht in unterschiedlicher Ausprägung auftreten können, sondern entweder vorhanden sind, oder nicht. Beispielsweise sei die falsche Einbaurichtung einer Babyschale genannt. Dabei muss einmalig festgelegt werden, welche Schwere diesem Fehler zuzuordnen ist, entsprechend kann dann diese Bewertung immer auf diesen Fehler angewendet werden. Zum anderen gibt es Fehler, die in unterschiedlicher Ausprägung auftreten können. Demzufolge wäre je nach festgestellter Ausprägung eine unterschiedliche Schwerebewertung vorzunehmen. Beispielsweise sei hier die Gurtlose des Fahrzeuggurts genannt. Dabei ergibt sich die Schwierigkeit, dass die verschiedenen Ausprägungen definiert und bewertet werden müssen. Während sich dafür unter Versuchsbedingungen ohne Weiteres geeignete Messmethoden finden ließen, ist das Feststellen der Fehlerschwere im realen Feldtest ungleich schwieriger. Dort sind nur Methoden praktikabel, die ein schnelles und eindeutiges Ergebnis liefern. Entsprechend müssen Indikatoren gefunden werden, die sich leicht nachprüfen lassen und gleichzeitig eine einheitliche Anwendbarkeit für alle Fahrzeuge und alle Kindersitze gewährleisten.

Nachdem alle möglichen Fehler eindeutig zu beschreiben und zu identifizieren sind, ist im nächsten Schritt die Schwere des Fehlers für die Bewertung festzulegen. Die Bewertung ergibt sich dabei aus den möglichen Folgen der jeweiligen Fehlbenutzung in der entsprechenden Ausprägung. Zur Abschätzung der Folgen sind verschiedene Methoden denkbar. Liegen hinreichend viele Erkenntnisse über biomechanische Belastungswerte vor, so können mittels geeigneter Dummys Misuseversuche durchgeführt werden, anhand deren Ergebnisse sich Rückschlüsse über die mögliche Verletzungsschwere ziehen lassen. Anstelle von neuen Versuchen kann auch auf Daten bereits durchgeführter Misuseversuche zurückgegriffen werden. Weiterhin hilfreich ist die detaillierte Auswertung und Rekonstruktion von gut dokumentierten Unfällen. Anhand der Resultate sind ebenfalls Aussagen zur Fehlerschwere möglich. Eine sehr umfangreiche und gut dokumentierte Sammlung an Misuseversuchen wurde im Rahmen des CHILD-Projekts erstellt und wird seither regelmäßig ergänzt [Lesire, 2006]. Sie kann als Grundlage für die Fehlerbewertung dienen.

Eine Sammlung aller relevanten Misuseformen ist mit dem für die Feldstudien genutzten Codebook gegeben. Auf Basis dieses Codebooks wird im Folgenden ein Vorschlag gemacht, wie die einzelnen Misuseformen hinsichtlich ihrer Schwere zu bewerten sind. Der leitende Grundgedanke dabei ist es, dass ein Bewertungsbogen erstellt wird, der insbesondere in der Feldbefragung unkompliziert und zeitsparend eingesetzt werden kann. Dazu wurden im Vergleich zum Codebook sehr unbedeutende Fehler, wie beispielsweise ein verdrehter Fahrzeuggurt, oder auch Punkte, die keinen Fehler sondern nur eine „Auffälligkeit“ beschreiben, weggelassen. Gleichzeitig werden Fehler, die einen größeren Fehler näher beschreiben, als Untergruppen zusammengefasst. Als Beispiel sei hier der Fehler „Nutzen einer falschen Gurtklemme“ genannt, der den Fehler „falscher Gurtpfad“ näher beschreibt. Wesentlich im folgenden Vorschlag zur Bewertung der Misuseschwere ist, dass Fehler, die in unterschiedlicher Ausprägungsform auftreten können, genau beschrieben werden, so dass die Einschätzung der Ausprägung von verschiedenen Beobachtern gleich bewertet wird.

Für die Ausprägung der Misuseschwere wurden, wie beim Codebook auch, drei Abstufungen gewählt: Leicht, Mittel, Schwer. Die damit bewerteten Fehler werden wie folgt beschrieben:

- **LEICHT:** Sicherung, die nicht den Vorgaben des Gesetzgebers, des KSS-Hersteller und des Kfz-Herstellers entspricht, die aber Schutzwirkung im schlimmsten Fall nur leicht herabsetzt und das Verletzungsrisiko kaum erhöht.
- **MITTEL:** Fehler, die die Schutzwirkung eines Kindersitzes beeinträchtigen und dazu führen können, dass das Verletzungsrisiko leicht steigt. Ernsthafte Verletzungen dürfen aufgrund des Fehlers nicht folgen können.
- **SCHWER:** Fehler, die die Schutzwirkung eines Kindersitzes beeinträchtigen und zu ernsthafte Verletzungen führen können.

Die Bewertung der Fehler wurde basierend auf den Erkenntnissen der Auswertung der Rekonstruktionsdatenbank und den durchgeführten Misusestudien durchgeführt.

Fehler	Beschreibung / Mögliche Folgen	Bewertung L=Leicht M=Mittel S=Schwer
INSTALLATION KSS		
Falsche Einbaurichtung	Schlechte oder nicht vorhandene Sicherung des KSS im Pkw; erhebliche Belastungen für Insassen, insbesondere bei Gruppe 0+ Sitzen --> Gefahr schwerer Verletzungen.	S
Falsche Einbauposition (Einbau eines KSS an einem Sitzplatz, der vom Fahrzeughersteller dafür nicht zugelassen ist.)	Ist der Sitz offensichtlich sicher und stabil im Fahrzeug installiert und <u>handelt es sich nicht um einen Fehler, der in dieser Tabelle an anderer Stelle beschrieben wird</u> , so ist davon auszugehen, dass der Fahrzeughersteller die Freigabe für den entsprechenden Sitzplatz nur aus legislativen Gründen versagt hat. Eine Einschränkung der Sicherheit besteht nicht.	L
Falscher Gurtpfad	Schlechte oder nicht vorhandene Sicherung des KSS im Pkw --> Gefahr schwerer Verletzungen	S
Falsche Befestigung (KSS ist nicht in der vom Hersteller vorgegebenen Weise installiert)	Je nach Art und Weise des Fehlers können Risiken in unterschiedlichster Ausprägung folgen. Da dies im Regelfall nicht zweifelsfrei zu bewerten ist, ist von der größtmöglichen Fehlerrisikoprägung auszugehen.	S
Gurtführungspunkte nicht genutzt	Schlechte oder nicht vorhandene Sicherung des KSS im Pkw --> Gefahr schwerer Verletzungen	S
Gurtklemmfunktion nicht genutzt	Fahrzeuggurt kann möglicherweise aus Führungshilfe rutschen. Im Laufe der Zeit kann sich Gurtlose einstellen, was zum Folgefehler führt.	M
Lose Sitzbefestigung (gibt es je nach Gurtlose in verschiedenen Ausprägungen)	KSS lässt sich nur geringfügig im Fahrzeugsitz bewegen, zusätzlicher Vorverlagerungsweg kann mit normaler Kraft nicht aufgebracht werden. Für einige KSS-Modelle ist das die maximal mögliche Festigkeit.	L
	KSS lässt sich im Fahrzeug leicht bewegen, beim Zug in Fahrtrichtung passt zwischen Sitz und Fahrzeugrücklehne nicht mehr als eine flache Hand	M
	KSS lässt sich im Fahrzeug bewegen, beim Zug in Fahrtrichtung passt zwischen Sitz und Fahrzeugrücklehne mehr als eine flache Hand. Je nach Ausprägung dieses Fehlers kann es zu einer erheblichen Vorverlagerung kommen, die zu Kopfkontakt mit der vorderen Rückenlehne oder der I-Tafel führt.	S
KSS ist nicht im Fahrzeug befestigt	Kind schleudert mit KSS durchs Fahrzeug, schwere Verletzungen können folgen.	S
Gurtschloss vom Fahrzeug-Gurt geöffnet	Das KSS kann sich unkontrolliert durchs Fahrzeug bewegen und so schwere Verletzungen des Kindes verursachen.	S
Falsches Gurtschloss genutzt (mindestens eine Sitzbreite entfernt)	KSS ist möglicherweise nicht fest mit dem Fahrzeug verbunden, Vorverlagerung wird begünstigt.	M
Beifahrerairbag nicht deaktiviert (nur in Verbindung mit rückwärtsgerichteten KSS)	Erhebliche Krafteinleitung für KSS oder Kind durch den Airbag --> Gefahr schwerer Verletzungen.	S
SICHERUNG KIND		
Kind für KSS zu groß (bezieht sich hauptsächlich auf die Größe)	Kommt sehr selten vor, kann zu erheblichen Verletzungen führen.	S
Gurtschloss im KSS geöffnet	Kind ist nicht im KSS gesichert. Hinausschleudern kann zu schweren Verletzungen führen.	S

Fehler	Beschreibung / Mögliche Folgen	Bewertung L=Leicht M=Mittel S=Schwer
Gurtlose im Sitz (gibt es je nach Gurtlose in verschiedenen Ausprägungen)	Zwischen Gurtsystem und Kind ist etwas mehr als eine Hand breit Platz, die Gurte können aber keinesfalls über die Schultern des Kindes gezogen werden.	L
	Zwischen Gurtsystem und Kind ist deutlich mehr als eine Hand breit Platz, die Gurte können aber nicht über die Schultern des Kindes gezogen werden.	M
	Die Gurte des Gurtsystems können über die Schultern des Kindes gezogen werden, das Kind ist nicht mehr im KSS gesichert (zur Überprüfung muss ggf. der Chestclip* geöffnet werden). Je nach Ausprägung dieses Fehlers kann es zu einer erheblichen Vorverlagerung kommen, die zu Kopfkontakt mit der vorderen Rückenlehne oder der I-Tafel führt. <small>*Klemme zur Verbindung der Schultergurte im Fünf-Punkt-Gurtsystem, verhindert, dass die Gurte über die Schulter rutschen können. Ist aktuell gemäß ECE-R 44 nicht zugelassen, wird aber in der Nachfolgeregelung erlaubt.</small>	S
Schultergurt läuft unter den Armen	Kind ist nicht im KSS gesichert, es besteht die Gefahr des Hinausschleuderns bzw. erheblicher Bauchverletzungen.	S
SONSTIGE FEHLER		
KSS beschädigt	Je nach Art der Beschädigung können Risiken in unterschiedlichster Ausprägung folgen. Dass dies im Regelfall nicht zweifelsfrei zu bewerten ist, ist von der größtmöglichen Fehlerausprägung auszugehen.	S
Beifahrersitz ist zu weit vorn (nur bei aktivem Beifahrerairbag und Vorgabe des Pkw-Herstellers, dass der Sitz in der hintersten Position sein muss)	Kann zu direktem Airbagkontakt führen, schwere Kopfverletzungen können folgen.	S
KSS ist mit 2-Pkt.Gurt gesichert (nicht bei KSS, die dafür zugelassen sind)	Diese Sicherung kann zu großer Vorverlagerung führen, u.U. kann sich das KSS komplett vom Fahrzeugsitz lösen.	S
SYSTEMSPEZIFISCHE FEHLER (Fehler, die nicht bereits durch oben aufgeführte Punkte erfasst sind)		
Gruppe 0+		
Gurt auf falsche Schulterhöhe eingestellt	Kann zu zusätzlicher Vorverlagerung führen, erhöht die Wahrscheinlichkeit eines Kopfkontakts. Ist vor allem in Kombination mit Gurtlose gefährlich. Ist nur problematisch, wenn der Gurt zu hoch eingestellt ist.	M
Gruppe 1		
Gurt auf falsche Schulterhöhe eingestellt	Kann zu zusätzlicher Vorverlagerung führen, erhöht die Wahrscheinlichkeit eines Kopfkontakts. Ist vor allem in Kombination mit Gurtlose gefährlich.	M
Kind für KSS zu klein (bezieht sich hauptsächlich auf die Größe)	Kann insbesondere beim zu frühen Wechsel aus einer Babyschale in die vorwärts gerichtete Sitzposition zu schwersten Verletzungen führen.	S
Fangkörper nicht verwendet	Kind ist möglicherweise nicht im KSS gesichert und kann aus diesem hinausgeschleudert werden.	S
Gruppe 2/3		
Kind für KSS zu klein (bezieht sich hauptsächlich auf die Größe)	Führt zu schlechter Gurtführung und kann die Vorverlagerung begünstigen sowie zu einem ungünstigen Rückhalt des Kindes führen.	S

