

Erfolgskontrolle Fahrzeugrückhaltesysteme

**Control of effectiveness of
road restraint systems**

**Contrôle de l'efficacité des dispositifs
de retenue de véhicules**

**Ingenieurbüro W. Schüler, Niederweningen
W. Schüler, Dipl.-Ing.**

**Kantonspolizei Zürich
Verkehrstechnische Abteilung, Zürich
M. Weissert, Ing. HTL / SVI**

**Forschungsauftrag 2006/207 auf Antrag Schweizerischer Verband
der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)**

Januar 2011

1326

Impressum

Forschungsstelle

Ingenieurbüro W. Schüler, Niederweningen
Kantonspolizei Zürich, Verkehrstechnische Abteilung, Zürich

Projektleitung

Wolfgang Schüler

Federführende Fachkommission

Fachkommission 2: Projektierung

Begleitkommission

Präsident

Marco Ghielmetti

Mitglieder

Walter Bill
Marc Fontana
Lorenz Kaufmann
Thierry Pucci
Mazyar Shojaati
Martin Stauber
Jürg Zingg

Antragsteller

Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Bezugsquelle

Das Dokument kann kostenlos von <http://partnershop.vss.ch> heruntergeladen werden.

Inhaltsverzeichnis

Impressum	4
Zusammenfassung	7
Summary	8
Résumé	9
1. Einleitung	10
1.1 Thematik	10
1.2 Auftrag	10
1.3 Analyse des Auftrags	10
1.4 Vorgehensweise	11
1.5 Abgrenzungen	11
2. Allgemein	12
3. Erste Etappe Datenerhebung und Auswertung	13
3.1 Autobahnen Kanton Zürich	16
3.1.1 Auswertung A1, AS Affoltern - AS Seebach	16
3.1.1.1 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Jahren	16
3.1.1.2 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Fahrzeugart	17
3.1.1.3 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach System und Personenschaden	17
3.1.1.4 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Durchbruch	17
3.1.1.5 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall	18
3.1.2 Auswertung A1, AS Zürich Ost - AS Matzingen	19
3.1.2.1 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Jahren	19
3.1.2.2 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Fahrzeugart	20
3.1.2.3 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach System und Personenschaden	21
3.1.2.4 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Durchbruch	21
3.1.2.5 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall	22
3.1.3 Auswertung A3, AS Wollishofen - AS Pfäffikon	24
3.1.3.1 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Jahren	24
3.1.3.2 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Fahrzeugart	25
3.1.3.3 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach System und Personenschaden	25
3.1.3.4 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Durchbruch	26
3.1.3.5 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall	26
3.1.4 Auswertung A51, AS Kloten Nord - AS Bülach Nord	28
3.1.4.1 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Jahren	28
3.1.4.2 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Fahrzeugart	29
3.1.4.3 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach System und Personenschaden	29
3.1.4.4 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Durchbruch	29
3.1.4.5 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall	30
3.1.5 Zusammenfassung Autobahnen Kanton Zürich	31
3.1.5.1 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Jahren	31
3.1.5.2 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Fahrzeugart	32
3.1.5.3 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach System und Personenschaden	33
3.1.5.4 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Durchbruch	35
3.1.5.5 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall	36
3.1.5.6 Unfälle mit Motorrädern	38

3.2	Autobahn A2, AS Diegten - AS St. Jakob Kanton Basel-Landschaft	39
3.2.1	Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Jahren	39
3.2.2	Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Fahrzeugart	40
3.2.3	Unfälle an Schutzeinrichtungen nach System und Personenschaden	40
3.2.4	Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Durchbruch	41
3.2.5	Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall	41
3.2.6	Unfälle mit Motorrädern	41
3.3	Haupt- und Nebenstrassen Kanton Zürich	42
3.3.1	Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Jahren	42
3.3.2	Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Fahrzeugart	43
3.3.3	Unfälle an Schutzeinrichtungen nach System und Personenschaden	44
3.3.4	Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Durchbruch	46
3.3.5	Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall	47
3.3.6	Unfälle mit Motorrädern	49
3.4	Zusammenfassung der Ergebnisse der ersten Etappe	50
3.4.1	Vergleich der Systeme nach der Richtlinie für Fahrzeugrückhaltesysteme an Strassen mit den Untersuchungsergebnissen betreffend Leistungseigenschaften	50
3.4.1.1	Aufhaltstufe	51
3.4.1.2	Klasse des Wirkungsbereichs	51
3.4.1.3	Anprallheftigkeitsstufe	51
3.5	Bewertung nicht normkonforme Schutzeinrichtungen	53
3.5.1	Autobahnen	53
3.5.2	Haupt- und Nebenstrassen	54
3.6	Vergleich Schutzeinrichtungen Stahl zu Schutzeinrichtungen Beton	55
3.7	Unfälle mit Motorrädern	55
4.	Zweite Etappe	56
5.	Literaturrecherche	57
6.	Schlussfolgerungen	58
7.	Empfehlungen	59
	Literaturverzeichnis	60
	Abkürzungen	62
	Projektabschluss (Formular Nr. 3)	65
	Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen	67

Zusammenfassung

Sinn und Zweck dieser Forschungsarbeit war die Untersuchung der Wirkungsweisen von in der Schweiz in der Regel zur Anwendung kommenden Fahrzeugrückhaltesysteme im realen Unfallgeschehen. Hierbei sollte ein direkter Vergleich mit den für die jeweiligen Schutzeinrichtungen nach Norm SN EN 1317-2 festgelegten Leistungseigenschaften mit dem Schwerpunkt der Verletzungsrisiken für die Fahrzeuginsassen und die Rückhalteeigenschaften der Systeme erfolgen. Die Untersuchungen erfolgten ausschliesslich für Schutzeinrichtungen (Leitschranksysteme, Betonleitmauern, etc.) und nicht für Anpralldämpfer oder Anfangs-/Endkonstruktionen. Des weiteren sollte mit Hilfe des Forschungsprojekts geprüft werden, ob bei konsequenter Anwendung der Norm SN 640 561 und der Richtlinie für Fahrzeugrückhaltesysteme des Bundesamts für Strassen im realen Unfallgeschehen der angestrebte Sicherheitszuwachs erzielt werden kann.

Es wurden alle polizeilich registrierten Unfälle an Schutzeinrichtungen im Zeitraum von 2003 bis 2008 im Kanton Zürich auf den Autobahnen A1, A3 und A51 und auf allen Haupt- und Nebenstrassen ausgewertet. Des Weiteren wurden alle Unfälle an Betonleitmauern auf der Autobahn A2 im Kanton Baselland von 2003 bis 2007 als Datengrundlage herangezogen.

Die Auswertungen zeigen, dass einige wesentliche Informationen für den Vergleich des realen Unfallgeschehens mit den nach Norm SN EN 1317-2 erfolgten Prüfungen nicht in dem erforderlichen Umfang zur Verfügung stehen. Dies trifft vor allem auf teils unzureichende Unfallrekonstruktionen auf Grund fehlender Anknüpfungstatsachen zu.

Ungeachtet dessen können auf Grundlage der Auswertungen die in den Normen und Richtlinien enthaltenen Vorgaben für Autobahnen als durchweg richtig beurteilt werden. Dies trifft insbesondere auf die Funktion der in der Regel zur Anwendung kommenden Fahrzeugrückhaltesysteme auf den Autobahnen zu, während auf den Haupt- und Nebenstrassen der Sinn und Zweck von Fahrzeugrückhaltesystemen nicht abschliessend positiv bewertet werden kann, weil hier unter anderem die Auswertungen und Ergebnisse beim Vergleich von normkonformen Systemen mit alten nicht normkonformen Systemen keine eindeutigen Vorteile zu Gunsten von neuen normkonformen Systemen ergaben. In diesem Punkt könnte weiterer Forschungsbedarf bestehen. Ungeachtet dessen wird aber empfohlen, bei Strassen mit hohem Verkehrsaufkommen und/oder Unfallschwerpunkten nicht normkonforme durch normkonforme Systeme zu ersetzen.

Hinsichtlich dem Fokus der Forschungsarbeit kann festgehalten werden, dass bis auf eine statistisch unbedeutende Grösse von der Strasse abirrende Fahrzeuge von den in der Regel zur Anwendung kommenden Systemen aufgehalten und umgelenkt werden. In diesem Zusammenhang werden bisherige durchgeführte Untersuchungen dahingehend bestätigt, dass in rund 90 Prozent der Unfälle an Schutzeinrichtungen Personenwagen involviert sind. Unfälle an Schutzeinrichtungen mit schweren Motorwagen sind auf dem schweizerischen Strassennetz auf Grund der äusserst geringen Anzahl statistisch nicht relevant.

Weiterhin kann die Aussage getroffen werden, dass die bei Prüfungen nach Norm SN EN 1317-2 ermittelten theoretischen Risiken für die Fahrzeuginsassen (Anprallheftigkeitsstufen A, B oder C) für die jeweiligen Schutzeinrichtungen sich beim realen Personenschaden widerspiegeln und Systeme der Anprallheftigkeitsstufe A in aller Regel auch zu keinen oder nur geringen Personenschäden im realen Unfallgeschehen führen. Abschliessend kann festgehalten werden, dass im Zeitraum von 2003 bis 2008 auf den untersuchten Strassen keine Fahrzeuginsassen infolge des primären Anpralls an norm- und richtlinienkonformen Systemen getötet wurden und auf Autobahnen kein Personenschaden bei Dritten auf der gegenüberliegenden Fahrbahn infolge von Durchbrüchen oder Durchbiegungen von nachgiebigen Schutzeinrichtungen zu verzeichnen war.

Summary

The purpose of this research project was to analyse the effectiveness of the safety barriers (road restraint systems) which are normally used in Switzerland and their performance in real accident situations. Therefore, a direct comparison should be drawn between the performance characteristics of each safety barrier according to norm SN EN 1317-2, with particular focus on the injury risks for passengers, and the containment characteristic of the system. For the research, only safety barriers (steel barriers, concrete barriers, etc.) have been considered. Crash cushions and terminals have not been taken into consideration. Furthermore, the research project shall prove whether or not the targeted increase in safety in real incidents could be achieved using norm SN 640 561 and the guideline for road restraint systems of the Swiss Federal Roads Office consistently.

Therefore, all accidents at safety barriers on the motorways A1, A3 and A51, as well as on all main and by-roads in Canton Zurich, which were registered by the police during the period 2003 to 2008, have been included in the study. Furthermore, all accidents at concrete barriers on the motorway A2 in Canton Baselland for the period 2003 to 2007 have also been included.

The evaluation indicates that some important information necessary for the comparison of real accident situations and crash tests carried out in accordance to norm SN EN 1317-2 is missing. This is due to partially insufficient data required for the reconstruction of the accidents such as weather condition, exact speed, angle of approach etc.

Nevertheless, based on the evaluation, it can be proven that the requirements for Swiss motorways set forth in the norms and guidelines are entirely correct. This is especially true for the function of the road restraint systems which are generally used on motorways. However, the effectiveness of road restraint systems on main and by-roads may not ultimately be considered as positive, as the evaluation and the results of the comparison of norm-conformed systems and non-conformed systems do not show obvious advantages in favour of new and conformed systems. In this case, there may be a need for further research. Nevertheless, it is recommended that non-conformed systems be replaced by norm-conformed systems on roads with high traffic volume and/or high risk for accidents.

Regarding the focus of the research project, it may be stated that except for a statistically insignificant number, vehicles veering off the road are retained and redirected by the safety barriers which are normally used on Swiss motorways. This supports the finding of previous studies which indicate that in 90% of the accidents at safety barriers, passenger cars are involved. Accidents with heavy duty vehicles in which safety barriers are involved are not relevant in the Swiss road net because of the insignificant number of accidents.

Furthermore, tests conducted according to norm SN EN 1317-2 indicate that the theoretical risks for passengers (impact severity level A, B or C) for each type of safety barrier are confirmed by the injuries of real passengers. In actual accidents, systems of impact severity class A generally resulted in either no injuries or only very minor injuries. In conclusion, on roads included in the study from 2003 to 2008, no passenger was killed due to the primary impact at norm- and guideline-conformed systems, and on the motorways, no third parties (passengers in the oncoming lanes) were injured due to a breakthrough or the deflection of a non-rigid safety barrier.

Résumé

L'objectif de la présente recherche a été d'étudier le comportement des dispositifs de retenue de véhicules employés en Suisse dans le contexte réel d'accidents. Dans le cadre de la démarche, il s'agissait d'effectuer une comparaison directe des risques de blessure pour les passagers avec les propriétés de retenue des dispositifs utilisés en fonction des critères de performance de ces derniers tels que décrits dans la norme SN EN 1317-2. Les analyses ont été limitées aux dispositifs de retenue (glissières de sécurité, parapets en bétons etc.). Les atténuateurs de choc et les extrémités d'origine de file n'ont pas fait l'objet de cette étude. Par contre, celle-ci a également eu pour objectif de vérifier si l'application conséquente de la norme SN 640 561 et la directive de l'Office fédéral des routes (OFROU) sur les dispositifs de retenue apportait le surplus de sécurité attendu.

La totalité des accidents enregistrés par la police sur les autoroutes A1, A3 et A51 et sur toutes les routes principales et secondaires du canton de Zürich pendant la période 2003 – 2008 et impliquant des dispositifs de retenue a été exploitée. Les accidents touchant les parapets en béton de l'autoroute A2 du canton de Bâle-Campagne pendant la période 2003 – 2007 ont également été intégrés dans la base de données.

L'exploitation des données montre que certaines informations fondamentales destinées à comparer le déroulement réel des accidents avec les essais effectués selon la norme SN EN 1317-2, ne sont pas à disposition dans l'étendue nécessaire à une analyse précise. Ceci touche avant tout les données caractéristiques de la reconstruction du déroulement d'un accident telles que l'état de la chaussée, les dégâts aux véhicules ou aux dispositifs de retenue etc.