Fehler	Beschreibung / Mögliche Folgen	Bewertung L=Leicht M=Mittel S=Schwer
ISOFIX		
Fangkörper nicht gesichert (nur bei ISOFIX)	Kind ist nicht im KSS gesichert und kann aus diesem hinausgeschleudert werden.	S
Top Tether nicht benutzt (Gilt auch, wenn TT-Verankerung im Fahrzeug nicht vorhanden ist, gilt nicht für KSS mit fahrzeugspezifischer Zulassung ohne TT-Nutzung.)	Führt zu zusätzlicher Vorverlagerung, erhöht das Risiko für Kopfverletzungen.	S
Top Tether nicht gespannt (gibt es je nach Gurtlose in verschiedenen Ausprägungen)	Top Tether ist nach leichtem Druck auf die Sitzvorderkante gestrafft.	L
	Top Tether lässt sich mit normaler Kraft in senkrechter Richtung auf die Sitzvorderkante spannen.	M
	Top Tether lässt mit normaler Kraft in senkrechter Richtung auf die Sitzvorderkante nicht spannen. Je nach Ausprägung dieses Fehlers kann es zu einer erheblichen Vorverlagerung kommen, die zu Kopfkontakt mit der vorderen Rückenlehne oder der I-Tafel führt.	S
Stützfuß nicht benutzt	Führt zu zusätzlicher Vorverlagerung, erhöht das Risiko für Kopfverletzungen.	S
Stützfuß steht nicht auf dem Fahrzeugboden (gibt es je nach Abstand in verschiedenen Ausprägungen)	Stützfuß berührt nach leichtem Druck auf die Sitzvorderkante den Fahrzeugboden.	L
	Stützfuß lässt sich mit normaler Kraft auf die Sitzvorderkante auf den Fahrzeugboden drücken.	M
	Stützfuß lässt mit normaler Kraft auf die Sitzvorderkante nicht auf den Fahrzeugboden drücken. Je nach Ausprägung dieses Fehlers kann es zu einer erheblichen Vorverlagerung kommen, die zu Kopfkontakt mit der vorderen Rückenlehne oder der I-Tafel führt.	S
Stützfuß zu weit ausgefahren	Hat auf die Sicherheit des Kindes prinzipiell keinen Einfluss, kann möglicherweise die Stabilität des Sitzes beim Seitenaufprall reduzieren.	L
Ein oder beide Befestigungen nicht eingerastet	Kann zum Lösen des KSS vom Fahrzeug führen, KSS schleudert dann unkontrolliert durchs Fahrzeug.	S
KSS nicht gemäß fahrzeugspezifischer Zulassung verwendet	Formal ist diese Kombination nicht zulässig, führt allerdings bei sonst vorschriftsmäßiger Nutzung (ISOFIX, Top Tether bzw. Stützfuß) nur in geringem Maß zu Erhöhung des Verletzungsrisikos.	L
KSS nicht an Fahrzeughelme geschoben	Führt zu zusätzlicher Vorverlagerung und kann somit das Risiko für Kopfverletzungen erhöhen.	M

Tabelle 4: Bewertung der Misuseschwere für wesentliche Fehler bei der Sicherung von Kindern im Pkw

Die dargestellte Tabelle beschreibt und bewertet alle wesentlichen Fehler, die bei der Sicherung von Kindern im Pkw auftreten können. Sie ist dabei derart gestaltet, dass auch Fehler, die in unterschiedlichen Ausprägungen auftreten können, eindeutig beschrieben sind und von unterschiedlichen Beobachtern identisch bewertet werden können.

9.4 Förderung der Verbreitung von ISOFIX

Das Potential von ISOFIX wurde in dieser Arbeit ausführlich dargestellt. Dabei wurde gezeigt, dass das System auf einfache Art und Weise die Fehlbenutzung von Kindersitzen beim Einbau ins Fahrzeug wirkungsvoll verhindern kann, allerdings wurde auch erkannt, dass die Verbreitung dieses Systems bei unter fünf Prozent liegt. Soll die Marktdurchdringung von ISOFIX in den nächsten Jahren deutlich gesteigert werden, so muss das System konsequent vereinheitlicht werden. An dieser Stelle ist der Gesetzgeber gefragt. Er muss zunächst dafür Sorge tragen, dass eine Standardisierung des Systems, die eine Universalzulassung zur Regel macht, auch tatsächlich erfolgt.

Ein dritter Anbindungspunkt, der ähnlich einfach zu bedienen ist, wie die jetzigen Anbindungen, ist dabei eine mögliche Voraussetzung. Dieser kann vorn unterhalb der Sitzfläche liegen (Abbildung 82) und wäre sowohl für vorwärts wie auch für rückwärts gerichtete Kindersitze geeignet. Er würde somit den Top Tether und den Stützfuß ersetzen und dadurch Interaktionsprobleme mit dem Fahrzeugboden durch den Stützfuß unterbinden. Gleichzeitig muss der ISOFIX-Standard eindeutig definiert sein. Das Vorhandensein der ISOFIX-Verankerung muss für den Anwender als verlässliches Indiz dafür ausreichen, dass jeder ISOFIX-Sitz in diesem Fahrzeug verwendet werden kann. Das bedeutet im Umkehrschluss auch, dass jeder ISOFIX-Kindersitz in jedem Fahrzeug montierbar sein muss, der über eine entsprechende ISOFIX-Verankerung verfügt. Wenn diese verlässliche Zuordnung gegeben ist, kann eine deutliche größere Kundenakzeptanz erwartet werden. Gleichzeitig ließen sich die oben beschriebenen potentiellen Fehlbenutzungen im Zusammenhang mit ISOFIX vermeiden.



Abbildung 82: Vorgeschlagener dritter Anbindungspunkt liegt unterhalb der Fahrzeugsitzfläche

Das hat zur Voraussetzung, dass alle ISOFIX-Sitze ausschließlich per Universalzulassung auf den Markt gebracht werden müssen. Somit kann sich der Käufer eines solchen Sitzes darauf verlassen, dass dieser Sitz in jedem Fall mit seinem, mit den zugehörigen ISOFIX-Verankerungspunkten ausgestattetem Fahrzeug, kompatibel ist. Entsprechende Vorschriften zur Vereinheitlichung adressieren dabei nicht nur den Hersteller von Kindersitzen, sondern auch die Fahrzeughersteller. Diese müssen eine fahrzeugseitige Infrastruktur zur Verfügung stellen, die die Installation eines vorschriftsgemäß gestalteten Kindersitzes in jedem Fall sicherstellt. Mit dieser Maßnahme wären Passungsprobleme, die sich aus der aktuellen Situation des ISOFIX-Systems ergeben, eliminiert. Um im nächsten Schritt die Nutzungszahlen von ISOFIX-Sitzen zu erhöhen, muss der Gesetzgeber ihre Nutzung stark bevorzugen bzw. die Nutzung anderer Sitze einschränken. So ist es vorstellbar, dass zukünftig die Verwendung von ISOFIX-Sitzen dann verpflichtend vorgeschrieben wird, wenn das Fahrzeug, in dem das Kind befördert wird, mit einer ISOFIX-Anbindung ausgestattet ist. Die Ausstattung mit ISOFIX-Verankerungen und Top Tether-Anbindungspunkt ist für Neufahrzeuge ab dem Jahr 2014 verpflichtend, allerdings sind bereits seit einigen Jahren die allermeisten Neufahrzeuge entsprechend ausgestattet.

Diese Verpflichtung würde dazu führen, dass in einem überschaubaren Zeitraum die Marktdurchdringung von ISOFIX-Sitzen erheblich steigen würde.

Bemühungen des Gesetzgebers in Richtung einer Förderung von ISOFIX sind bei der Neuformulierung der ECE-Regelung zur Zulassung von Kindersitzen bereits umgesetzt worden. In der ersten Phase ist diese ausschließlich auf ISOFIX-Systeme festgelegt und wird die Voraussetzung für die Zulassung von universalen ISOFIX-Systemen der Klasse 0+ und 1 mit Stützfuß bzw. Top Tether schaffen. Inwiefern daraus eine Steigerung der Zulassungszahlen von ISOFIX-Sitzen folgt, wird sich erst einige Jahre nachdem die neue gesetzliche Regelung in Kraft getreten ist und in den einzelnen Ländern der EU umgesetzt wurde, beantworten lassen.

9.5 Vermeidung von Fehlbenutzung durch konstruktive Lösungen

Die Liste der möglichen Fehlbenutzungen ist lang und nicht alle Punkte müssen einzeln adressiert werden. Während manche Formen der Fehlbedienung selten auftreten und weniger folgenschwer sind, gibt es bestimmte Misuseformen, die sehr häufig vorkommen und zum Teil auch sehr gravierend sind.

Hier muss seitens des Gesetzgebers die klare Vorgabe erfolgen, dass diese Formen der Fehlbenutzung durch konstruktive Lösungen am Kindersitz zu verhindern sind.

Dabei ist der Kindersitzhersteller in der Pflicht nachzuweisen, dass die beschriebenen Misuseformen bei seinem Modell nicht auftreten können oder dass die jeweilige Fehlbedienung zu keiner

Gefährdung des Insassen führt. Die Folgen der Fehlbedienung können dabei in dynamischen Schlittentests untersucht werden, es wäre aber auch vorstellbar mittels geeigneter Simulationen entsprechende Nachweise zu führen. Dafür bedarf es klarer Anforderungen an die Güte des Simulationsmodells und der Simulation, damit sie belastbare Ergebnisse liefern kann.

Sämtliche Fehlbenutzungsformen bei Gruppe 0+ und Gruppe 1-Sitzen, die in Zusammenhang mit dem Fahrzeuggurt stehen, ließen sich bereits durch die ausschließliche Sicherungsmöglichkeit mittels ISOFIX unterbinden. Für alle weiteren Punkte müssen Lösungen technischer Art gefunden werden. Eine Misuseform gilt dabei dann als unterbunden, wenn entweder die Fehlbenutzung unter keinem denkbaren Fall auftreten kann, oder wenn dem Nutzer eindeutig angezeigt wird, dass der Sitz falsch installiert oder das Kind falsch gesichert ist. Zusätzlich muss dem Nutzer ein Lösungsweg hin zur richtigen Nutzung dargestellt werden.

Zu einer Vielzahl der in Kapitel 9.3 aufgezählten und bewerteten Fehler gibt es bereits Lösungsideen, die entweder prototypisch erprobt wurden oder bereits im Verkauf erhältlich sind. Im Folgenden werden diese vorgestellt und hinsichtlich ihres Nutzens bewertet.

9.5.1 Konkrete Ansätze zur Vermeidung von Misuse

Falsche Einbaurichtung

Dieser Fehler tritt hauptsächlich in Verbindung mit Gruppe 0+ Sitzen auf, ist aber prinzipiell auch bei Gruppe 1-Sitzen vorstellbar. In einem studentischen Projekt an der Technischen Universität Berlin wurde ein Gruppe 1-Sitz entwickelt, der wesentliche Fehlbedienungen verhindert [Müller, 2009]. Zur Verhinderung einer falschen Orientierung des Sitzes im Fahrzeug wurde der Sitz mit Kontaktplatten an der Rückseite versehen, die dann einen Kontakt herstellen, wenn der Sitz mit seiner Rückseite gegen die Fahrzeuglehne gedrückt wird. Ist das nicht der Fall, erscheint im zugehörigen Display eine Warnung versehen mit dem Hinweis, dass der Kindersitz nicht vorschriftsgemäß an der Fahrzeuglehne positioniert ist. Die Methodik der Fehlervermeidung hat sich in Versuchen als wirkungsvoll erwiesen, allerdings liegt dem beschriebenen Sitzmodell die grundsätzliche Voraussetzung zu Grunde, dass eine Energieversorgung für die Kontaktsensoren und für das Display sichergestellt sein muss. Ist diese nicht gegeben, kann eine Warnung und damit eine Unterbindung des Fehlers nicht mehr erfolgen. Beim beschriebenen Sitz handelt es sich um einen vorwärts gerichteten Gruppe 1 Sitz, wesentliche Grundprinzipien der Fehlervermeidung lassen sich allerdings auch auf rückwärts gerichtete Sitze übertragen.

Falsche Einbauposition

Die Installation eines Kindersitzes mit Universalzulassung ist grundsätzlich auf allen Fahrzeugplätzen zulässig. Es kann allerdings sein, dass es seitens des Fahrzeugherstellers Einschränkungen gibt, was jedoch sehr unterschiedlich gehandhabt wird. Eine generelle Lösung für diesen Fehler ist daher nicht verfügbar. Bei Sitzen mit einer Semiuniversalzulassung gibt es Einschränkungen seitens des Kindersitzherstellers, auch hier ist eine generelle Lösung zur Verhinderung des Einbaus an einem falschen Platz nicht verfügbar.

Als generelle Lösung für diesen Fehler wären Systeme, die eine Kommunikation zwischen Kindersitz und Fahrzeug ermöglichen, denkbar. Prinzipiell realisiert wird das bereits mittels „CPOD“ (siehe Kapitel 4.4). Ähnlich ließe sich für alle KSS auf allen Fahrzeugsitzen überprüfen, ob diese für die jeweilige Einbauposition geeignet sind. Über die ISOFIX-Schnittstelle zwischen Fahrzeug und Kindersitz ist ein direkter Datenaustausch vorstellbar, aktuell gibt es dafür aber keinen Standard.

Falscher Gurtpfad

Die falsche Führung des Fahrzeuggurts am Kindersitz kann in allen Kindersitzgruppen vorkommen, entsprechend sind Lösungsansätze dafür auch für alle Systeme denkbar.

Als besonders problematisch erweist sich in dieser Hinsicht das Vertauschen des fahrzeugseitigen Schulter- und Beckengurts bei der Installation einer Babyschale. Um diesen Fehler zu vermeiden, wurden bei [Holz, 2011] verschiedene Lösungsstrategien aufgezeigt. Zunächst gibt es die Möglichkeit einer eindeutigen Markierung der Gurtführung am Kindersitz. Dazu werden nicht nur einzelne Stellen am Kindersitz farblich hervorgehoben, sondern der gesamte Verlauf der Gurte am Kindersitz farblich hinterlegt (Abbildung 83). Für den Nutzer ist es offensichtlich dass ein Fehler vorliegt, wenn der Gurt an Stellen verläuft, die nicht farblich hervorgehoben sind. Dieser Ansatz ist allerdings aus verschiedenen Gründen problematisch. Zum einen erfordert das Erkennen des Fehlers ein Bewusstsein für die Thematik, damit der Anwender überhaupt weiß, worauf er achten muss. Hinzu kommt, dass das Erkennen nicht bedeutet, dass ein richtiger Lösungsweg gefunden wird. Eine mögliche Lösung wird dem Nutzer nicht direkt angezeigt. Nicht zuletzt ist zu berücksichtigen, dass der Kindersitz auf der Rückbank sowohl links als auch rechts montiert werden kann. Entsprechend müssen die Markierungen auf beiden Seiten des Sitzes vorgenommen werden, dürfen aber nur auf der jeweils richtigen Seite berücksichtigt werden.



Abbildung 83: Babyschale mit Markierung des Gurtverlaufs [Holtz, 2011]

Als zweite mögliche Fehlervermeidung wurde das Erkennen des Gurtes mittels geeigneter Sensoren diskutiert. Solche Sensoren können durch das Schließen eines Kontakts oder auch durch kleine Lichtschranken erkennen, ob ein Gurt an bestimmten Stellen positioniert wurde. Daraus ergibt sich die Möglichkeit festzustellen, ob wichtige Gurtführungspunkte genutzt wurden, genauso wie das Nutzen von Gurtführungspunkten erkannt werden kann, die für die aktuelle Installationsart nicht genutzt werden dürfen. Auch diese Möglichkeit kann dem Nutzer aber bestenfalls anzeigen, dass ein fehlerhafter Einbau vorliegt, eine Aussage darüber, wie der Fehler zu beheben ist, ist nicht möglich. Gleichzeitig gilt auch hier wieder, dass eine Energieversorgung der elektronischen Systeme sichergestellt sein muss.

Als konstruktive Lösung zur Vermeidung einer falschen Gurtführung wurde bei [Holtz, 2011] die Änderung der unteren Gurtführungspunkte vorgeschlagen. Diese wurden derart verändert, dass eine Führung des falschen Gurtabschnitts, in diesem Fall des Schultergurts, durch Führungspunkte nicht möglich ist, da er konstruktionsbedingt von selbst aus der Gurtführung heraus gleiten (Abbildung 84). Dadurch wird dem Nutzer sofort angezeigt, dass bei seiner Art des Einbaus ein grober Fehler vorliegt. Allerdings gilt auch hier, dass einerseits ein Bewusstsein für den Fehler beim Nutzer vorliegen muss, damit er ihn erkennen kann, andererseits wird auch hier wieder keine Rückmeldung über eine Strategie zur Beseitigung des Fehlers angezeigt.



Abbildung 84: Veränderte Gurtführung bei einer Babyschale; Links: Gurtführungspunkte sind verdreht, der Schultergurt kann nicht befestigt werden; Rechts: Ursprüngliche Lösung, sowohl Becken- als auch Schultergurt können über die Sitzschale geführt werden [Holtz, 2011]

Zur Überwachung und Sicherstellung des richtigen Gurtpfads werden bei oben beschriebenem Gruppe 1 Sitz Sensoren eingesetzt [Müller, 2009]. Diese überprüfen, an welchen Stellen der Gurt verläuft und geben über das Display ggf. Rückmeldung, wenn ein falscher Gurtverlauf erkannt wurde. Dabei ergibt sich die Möglichkeit, dass nicht nur auf einen Fehler hingewiesen werden kann, sondern dass aufgezeigt wird, auf welchem Weg sich der Fehler vermeiden lässt.

In einem im Rahmen der Lehrveranstaltung „Sicherheit von Kindern im Straßenverkehr“ an der TU Berlin durchgeführten studentischen Projekt, wurde eine Lösung erarbeitet, wie eine Babyschale auch bei vertauschtem Schulter- und Beckengurt sicher befestigt werden kann (Abbildung 85). Die erarbeitete Lösung ist zwar in der dargestellten Form nicht praktikabel, da hier der Fahrzeuggurt fest mit dem KSS verschraubt wurde, es ist aber gut vorstellbar, dass sich eine ähnlich feste Verbindung auch durch einen geeigneten Klemmmechanismus herstellen lässt. Im Schlittenversuch hat sich gezeigt, dass der Sitz trotz dieser fehlerhaften Installation an seiner Position geblieben ist.



Abbildung 85: Prototyp einer Babyschale, der das Lösen vom Fahrzeugsitz bei falscher Gurtführung verhindern soll (Fahrzeuggurte sind fest mit dem Kindersitz verbunden).

Eine grundlegende Lösung zur Vermeidung eines falschen Verlaufs des Fahrzeuggurts am Kindersitz für Gruppe 0+ und Gruppe 1 Sitze stellt ISOFIX dar. Dieses System macht den Fahrzeuggurt überflüssig und sichert den Kindersitz allein über eine mechanische Verbindung zum Fahrzeug. Fehler, die dabei auftreten können, werden weiter unten diskutiert.

Ein hohes Potential zur Vermeidung dieses Fehlers bietet die Kombination einer Basis mit einer Babyschale (Abbildung 13). Diese kann entweder mittels ISOFIX-Verbindung oder aber auch durch den Fahrzeuggurt im Fahrzeug befestigt werden. Die Gefahr einer falschen Gurtführung ist dabei vergleichsweise gering. Nach der Installation kann die Babyschale auf der Basis eingerastet werden.

Lose Sitzbefestigung

Eine lose Sitzbefestigung entsteht durch mangelnde Anzugkraft des Fahrzeuggurts. Dieser Fehler kann je nach Gurtlose in unterschiedlicher Ausprägung auftreten. Wie auch beim zuvor genannten Fehler ist hier mit ISOFIX eine technische Lösung gegeben, die das Problem der Gurtlose vollständig verhindert.

Für herkömmliche Kindersitze gibt es bereits verschiedene Techniken am Markt, die mittels geeigneter Vorspanneinrichtungen am Kindersitz Gurtlose aus dem Fahrzeuggurt nehmen. Für alle gilt, dass sie vom Nutzer aktiv bedient werden müssen und dass es keinen Hinweis gibt, wenn diese nicht oder falsche angewendet wurden.

Um dieses Problem zu umgehen, wurden bei [Müller, 2009] federbelastete Kontaktflächen verwendet. Erst bei einer genügenden Anzugskraft durch den Fahrzeuggurt werden diese Flächen zusammengedrückt, so dass ein Kontakt geschlossen wird (Abbildung 86). Ist das nicht der Fall, so erhält der Nutzer über das Display einen entsprechenden Hinweis.