Malgré cet état de fait et sur la base de l'exploitation des données à disposition, les contraintes exigées par les normes et les directives pour les autoroutes peuvent être considérées comme appropriées. Ceci concorde plus particulièrement avec l'expérience faite pour le fonctionnement des dispositifs de retenue employés sur les autoroutes. Par contre, sur les routes principales et secondaires, les résultats de l'étude montrent qu'il n'a pas été possible d'élucider d'une manière définitive l'avantage des nouveaux dispositifs conformes par rapport aux dispositifs non conformes. Des recherches en ce sens devraient être effectuées. Malgré cela, pour les routes à volumes de trafic important et pour les points noirs, il est recommandé de remplacer les systèmes non conformes existants par des systèmes conformes.

En ce qui concerne le centre de gravité du présent travail de recherche, il faut retenir qu'à l'exception d'un nombre insignifiant de véhicules quittant la chaussée, la majeure partie des véhicules sont arrêtés ou déviés par les dispositifs de retenue installés. L'étude montre également que 90% des accidents impliquant les dispositifs de retenue concernent les véhicules légers. Sur le réseau routier suisse les accidents de véhicules lourds impliquant les dispositifs de retenue sont insignifiants du point de vue statistique.

Il est également démontré que les risques théoriques pour les passagers (niveau de sévérité de choc A, B ou C) tels que calculés pour chaque type de dispositif sur la base des essais décrits dans la norme SN EN 1317-2 reflètent les dommages corporels effectifs et que les dispositifs de niveau de sévérité de choc A n'occasionnent pas ou peu de dommages corporels. Pour conclure, il a été constaté que durant la période étudiée de 2003 à 2008 aucun passager n'a été tué suite à un choc direct avec un dispositif de retenue conforme aux normes et aux directives sur le réseau routier étudié et que sur autoroute, aucun dommage corporel à des tiers sur la chaussée opposée suite à une traversée ou un fléchissement d'une glissière centrale n'a été enregistré.

1. Einleitung

1.1 Thematik

Seit 1998 gilt in der Schweiz die europäisch harmonisierte Norm SN EN 1317-2, in der die Leistungsklassen, die Abnahmekriterien und das Prüfverfahren für Schutzeinrichtungen geregelt sind.

Auf Grundlage der Norm SN EN 1317-2 und deren Entwurfsvorlagen wurde in der Vergangenheit die Mehrzahl der in der Schweiz seit Jahrzehnten zur Anwendung kommenden nationalen Schutzeinrichtungen geprüft und in der Richtlinie für Fahrzeugrückhaltesysteme des Bundesamts für Strassen mit allen für die Herstellung und die Montage relevanten Angaben aufgeführt.

Es besteht ein grundsätzliches Interesse, inwieweit die in der Norm SN EN 1317-2 festgelegten Prüf- und Abnahmekriterien und die hieraus sich ergebenden Leistungseigenschaften der jeweiligen Schutzeinrichtungen mit dem realen Unfallgeschehen vergleichbar sind. Dies trifft vor allem auf die nach Norm spezifischen Bewertungen der Verletzungsrisiken der Fahrzeuginsassen und der Rückhalteeigenschaften der jeweiligen Schutzeinrichtungen zu.

1.2 Auftrag

Im Auftrag des Bundesamts für Strassen soll die Überprüfung der Leistungseigenschaften der in der Richtlinie für Fahrzeugrückhaltesysteme ASTRA aufgeführten Schutzeinrichtungen (Fahrzeugrückhaltesysteme) durchgeführt werden.

Die Überprüfung soll basierend auf dem realen Unfallgeschehen und im Vergleich mit der Norm SN EN 1317-2 erfolgen. Vor allem soll eine Beurteilung der beim Anprall von Fahrzeugen an Schutzeinrichtungen verbundenen Risiken für die Fahrzeuginsassen und Dritter erfolgen.

Die Ergebnisse sind mit den bestehenden Normen und Richtlinien und den nach Norm SN EN 1317-2 durchgeführten systemspezifischen Anprallprüfungen auf Übereinstimmung zu prüfen und Empfehlungen für etwaige erforderliche Anpassungen der Normen und Richtlinien auszuarbeiten.

1.3 Analyse des Auftrags

Mit Hilfe der Forschungsarbeit sollen die Wirkungsweisen der in der Schweiz vorhandenen Schutzeinrichtungen im realen Unfallgeschehen analysiert werden. In diesem Zusammenhang ist auch ein direkter Vergleich mit den Leistungseigenschaften gemäss den Ergebnissen der Prüfungen nach Norm SN EN 1317-2 für die jeweiligen Systeme vorzunehmen.

Hierbei sind nicht nur die Verletzungsrisiken für die Fahrzeuginsassen und die Rückhalteeigenschaften der Systeme zu bewerten, sondern auch die Risiken von sekundären Unfällen in Folge des Abpralls von Schutzeinrichtungen.

Mit Hilfe des Forschungsprojekts soll analysiert werden, ob mit den in der Norm SN 640 561 und der Richtlinie für Fahrzeugrückhaltesysteme des Bundesamts für Strassen enthaltenen Vorgaben und Systeme im realen Unfallgeschehen bezüglich der passiven Sicherheit ein

Sicherheitszuwachs erzielt werden kann, oder ob eine Ergänzung und/oder Anpassung der Norm SN EN 1317-2, der Norm SN 640 561 und der Richtlinie für Fahrzeugrückhaltesysteme erforderlich ist.

1.4 Vorgehensweise

Das Forschungsprojekt soll in Etappen durchgeführt werden, um allfällige Anpassungen der Vorgehensweise von zu Beginn der Forschungsarbeit nicht bekannten und relevanten Parametern vorzunehmen.

In einer ersten Etappe sollen die in der Datenbank der verkehrstechnischen Abteilung der Kantonspolizei Zürich hinterlegten Unfälle an Schutzeinrichtungen im Detail ausgewertet werden.

Auf Grundlage der Ergebnisse der ersten Etappe soll geprüft werden, ob in einer zweiten Etappe durch detailliertere Unfallaufnahmen einer bestimmten Anzahl von Unfällen an Schutzeinrichtungen über einen dem Forschungsprojekt angemessenen Zeitraum weitergehende Informationen hinsichtlich dem realen Unfallgeschehen erlangt werden können.

Diese zusätzlichen Aufnahmen und Auswertungen sollen nach einem vorgängig festgelegten Verfahren im Hinblick auf weiterreichende Informationen bezüglich der System-, Fahrzeug- und Personenschäden und der Unfallparameter wie Anprallwinkel und Anprallgeschwindigkeit zum Zeitpunkt der Unfallaufnahme durchgeführt werden.

In dieser Phase soll das Aufnahmeverfahren für die Unfallaufnahmen zwecks Reduzierung des personellen Aufwands optimiert werden, damit sich bei einer eventuellen Ausweitung der Unfallaufnahmen auf andere Kantone eine vertretbare Situation des hiermit verbundenen Arbeitsaufwands ergibt.

1.5 Abgrenzungen

Gemäss Auftrag ist eine Erfolgskontrolle für die in der Richtlinie für Fahrzeugrückhaltesysteme aufgeführten Systeme durchzuführen, womit nur Unfälle an nach Norm SN EN 1317-2 geprüften Systemen von Bedeutung sind.

Unfälle im Zusammenhang mit Anfangs- und Endkonstruktionen oder mit Anpralldämpfern werden nicht berücksichtigt.

Seitens der Begleitkommission ergab sich im Laufe der Bearbeitung des Forschungsprojekts die Forderung eine Empfehlung betreffend der Dringlichkeit des Austausches von älteren Systemen und den eventuell hier bestehenden Risiken zu erarbeiten. Da bei der Auswertung der Unfälle an Schutzeinrichtungen zwangsläufig auch die Unfälle an nicht dem Stand der Technik entsprechenden respektive nicht nach Norm SN EN 1317-2 geprüften Systemen gesichtet und zumindest teilausgewertet werden müssen, können die von der Begleitkommission geforderten ergänzenden Auswertungen mit einem vertretbaren Aufwand erfolgen.

Da in der Norm SN EN 1317-2 ausschliesslich die Leistungseigenschaften von Schutzeinrichtungen im Zusammenhang mit dem Anprall von Personen- und/oder schweren Motorfahrzeugen geregelt sind, werden Unfälle mit zum Beispiel Mofas, Kleinmotorrädern, Velos und Traktoren für die Auswertungen nicht berücksichtigt.

Unfälle wie zum Beispiel mit Lieferwagen oder Kleinbussen werden im Hinblick auf die Rückhalteeigenschaften (Aufhaltestufen) der Systeme bei den Auswertungen berücksichtigt.

Ebenfalls werden Unfälle mit der Fahrzeugart Motorrad an Schutzeinrichtungen hinsichtlich der Anzahl der Unfälle und den hiermit verbundenen Personenschäden ausgewertet, da die Norm SN EN 1317 zukünftig um Prüf- und Abnahmekriterien und Leistungsstufen für Zusatzkonstruktionen an Schutzeinrichtungen im Hinblick auf gestürzte Motorradfahrer ergänzt wird.

Unfälle bei denen gemäss den Unfallprotokollen die Unfallverursacher unbekannt sind, werden nicht berücksichtigt, da eine Zuordnung hinsichtlich der Fahrzeugart und etwaiger Personenschäden nicht möglich ist. Dies trifft gleichermassen für Unfälle zu, bei denen keine eindeutige Systemzuordnung möglich ist.

2. Allgemein

Die Leistungseigenschaften von Schutzeinrichtungen werden auf Grundlage der in der Norm SN EN 1317-2 festgelegten Prüf- und Abnahmekriterien bestimmt.

Auf Grundlage von Anprallprüfungen ergeben sich die drei wesentlichen Leistungskriterien einer Schutzeinrichtung. Hierbei handelt es sich um

- die Aufhaltestufe,
- die Klasse des Wirkungsbereichs und
- die Anprallheftigkeitsstufe,

die für jedes geprüfte System auf Grundlage der Prüfergebnisse festgelegt werden können, sofern nicht die jeweiligen Systemprüfungen infolge von zum Beispiel dem Kippen der Prüffahrzeuge oder Bruch der Hauptlängselemente als nicht bestanden gewertet werden müssen.

Über die Aufhaltestufen definiert sich die Eigenschaft einer Schutzeinrichtung dahingehend, welche Fahrzeugarten bei welchen Anprallwinkeln und Anprallgeschwindigkeiten aufgehalten und umgelenkt werden können.

In der Schweiz sind nach Norm SN 640 561 Schutzeinrichtungen der Aufhaltestufe N2, H1 oder H2 in Abhängigkeit des Strassentyps und der Art der Gefahrenstelle vorzusehen.

Während auf den Ausserortsstrassen in der Regel Schutzeinrichtungen der Aufhaltestufe N2 zur Anwendung kommen, sind es auf den Hochleistungsstrassen Schutzeinrichtungen, welche die Aufhaltestufen H1 oder H2 erfüllen müssen.

Ein weiteres Leistungskriterium betreffend der Wahl und Anordnung von Schutzeinrichtungen wird durch die jeweilige Klasse des Wirkungsbereichs und den Vorgaben der Norm SN 640 561 im Verhältnis mit den in der Praxis zur Verfügung stehenden Abständen zwischen der Vorderkante einer Schutzeinrichtung und der nach Norm SN 640 561 definierten Gefahrenstellen (Stellen oder Bereiche, in welchen für Dritte oder Verkehrsteilnehmer Gefährdungen bestehen, wenn Fahrzeuge von der Fahrbahn abkommen) bestimmt.

Das dritte Leistungskriterium bezieht sich auf die Risiken, ob Fahrzeuginsassen durch den Anprall an eine Schutzeinrichtung in Folge der auftretenden Beschleunigungen und Verzögerungen gefährdet werden, was gemäss Norm SN EN 1317-2 über die sogenannten Anprallheftigkeitsstufen definiert wird.

Gemäss Norm SN 640 561 sollen in der Regel Schutzeinrichtungen der Anprallheftigkeitsstufe A zur Anwendung kommen, da hier gemäss Norm SN EN 1317-2 davon auszugehen ist, dass im Falle eines Fahrzeuganpralls kein Personenschaden eintritt. Schutzeinrichtungen, welche der Anprallheftigkeitsstufe B (C) zugeordnet sind, sollen erst dann angewendet werden, wenn keine Schutzeinrichtungen der Anprallheftigkeitsstufe A zur Verfügung stehen, mit denen das jeweilige nach Norm SN 640 561 geforderte Schutzniveau erreicht werden kann.

Es ist anzumerken, dass es sich bei den in der Norm SN EN 1317-2 festgelegten Leistungskriterien um europäisch harmonisierte Parameter handelt, für die in Europa keine gesicherten Datengrundlagen zur Verfügung stehen, womit ein direkter Bezug zum realen Unfallgeschehen ableitbar wäre.

Dies trifft vor allem auf die verschiedenen Konfigurationen der Prüfbedingungen zu, welche sich über die Fahrzeugart Personenwagen und schwere Motorfahrzeuge (LW, SZ, CA), die Anprallgeschwindigkeit und dem Anprallwinkel definieren.

Gleiches trifft sinngemäss auch auf die Bewertung hinsichtlich der Risiken für die Fahrzeuginsassen im Falle eines Anpralls an eine Schutzeinrichtung zu. Auch hier fehlen für die Beurteilung von Schutzeinrichtungen europäisch allgemein verbindliche Mess- und Bewertungsverfahren, für die nachweislich ein direkter Bezug mit den im realen Unfallgeschehen auftretenden Personenschäden besteht.