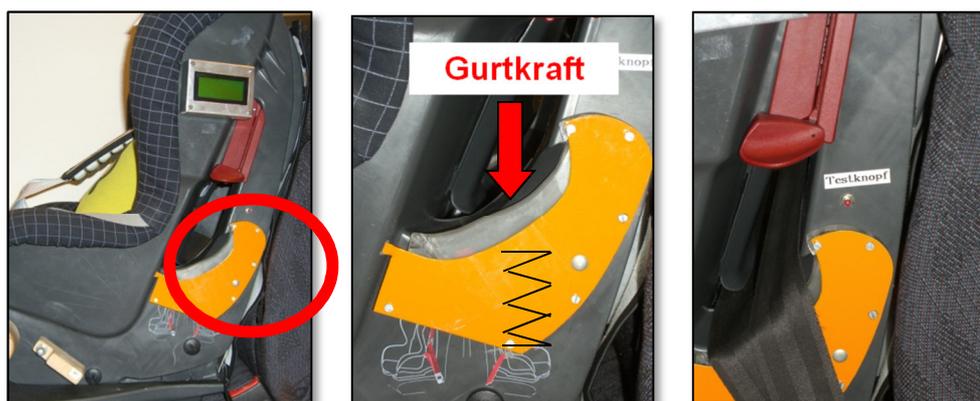


Abbildung 86: Mechanik zur Überprüfung der Gurtkraft; Links: Seitenansicht des KSS; Mitte: Gurtkraftsensor unbelastet; Rechts: Gurtkraftsensor mit gestrafftem Fahrzeuggurt [Müller, 2009]

Fahrzeugseitig können Gurtsysteme, die mit einem „Automatic-Lock-Retractor“ (ALR) ausgestattet sind, dabei helfen die Gurtlose zu reduzieren. Die Retraktoren sind dabei derart gestaltet, dass sie nach einem kompletten Auszug des Gurtes blockieren und nur noch ein Aufrollen des Gurtes zulassen. Ein gestraffter Gurt kann sich nicht mehr lösen und zu Gurtlose führen.

KSS nicht im Fahrzeug befestigt

Ist ein KSS nicht im Fahrzeug befestigt, so kann davon ausgegangen werden, dass entweder seitens des Nutzers grobes Unwissen vorliegt, oder dass der Kindersitz vorsätzlich nicht installiert wurde. Beidem ist mit technischen Lösungen nicht bzw. nur sehr schwer zu begegnen, konkrete Lösungsideen gibt es dafür derzeit nicht.

Falsches Gurtschloss genutzt

Wie beim vorherigen Fehler gilt auch hier, dass es derzeit weder seitens des Pkws noch seitens des Kindersitzes technische Ansätze gibt, um diesen Fehlgebrauch zu unterbinden, wobei es fahrzeugseitig mittels der Sitzbelegungserkennung dafür Möglichkeiten gäbe. Durch oben beschriebene Möglichkeiten der direkten Kommunikation zwischen Kindersitz und Fahrzeug wäre es ebenfalls denkbar, dass es eine Erkennung dieses Fehlers gibt.

Beifahrerairbag bei installierter Babyschale nicht deaktiviert

Zur Vermeidung dieses möglicherweise sehr folgenschweren Fehlers gibt es mehrere Lösungsansätze. Gesetzlich vorgeschrieben sind kindersitz- und fahrzeugseitige Warntafeln, die vor der Gefahr eines Beifahrerairbags vor einer Babyschale warnen. Zahlreiche Fahrzeughersteller bieten Lösungen an, um den Airbag manuell zu deaktivieren. Das kann beispielsweise über einen Schlüsselschalter oder direkt mit einem Schalter geschehen [Müller, 2010]. Bei diesem Vorgehen besteht immer die Gefahr, dass der Airbag deaktiviert bleibt, auch wenn ein Erwachsener auf dem Beifahrersitz befördert wird.

Als alternative Lösung, die ein aktives Handeln des Nutzers nicht erfordert, gibt es „Child Seat Presence and Orientation Detection“ (CPOD). Durch einen passiven Sender am Kindersitz erkennt ein entsprechender Transponder im Fahrzeug, dass ein rückwärts gerichteter Kindersitz auf dem Beifahrersitz montiert ist und deaktiviert den Beifahrerairbag (siehe Kapitel 4.4).

Kind für KSS zu klein oder zu groß

Für eine selbstständige Erkennung der richtigen Größe des Kindes gibt es derzeit keine Lösung. Dazu müsste durch eine geeignete Technik die Größe des Kindes ermittelt werden um dann dem Nutzer anzuzeigen, dass das Kind nicht passend für das KSS ist. Es gibt allerdings Kindersitzmodelle, die auf der Innenseite des Kindersitzes den Bereich markieren, in dem sich Kopf des Kindes befinden darf. Ein anderes Sitzmodell nutzt ein Zentimetermaß, das sich je nach Höhenverstellung der Kopfstütze

entsprechend verändert. Darüber hat der Nutzer die Chance zu erkennen, ob das Maß zur Größe des Kindes passt (Abbildung 87).



Abbildung 87: Sitzlehne mit Größenempfehlung (rechts: Vergrößerung)

Gurtlose im Sitz

Zur Vermeidung der Gurtlose im Kindersitz ist es notwendig das Gurtsystem zu straffen. Als Lösung gibt es dafür KSS mit integriertem Retraktor [casualplay.com]. Dabei wird der Gurt, ähnlich wie im Pkw, permanent gestrafft und kann je nach Bedarf ausgezogen werden. Im Fall einer starken Verzögerung blockiert der Retraktor und verhindert so ein unkontrolliertes Abrollen des Gurts. Das beschriebene System bringt die Gefahr mit sich, dass das Kind selbst den Gurt lösen und über seine Schultern ziehen kann. Damit wäre eine korrekte Gurtführung nicht mehr gegeben. Bei einer plötzlichen Fahrzeugverzögerung könnte auch ein gestraffter Gurt das Kind nicht mehr in geeigneter Weise zurück halten.

Ein ähnliches System wurden im Rahmen eines Studentenwettbewerbs auf der ESV 2011 vorgestellt [García, 2011]. Dabei wurde das Gurtsystem eines Gruppe 1 Sitzes in seiner grundsätzlichen Funktionsweise erhalten. Mittels einer Vorspanneinrichtung, über die der Spanngurt des Gurtsystems geführt wird, kann bei einem Überschreiten des Verzögerungsgrenzwertes der Gurt gespannt und etwaige Gurtlose eliminiert werden. Gleichzeitig ermöglicht dieses System eine Verringerung der maximalen Gurtkraft und wirkt somit als Gurtkraftbegrenzer.

Gurt auf falsche Schulterhöhe eingestellt

Um eine falsch eingestellte Gurthöhe im Kindersitz zu erkennen, muss der Gurtverlauf im Verhältnis zur Größe des Kindes gemessen werden. Dafür wird bei [Müller, 2009] eine technische Lösung vorgestellt, die den Gurtverlauf mittels zweier Beschleunigungsaufnehmer misst. Dieser Fehler ist

bezüglich seiner Schwere allerdings weniger relevant und sollte daher nicht durch großen Aufwand behoben werden. In der zukünftig geltenden gesetzlichen Vorschrift zur Zulassung von Kindersitzen ist eine Überprüfung vorgesehen, bei der getestet wird, ob es für die angegebenen Kindergrößen korrekte Schultergurthöhen gibt.

Schultergurt läuft unter den Armen

Ein unter den Armen verlaufender Schultergurt stellt insbesondere in vorwärts gerichteten Kindersitzen ein erhebliches Verletzungsrisiko dar. Dennoch gibt es derzeit keinen Lösungsansatz, der diesen Fehler unterbindet. Ein fester Gurtführungspunkt nahe der Schulter ist allerdings hilfreich, um das Auftreten dieses Fehlers weniger wahrscheinlich zu machen.

KSS ist nur mit Zwei-Punkt-Gurt gesichert

Bei einem Kindersitz, der im Fahrzeug mit einem Zwei-Punkt-Gurt gesichert ist, obwohl er dafür nicht zugelassen ist, handelt es sich im Prinzip um den Fehler „Falsche Gurtführung“. Entsprechend kann dieser Fehler auch wie oben beschrieben erkannt werden.

Falsche Verwendung des Fangkörpers

Im Zusammenhang mit einem Fangkörper können verschiedene Arten der Fehlbenutzung auftreten. Wird dieser zu früh weggelassen, das heißt der Sitz wird anstelle eines Gruppe 1 Sitzes als Gruppe 2/3 Sitz genutzt, dann handelt es sich im Ergebnis um den Fehler „Kind zu klein für KSS“, der weiter oben beschrieben wurde. Weiterhin können Probleme mit der Führung des Fahrzeuggurts am Fangkörper auftreten, was durch den Fehler „falsche Gurtführung“ adressiert wurde. ISOFIX-Sitze, bei denen der Fangkörper nicht durch den Fahrzeuggurt gesichert wird, befinden sich derzeit nicht auf dem Markt.

ISOFIX-Verankerungen nicht benutzt

ISOFIX-Sitze müssen über Indikatoren verfügen, die dem Nutzer anzeigen, dass die Verankerungen richtig im Fahrzeug eingerastet sind. Das geschieht in der Regel über eine optische Markierung am Kindersitz, ähnlich wie in Abbildung 13. Gleichzeitig ist beim Einrasten ein mechanisches Klicken zu hören, welches ebenfalls auf eine korrekte Installation hindeutet. Solange sich der Nutzer bewusst ist, dass er auf diese Indikatoren achten muss, ist dieser Fehler wirksam unterbunden.

Top Tether nicht genutzt / nicht gespannt

Wird der Top Tether entgegen der Vorschrift nicht genutzt oder unzureichend gespannt, so besteht die Gefahr einer erhöhten Vorverlagerung des Kindes. Um dem zu begegnen muss jeder Top Tether mit einem Indikator versehen sein, der anzeigt, ob der Gurt hinreichend genug gestrafft ist (siehe Abbildung 12 links). Diese Anzeige kann allerdings nur dann wirksam werden, wenn sich der

Benutzer bewusst ist, dass er den Top Tether nutzen muss und dass dieser mit einer entsprechenden Anzeige versehen ist.

Stützfuß nicht genutzt

Ähnlich wie beim Top Tether kann auch ein nicht genutzter oder nicht bis zum Fahrzeugboden verlängerter Stützfuß den Vorverlagerungsweg des Insassens erhöhen. Bei den meisten der auf dem Markt befindlichen KSS mit Stützfuß ist dieser mit einem Indikator versehen, der anzeigt, ob der Stützfuß korrekt auf dem Fahrzeugboden steht (siehe Abbildung 13). Auch hier gilt, dass diese Anzeige nur wirksam ist, wenn sie beim Anwender Beachtung findet. In diesem Fall kann sie den Fehler wirkungsvoll unterbinden.

9.6 Maßnahmen zur Aufklärung und Informationsverbreitung

Als eine Möglichkeit der Informationsverbreitung zur richtigen Nutzung von Kindersitzen werden die in Kapitel 4.3 beschriebenen Multiplikatorenschulungen durchgeführt. Dabei ergibt sich jedoch das Problem, dass diese Schulungsangebote auf freiwilliger Basis stattfinden und deshalb von vornherein nur die Menschen erreichen, die ein grundsätzliches Problembewusstsein zu diesem Thema haben und bereit sind an einer entsprechenden Schulung teilzunehmen. Auch hier kommt dem Gesetzgeber eine besondere Rolle zu. Er kann bestimmte Gruppen verpflichten an einer solchen Fortbildung teilzunehmen.