Vielmehr handelt es sich bei der Norm SN EN 1317-2 um eine Harmonisierung von verschiedenen bisherigen nationalen Prüfvorschriften unter der Prämisse, dass diese nationalen Prüfvorschriften sich in der Praxis bewährt haben. Hierzu ist wiederum anzumerken, dass die wenigsten europäischen Länder über nationale Prüfvorschriften (Normen, Richtlinien) vor der Einführung der Norm SN EN 1317-2 verfügten.

Aus diesem Sachverhalt ergibt sich die zentrale Frage im Hinblick auf die Erfolgskontrolle der schweizerischen Schutzeinrichtungen, inwieweit die Prüf- und Beurteilungskriterien gemäss der Norm SN EN 1317-2 unter Berücksichtigung der Toleranzen mit den realen Bedingungen im Falle eines Anpralls an eine Schutzeinrichtung vergleichbar sind.

3. Erste Etappe Datenerhebung und Auswertung

In der ersten Etappe wurden über einen bestimmten Zeitraum polizeilich rapportierte Unfälle im Zusammenhang mit Schutzeinrichtungen ausgewertet.

Als Datengrundlage wurden alle Unfallaufnahmeprotokolle mit den Unfallskizzenblätter an Schutzeinrichtungen für die Jahre 2003 bis 2008 (6 Jahre) im Kanton Zürich auf

den Autobahnabschnitten

- A1 zwischen dem Anschluss Affoltern und dem Anschluss Seebach,
- A1 zwischen dem Anschluss Zürich Ost und dem Anschluss Matzingen,
- A3 zwischen dem Anschluss Wollishofen und dem Anschluss Pfäffikon,
- A51 zwischen dem Anschluss Kloten Nord und dem Anschluss Bülach Nord

und allen Haupt- und Nebenstrassen (ausser Stadt Zürich und Stadt Winterthur) ausgewertet.

Da im Kanton Zürich nur ein sehr geringer Anteil an Betonleitmauern vorhanden ist, wurden hierzu alle Unfälle an Betonleitmauern auf der

- Autobahn A2 im Kanton Basel-Landschaft zwischen dem Anschluss Diegten und dem Anschluss St. Jakob

für die Jahre 2003 bis 2007 (5 Jahre) ausgewertet.

Auf Basis der Auswertung kann grundsätzlich festgestellt werden, dass wesentliche Informationen für den direkten Vergleich der realen Unfallereignisse mit der nach Norm SN EN 1317-2 durchgeführten Prüfungen unzureichend oder gar nicht vorhanden sind.

Dies trifft vor allem auf die Problematik zu, dass Unfallrekonstruktionen von der Qualität der Anknüpfungstatsachen insbesondere im Hinblick auf die Anprallgeschwindigkeiten und Anprallwinkel auf Grundlage der vorliegenden Informationen für einen annehmbaren Vergleich mit der Norm SN EN 1317-2 als ungenügend zu bewerten sind.

Die Durchführung von Kollisionsanalysen und der hiermit verbundene Vergleich mit den aus den Prüfungen nach Norm SN EN 1317-2 und weiteren Crashversuchen resultierenden Schadensbilder an Fahrzeugen und Schutzeinrichtungen lassen sich auf Grund unzureichender Unfallspuren und Beweissicherungen praktisch so gut wie bei keinem der analysierten Unfälle mit der erforderlichen Genauigkeit durchführen. Einzig eine Eingrenzung der Anprallgeschwindigkeiten an die Schutzeinrichtungen mittels der im Unfallbereich zulässigen Höchstgeschwindigkeit wäre denkbar, aber auf Grund der grossen Streuung für einen direkten Vergleich mit den gemäss Norm SN EN 1317-2 festgelegten Toleranzen nicht verwendbar.

Ein Rückschluss auf annähernd genaue Anprallgeschwindigkeiten und Anprallwinkel wäre unter Umständen möglich, sofern die Fahrzeuge zum Beispiel mit Unfalldatenspeichern (UDS) ausgerüstet wären, was aber nach wie vor nur bei einer äusserst geringen Anzahl von Fahrzeugen der Fall ist. In diesem Zusammenhang wäre es theoretisch auch möglich, die in den Datenspeichern der Motorsteuergeräte aufgezeichneten Informationen hinsichtlich der zum Zeitpunkt des Anpralls vorhandene Geschwindigkeit auszuwerten, was aber sehr aufwendig und den Beizug der jeweiligen Fahrzeughersteller erfordert.

Ebenso kann der Einfluss durch den Fahrzeuglenker während des Anpralls an eine Schutzeinrichtung von Bedeutung sein, wodurch ein annehmbarer Vergleich ebenfalls erschwert wenn nicht sogar formell und technisch verunmöglicht wird, da gemäss den nach Norm SN EN 1317-2 vorgegebenen Prüfbedingungen während des Anprall- und Umlenkvorgangs die Fahrzeuge weder gebremst, verzögert und/oder gelenkt werden dürfen, was im Hinblick auf einheitliche Prüfbedingungen zwar sinnvoll ist, aber in der Regel nicht dem realen Unfallgeschehen entspricht.

Gleichermassen trifft dies auch auf den Umstand zu, dass die Fahrzeuge in aller Regel unter Kraftschluss (eingekuppelt) des Fahrzeugantriebs kollidieren, was wiederum nach Norm SN EN 1317-2 bei der Durchführung der Prüfungen nicht zulässig ist.

In diesem Zusammenhang ergeben sich weitere offene Fragen, inwieweit zum Beispiel sich ein elektronisches Stabilitätssystem (ESP) auf den Ablauf eines Fahrzeuganpralls an eine Schutzeinrichtung auswirkt, oder Strassenverhältnisse, die aufgrund von starken Regen, Eis oder Schnee nicht mit den nach Norm SN EN 1317-2 vorgegebenen Prüfbedingungen (kein stehendes Wasser, Eis oder Schnee) vergleichbar sind, oder dem Umstand, dass im Gegensatz zu den nach Norm SN EN 1317-2 überwiegend zum Einsatz kommenden Fahrzeugen, im realen Unfallgeschehen die Fahrzeuge mit Airbags und Gurtstraffern ausgestattet sind, was wiederum in einem direkten Zusammenhang mit den Verletzungsrisiken für die Fahrzeuginsassen steht.

Es ist anzuerkennen, dass unter Beachtung dieses Sachverhalts ein vollständiger Vergleich zwischen dem realen Unfallgeschehen und den nach Norm SN EN 1317-2 durchgeführten Prüfungen auf Grund fehlender und/oder nicht ausreichend zu rekonstruierender relevanter Parameter mit den zur Verfügung stehenden Grundlagen und Mitteln als nicht durchführbar beurteilt werden muss.

Hieraus folgt, dass die Auswertung der Unfälle an Schutzeinrichtungen auf Grundlage des von den Kantonspolizeien zur Verfügung gestellten Datenmaterials und unter Würdigung der Machbarkeit und Verhältnismässigkeit nur auf Grundlage von den zur Verfügung stehenden gesicherten Informationen erfolgen konnte.

Ausser den allgemeinen Unfallangaben, wie Ort, Datum, Uhrzeit, Fahrzeugart, Lichtverhältnisse, Witterung, Strassenzustand, Verkehrsmenge und Sachschaden (Kostenschätzungen) konnten als gesicherte Informationen auf Grundlage der Auswertung der Unfallaufnahmeprotokolle und den dazugehörigen Skizzenblättern noch folgende Parameter für die Auswertung verwendet respektive ermittelt werden.

Personenschaden: Es wird zwischen Leichtverletzten, Schwerverletzten und Toten differenziert. Hinsichtlich des Personenschadens werden Ereignisse statistisch berücksichtigt, welche hauptsächlich in Folge des Anpralls an eine Schutzeinrichtung verursacht wurden. Sollte der Personenschaden auf ein Ereignis zurückzuführen sein, welches vor oder nach dem Anprall an die Schutzeinrichtung stattfand, wie zum Beispiel die Kollision zwischen zwei Fahrzeugen, wurde der Personenschaden nicht zu Lasten der Schutzeinrichtung erfasst. Es ist anzumerken, dass bei praktisch sämtlichen Unfällen auf Grundlage der Unfallaufnahmeprotokolle eine Festlegung des ursächlichen Grunds für den Personenschaden möglich war. In den wenigen Fällen, wo eine Zuordnung nicht eindeutig war, wurden diese Unfälle für die Auswertung nicht verwendet.

Typ Schutzeinrichtung: Für jeden Unfall wurden die Schutzeinrichtungen auf Grund der in den Unfallaufnahmeprotokollen angegebenen Koordinaten und der zum Zeitpunkt des Unfalls vorhandenen Schutzeinrichtungen ermittelt und dem Unfall zugeordnet. Für die Schutzeinrichtungen wurde die Übereinstimmung mit den in der Richtlinie für Fahrzeugrückhaltesysteme des Bundesamts für Strassen enthaltenen technischen Angaben und der Norm SN EN 1317-2 durchgeführt und somit deren Leistungseigenschaften bewertet.

Durchbruch: Bei Unfällen an Schutzeinrichtungen, wo das System unter- oder überfahren wurde, wurde dies als sogenannter Durchbruch gewertet. Dies insbesondere im Hinblick auf den Schutz Dritter, wie im Falle eines Durchbruchs im Mittelstreifen von Autobahnen mit dem Schutz Dritter auf der Gegenfahrbahn.

Folgeunfall: Auf Basis der Unfallaufnahmeprotokolle wurde die Anzahl der sekundären Unfälle, wie zum Beispiel der Folgekollision mit einem anderen Fahrzeug oder der Überschlag des Fahrzeugs an einer steigenden Böschung und der hieraus resultierende (sekundäre) Personenschaden ausgewertet.

3.1 Autobahnen Kanton Zürich

3.1.1 Auswertung A1, AS Affoltern - AS Seebach

Auf der Autobahn A1 ereigneten sich im Zeitraum von 2003 bis 2008 zwischen den Anschlüssen Affoltern und Seebach total 433 Unfälle.

Insgesamt wurden

- 73 Personen leichtverletzt,
- 25 Personen schwerverletzt und
- 2 Personen getötet.

Im Untersuchungszeitraum ereigneten sich total 76 Unfälle an Schutzeinrichtungen einschliesslich der polizeilich als unbekannt registrierten Unfälle.

Für die nachstehenden Auswertungen konnten unter Berücksichtigung der in Abschnitt 1.5 festgelegten Abgrenzungen 67 Unfälle an Schutzeinrichtungen verwendet werden.

3.1.1.1 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Jahren

Auf Basis der 67 Unfälle an Schutzeinrichtungen ereigneten sich im Jahr 2003 mit 16 Unfällen auf der Autobahn A1 zwischen den Anschlüssen Affoltern und Seebach die meisten Unfälle an Schutzeinrichtungen, während im Jahr 2008 mit 8 Unfällen die wenigsten Unfälle registriert wurden.

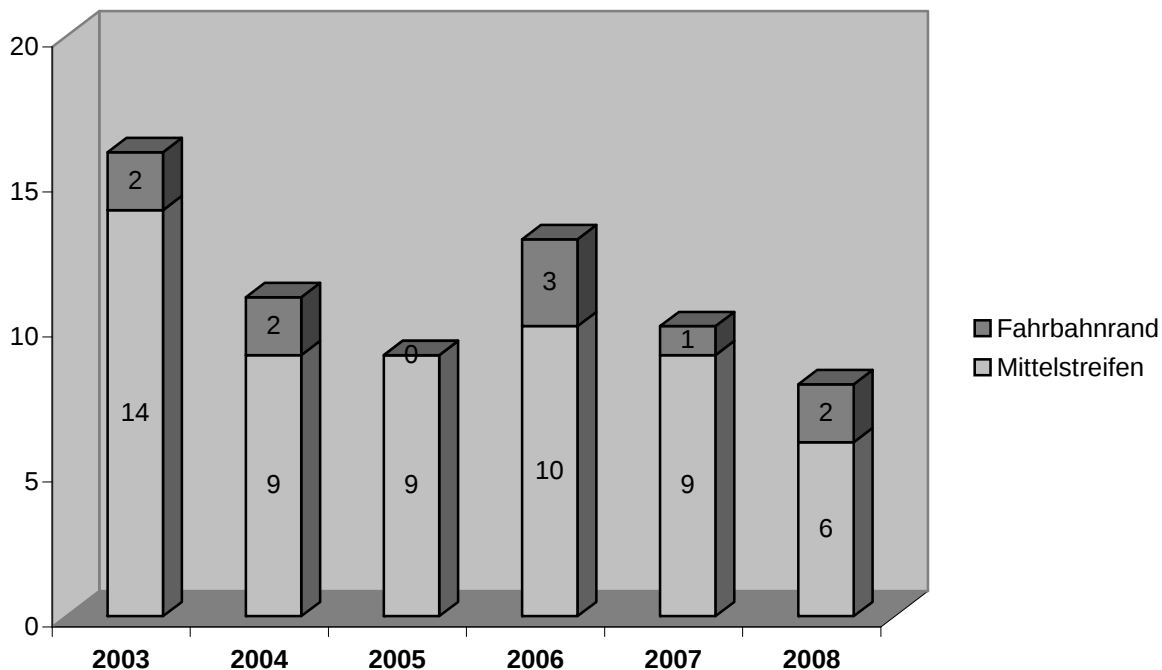


Diagramm 1: A1 Affoltern - Seebach, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen total im Mittelstreifen und am Fahrbahnrand, 2003 - 2008

3.1.1.2 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Fahrzeugart

In 91 Prozent aller Unfälle ereigneten sich die meisten Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Personenwagen.