Beispielsweise könnte der richtige Einbau von Kindersitzen im Fahrzeug ein Teil der Theorie- und Praxisausbildung beim Erwerb des Führerscheins sein. Das ist zwar im Theorieunterricht bereits jetzt im Teilgebiet „Personenbeförderung“ der Fall, allerdings ist dafür ein nur ein geringes Zeitkontingent vorgesehen und es obliegt letztendlich dem Ausbilder ob und in welchem Umfang er dieses Thema in der Ausbildung berücksichtigt. Eine umfangreichere und verpflichtende Einbindung dieses Themas in die Ausbildung und in die Prüfung würde sicherstellen, dass zukünftig jeder Führerscheininhaber in der Lage ist ein Kind richtig im Fahrzeug zu sichern.

Auf gleiche Art und Weise kann der Gesetzgeber fordern, dass Verkäufer von Kindersitzen einen Sachkundigkeitsprüfung ablegen müssen, in der sie das notwendige Wissen zur richtigen Nutzung von Kindersitzen nachweisen.

Ebenfalls wäre es vorstellbar, dass das genannte Thema Teil der Ausbildung von Hebammen wird oder als Fortbildungsmaßnahme anerkannt wird. Nahezu alle Eltern kommen im Zusammenhang mit der Geburt ihres Kindes mit Hebammen in Kontakt und könnten sich dabei auch kompetent zur Kindersicherung im Fahrzeug beraten lassen. Wenn Hebammen verpflichtet sind im Rahmen ihrer

Tätigkeit dazu Aufklärungsarbeit zu leisten, kann das ebenfalls einen Beitrag zur Vermeidung der Fehlbenutzung von Kindersitzen leisten.

9.7 Zusammenfassung

In diesem Kapitel wurden konkrete Vorschläge gemacht, wie dem Problem der Fehlbenutzung von Kindersitzen begegnet werden kann. Um eine breite und solide Unfalldatenbasis zu erhalten, ist es nötig, dass Verkehrsunfälle mit kindlichen Fahrzeuginsassen derart aufgenommen werden, dass sich im Nachhinein Rückschlüsse auf die Sicherungsqualität ziehen lassen. Im Weiteren wurde der Begriff Misuse klar definiert, sodass es, wenn diese Definition Akzeptanz findet, zukünftig kein unterschiedliches Verständnis zu dieser Begrifflichkeit geben sollte. Weiterhin wurde für alle relevanten Fehler die Misuseschwere definiert und derart beschrieben, dass sie als Grundlage für zukünftige Feldbeobachtungen vergleichbare Ergebnisse liefert. Die nachfolgende Beschreibung aktueller technischer Ansätze um der Fehlbedienung zu begegnen, zeigt verschiedene Lösungsmöglichkeiten mit deren Vor- und Nachteilen auf. Eine vereinfachte Form des aktuellen ISOFIX-Systems wird dabei nach wie vor als nachhaltige Lösung angesehen.

Die in diesem Kapitel formulierten Forderungen an den Gesetzgeber sind als Maximalforderungen zu verstehen, die in dem Bewusstsein verfasst wurden, dass bei der Gesetzgebung die Interessen vieler Beteiligter abgewogen und berücksichtigt werden, was im Ergebnis häufig dazu führt, dass die ursprünglich formulierten Forderungen deutlich abgeschwächt werden. Es ist sicherlich auch nicht sinnvoll alle Maßnahmen parallel umzusetzen, eine Auswahl davon würde schon eine nachhaltige Wirkung entfalten. Wenn der Gesetzgeber davon überzeugt ist, dass sich Misuse mit geeigneten Bestimmungen reduzieren lässt und dass sich daraus ein großes Potential bei der Senkung der Zahl der verletzten und getöteten Kinder als Fahrzeuginsassen ergibt, wie es in dieser Arbeit gezeigt wurde, dann mag er zu dem Ergebnis kommen, dass die beschriebenen Maßnahmen, oder Teile davon, umgesetzt werden müssen.

10 Zusammenfassung und Ausblick

In der vorliegenden Arbeit wurde die aktuelle Situation zum Fehlgebrauch von Kindersitzen umfassend dargestellt. Grundlage dafür bildete die Auswertung einer Feldstudie, die im Rahmen des EU-Forschungsprojekts CASPER in drei verschiedenen Regionen Europas durchgeführt wurde. Dabei zeigte sich, dass nach wie vor etwa zwei Drittel aller Kinder nicht korrekt im Fahrzeug gesichert sind und dass darunter Fehlbenutzungen mit erheblichem Gefahrenpotential aufzufinden sind. Besondere Probleme bereitet die richtige Installation des Kindersitzes im Fahrzeug. Die Befragung der Eltern hat ergeben, dass die Fehlbenutzung hauptsächlich das Ergebnis von mangelndem Wissen und eines geringen Problembewusstseins ist. Die allermeisten Eltern sind grundsätzlich gewillt ihre Kinder richtig zu sichern, sind sich aber entweder nicht dessen bewusst, dass sie bei der Sicherung etwas falsch gemacht haben, oder setzen unterschiedliche Prioritäten beim Abwägen zwischen Komfort und Sicherheit. Nicht zuletzt gibt es kulturelle Gründe die dafür verantwortlich sind, dass in bestimmten Bevölkerungsgruppen die Sicherung mit anderer Sorgfalt vorgenommen wird als in anderen Vergleichsgruppen. Gleichzeitig muss aber auch festgestellt werden, dass sich viele Eltern über die möglichen Risiken, die aus der Fehlbenutzung von Kindersitzen resultieren, nicht im Klaren sind. Es zeigt sich im Ergebnis vor allem, dass die Schnittstelle zwischen Kindersitz und Fahrzeug verbessert werden muss, gleichzeitig müssen die Eltern informiert und sensibilisiert werden.

Die Auswertung der Feldstudie hat gezeigt, dass es für die Begriffe „Misuse“ und „Misuseschwere“ keine klaren Definitionen gibt, welche allerdings für eine sinnvolle Auseinandersetzung mit dieser Thematik unerlässlich sind. Während es zur Frage, was Fehlbenutzung ist, wenigstens ein einheitliches Grundverständnis gibt, gehen die Meinungen zur Misuseschwere auch unter Experten weit auseinander. Das hat sich sehr deutlich in einer Studie gezeigt, die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt wurde. Die Bewertungen verschiedener, fehlerhafter Kindersitzeinstbauten streuten zum Teil sehr stark. Vor dem Hintergrund, dass die Misuseschwere in vielen Feldstudien als Indikator für die Einordnung und Gewichtung der gesamten Thematik genutzt wird, zeigte sich hier ein grundlegendes Problem. Als Ergebnis dieser Erkenntnis wurde das bisher häufig verwendete Codebook dahingehend überarbeitet, dass alle relevanten Misuseformen logisch strukturiert und eindeutig beschrieben wurden. In einer Feldbeobachtung sollte es hinsichtlich der Bewertung der Fehlerschwere so keinen Interpretationsspielraum mehr geben.

Weiterhin wurde eine Datenbank analysiert, die die Daten von 119 rekonstruierten Unfällen beinhaltet, bei denen insgesamt 183 Kinder beteiligt waren. Mittels dieser Daten konnte nicht nur eindeutig bestätigt werden, dass das Verletzungsrisiko für fehlerhaft gesicherte Kinder deutlich höher ist, als das von korrekt gesicherten Kindern. Auch wurden Verletzungsrisiken für bestimmte Körperregionen in Abhängigkeit von der Art der Fehlbenutzung identifiziert.

Ganz grundsätzlich wurde in dieser Arbeit die Frage aufgeworfen, inwiefern sich im Umgang mit der Thematik der Fehlbenutzung in den letzten 15 Jahren Erfolge nachweisen lassen. Der Vergleich einzelner Feldstudien zeigt, dass die Misusequote nicht oder nur geringfügig zurückgegangen ist, die Fehlerschwere ist eher gestiegen. Gleichzeitig ist die Zahl der verletzten und getöteten Kinder als Insasse im Pkw im gleichen Maß zurückgegangen, wie das bei den erwachsenen Verkehrsteilnehmern zu beobachten ist. Offensichtlich gab es seitens der Kindersitze Verbesserungen, die trotz gleichbleibend hoher Misusequote zu einem verbesserten Schutz der Insassen führt. Das zur Misusereduktion nachweislich effiziente Lösungskonzept ISOFIX konnte sich seit seiner Markteinführung bisher kaum durchsetzen. Dass das System beim Verbraucher nur wenig Akzeptanz findet hat vielfältige Ursachen. Neben dem im Vergleich zum herkömmlichen Kindersitz hohen Preis sind eine geringe Bekanntheit und die nicht vorhandene Universalzulassung wesentliche Gründe.

Detailliert wurden die Möglichkeiten und Grenzen der Unfallrekonstruktion zur Forschung im Bereich Kindersicherheit diskutiert. Dabei zeigte sich, dass es eine Vielzahl von Möglichkeiten gibt, um anhand der vorhandenen Unfalldaten ein relativ genaues Bild von der Sicherheitssituation des Kindes während des Unfalls zu erhalten. Dennoch gilt es die Grenzen zwischen gesichertem Wissen über den Unfallhergang und Annahmen darüber zu berücksichtigen, um in Abhängigkeit davon über den jeweiligen Sinn eines Rekonstruktionsversuchs zu entscheiden.

Die nach wie vor hohe Fehlbenutzungsquote von Kindersitzen zeigt den Bedarf nach weiteren Aktivitäten zu dessen Senkung an. Hier müssen alle Beteiligten kritisch ihr Tun hinterfragen und zukünftig gemeinsam Anstrengungen unternehmen, um einfach zu bedienende Sitze auf den Markt zu bringen, die die Fehlbenutzung im Idealfall ganz verhindern, zumindest aber unwahrscheinlicher und weniger gravierend machen. Wie ein solches Vorgehen aussehen kann und dass dem Gesetzgeber dabei eine ganz zentrale Rolle zukommt, wurde in dieser Arbeit abschließend dargestellt.

Zukünftige Aktivitäten sollten von vornherein hinsichtlich ihres Potentials und dessen Überprüfbarkeit bewertet werden. Das kann anhand der bisher gesammelten Erkenntnisse auf dem Gebiet der Kindersicherheit im Fahrzeug geschehen, wozu auch diese Arbeit einen Beitrag leistet.

11 Literaturverzeichnis

- [BASt, 2009]: Siegner, W.: "Sicherung durch Gurte, Helme und andere Schutzsysteme 2009";
Kontinuierliche Erhebungen zum Schutzverhalten von Verkehrsteilnehmern 2009 Bericht zu
Forschungsprojekt 82.354/2008, Bundesanstalt für Straßenwesen
- [babyblume.de]: <http://www.babyblume.de/media/images/org/DreamStorm.jpg>; 12.05.2012
- [Bendjellal, 2006]: Bendjellal, F.; Bennett, M.; Carine S.: „Reducing Misuse of Child Restraint Systems
– An attempt to Treat Loose Harness Problem“; 4th International Conference Protection of
Children in Cars, 7-8 Dezember 2006, München, Germany
- [bestvest.co.uk]: <http://www.bestvest.co.uk/>; 17.02.2012
- [Brämig, 2006]: Brämig, F.-H.: "Child Seat Presence and Orientation Detection CPOD (ISOcare)", 4th
International Conference Protection of Children in Cars, 7-8 Dezember 2006, München,
Germany
- [britax-roemer.de]: <http://www.britax-roemer.de/auto-kindertsitze/auto-kindertsitze/king-plus;>
14.05.2012
- [bubblebum.co.uk]: <http://www.bubblebum.co.uk/>; 17.02.2012
- [casualplay.com]: [http://www.casualplay.com/deu/products/view/84/q-retraktor-
fix#.URpTzmeC0sY](http://www.casualplay.com/deu/products/view/84/q-retraktor-fix#.URpTzmeC0sY); 12.02.2013
- [Cehic, 2012]: Cehic, Eldin: "Untersuchung der Fahrzeugschnittstelle von Antirotationseinrichtungen
an ISOFIX-Sitzen", Studienarbeit Nr. 04/12 an der Technischen Universität Berlin, 18.11.2012
- [Denier, 2008]: Denier, V.: „Compatibility between cars and CRS“ ISO/TC22/SC12/GT1 – Task Force 4
Renault, Passive Safety Department, 27.10.2008
- [DVR.de]: <http://www.dvr.de/vtn/fussgaenger/kinder.htm>; 02.01.2013
- [ECE-R 129, 2012]: Economic Commission for Europe, Inland Transport Committee; "Proposal for a
new Regulation on Child Restraint Systems"; 157th session; Geneva 26-29 June 2012
- [Fastenmeier, 2006]: Fastenmeier, W.; Lehnig, U.: „Fehlerhafte Nutzung von Kinderschutzsystemen
in Pkw“, Bericht der BASt, Heft M178, Bergisch Gladbach, 2006
- [fairbimbofix.it]: <http://www.fairbimbofix.it/de/more.html>; 22.05.2012
- [fotelik.info]: http://fotelik.info/fotelikimages/isofix_idea.jpg; 13.4.2012

- [García, 2011]: García, A.; Espantaleón M.; Cuesta, E.: „Child restraint system with pretensioner and load limiter functionality“; 4th International Collegiate Student Safety Technology Design Competition (SSTDC), 22nd ESV Washington D.C. June 2011; http://www.insia-upm.es/documentos/ESV_SIRIA_Leaflet.pdf; 18.03.2013
- [Glaser, 2009]: Glaser, Ch.: „Käufer- und Nutzergruppen von Sicherheitsprodukten“, Dissertation, Berlin 2009; http://opus.kobv.de/tuberlin/volltexte/2009/2106/pdf/glaser_charlotte.pdf; 17.4.2012
- [gltc.co.uk]: http://www.gltc.co.uk/fcp/product/-/home_school_car_showall/Seat-Belt-Safeclip/2067?awc=2187_1303125285_0db584cc88009636e7adeeeeb32b59d8; 17.02.2012
- [Holtz, 2011]: Holtz, J.: „Entwicklung einer Lösungsstrategie zur Vermeidung der Fehlbenutzung des Fahrzeuggurtes bei Klasse 0+Kindersitzen“ Bachelorarbeit Nr. 01/11 an der Technischen Universität Berlin, 9. Mai 2011
- [Hummel, 2008]: Hummel, Th.; Finkbeiner F.; Kühn, M.: „Misuse of Child Restraint Systems – A 2008 Observation Study in Germany“, 6th International Conference Protection of Children in Cars, 4-5 Dezember 2008, München, Germany
- [Huelke, 1992]: Huelke, D.; Mackay, G.; Morris, A.; Bradford, M.: „Car Crashes and Non-Head Impact Cervical Spine Injuries in Infant and Children“, SAE Paper 920562, 1992
- [ICRASH, 2012]: Müller, G.; Johannsen, H.; Fiorentino, A.; Lesire, Ph.; Schnottale, B.; Beillas, Ph.; Chevalier, M.-Chr.: „Misuse of Child Restraint Systems – an important Problem for Child Safety“ ICRASH 2012 International Crashworthiness Conference, Milano, Italy, 18-20 Juli 2012
- [Jänsch, 2009]: Jänsch, M.; Otto, D.: „Current situation of child occupant safety in German accidents“, 7th International Conference Protection of Children in Cars, 3-4 Dezember 2009, München, Germany
- [Johannsen, 2006]: Johannsen, H.: „Assessment of Abdominal Injury Risks by Dummy Tests“; Fortschritt-Berichte VDI; Reihe 12 Verkehrstechnik / Fahrzeugtechnik, Nr. 631; VDI Verlag GmbH, Düsseldorf 2006
- [Johannsen, 2007]: Johannsen, H.: „Concepts towards Reduced Misuse Rates“; 5th International Conference Protection of Children in Cars, 6-7 Dezember 2007, München, Germany
- [kiddybest.de]: <http://www.kiddybest.de/images/produkte/i33/3333-ConTransProDarkNight.jpg>; 12.05.2012
- [Kramer, 2006]: Kramer, F.: „Passive Sicherheit von Kraftfahrzeugen“, 2. Auflage, Friedr. Vieweg & Sohn Verlag, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2006, ISBN 3-8348-0113-5

- [Langwieder, 1997]: Langwieder, K.; Stadler, P.; Hummel, Th.; Fastenmeier, W.; Finkbeiner, F.: „Verbesserung des Schutzes von Kindern in Pkw“, Bericht der BASt, Heft M37, Bergisch Gladbach, 1997
- [Langwieder, 2003]: Langwieder, K.; Hummel, Th.; Finkbeiner, F.; Roselt, Th.: „Kinder im Auto“, Studie zur Verwendung von KSS und Verbesserungspotentiale durch ISOFIX, 0304, GDV Bericht, 2003
- [Lesire, 2006]: Lesire, Ph.; Cuny, S.; Alonzo, F.: Deliverable 1.2-2 Misuse Effect Analysis “Results of dynamic testing program”; Bericht zum EU Forschungsprojekt CHILD
- [maxi-cosi.com]: <http://www.maxi-cosi.com/gb-en/carseats/kid/rodi-airprotect>; 17.02.2012
- [maxi-cosi.de]: <http://www.maxi-cosi.de/de-de/producte/kinderautositze/babyschale-gruppe-0/citi-sps/eigenschaften-citi-sps-baby-autositz.aspx>; 14.05.2012
- [Müller, 2009]: Müller, G.; Borgmann, J.-P.; Johannsen, H.: “Technical options for reduction of misuse of group 1 CRS”, 7th International Conference Protection of Children in Cars, 3-4 Dezember 2009, München, Germany
- [Müller, 2010]: Müller, G.; Johannsen, H.; Fastenmeier, W.: „Fehlgebrauch der Airbagabschaltung bei der Beförderung von Kindern in Kinderschutzsystemen“; Bericht der BASt, Heft F75, Bergisch Gladbach, 2010
- [renault.de]: <http://www.zubehoer-renault.de/logan/images/kindersitz.jpg>; 12.05.2012
- [sicher-im-auto.de]: <http://www.sicher-im-auto.com>; 06.06.2012
- [Sobotta, 1972]: Sobotta, J.; Bechter, H.; Ferner, H.; Staubesand, J.: „Atlas der Anatomie des Menschen“, Band 1, München, 17. Auflage, 1972
- [Synbone.ch]: <http://www.synbone.ch/wEnglish/catalogue/>; 16.05.2012
- [travelrest.net]: <http://www.travelrest.net/>; 17.02.2012
- [Tylko, 2012]: Tylko, Suzanne: „Dynamic Responses of Hybrid III 6 & 10-Year-Old-ATDs Seated on Inflatable Booster Cushions“; 10th International Conference Protection of Children in Cars, 6-7 Dezember 2012, München, Germany
- [Weber, 2008]: Weber, S.: „Optimierung von Kinderschutzsystemen im Pkw“, Bericht der BASt, Heft F67, Bergisch Gladbach, 2008

12 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vergleich der Körperproportionen in unterschiedlichen Entwicklungsstufen [Huelke, 1992].....	4
Abbildung 2: Lage der inneren Organe; Baby (links), Erwachsener (rechts) [Sobotta, 1972]	5
Abbildung 3: Verlauf des Gurts über das Becken; Erwachsener (links), Kleinkind (rechts) [Synbone.ch]	6
Abbildung 4: Gruppe 0+ Sitz [maxi-cosi.de]	7
Abbildung 5: Gruppe 1 Sitz mit Fünf-Punkt-Gurtsystem (links) und mit Fangkörpersystem (rechts) [britax-roemer.de; kiddybest.de]	8
Abbildung 6: Gruppe 2/3 Sitz ohne und mit Rückenlehne [babyblume.de; renault.de]	9
Abbildung 7: Vergleich der Misusequote verschiedener Feldstudien [Langwieder, 1997; Langwieder, 2003; Fastenmeier, 2006; Hummel, 2008].....	12
Abbildung 8: Vergleich der Verteilung der Misuseschwere	13
Abbildung 9: Dummy mit Gurtmanschette [Johannsen, 2006]	17
Abbildung 10: Prinzipskizze des ISOFIX-Systems [fotelik.info].....	17
Abbildung 11: Funktionsprinzip einer Antirotationseinrichtung Links: Die Rotation wird durch einen Stützfuß verhindert. Rechts: Die Rotation um die Befestigungspunkte führt zu einer unerwünschten Vorverlagerung [fairbimbofix.it]	18
Abbildung 12: Gruppe 1 Sitz mit Top Tether Links: Gurt ist an vorgesehenem Punkt eingehängt. Ein Indikator zeigt an, dass der Gurt ausreichend gespannt ist. Rechts: Top Tether wird von der Rückseite des Kindersitzes über die Rückenlehne geführt	18
Abbildung 13: Stützfuß an der Vorderseite einer Basis, auf der eine Babyschale montiert ist. Indikatoren zeigen durch grüne Farbgebung an, dass die Babyschale richtig eingerastet ist und dass der Stützfuß ausreichend Bodenkontakt hat.	19
Abbildung 14: Anzeige zur Gurtkraft Links: Gurtspannkraft ist ungenügend, ein rotes Smiley ist zu sehen. Mitte, rechts: Gurtspannkraft ist ausreichend, dem Nutzer wird ein grünes Smiley angezeigt. [Bendjellal, 2006]	22