Fahrzeugart	Anzahl Unfälle an SE	Anteil
Lieferwagen + Anhänger	2	3.0%
Lastwagen	1	1.5%
Lastwagen + Anhänger	2	3.0%
Motorrad (> 125)	1	1.5%
Personenwagen	61	91.0%
Gesamt	67	

Tabelle 1: A1 Affoltern - Seebach, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen differenziert nach Fahrzeugart, 2003 - 2008

3.1.1.3 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach System und Personenschaden

Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass sich in den Jahren 2003 bis 2008 kein Unfall an Schutzeinrichtungen mit Toten ereignete und 2 Leicht- und 4 Schwerverletzte in Folge des Anpralls an Schutzeinrichtungen zu verzeichnen sind.

System	Anzahl Unfälle	Anzahl Unfälle mit Personenschaden	LV	SV	T
4311	2	1	1	0	0
4111	55	3	1	2	0
-4111	10	1	0	2	0
Gesamt	67	5	2	4	0

Tabelle 2: A1 Affoltern - Seebach, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen differenziert nach Personenschaden und Typ der Schutzeinrichtung, 2003 - 2008

3.1.1.4 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Durchbruch

Im Untersuchungszeitraum ereignete sich ein Unfall mit einem Personenwagen, bei dem das Fahrzeug die am Fahrbahnrand vorhandene Schutzeinrichtung überfuhr (durchbrach) und in der Folge in einen Brückenpfeiler prallte, wodurch der Fahrer getötet wurde.

3.1.1.5 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall

Zwischen den Anschlüssen Affoltern und Seebach kam es im Zeitraum von 2003 bis 2008 zu 5 Folgeunfällen, bei denen eine Person getötet wurde.

System	Anzahl Unfälle mit Folgeunfall	Anzahl Folgeunfall mit Personenschaden	LV	SV	T
4311	0	0	0	0	0
4111	4	0	0	0	0
-4111	1	1	0	0	1
Gesamt	5	1	0	0	1

Tabelle 3: A1 Affoltern - Seebach, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall differenziert nach Typ der Schutzeinrichtung und Personenschaden, 2003 - 2008

System	Anzahl Unfälle mit Folgeunfall	an SE/Bö/Hi	mit Fahrzeug	Überschlag
4311	0	0	0	0
4111	4	2	2	0
-4111	1	1	0	0
Gesamt	5	3	2	0

Tabelle 4: A1 Affoltern - Seebach, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall differenziert nach Typ der Schutzeinrichtung und Art des sekundären Anpralls, 2003 - 2008

3.1.2 Auswertung A1, AS Zürich Ost – AS Matzingen

Auf der Autobahn A1 ereigneten sich im Zeitraum von 2003 bis 2008 zwischen den Anschlüssen Zürich Ost und Matzingen total 2'777 Unfälle.

Insgesamt wurden

- 540 Personen leichtverletzt,
- 79 Personen schwerverletzt und
- 8 Personen getötet.

Im Untersuchungszeitraum ereigneten sich total 999 Unfälle an Schutzeinrichtungen einschliesslich der polizeilich als unbekannt registrierten Unfälle.

Für die nachstehenden Auswertungen konnten unter Berücksichtigung der in Abschnitt 1.5 festgelegten Abgrenzungen 884 Unfälle an Schutzeinrichtungen verwendet werden.

3.1.2.1 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Jahren

Auf Basis der 884 Unfälle an Schutzeinrichtungen ereigneten sich im Jahr 2004 mit 169 Unfällen auf der Autobahn A1 zwischen den Anschlüssen Zürich Ost und Matzingen die meisten Unfälle an Schutzeinrichtungen, während im Jahr 2006 mit 114 Unfällen die wenigsten Unfälle registriert wurden.

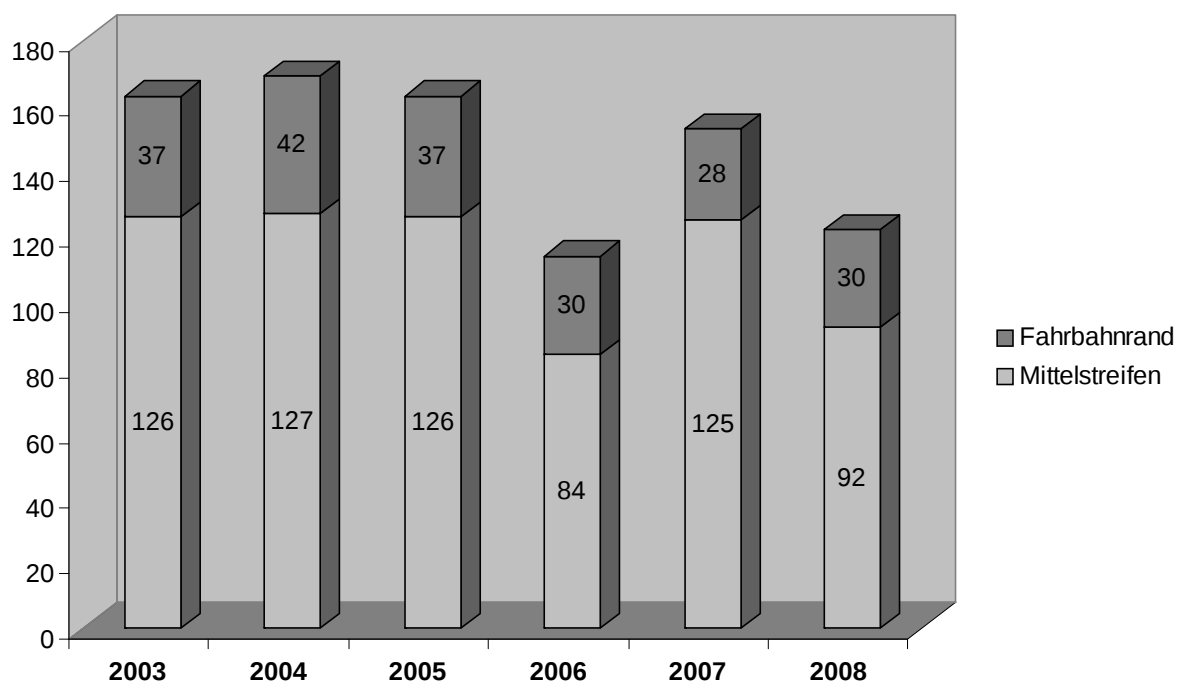


Diagramm 2: A1 Zürich Ost - Matzingen, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen total im Mittelstreifen und am Fahrbahnrand, 2003 - 2008

3.1.2.2 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Fahrzeugart

In 91 Prozent aller Unfälle ereigneten sich die meisten Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Personenwagen.

Fahrzeugart	Anzahl Unfälle an SE	Anteil
Lieferwagen	35	4.0%
Lieferwagen + Anhänger	10	1.1%
Lastwagen	3	0.3%
Lastwagen + Anhänger	5	0.6%
Motorrad (> 125)	1	0.1%
Personenwagen	805	91.1%
Personenwagen + Anhänger	19	2.1%
Sattelschlepper (> 3,5t)	2	0.2%
Sattelschlepper (> 3,5t) + Anhänger	4	0.5%
Gesamt	884	

Tabelle 5: A1 Zürich Ost - Matzingen, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen differenziert nach Fahrzeugart, 2003 - 2008

3.1.2.3 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach System und Personenschaden

Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass sich in den Jahren 2003 bis 2008 kein Unfall an Schutzeinrichtungen mit Toten ereignete und in Folge des Anpralls an Schutzeinrichtungen 78 Personen leicht- und 9 Personen schwerverletzt wurden.

System	Anzahl Unfälle an SE	Anzahl Unfälle mit Personenschaden	LV	SV	T
-6511	4	0	0	0	0
-6311	6	0	0	0	0
-6211	7	0	0	0	0
-5211	8	1	0	3	0
-5111	3	1	1	0	0
-4211	19	2	2	0	0
-4111	145	11	13	1	0
1311	2	0	0	0	0
4111	164	15	17	2	0
4211	8	1	1	0	0
4331	1	0	0	0	0
5111	35	3	3	0	0
5211	66	4	6	1	0
6111	7	1	1	0	0
6211	13	1	1	0	0
6311	331	19	19	2	0
6411	28	8	9	0	0
6431	4	0	0	0	0
6511	19	1	1	0	0
6531	4	0	0	0	0
9211	8	1	2	0	0
LM 130'150	1	1	1	0	0
LM	1	1	1	0	0
Gesamt	884	71	78	9	0

Tabelle 6: A1 Zürich Ost - Matzingen, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen differenziert nach Personenschaden und Typ der Schutzeinrichtung, 2003 - 2008

3.1.2.4 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Durchbruch

Im Untersuchungszeitraum ereigneten sich 3 Unfälle mit Personenwagen, 2 Unfälle mit Lieferwagen, 1 Unfall mit Lastwagen + Anhänger und 1 Unfall mit einem Sattelschlepper, bei denen die Schutzeinrichtungen durchbrochen wurden. Insgesamt resultierten aus den Unfällen 6 Leichtverletzte, wobei keine Dritten hiervon betroffen waren.

3.1.2.5 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall

Zwischen den Anschlüssen Zürich Ost und Matzingen kam es im Zeitraum von 2003 bis 2008 zu 139 Folgeunfällen. Hieraus folgt, dass bei zirka jedem sechsten Unfall an Schutzeinrichtungen sich ein Folgeunfall ereignete.

Bei 20 Folgeunfällen traten mit 21 Leichtverletzten und 9 Schwerletzten Personenschäden auf.

System	Anzahl Unfälle mit Folgeunfall	Anzahl Folgeunfall mit Personenschaden	LV	SV	T
-6511	1	0	0	0	0
-6311	0	0	0	0	0
-6211	5	0	0	0	0
-5211	2	0	0	0	0
-5111	1	0	0	0	0
-4211	0	0	0	0	0
-4111	17	6	5	3	0
1311	0	0	0	0	0
4111	24	4	6	2	0
4211	3	0	0	0	0
4331	0	0	0	0	0
5111	6	0	0	0	0
5211	8	1	0	1	0
6111	1	0	0	0	0
6211	2	0	0	0	0
6311	48	6	6	2	0
6411	7	1	0	1	0
6431	0	0	0	0	0
6511	8	2	4	0	0
6531	0	0	0	0	0
9211	4	0	0	0	0
LM 130'150	1	0	0	0	0
LM	1	0	0	0	0
Gesamt	139	20	21	9	0

Tabelle 7: A1 Zürich Ost - Matzingen, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall differenziert nach Typ der Schutzeinrichtung und Personenschaden, 2003 - 2008

System	Anzahl Unfälle mit Folgeunfall	an SE/Bö/Hi	mit Fahrzeug	Überschlag
-6511	1	1	0	0
-6311	0	0	0	0
-6211	5	2	3	0
-5211	2	1	1	0
-5111	1	0	0	1
-4211	0	0	0	0
-4111	17	10	2	5
1311	0	0	0	0
4111	24	15	9	0
4211	3	3	0	0
4331	0	0	0	0
5111	6	5	1	0
5211	8	4	4	0
6111	1	1	0	0
6211	2	1	1	0
6311	48	30	18	0
6411	7	4	3	0
6431	0	0	0	0
6511	8	1	7	0
6531	0	0	0	0
9211	4	3	1	0
LM 130'150	1	1	0	0
LM	1	1	0	0
Gesamt	139	83	50	6

Tabelle 8: A1 Zürich Ost - Matzingen, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall differenziert nach Typ der Schutzeinrichtung und Art des sekundären Anpralls, 2003 - 2008

3.1.3 Auswertung A3, AS Wollishofen - AS Pfäffikon

Auf der Autobahn A3 ereigneten sich im Zeitraum von 2003 bis 2008 zwischen den Anschlüssen Wollishofen und Pfäffikon total 1'205 Unfälle.

Insgesamt wurden

- 173 Personen leichtverletzt,
- 38 Personen schwerverletzt und
- 9 Personen getötet.

Im Untersuchungszeitraum ereigneten sich total 604 Unfälle an Schutzeinrichtungen einschliesslich der polizeilich als unbekannt registrierten Unfälle.

Für die nachstehenden Auswertungen konnten unter Berücksichtigung der in Abschnitt 1.5 festgelegten Abgrenzungen 529 Unfälle an Schutzeinrichtungen verwendet werden.

3.1.3.1 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Jahren

Auf Basis der 529 Unfälle an Schutzeinrichtungen ereigneten sich im Jahr 2005 mit 105 Unfällen auf der Autobahn A3 zwischen den Anschlüssen Wollishofen und Pfäffikon die meisten Unfälle an Schutzeinrichtungen, während im Jahr 2007 mit 63 Unfällen die wenigsten Unfälle registriert wurden.

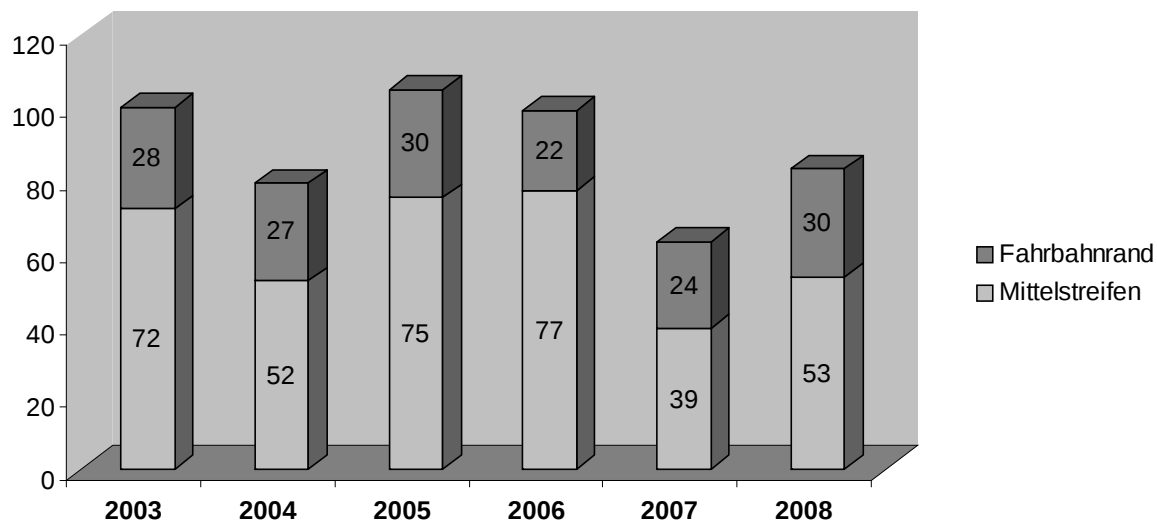


Diagramm 3: A3 Wollishofen - Pfäffikon, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen total im Mittelstreifen und am Fahrbahnrand, 2003 - 2008

3.1.3.2 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Fahrzeugart

In 93 Prozent aller Unfälle ereigneten sich die meisten Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Personenwagen. Auffallend sind die weiteren unbedeutenden Anteile.

Fahrzeugart	Anzahl Unfälle an SE	Anteil
Kleinbus	1	0.2%
Lieferwagen	13	2.5%
Lieferwagen + Anhänger	4	0.8%
Lastwagen	5	0.9%
Lastwagen + Anhänger	1	0.2%
Motorrad (> 125)	1	0.2%
Personenwagen	493	93.2%
Personenwagen + Anhänger	7	1.3%
Sattelschlepper (> 3,5t)	2	0.4%
Sattelschlepper (> 3.5t) + Anhänger	2	0.4%
Gesamt	529	

Tabelle 9: A3 Wollishofen - Pfäffikon, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen differenziert nach Fahrzeugart, 2003 - 2008

3.1.3.3 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach System und Personenschaden

Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass sich in den Jahren 2003 bis 2008 kein Unfall an Schutzeinrichtungen mit Toten ereignete, während 45 Personen leicht- und 3 Personen schwerverletzt wurden.

System	Anzahl Unfälle	Anzahl Unfälle mit Personenschaden	LV	SV	T
-6411	4	0	0	0	0
-6311	1	0	0	0	0
-5211	3	0	0	0	0
-1111	11	0	0	0	0
1111	5	2	2	0	0
4111	3	1	1	0	0
4211	3	1	1	1	0
5111	13	0	0	0	0
5131	7	0	0	0	0
6111	28	1	1	0	0
6211	42	2	2	0	0
6311	222	14	17	1	0
6411	15	2	2	0	0
6611	3	1	1	0	0
-DLS	61	9	8	1	0
-LSA	108	8	10	0	0
Gesamt	529	41	45	3	0

Tabelle 10: A3 Wollishofen - Pfäffikon, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen differenziert nach Personenschaden und Typ der Schutzeinrichtung, 2003 – 2008

3.1.3.4 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Durchbruch

Im Untersuchungszeitraum ereigneten sich nur 2 Unfälle mit Personenwagen, bei denen Schutzeinrichtungen durchbrochen wurden. Hierdurch wurde 1 Person leichtverletzt. Es entstand kein Folgeunfall.

3.1.3.5 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall

Bezogen auf die 529 Unfälle an Schutzeinrichtungen auf der Autobahn A3 zwischen den Anschlüssen Wollishofen und Pfäffikon kam es bei zirka jeden fünften Unfall zu einem Folgeunfall. Im Verhältnis resultiert hieraus ein grösserer Personenschaden als durch den primären Anprall an eine Schutzeinrichtung.

System	Anzahl Unfälle mit Folgeunfall	Anzahl Folgeunfall mit Personenschaden	LV	SV	T
-6411	0	0	0	0	0
-6311	1	0	0	0	0
-5211	0	0	0	0	0
-1111	1	0	0	0	0
1111	1	0	0	0	0
4111	0	0	0	0	0
4211	1	0	0	0	0
5111	3	0	0	0	0
5131	3	1	1	0	0
6111	5	1	0	1	0
6211	8	1	0	1	0
6311	48	5	4	0	2
6411	5	1	0	1	0
6611	1	0	0	0	0
-DLS	11	2	2	1	0
-LSA	12	1	1	0	0
Gesamt	100	12	8	4	2

Tabelle 11: A3 Wollishofen - Pfäffikon, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall differenziert nach Typ der Schutzeinrichtung und Personenschaden, 2003 - 2008

System	Anzahl Unfälle mit Folgeunfall	an SE/Bö/Hi	mit Fahrzeug	Überschlag
-6411	0	0	0	0
-6311	1	1	0	0
-5211	0	0	0	0
-1111	1	0	1	0
1111	1	0	0	1
4111	0	0	0	0
4211	1	0	0	1
5111	3	2	1	0
5131	3	2	1	0
6111	5	5	0	0
6211	8	6	2	0
6311	48	43	5	0
6411	5	3	2	0
6611	1	1	0	0
-DLS	11	8	3	0
-LSA	12	8	3	1
Gesamt	100	79	18	3

Tabelle 12: A3 Wollishofen - Pfäffikon, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall differenziert nach Typ der Schutzeinrichtung und Art des sekundären Anpralls, 2003 - 2008

3.1.4 Auswertung A51, AS Kloten Nord – AS Bülach Nord

Auf der Autobahn A51 ereigneten sich im Zeitraum von 2003 bis 2008 zwischen den Anschlüssen Kloten Nord und Bülach Nord total 295 Unfälle.

Insgesamt wurden

- 37 Personen leichtverletzt,
- 7 Personen schwerverletzt und
- 3 Personen getötet.

Im Untersuchungszeitraum ereigneten sich total 111 Unfälle an Schutzeinrichtungen einschliesslich der polizeilich als unbekannt registrierten Unfälle.

Für die nachstehenden Auswertungen konnten unter Berücksichtigung der in Abschnitt 1.5 festgelegten Abgrenzungen 94 Unfälle an Schutzeinrichtungen verwendet werden.

3.1.4.1 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Jahren

Auf Basis der 94 Unfälle an Schutzeinrichtungen ereigneten sich im Jahr 2004 mit 21 Unfällen auf der Autobahn A51 zwischen den Anschlüssen Kloten Nord und Bülach Nord die meisten Unfälle an Schutzeinrichtungen, während im Jahr 2007 mit 8 Unfällen die wenigsten Unfälle registriert wurden.

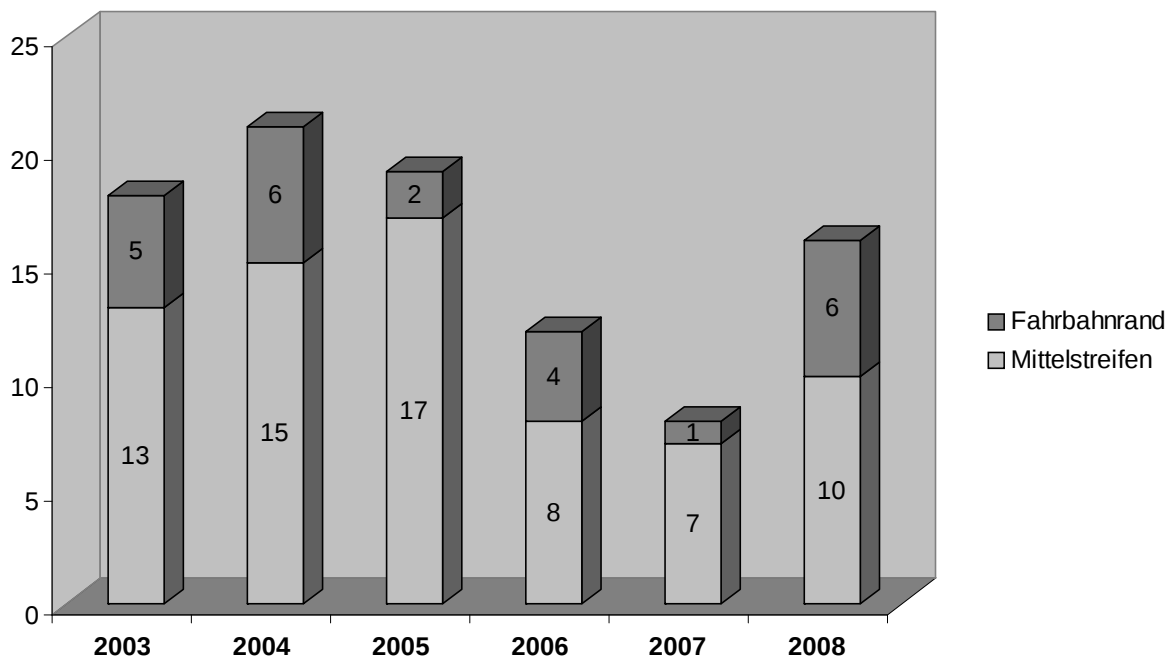


Diagramm 4: A51 Kloten Nord - Bülach Nord, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen total im Mittelstreifen und am Fahrbahnrand, 2003 - 2008

3.1.4.2 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Fahrzeugart

In 95 Prozent aller Unfälle ereigneten sich die meisten Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Personenwagen.

Fahrzeugart	Anzahl Unfälle an SE	Anteil
Car	1	1.1%
Motorrad (> 125)	2	2.1%
Lieferwagen	1	1.1%
Personenwagen	89	94.7%
Personenwagen + Anhänger	1	1.1%
Gesamt	94	

Tabelle 13: A51 Kloten Nord - Bülach Nord, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen differenziert nach Fahrzeugart, 2003 - 2008

3.1.4.3 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach System und Personenschaden

Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass sich in den Jahren 2003 bis 2008 kein Unfall an Schutzeinrichtungen mit Toten ereignete und 4 Leichtverletzte und 1 Schwerverletzter in Folge des Anpralls an Schutzeinrichtungen zu verzeichnen waren.

System	Anzahl Unfälle	Anzahl Unfälle mit Personenschaden	LV	SV	T
-6311	4	0	0	0	0
4111	47	4	3	1	0
6111	4	0	0	0	0
6211	8	0	0	0	0
6311	8	0	0	0	0
6411	12	0	0	0	0
6611	2	1	1	0	0
6631	2	0	0	0	0
LM + Holm	7	0	0	0	0
Gesamt	94	5	4	1	0

Tabelle 14: A51 Kloten Nord - Bülach Nord, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen differenziert nach Personenschaden und Typ der Schutzeinrichtung, 2003 - 2008

3.1.4.4 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Durchbruch

Im Untersuchungszeitraum ereignete sich kein Unfall, bei dem die Schutzeinrichtung durchbrochen wurde.

3.1.4.5 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall

Auf der Autobahn A51 zwischen den Anschlüssen Kloten Nord und Bülach Nord kam es zu 7 Folgeunfällen. Hierdurch wurden 4 Personen leichtverletzt.

System	Anzahl Unfälle mit Folgeunfall	Anzahl Folgeunfall mit Personenschaden	LV	SV	T
-6311	0	0	0	0	0
4111	5	2	4	0	0
6111	0	0	0	0	0
6211	0	0	0	0	0
6311	0	0	0	0	0
6411	0	0	0	0	0
6611	2	0	0	0	0
6631	0	0	0	0	0
LM + Holm	0	0	0	0	0
Gesamt	7	2	4	0	0

Tabelle 15: A51 Kloten Nord - Bülach Nord, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall differenziert nach Typ der Schutzeinrichtung und Personenschaden, 2003 - 2008

System	Anzahl Unfälle mit Folgeunfall	an SE/Bö/Hi	mit Fahrzeug	Überschlag
-6311	0	0	0	0
4111	5	3	2	0
6111	0	0	0	0
6211	0	0	0	0
6311	0	0	0	0
6411	0	0	0	0
6611	2	2	0	0
6631	0	0	0	0
LM + Holm	0	0	0	0
Gesamt	7	5	2	0

Tabelle 16: A51 Kloten Nord - Bülach Nord, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall differenziert nach Typ der Schutzeinrichtung und Art des sekundären Anpralls, 2003 – 2008

3.1.5 Zusammenfassung Autobahnen Kanton Zürich

Auf den untersuchten Autobahnabschnitten der A1, A3 und A51 ereigneten sich im Zeitraum von 2003 bis 2008 total 4'710 Unfälle.

Insgesamt wurden

- 823 Personen leichtverletzt,
- 149 Personen schwerverletzt und
- 22 Personen getötet.

Im Untersuchungszeitraum ereigneten sich total 1'790 Unfälle an Schutzeinrichtungen einschliesslich der polizeilich als unbekannt registrierten Unfälle.

Für die nachstehenden Auswertungen konnten unter Berücksichtigung der in Abschnitt 1.5 festgelegten Abgrenzungen 1'574 Unfälle (88 Prozent) an Schutzeinrichtungen verwendet werden.

3.1.5.1 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Jahren

Auf Basis der 1'574 Unfällen an Schutzeinrichtungen ereigneten sich im Jahr 2003 mit 297 die meisten Unfälle auf den untersuchten Autobahnabschnitten im Kanton Zürich, während im Jahr 2008 mit 229 die wenigsten Unfälle registriert wurden.