Abbildung 15: Anzeige zur richtigen Sicherung einer Babyschale Links: Die Babyschale ist richtig auf der Sitzbasis eingerastet, der Indikator zeigt einen grünen Punkt. Rechts: Die Sitzschale ist nicht richtig eingerastet, der Indikator ist rot.....	22
Abbildung 16: Funktionsweise CPOD [Brämig, 2006].....	24
Abbildung 17: Altersverteilung.....	26
Abbildung 18: Größenverteilung	27
Abbildung 19: Gewichtsverteilung	27
Abbildung 20: Vergleich Gewicht und Alter	28
Abbildung 21: Vergleich Größe und Alter.....	29
Abbildung 22: Verteilung der Sitzposition.....	30
Abbildung 23: Genutzte Kindersitzgruppe	31
Abbildung 24: Verwendetes Rückhaltesystem.....	31
Abbildung 25: Vergleich verwendeter Kindersitz und Alter des Kindes.....	32
Abbildung 26: Prüfnorm des Kindersitzes	33
Abbildung 27: Sicherheitsqualität.....	34
Abbildung 28: Verteilung der Fehlerart.....	35
Abbildung 29: Verteilung Sicherheitsfehler	36
Abbildung 30: Vergleich Sicherheitsfehler und KSS-Gruppe	37
Abbildung 31: Bewertung der Sicherheitsfehler	38
Abbildung 32: Installationsfehler	39
Abbildung 33: Vergleich Installationsfehler und KSS-Gruppe	40
Abbildung 34: Bewertung der Installationsfehler	41
Abbildung 35: Gesamtbewertung der Fehlbenutzung	41
Abbildung 36: Vergleich der Einbauqualität mit älteren Feldstudien [Langwieder, 1997; Langwieder, 2003; Fastenmeier, 2006; Hummel, 2008]	42

Abbildung 37: Vergleich der Einbauqualität (nur Berlin) mit älteren Feldstudien [Langwieder, 1997; Langwieder, 2003; Fastenmeier, 2006; Hummel, 2008]	43
Abbildung 38: Vergleich der Misuseschwere mit älteren Feldstudien [Langwieder, 1997; Langwieder, 2003; Fastenmeier, 2006; Hummel, 2008].....	44
Abbildung 39: Fehlbenutzung in Abhängigkeit von der Fahrdauer	45
Abbildung 40: Fehlbenutzung in Abhängigkeit von der Fahrdauer für Berlin	45
Abbildung 41: Vergleich Fehlbenutzung in Abhängigkeit vom Fahrtzweck.....	46
Abbildung 42: Einschätzung der Sicherung durch den Nutzer.....	47
Abbildung 43: Vergleich Einschätzung der Sicherung zur tatsächlichen Sicherungsqualität.....	47
Abbildung 44: Maximale Lose im Fahrzeuggurt.....	53
Abbildung 45: Nichtbenutzung des Top Tethers.....	54
Abbildung 46: Dreijähriges Kind im Gruppe 2/3 Sitz.....	55
Abbildung 47: Simuliertes Staufach im Fahrzeugboden	55
Abbildung 48: Bewertung der Gurtlose im Fahrzeug.....	58
Abbildung 49: Bewertung der Gurtlose im Kindersitz	59
Abbildung 50: Bewertung Top Tether nicht benutzt	60
Abbildung 51: Bewertung der Situation „Kind zu klein für den Kindersitz“	61
Abbildung 52: Bewertung des Fehlers „Stützfuß auf einem Staufach im Fahrzeugboden“	63
Abbildung 53: Bewertung der geringen Fahrzeuggurtlose bei einer Babyschale.....	64
Abbildung 54: Bewertung der Nutzung beider Gurtklemmen in einem Gruppe 1 Sitz	65
Abbildung 55: Bewertung des falschen Gurtpfads bei einer Babyschale	66
Abbildung 56: Vergleich zwischen korrekt gesicherter Babyschale (links) und Einbau mit falscher Gurtführung (rechts); Blick von oben ins Fahrzeug.....	67
Abbildung 57: Bewertung des korrekten Einbaus eines Niedrigpreiskindersitzes	68
Abbildung 58: Altersverteilung Rekonstruktionsdatenbank.....	72

Abbildung 59: Verteilung Sitzposition Rekonstruktionsdatenbank.....	73
Abbildung 60: Bezeichnung der Sitzpositionen.....	73
Abbildung 61: Verteilung der Kollisionsgeschwindigkeit bei den Frontalunfällen.....	74
Abbildung 62: Verteilung MAIS	75
Abbildung 63: Verteilung MAIS bei Frontalkollisionen.....	76
Abbildung 64: Körperregion schwerster Verletzung	77
Abbildung 65: Körperregion schwerster Verletzung, Vergleich Misuse, kein Misuse.....	78
Abbildung 66: AIS einzelner Körperregionen	78
Abbildung 67: Verteilung der Fehlbenutzungsarten in der Rekonstruktionsdatenbank	79
Abbildung 68: Region schwerster Verletzung in Abhängigkeit der Fehlbenutzung	80
Abbildung 69: MAIS 3+ Verletzungen.....	81
Abbildung 70: MAIS 4+ Verletzungen.....	82
Abbildung 71: Nicht genutzter Anbindungspunkt am Kindersitz	84
Abbildung 72: Entwicklung Verunglückte Kinder im Pkw.....	91
Abbildung 73: Vergleich verletzte Erwachsene und Kinder als Pkw Insassen.....	92
Abbildung 74: Vergleich getötete Erwachsene und Kinder als Pkw Insassen	92
Abbildung 75: Vergleich getötete Erwachsene und Kinder als Pkw Insassen, bezogen auf den Bevölkerungsanteil	93
Abbildung 76: Gebrochener Kopfschutz nach einem Kopfkontakt bei einer Seitenkollision.....	104
Abbildung 77: Abriebspuren am Fahrzeuggurt (links), verursacht durch die Gurtklemme im Kindersitz (mitte und rechts)	105
Abbildung 78: Diagonale Gurtspure(n)(links), verursacht durch den oberen Gurttanbindungspunkt..	106
Abbildung 79: Schlittentest mit einem Gruppe 2/3 Sitz; Links: richtige Sicherung; Rechts: Einbau mit falscher Gurtführung (Pfeil)	106
Abbildung 80: Vergleich des rekonstruierten Gurtverlaufs; Links. Korrekte Gurtführung; Rechts: Gurtführung mit Gurtlose	107

Abbildung 81: Sicherungssituation eines Kindes im Pkw.....	111
Abbildung 82: Vorgeschlagener dritter Anbindungspunkt liegt unterhalb der Fahrzeugsitzfläche ...	116
Abbildung 83: Babyschale mit Markierung des Gurtverlaufs [Holtz, 2011].....	120
Abbildung 84: Veränderte Gurtführung bei einer Babyschale; Links: Gurtführungspunkte sind verdreht, der Schultergurt kann nicht befestigt werden; Rechts: Ursprüngliche Lösung, sowohl Becken- als auch Schultergurt können über die Sitzschale geführt werden [Holtz, 2011]	121
Abbildung 85: Prototyp einer Babyschale, der das Lösen vom Fahrzeugsitz bei falscher Gurtführung verhindern soll (Fahrzeuggurte sind fest mit dem Kindersitz verbunden).....	121
Abbildung 86: Mechanik zur Überprüfung der Gurtkraft; Links: Seitenansicht des KSS; Mitte: Gurtkraftsensor unbelastet; Rechts: Gurtkraftsensor mit gestrafftem Fahrzeuggurt [Müller, 2009].....	122
Abbildung 87: Sitzlehne mit Größenempfehlung (rechts: Vergrößerung).....	124
Abbildung 88: Letalitätsrate bei verschiedenen AIS-Abstufungen [Kramer, 2006]	141
Abbildung 89: Aufblasbarer Kindersitz [bubbleum.co.uk].....	142
Abbildung 90: Schlafstütze für die gurtabgewandte Seite [travelrest.net]	143
Abbildung 91: Weste zur Optimierung der Gurtführung [bestvest.co.uk]	143
Abbildung 92: Schutz vor unbeabsichtigter Öffnung des Gurtschlösses [gltc.co.uk]	144
Abbildung 93: Vorrichtung zur Positionierung der Rückenlehne am Gruppe 2/3 Sitz [maxi-cosi.com]	144

13 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gruppeneinteilung von Kindersitzen gemäß ECE-R 44.....	6
Tabelle 2: Verteilung Aufprallart	72
Tabelle 3: MAIS-Verteilung in der Rekonstruktionsdatenbank.....	75
Tabelle 4: Bewertung der Misuseschwere für wesentliche Fehler bei der Sicherung von Kindern im Pkw.....	115
Tabelle 5: Abbreviated Injury Scale – Schweregrad mit Verletzungsbeispielen [Kramer, 2006]	141

14 Anhang

14.1 Codebook zur Erfassung von Sicherungs- und Einbaufehlern

Im Folgenden ist das Codebook dargestellt, welches für die in dieser Arbeit vorgestellten Feldstudien als Grundlage zur Fehlererfassung diene.

Allgemeine Fehler

beim Sitzeinbau

s-	001 falsche Einbaurichtung
s-	002 falsche Einbauposition
s-	003 falsche Befestigung
s-	004 falscher Gurtpfad
s-	005 Fahrzeuggurt nicht in Führungshilfen gelegt
l/m-	006 lose Sitzbefestigung
s-	007 lose Sitzbefestigung
s-	008 Gurtschloss vom Befestigungsgurt geöffnet
s-	009 Verstoß gegen Beifahrerairbag-Vorschrift
s-	010 Zusatzgurt an falscher Stelle befestigt
m/s	011 eigene Befestigungs konstruktion/Unterlage
l-	012 Befestigungsgurt verdreht
l-	013 Fahrzeuggurt verdreht
m/s	014 Stützfuß nicht verwendet
m/s	015 Stützfuß falsch positioniert
l-	016 Gurtklemmfunktion nicht verwendet
m/s	017 Fahrzeuggurt nicht gestrafft (lose Sitzbefestigung)
m	018 Gurtspannhilfe (Fahrzeuggurt) nicht benutzt
m	019 Top Tether nicht benutzt

bei der Kindersicherung

s-	021 Kind für verw. KSS zu klein (nicht altersgerecht)
s-	022 Kind zu groß: krit. Kopflage (Schalenrand, Gruppe 0/0+)
s-	023 Kind zu groß: krit. Kopflage (Schalenrand/Augenlinie, Gr. I)
s-	024 Gurtschloss im Sitz geöffnet
l/m-	025 Gurtlose im Sitz
s-	026 Gurtlose im Sitz
m-	027 Gurte auf falsche Schulterhöhe eingestellt
l-	028 Gurte im Sitz verdreht
m-	029 Gurtschloss zu hoch positioniert
s-	030 Schultergurt (4/5-Pkt.-System) unter dem Arm verlaufend
s-	031 Schultergurt (4/5-Pkt.-System) über die Schulter hängend
m/s	032 lose Sicherung/Fahrzeuggurt nicht gestrafft

l-	033 Fahrzeuggurt verdreht
----	---------------------------

Sonstige/Auffälligkeiten

s-	041 KSS defekt/beschädigt
s-	042 KSS unbefestigt verwendet
m/s	043 Beifahrersitz zu weit vorne (Airbag-Abstand)
km	045 Beinkontakt mit Rückenlehne vom Vordersitz
km	046 ungesichert, vorhandenes KSS nicht benutzt
km	047 KSS hat keine ECE-Zulassung
km	048 KSS passt schlecht zu Fahrzeug u. Gurtgeometrie
km	049 Gurtbänder/-peitschen zu lang
km	050 Fahrzeuggurt zu kurz
km-	051 Sitzschiefe (Sitzausformung)
km	052 KSS hat keine Gurtklemmfunktion
km-	053 Gurtklemme ausgeleiert/beschädigt
km	054 mangelnde Standfestigkeit (Seitenstabilität)
km	055 Problem „Lage oberer Gurtumlenkpunkt“ (Negativ-Verlauf)