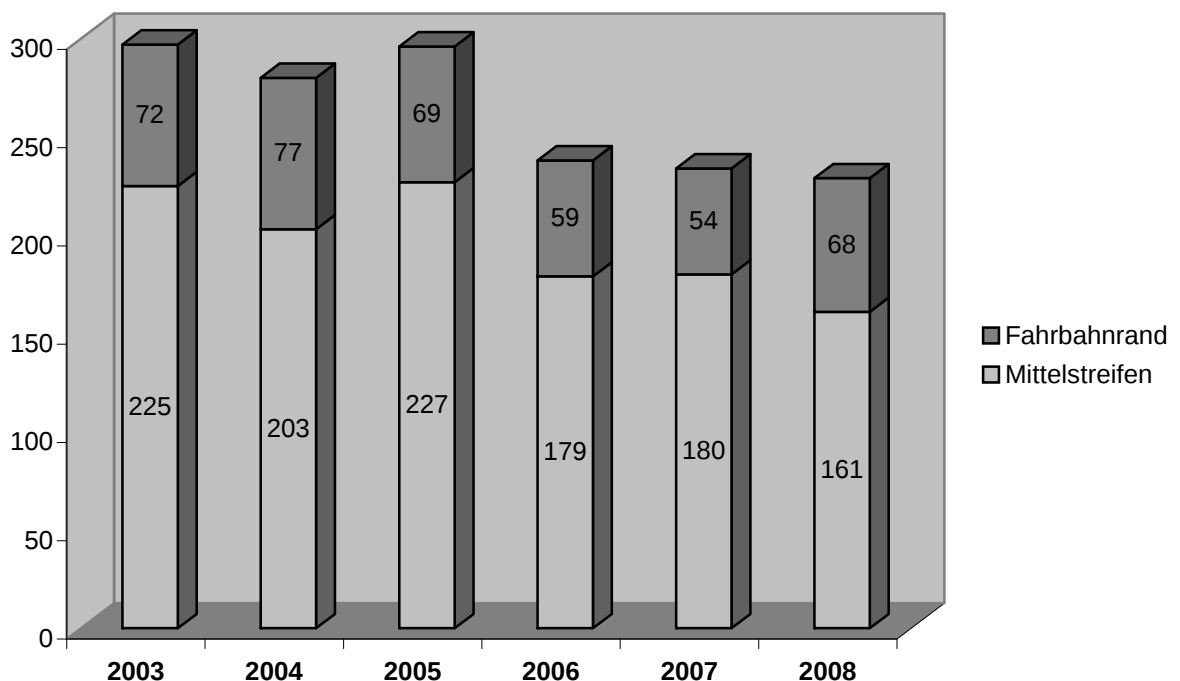


Diagramm 5: Autobahnen A1, A3 und A51 Kanton Zürich, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen total im Mittelstreifen und am Fahrbahnrand, 2003 - 2008

3.1.5.2 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Fahrzeugart

Auf Basis der ausgewerteten 1'574 Unfällen ereigneten sich 92 Prozent der Unfälle mit Personenwagen. Die restlichen 8 Prozent unterteilen sich in statistisch nicht relevante Grössen.

Fahrzeugart	Anzahl Unfälle an SE	Anteil
Car	1	0.1%
Kleinbus	1	0.1%
Lieferwagen	49	3.1%
Lieferwagen + Anhänger	16	1.0%
Lastwagen	9	0.6%
Lastwagen + Anhänger	8	0.5%
Motorrad (> 125)	5	0.3%
Personenwagen	1'448	92.0%
Personenwagen + Anhänger	27	1.7%
Sattelschlepper (> 3,5t)	4	0.3%
Sattelschlepper (> 3.5t) + Anhänger	6	0.4%
Gesamt	1'574	

Tabelle 17: Autobahnen A1, A3 und A51 Kanton Zürich, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen differenziert nach Fahrzeugart, 2003 - 2008

3.1.5.3 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach System und Personenschaden

In den Jahren 2003 bis 2008 ereigneten sich auf Basis der für die Auswertungen verwendbaren Daten auf den untersuchten Autobahnabschnitten 122 Unfälle, bei denen in Folge des Anpralls an Schutzeinrichtungen 129 Personen leichtverletzt und 17 Personen schwerverletzt wurden.

System	Anzahl Unfälle	Anzahl Unfälle mit Personenschaden	LV	SV	T
-6511	4	0	0	0	0
-6411	4	0	0	0	0
-6311	11	0	0	0	0
-6211	7	0	0	0	0
-5211	11	1	0	3	0
-5111	3	1	1	0	0
-4211	19	2	2	0	0
-4111	155	12	13	3	0
-1111	11	0	0	0	0
1111	5	2	2	0	0
1311	2	0	0	0	0
4111	269	23	22	5	0
4211	11	2	2	1	0
4311	2	1	1	0	0
4331	1	0	0	0	0
5111	48	3	3	0	0
5131	7	0	0	0	0
5211	66	4	6	1	0
6111	39	2	2	0	0
6211	63	3	3	0	0
6311	561	33	36	3	0
6411	55	10	11	0	0
6431	4	0	0	0	0
6511	19	1	1	0	0
6531	4	0	0	0	0
6611	5	2	2	0	0
6631	2	0	0	0	0
9211	8	1	2	0	0
LM 130/150	1	1	1	0	0
-DLS	61	9	8	1	0
LM	1	1	1	0	0
LM + Holm	7	0	0	0	0
LS A alt	108	8	10	0	0
Gesamt	1'574	122	129	17	0

Tabelle 18: Autobahnen A1, A3 und A51 Kanton Zürich, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen differenziert nach Personenschaden und Typ der Schutzeinrichtung, 2003 - 2008

System	Anzahl Unfälle	LV	LV/Unfall	SV	SV/Unfall	T	T/Unfall
-6511	4	0	0.00	0	0.00	0	0.00
-6411	4	0	0.00	0	0.00	0	0.00
-6311	11	0	0.00	0	0.00	0	0.00
-6211	7	0	0.00	0	0.00	0	0.00
-5211	11	0	0.00	3	0.27	0	0.00
-5111	3	1	0.33	0	0.00	0	0.00
-4211	19	2	0.11	0	0.00	0	0.00
-4111	155	13	0.08	3	0.02	0	0.00
-1111	11	0	0.00	0	0.00	0	0.00
1111	5	2	0.40	0	0.00	0	0.00
1311	2	0	0.00	0	0.00	0	0.00
4111	269	22	0.08	5	0.02	0	0.00
4211	11	2	0.18	1	0.09	0	0.00
4311	2	1	0.50	0	0.00	0	0.00
4331	1	0	0.00	0	0.00	0	0.00
5111	48	3	0.06	0	0.00	0	0.00
5131	7	0	0.00	0	0.00	0	0.00
5211	66	6	0.09	1	0.02	0	0.00
6111	39	2	0.05	0	0.00	0	0.00
6211	63	3	0.05	0	0.00	0	0.00
6311	561	36	0.06	3	0.01	0	0.00
6411	55	11	0.20	0	0.00	0	0.00
6431	4	0	0.00	0	0.00	0	0.00
6511	19	1	0.05	0	0.00	0	0.00
6531	4	0	0.00	0	0.00	0	0.00
6611	5	2	0.40	0	0.00	0	0.00
6631	2	0	0.00	0	0.00	0	0.00
9211	8	2	0.25	0	0.00	0	0.00
LM 130/150	1	1	1.00	0	0.00	0	0.00
-DLS	61	8	0.13	1	0.02	0	0.00
LM	1	1	1.00	0	0.00	0	0.00
LM + Holm	7	0	0.00	0	0.00	0	0.00
LS A alt	108	10	0.09	0	0.00	0	0.00
Gesamt	1'574	129	0.08	17	0.01	0	0.00

Tabelle 19: Autobahnen A1, A3 und A51 Kanton Zürich, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen differenziert nach Schwere der Personenschäden und Typ der Schutzeinrichtung, Verhältnis Personenschaden pro Unfall, 2003 - 2008

3.1.5.4 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Durchbruch

System	Anzahl Unfälle an SE	Anzahl Unfälle mit Durchbruch	Relation Unfälle mit Durchbruch zu Unfälle System gesamt
-6511	4	0	0.00
-6411	4	0	0.00
-6311	11	0	0.00
-6211	7	0	0.00
-5211	11	0	0.00
-5111	3	0	0.00
-4211	19	0	0.00
-4111	155	6	0.04
-1111	11	0	0.00
1111	5	0	0.00
1311	2	0	0.00
4111	269	1	0.00
4211	11	0	0.00
4311	2	0	0.00
4331	1	0	0.00
5111	48	1	0.02
5131	7	1	0.14
5211	66	0	0.00
6111	39	0	0.00
6211	63	0	0.00
6311	561	0	0.00
6411	55	0	0.00
6431	4	0	0.00
6511	19	0	0.00
6531	4	0	0.00
6611	5	0	0.00
6631	2	0	0.00
9211	8	0	0.00
LM 130/150	1	0	0.00
-DLS	61	0	0.00
LM	1	0	0.00
LM + Holm	7	0	0.00
LS A alt	108	1	0.01
Gesamt	1'574	10	

Tabelle 20: Autobahnen A1, A3 und A51 Kanton Zürich, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Durchbruch nach Typ der Schutzeinrichtung, Verhältnis Durchbruch pro Unfall, 2003 - 2008

3.1.5.5 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall

Im Zeitraum von 2003 bis 2008 kam es zu 251 Folgeunfällen. Hieraus folgt, dass bei zirka jedem sechsten Unfall an Schutzeinrichtungen sich ein Folgeunfall ereignete.

Bei 35 Folgeunfällen traten mit 33 Leichtverletzten, 13 Schwerletzten und 3 Toten Personenschäden auf.

System	Anzahl Unfälle mit Folgeunfall	Anzahl Folgeunfall mit Personenschaden	LV	SV	T
-6511	1	0	0	0	0
-6411	0	0	0	0	0
-6311	1	0	0	0	0
-6211	5	0	0	0	0
-5211	2	0	0	0	0
-5111	1	0	0	0	0
-4211	0	0	0	0	0
-4111	18	7	5	3	1
-1111	1	0	0	0	0
1111	1	0	0	0	0
1311	0	0	0	0	0
4111	33	6	10	2	0
4211	4	0	0	0	0
4311	0	0	0	0	0
4331	0	0	0	0	0
5111	9	0	0	0	0
5131	3	1	1	0	0
5211	8	1	0	1	0
6111	6	1	0	1	0
6211	10	1	0	1	0
6311	96	11	10	2	2
6411	12	2	0	2	0
6431	0	0	0	0	0
6511	8	2	4	0	0
6531	0	0	0	0	0
6611	3	0	0	0	0
6631	0	0	0	0	0
9211	4	0	0	0	0
LM 130/150	1	0	0	0	0
-DLS	11	2	2	1	0
LM	1	0	0	0	0
LM + Holm	0	0	0	0	0
LS A alt	12	1	1	0	0
Gesamt	251	35	33	13	3

Tabelle 21: Autobahnen A1, A3 und A51 Kanton Zürich, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall differenziert nach Typ der Schutzeinrichtung und Personenschaden, 2003 - 2008

System	Anzahl Unfälle an SE	Anzahl Unfälle mit Folgeunfall	Relation Unfälle mit Folgeunfall zu Unfälle System gesamt
-6511	4	1	0.25
-6411	4	0	0.00
-6311	11	1	0.09
-6211	7	5	0.71
-5211	11	2	0.18
-5111	3	1	0.33
-4211	19	0	0.00
-4111	155	18	0.12
-1111	11	1	0.09
1111	5	1	0.20
1311	2	0	0.00
4111	269	33	0.12
4211	11	4	0.36
4311	2	0	0.00
4331	1	0	0.00
5111	48	9	0.19
5131	7	3	0.43
5211	66	8	0.12
6111	39	6	0.15
6211	63	10	0.16
6311	561	96	0.17
6411	55	12	0.22
6431	4	0	0.00
6511	19	8	0.42
6531	4	0	0.00
6611	5	3	0.60
6631	2	0	0.00
9211	8	4	0.50
LM 130/150	1	1	1.00
-DLS	61	11	0.18
LM	1	1	1.00
LM + Holm	7	0	0.00
LS A alt	108	12	0.11
Gesamt	1'574	251	

Tabelle 22: Autobahnen A1, A3 und A51 Kanton Zürich, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall nach Typ der Schutzeinrichtung, Verhältnis Folgeunfall pro Unfall, 2003 - 2008

System	Anzahl Unfälle mit Folgeunfall	an SE/Bö/Hi	mit Fahrzeug	Überschlag
-6511	1	1	0	0
-6411	0	0	0	0
-6311	1	1	0	0
-6211	5	2	3	0
-5211	2	1	1	0
-5111	1	0	0	1
-4211	0	0	0	0
-4111	18	11	2	5
-1111	1	0	1	0
1111	1	0	0	1
1311	0	0	0	0
4111	33	20	13	0
4211	4	3	0	1
4311	0	0	0	0
4331	0	0	0	0
5111	9	7	2	0
5131	3	2	1	0
5211	8	4	4	0
6111	6	6	0	0
6211	10	7	3	0
6311	96	73	23	0
6411	12	7	5	0
6431	0	0	0	0
6511	8	1	7	0
6531	0	0	0	0
6611	3	3	0	0
6631	0	0	0	0
9211	4	3	1	0
LM 130/150	1	1	0	0
-DLS	11	8	3	0
LM	1	1	0	0
LM + Holm	0	0	0	0
LS A alt	12	8	3	1
Gesamt	251	170	72	9

Tabelle 23: Autobahnen A1, A3 und A51 Kanton Zürich, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall differenziert nach Typ der Schutzeinrichtung und Art des sekundären Anpralls, 2003 - 2008

3.1.5.6 Unfälle mit Motorrädern

Im Zeitraum von 2003 bis 2008 ereigneten sich auf den untersuchten Autobahnabschnitten 5 Unfälle mit Motorrädern an Schutzeinrichtungen. Hierbei fanden 3 Unfälle am System 4111 statt, wodurch 1 Person leicht- und 1 Person schwerverletzt wurde. Ein Unfall ereignete sich am System 6311, wobei kein Personenschaden entstand und 1 Unfall am System 6511, bei dem der Motorradfahrer nach dem Weggehen aus dem Unfallbereich von einem Fahrzeug erfasst und schwerverletzt wurde.