Schutzsystemspezifische Fehler

Gruppe 0

s-	060 Wanne/Tragetache ohne spez. Gurtsystem befestigt
s-	061 Schultergurt (Y-Gurt) ausserhalb des Schulterbereiches

Gruppe 0/I (rückwärts gerichtet)

m-	071 Abstützung am Armaturenbrett nicht korrekt
s-	072 mangelhafte Verankerung (zu locker)
s-	073 fehlende Verankerung
s-	074 falsche Sicherungsart (falsches Gurtsystem verwendet)

Gruppe I - 4/5-Pkt-Gurt-Systeme

s-	083 falsche Befestigung/Sicherung (Dreipunktgurt)
m-	084 Gurtklemmfunktion auf falscher Seite benutzt
s-	085 Gurte falsch eingefädelt (Gurtverstellung)

Gruppe I – Fangkörpersysteme

m-	091 falscher Gurtpfad (nicht im Fangkörper)
l-	092 Schultergurt hinter dem Sitz verlaufend
m-	093 Schultergurt hinter dem Rücken verlaufend
s-	094 Fangkörper nicht verwendet
s-	095 Fangkörper nicht gesichert (ISOFIX)

- s- 096 nur Fangkörper verwendet
- m- 097 Fangkörper verdreht
- Gruppe I/II - 3-Punkt-Gurt-Systeme**
- s- 106 Schultergurt hinter dem Rücken verlaufend
- s- 107 Schultergurt hinter dem Sitz verlaufend
- m- 108 Schultergurtverlauf nicht korrekt (tief/hoch)
- m- 109 Gurtbandführung nicht benutzt (Hals)
- l- 110 Gurtbandführung ausgeleiert/beschädigt
- m- 111 Fahrzeuggurt nicht in Führungshilfen gelegt (Becken)
- s- 112 Sicherung + Befestigung mittels Beckengurt
- Gruppe II – Fangkörpersystem**
- s- 121 Fangkörper verdreht
- Gruppe II/III – Sitzerrhöhungen mit/ohne Schlafstütze**
- s- 131 Sicherung mittels Beckengurt
- s- 132 Schultergurt hinter dem Rücken verlaufend
- l/m- 133 Beckengurt nicht in Führungshilfen gelegt
- m- 134 Gurtverlauf mit Halskontakt
- km 135 KSS hat keinen Gurthalter
- m- 136 KSS verdreht (180° horizontal)
- m- 137 Kind auf Sitzfläche nicht korrekt positioniert
- l- 138 Gurtbandhalter (Schulter) nicht benutzt
- m- 139 Schultergurtführung nicht benutzt (3PG/Schlafstütze)
- m- 140 Einstellung der Schlafstütze nicht korrekt (Kopfposition)
- m- 141 Verbindung zw. Sitzfläche u. Schlafstütze nicht

- korrekt
- m- 142 Gurtbandhalter falsch eingestellt (SafeSeat)
- m- 143 mittlere Beckengurtführung nicht benutzt (SafeSeat)
- km 144 fehlende/nicht ausgeprägte Führungshilfe (hoher Gurtverl.)
- m- 145 falsches Gurtschloss genutzt
- Integrierte Systeme**
- s- 151 nicht altersgerechte Verwendung
- s- 152 Sicherung in falschem Gurtsystem
- m- 153 falsche Höhenpositionierung
- m- 154 Aufrollautomatik (Hosenträgergurt) funktioniert nicht korrekt
- Gurtadapter**
- km 161 Verwendung ohne Sitzerrhöhung
- m 162 falscher Gurtverlauf
- m 163 fehlerhafte Positionierung
- ISOFIX/Opelfix**
- s- 171 Verstoß gegen fahrzeugspezifische Verwendung
- s- 172 keine Einrastung/Adaption (unbefestigt)
- s- 173 einseitige Einrastung/Adaption
- m- 174 Anpressung nicht ausreichend
- m- 175 Anpressung einseitig
- Bewertung der misuse-Schwere**
- l = leicht, m = mittel, s = schwer
- km = kein misuse, nur Auffälligkeiten

14.2 AIS-Skalierung

Die folgende Tabelle beschreibt zu den einzelnen AIS-Abstufungen typische Verletzungen. In Tabelle 5 ist für die einzelnen AIS-Abstufungen das jeweilige Sterberisiko dargestellt. Dabei lässt sich gut ersehen, dass es keinerlei linearen Zusammenhang zwischen dem Letalitätsrisiko und der AIS gibt.

AIS	verbal	Beispiele
0	keine	
1	leicht	Schürfung, Stauchung, Verbrennung 1. Grades, Verbrennung 2. Grades bis 10%
2	mittel	großflächige Schürfungen oder Prellungen, leichte Gehirnerschütterungen ohne Bewusstlosigkeit, Verbrennungen 2. Grades bis 15% der Oberfläche
3	schwer	offene Wunden mit Nerven- und Gefäßverletzungen, Gehirnerschütterungen mit Bewusstlosigkeit, Verbrennungen 2. Grades bis zu 25% der Oberfläche
4	ernst	Wunden mit gefährlichen Blutungen, multiple Frakturen mit Organschädigung, Gehirnerschütterung mit neurologischen Zeichen, Verbrennungen 2. oder 3. Grades bis 35% der Oberfläche
5	kritisch	Organrupturen, schweres Schädel-Hirn-Trauma, Verbrennungen 3. Grades bis 90% der Oberfläche
6	maximal	Verletzungen, bei denen keine Behandlung mehr möglich ist

Tabelle 5: Abbreviated Injury Scale – Schweregrad mit Verletzungsbeispielen [Kramer, 2006]

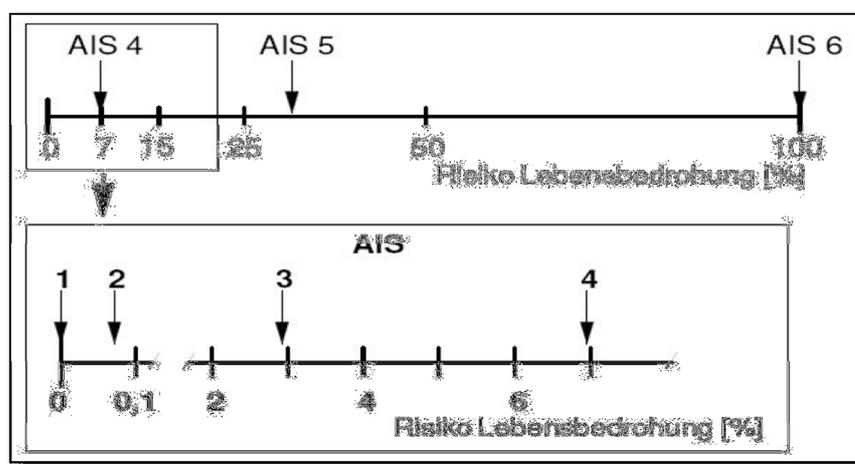


Abbildung 88: Letalitätsrate bei verschiedenen AIS-Abstufungen [Kramer, 2006]

14.3 Technische Lösungen zur Verbesserung der Sicherheit von Kindern im Fahrzeug

Im Folgenden werden einige technische Lösungen vorgestellt, die zur Komfortverbesserung oder zur Vermeidung von Fehlbenutzungen im Handel erhältlich sind. Es handelt sich dabei nur eine Auswahl aus einem umfangreichen und vielfältigen Angebot.

Aufblasbare Sitzerrhöhung

Bei diesem Kindersitz handelt es sich um eine aufblasbare Sitzerrhöhung. Diese bietet den Vorteil, dass sie sich im Fall des Nichtgebrauchs sehr klein und platzsparend verpacken lässt. Im Nutzen im Sinne der Anforderungen an einen Kindersitz ist allerdings fraglich. Die Sicherstellung einer geeigneten Gurtgeometrie dürfte stark vom gewählten Luftdruck abhängig sein und es erscheint fraglich, ob der Sitz auch im Fall einer starken Fahrzeugverzögerung eine erhöhte Sitzposition und damit eine sichere Führung von Schulter- und Beckengurt sicherstellen kann. Dynamische Tests haben gezeigt, dass diese Sitzerrhöhung das Risiko einer großen Vorverlagerung und von Abdominalverletzungen, verursacht durch den Fahrzeuggurt, deutlich erhöht [Tytko, 2012]. Dennoch ist dieses Modell gemäß ECE-R 44.04 als Gruppe 2/3 Sitz zugelassen und kann somit als vollwertiger Kindersitz verwendet werden (Abbildung 89).



Abbildung 89: Aufblasbarer Kindersitz [bubblebum.co.uk]

Seitliche Schlafstütze

Die in Abbildung 90 dargestellte Schlafstütze kann in Verbindung mit einer Sitzerrhöhung ohne Rückenlehne verwendet werden und soll dafür Sorge tragen, dass das Kind beim Schlafen aufrecht im Kindersitz sitzt. Die Schlafstütze selbst ist nicht in der Lage Kräfte aufzunehmen, sollte aber im Zusammenwirken mit einem KSS keinen negativen Einfluss haben.



Abbildung 90: Schlafstütze für die gurtabgewandte Seite [travelrest.net]

Weste zur Gurtführung

Die in Abbildung 91 dargestellte Weste hat die Aufgabe die Führung des Fahrzeuggurts über die Schulter sicherzustellen. Sie besitzt dabei keine Zulassung als Kindersitz gemäß ECE-R 44 kann aber dazu ergänzend verwendet werden. In Großbritannien wurde die Weste zur alleinigen Sicherung für behinderte Kinder ab einem Alter von fünf Jahren und zur Sicherung von Kindern ab einem Alter von fünf Jahren in Kleinbussen und Bussen zugelassen.



Abbildung 91: Weste zur Optimierung der Gurtführung [bestvest.co.uk]

Sicherung für das Fahrzeuggurtschloss

In Abbildung 92 ist ein Plastikclip dargestellt, der über den Fahrzeuggurt und das Gurtschloss geschoben wird und dadurch das unerwünschte Öffnen des Schloss' verhindern soll. Dabei ist diese Vorrichtung so gestaltet, dass sie sich im Notfall leicht entfernen lässt.



Abbildung 92: Schutz vor unbeabsichtigter Öffnung des Gurtschlusses [gltc.co.uk]

Vorrichtung zur Sitzpositionierung

Die hier dargestellte Klemme ist mittels eines Gummizugs an der Oberseite des Kindersitzes befestigt und wird hinter die fahrzeugseitige Kopfstütze geklemmt. Durch die aufgebaute Spannung wird der Sitz in seiner aufrechten Position flach an der Rückenlehne des Fahrzeugs gehalten. Damit ist der Sitz auch dann im Fahrzeug gesichert, wenn sich kein Kind im Sitz befindet und somit der Fahrzeuggurt zur Sicherung nicht genutzt wird (Abbildung 93).



Abbildung 93: Vorrichtung zur Positionierung der Rückenlehne am Gruppe 2/3 Sitz [maxi-cosi.com]