3.2 Autobahn A2, AS Diegten – AS St. Jakob Kanton Basel-Landschaft

Auf der Autobahn A2 ereigneten sich im Zeitraum von 2003 bis 2007 zwischen den Anschlüssen Diegten und St. Jakob total 1'073 Unfälle.

Insgesamt wurden

- 572 Personen leichtverletzt,
- 24 Personen schwerverletzt und
- 3 Personen getötet.

Für die nachstehenden Auswertungen konnten unter Berücksichtigung der in Abschnitt 1.5 festgelegten Abgrenzungen 81 Unfälle an Betonleitmauern im Zeitraum von 2003 bis 2007 verwendet werden.

3.2.1 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Jahren

Auf Basis der 81 Unfälle an Betonleitmauern (LM) ereigneten sich im Jahr 2003 mit 26 Unfällen auf der Autobahn A2 zwischen den Anschlüssen Diegten und St. Jakob die meisten Unfälle, während im Jahr 2005 mit 12 Unfällen die wenigsten Unfälle registriert wurden.

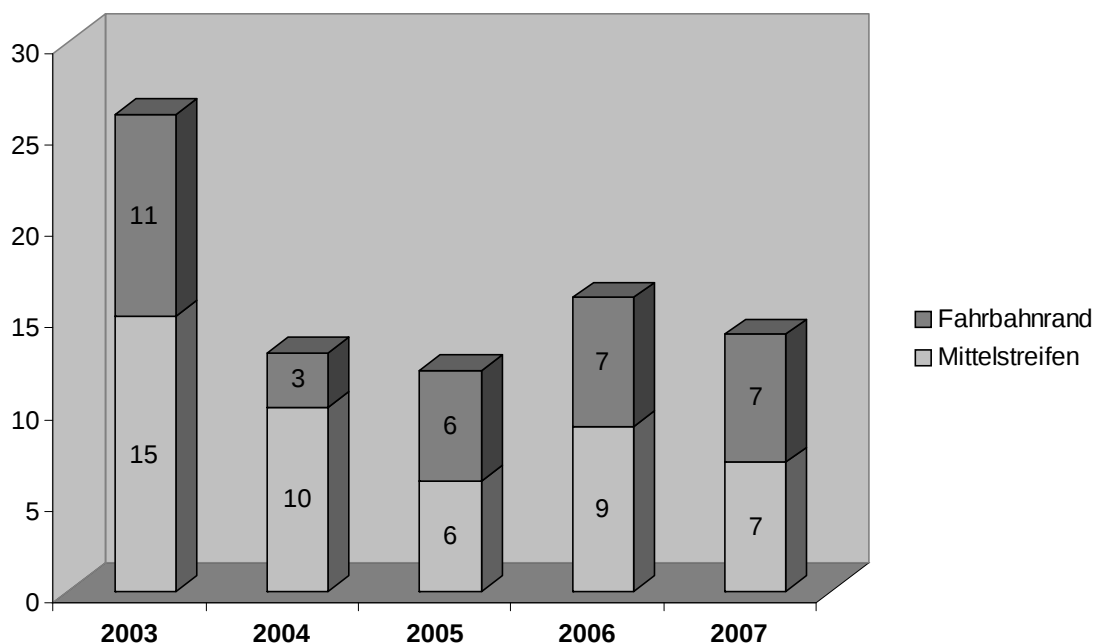


Diagramm 6: A2 Diegten - St. Jakob, Anzahl Unfälle an Betonleitmauern total im Mittelstreifen und am Fahrbahnrand, 2003 - 2007

3.2.2 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Fahrzeugart

In 86 Prozent aller Unfälle ereigneten sich die meisten Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Personenwagen.

Fahrzeugart	Anzahl Unfälle an SE	Anteil
Kleinbus	1	1.2%
Lieferwagen	1	1.2%
Lieferwagen + Anhänger	1	1.2%
Motorrad	1	1.2%
Personenwagen	70	86.4%
Personenwagen + Anhänger	5	6.2%
Sattelschlepper (> 3.5 t)	2	2.5%
Gesamt	81	

Tabelle 24: A2 Diegten - St. Jakob, Anzahl Unfälle an Betonleitmauern differenziert nach Fahrzeugart, 2003 - 2007

3.2.3 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach System und Personenschaden

Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass sich in den Jahren 2003 bis 2007 keine Unfälle an Betonleitmauern mit Toten ereigneten. In Folge des Anpralls an Betonleitmauern wurden im Untersuchungszeitraum 35 Personen leichtverletzt und 3 Personen schwerverletzt.

System	Anzahl Unfälle	Anzahl Unfälle mit Personenschaden	LV	SV	T
LM	79	26	34	3	0
9311	2	1	1	0	0
Gesamt	81	27	35	3	0

Tabelle 25: A2 Diegten - St. Jakob, Anzahl Unfälle an Betonleitmauern differenziert nach Personenschaden und Typ der Schutzeinrichtung, 2003 - 2007

System	Anzahl Unfälle	LV	LV / Unfall	SV	SV / Unfall	T	T / Unfall
LM u. 9311	81	35	0.43	3	0.04	0	0

Tabelle 26: A2 Diegten - St. Jakob, Anzahl Unfälle an Betonleitmauern differenziert nach Schwere der Personenschäden, Verhältnis Personenschaden pro Unfall, 2003 - 2007

3.2.4 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Durchbruch

Im Untersuchungszeitraum ereignete sich kein Unfall bei dem eine Betonleitmauer durchbrochen wurde.

3.2.5 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall

Auf der Autobahn A2 zwischen den Anschlüssen Diegten und St. Jakob kam es infolge des Anpralls von Fahrzeugen an Betonleitmauern zu 13 Folgeunfällen, wodurch 2 Personen leichtverletzt wurden.

System	Anzahl Unfälle mit Folgeunfall	Anzahl Folgeunfälle mit Personenschaden	LV	SV	T
LM	12	2	2	0	0
9311	1	0	0	0	0
Gesamt	13	2	2	0	0

Tabelle 27: A2 Diegten - St. Jakob, Anzahl Unfälle an Betonleitmauern mit Folgeunfall differenziert nach Typ der Schutzeinrichtung und Personenschaden, 2003 - 2007

System	Anzahl Unfälle	Anzahl Unfälle mit Folgeunfall	Relation Unfälle mit Folgeunfall zu Unfälle gesamt
LM u. 9311	81	13	0.16

Tabelle 28: A2 Diegten - St. Jakob, Anzahl Unfälle an Betonleitmauern mit Folgeunfall, Verhältnis Folgeunfall pro Unfall, 2003 - 2008

System	Anzahl Unfälle mit Folgeunfall	an SE/Bö/Hi	mit Fahrzeug	Überschlag
LM	12	11	1	0
9311	1	1	0	0
Gesamt	13	12	1	0

Tabelle 29: A2 Diegten - St. Jakob, Anzahl Unfälle an Betonleitmauern mit Folgeunfall differenziert nach Typ der Schutzeinrichtung und Art des sekundären Anpralls, 2003 - 2007

3.2.6 Unfälle mit Motorrädern

Im Untersuchungszeitraum ereignete sich ein Unfall an einer Betonleitmauer, wodurch 1 Person schwerverletzt wurde.

3.3 Haupt- und Nebenstrassen Kanton Zürich

Auf den Haupt- und Nebenstrassen des Kantons Zürich (ohne die Städte Zürich und Winterthur) ereigneten sich im Zeitraum von 2003 bis 2008 total 39'122 Unfälle.

Insgesamt wurden

- 8'938 Personen leichtverletzt,
- 2'077 Personen schwerverletzt und
- 204 Personen getötet.

Im Untersuchungszeitraum ereigneten sich total 427 Unfälle an Schutzeinrichtungen einschliesslich der polizeilich als unbekannt registrierten Unfälle.

Für die nachstehenden Auswertungen konnten unter Berücksichtigung der in Abschnitt 1.5 festgelegten Abgrenzungen 344 Unfälle (81 Prozent) an Schutzeinrichtungen verwendet werden.

3.3.1 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Jahren

Auf Basis der 344 Unfälle an Schutzeinrichtungen ereigneten sich im Jahr 2008 mit 68 Unfällen die meisten Unfälle, während im Jahr 2003 mit 44 Unfällen die wenigsten Unfälle registriert wurden.

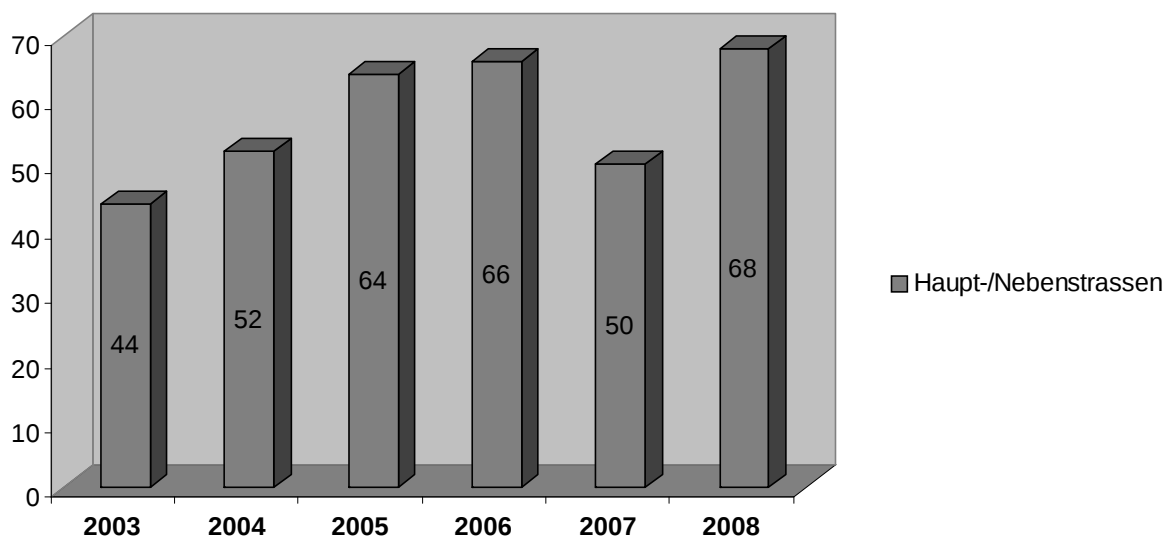


Diagramm 7: Haupt- und Nebenstrassen Kanton Zürich, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen, 2003 - 2008

3.3.2 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach Fahrzeugart

In zirka 90 Prozent aller Unfälle ereigneten sich die meisten Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Personenwagen und in zirka 6 Prozent der Unfälle mit Motorrädern.

Fahrzeugart	Anzahl Unfälle an SE	Anteil
Kleinbus	1	0.3%
Lieferwagen	7	2.0%
Lastwagen	3	0.9%
Motorrad	20	5.8%
Personenwagen	308	89.5%
Personenwagen + Anhänger	2	0.6%
Sattelschlepper	3	0.9%
Gesamt	344	

Tabelle 30: Haupt- und Nebenstrassen Kanton Zürich, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen differenziert nach Fahrzeugart, 2003 - 2008

3.3.3 Unfälle an Schutzeinrichtungen nach System und Personenschaden

In Folge des Anpralls an Schutzeinrichtungen auf den Haupt- und Nebenstrassen des Kantons Zürich wurden auf Basis der verwendbaren Unfälle für den Untersuchungszeitraum 26 Leichtverletzte, 12 Schwerverletzte und 1 Toter ermittelt.

System	Anzahl Unfälle	Anzahl Unfälle mit Personenschaden	LV	SV	T
-5111	1	1	1	0	0
-4311	37	7	6	2	0
-4211	4	0	0	0	0
-4111	83	4	3	1	0
-4111/140	11	3	3	0	0
-1111	2	1	1	0	0
1111	2	1	0	1	0
1211	12	1	1	0	0
2111 + KP	6	0	0	0	0
2211	1	1	2	0	0
4111	39	4	1	4	0
4211	30	0	0	0	0
4311	1	0	0	0	0
5111	2	0	0	0	0
5211	24	1	2	0	0
6111	4	0	0	0	0
6211	15	1	1	0	0
6411	12	2	1	1	0
6511	1	0	0	0	0
-LS A	53	7	4	3	1
Vario-Guard	4	0	0	0	0
Gesamt	344	34	26	12	1

Tabelle 31: Haupt- und Nebenstrassen Kanton Zürich, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen differenziert nach Personenschaden und Typ der Schutzeinrichtung, 2003 - 2008

System	Anzahl Unfälle	LV	LV / Unfall	SV	SV / Unfall	T	T / Unfall
-5111	1	1	1.00	0	0.00	0	0.00
-4311	37	6	0.16	2	0.05	0	0.00
-4211	4	0	0.00	0	0.00	0	0.00
-4111	83	3	0.04	1	0.01	0	0.00
-4111/140	11	3	0.27	0	0.00	0	0.00
-1111	2	1	0.50	0	0.00	0	0.00
1111	2	0	0.00	1	0.50	0	0.00
1211	12	1	0.08	0	0.00	0	0.00
2111 + KP	6	0	0.00	0	0.00	0	0.00
2211	1	2	2.00	0	0.00	0	0.00
4111	39	1	0.03	4	0.10	0	0.00
4211	30	0	0.00	0	0.00	0	0.00
4311	1	0	0.00	0	0.00	0	0.00
5111	2	0	0.00	0	0.00	0	0.00
5211	24	2	0.08	0	0.00	0	0.00
6111	4	0	0.00	0	0.00	0	0.00
6211	15	1	0.07	0	0.00	0	0.00
6411	12	1	0.08	1	0.08	0	0.00
6511	1	0	0.00	0	0.00	0	0.00
-LS A	53	4	0.08	3	0.06	1	0.02
Vario-Guard	4	0	0.00	0	0.00	0	0.00
Gesamt	344	26		12		1	

Tabelle 32: Haupt- und Nebenstrassen Kanton Zürich, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen differenziert nach Schwere der Personenschäden und Typ der Schutzeinrichtung, Verhältnis Personenschaden pro Unfall, 2003 - 2008

3.3.4 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Durchbruch

Im Untersuchungszeitraum ereigneten sich 5 Unfälle, bei denen die Schutzeinrichtung durchbrochen wurde. In Folge der Durchbrüche entstand kein Personenschaden bei Dritten.

System	Anzahl Unfälle	Anzahl Unfälle mit Durchbruch	Relation Durchbruch zu Unfälle gesamt
-5111	1	0	0.00
-4311	37	0	0.00
-4211	4	0	0.00
-4111	83	1	0.01
-4111/140	11	0	0.00
-1111	2	1	0.50
1111	2	0	0.00
1211	12	0	0.00
2111 + KP	6	0	0.00
2211	1	0	0.00
4111	39	2	0.05
4211	30	0	0.00
4311	1	0	0.00
5111	2	0	0.00
5211	24	0	0.00
6111	4	0	0.00
6211	15	0	0.00
6411	12	0	0.00
6511	1	0	0.00
-LS A	53	1	0.02
Vario-Guard	4	0	0.00
Gesamt	344	5	

Tabelle 33: Haupt- und Nebenstrassen Kanton Zürich, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Durchbruch nach Typ der Schutzeinrichtung, Verhältnis Durchbruch pro Unfall, 2003 - 2008

3.3.5 Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall

Auf den Haupt- und Nebenstrassen im Kanton Zürich ereigneten sich infolge des Anpralls von Fahrzeugen an Schutzeinrichtungen 50 Folgeunfälle, wodurch 16 Personen leicht- und 9 Personen schwerverletzt wurden, aber keine Toten zu verzeichnen waren.

System	Anzahl Unfälle mit Folgeunfall	LV	SV	T
-5111	0	0	0	0
-4311	11	4	6	0
-4211	2	0	0	0
-4111	7	1	2	0
-4111/140	4	3	0	0
-1111	1	2	0	0
1111	0	0	0	0
1211	2	1	0	0
2111 + KP	1	0	0	0
2211	0	0	0	0
4111	7	2	0	0
4211	3	0	0	0
4311	1	0	0	0
5111	0	0	0	0
5211	2	3	1	0
6111	1	0	0	0
6211	1	0	0	0
6411	3	0	0	0
6511	0	0	0	0
-LS A	4	0	0	0
Vario-Guard	0	0	0	0
Gesamt	50	16	9	0

Tabelle 34: Haupt- und Nebenstrassen Kanton Zürich, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall differenziert nach Typ der Schutzeinrichtung und Personenschaden, 2003 - 2008

System	Anzahl Unfälle	Anzahl Unfälle mit Folgeunfall	Relation Unfälle mit Folgeunfall zu Unfall gesamt
-5111	1	0	0.00
-4311	37	11	0.30
-4211	4	2	0.50
-4111	83	7	0.08
-4111/140	11	4	0.36
-1111	2	1	0.50
1111	2	0	0.00
1211	12	2	0.17
2111 + KP	6	1	0.17
2211	1	0	0.00
4111	39	7	0.18
4211	30	3	0.10
4311	1	1	1.00
5111	2	0	0.00
5211	24	2	0.08
6111	4	1	0.25
6211	15	1	0.07
6411	12	3	0.25
6511	1	0	0.00
-LS A	53	4	0.08
Vario-Guard	4	0	0.00
Gesamt	344	50	

Tabelle 35: Haupt- und Nebenstrassen Kanton Zürich, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall nach Typ der Schutzeinrichtung, Verhältnis Folgeunfall pro Unfall, 2003 - 2008

System	Anzahl Unfälle mit Folgeunfall	an SE/Bö/Hi	mit Fahrzeug	Überschlag
-5111	0	0	0	0
-4311	11	6	4	1
-4211	2	0	1	1
-4111	7	5	2	0
-4111/140	4	2	2	0
-1111	1	1	0	0
1111	0	0	0	0
1211	2	1	1	0
2111 + KP	1	1	0	0
2211	0	0	0	0
4111	7	7	0	0
4211	3	2	1	0
4311	1	1	0	0
5111	0	0	0	0
5211	2	1	1	0
6111	1	1	0	0
6211	1	1	0	0
6411	3	2	1	0
6511	0	0	0	0
-LS A	4	3	1	0
Vario-Guard	0	0	0	0
Gesamt	50	34	14	2

Tabelle 36: Haupt- und Nebenstrassen Kanton Zürich, Anzahl Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Folgeunfall differenziert nach Typ der Schutzeinrichtung und Art des sekundären Anpralls, 2003 - 2008

3.3.6 Unfälle mit Motorrädern

Auf den Haupt- und Nebenstrassen des Kantons Zürich konnten 20 auswertbare Unfälle mit Motorrädern an Schutzeinrichtungen im Zeitraum von 2003 bis 2008 ermittelt werden. Bei jedem zweiten Unfall kam es infolge des Anpralls an die Schutzeinrichtung zu Personenschäden, wobei 7 Personen leicht- und 3 Personen schwerverletzt wurden.

3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse der ersten Etappe

3.4.1 Vergleich der Systeme nach der Richtlinie für Fahrzeugrückhaltesysteme an Strassen mit den Untersuchungsergebnissen betreffend Leistungseigenschaften

Basierend auf dem zur Verfügung stehenden Datenmaterial und den Auswertungen wurden für die Autobahnen und Haupt- und Nebenstrassen nur für die Systeme ein direkter Vergleich zwischen den Leistungseigenschaften nach Norm SN EN 1317-2 und dem realen Unfallgeschehen durchgeführt, für die im Verhältnis eine vertretbare repräsentative Anzahl von Unfällen gegeben ist.

Es wurden die nach Norm SN EN 1317-2 ermittelten Leistungseigenschaften, wie Aufhaltestufe, Klasse des Wirkungsbereichs und Anprallheftigkeitsstufe, den Untersuchungsergebnissen resultierend aus dem realen Unfallgeschehen gegenübergestellt.

Hierbei wurde zwischen Autobahnen und Haupt- und Nebenstrassen differenziert, da in erster Linie die Verkehrsgeschwindigkeiten und somit die möglichen Anprallgeschwindigkeiten von Fahrzeugen an Schutzeinrichtungen teils erheblich voneinander abweichen, womit ein direkter Vergleich nicht vorgenommen werden sollte.

System	Leistungsklasse nach SN EN 1317-2			Untersuchungsergebnisse				
	Aufhalte- stufe	WW	ASI	LV/ Unfall	SV/ Unfall	T/ Unfall	Durchbrüche/ Unfall	Folgeunfall/ Unfall
4111	N2	W4	A	0.08	0.02	0.00	0.00	0.12
5111	H1	W5	A	0.06	0.00	0.00	0.02	0.19
5211	H1	W4	A	0.09	0.02	0.00	0.00	0.12
6111	N2	W5	A	0.05	0.00	0.00	0.00	0.15
6211	H1	W4	A	0.05	0.00	0.00	0.00	0.16
6311	H1	W5	A	0.06	0.01	0.00	0.00	0.17
6411	H1	W5	B	0.20	0.00	0.00	0.00	0.22
LM*	H2	(W2/W5)	C	0.42	0.03	0.00	0.00	0.20

* Leitmauern New-Jersey Profilierung (aus Fertigteilen fest verbaut oder vor Ort erstellt) analog LS 9211 gemäss der Richtlinie für Fahrzeugrückhaltesysteme des Bundesamts für Strassen

Tabelle 37: Autobahnen Kanton Zürich und Basel-Landschaft, Vergleich Schutzeinrichtungen zu Leistungsklassen mit Untersuchungsergebnissen

System	Leistungsklasse nach SN EN 1317-2			Untersuchungsergebnisse				
	Aufhalte- stufe	WW	ASI	LV/ Unfall	SV/ Unfall	T/ Unfall	Durchbrüche/ Unfall	Folgeunfall/ Unfall
1211	N2	W4	A	0.08	0.00	0.00	0.00	0.17
4111	N2	W4	A	0.03	0.10	0.00	0.05	0.18
4211	N2	W5	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
5211	H1	W4	A	0.08	0.00	0.00	0.00	0.08
6211	H1	W4	A	0.07	0.00	0.00	0.00	0.07
6411	H1	W5	B	0.08	0.08	0.00	0.00	0.25

Tabelle 38: Haupt- und Nebenstrassen Kanton Zürich, Vergleich Schutzeinrichtungen zu Leistungsklassen mit Untersuchungsergebnissen

3.4.1.1 Aufhaltestufe

Basierend auf den Untersuchungsergebnissen kann festgestellt werden, dass auf Autobahnen als auch auf den Haupt- und Nebenstrassen Fahrzeuge, welche an nach SN EN 1317-2 geprüfte Schutzeinrichtungen anprallen, fast ausnahmslos aufgehalten und umgelenkt werden.

Dieses Untersuchungsergebnis bestätigt, dass mit nach Norm SN EN 1317-2 geprüften Schutzeinrichtungen der Aufhaltestufe N2 oder höher das Aufhalten und Umlenken von Fahrzeugen, basierend auf den im realen Unfallgeschehen auftretenden Anprallenergien, resultierend aus den Fahrzeugtypen, Anprallgeschwindigkeiten und Anprallwinkeln, gesichert ist.

Hierzu ist anzumerken, dass in rund 90 Prozent der Unfälle Personenwagen an die Schutzeinrichtungen anprallen. Statistisch relevante Grössen für zum Beispiel den Anprall von schweren Motorfahrzeugen an Schutzeinrichtungen sind auf dem schweizerischen Strassennetz nicht existent.

3.4.1.2 Klasse des Wirkungsbereichs

Wie bereits erwähnt, ereignen sich in rund 90 Prozent der Unfälle an Schutzeinrichtungen Unfälle mit Personenwagen, was grundsätzlich bei der Beurteilung der im realen Unfallgeschehen auftretenden Wirkungsbereiche der jeweiligen Systeme zu berücksichtigen ist.

Die Auswertungen ergaben, dass bei keinem Unfall an nachgiebigen Schutzeinrichtungen die auftretenden Durchbiegungen der Schutzeinrichtungen in Folge eines Fahrzeuganpralls, insofern dies überhaupt möglich ist (Betonleitmauern), zu einer Gefährdung Dritter wie zum Beispiel des Gegenverkehrs auf Autobahnen und/oder zu Sachbeschädigungen wie zum Beispiel von Lärmschutzwänden, führte.

Hieraus kann abgeleitet werden, dass die nach den Vorgaben der Norm SN 640 561 eingesetzten und nach Norm SN EN 1317-2 geprüften Systeme sich hinsichtlich der theoretischen und im Unfallgeschehen auftretenden Wirkungsbereiche bewähren.

3.4.1.3 Anprallheftigkeitsstufe

Das Hauptziel der Forschungsarbeit war die Überprüfung, inwiefern die nach Norm SN EN 1317-2 für die jeweiligen Schutzeinrichtungen ermittelten Risiken für Fahrzeuginsassen (Anprallheftigkeitsstufen) mit den im realen Unfallgeschehen auftretenden Personenschäden vergleichbar sind. Hier sind in erster Linie nur die Unfälle mit Personenwagen von Bedeutung, da gemäss Norm SN EN 1317-2 die Risiken für Fahrzeuginsassen nur für Personenwagen ermittelt werden.

Grundsätzlich konnte festgestellt werden, dass eine Korrelation zwischen den Anprallheftigkeitsstufen (A, B, C) und den im realen Unfallgeschehen auftretenden Personenschäden dahingehend besteht, dass Systeme der Anprallheftigkeitsstufe A auch zu einer geringeren Anzahl von Personenschäden je Unfall führen als Systeme der Anprallheftigkeitsstufe B oder C, was sich insbesondere bei dem Vergleich der Anzahl von Leichtverletzten pro Unfall zeigt.

Weiterhin kann festgehalten werden, dass keine Fahrzeuginsassen infolge des primären Anpralls an den untersuchten Schutzeinrichtungen getötet wurden. Auch die Risiken hinsichtlich schwerer Verletzungen für Fahrzeuginsassen ist als gering zu beurteilen.

Es stellt sich somit die grundsätzliche Frage, ob die im realen Unfallgeschehen auftretenden Anprallgeschwindigkeiten in Kombination mit den Anprallwinkeln wesentlich von den nach Norm SN EN 1317-2 festgelegten Vorgaben abweichen und/oder die nach Norm SN EN 1317-2 durchgeführten Messverfahren und Klassifizierungen hinsichtlich der Verletzungsrisiken als ungeeignet oder zumindest als zu ungenau bewertet werden müssen.

Für eine gesicherte Beantwortung dieser offenen Frage müssten zumindest die genauen Anprallwinkel und Anprallgeschwindigkeiten der Unfälle an Schutzeinrichtungen bekannt sein. Da diese Informationen wie bereits eingangs unter Abschnitt 3 beschrieben nicht ausreichend vorhanden sind und in der Praxis auch nicht ohne weiteres erhoben werden können, wird auf Grundlage der zur Verfügung stehenden Unfallberichte und Unfallskizzen angenommen, dass zumindest die in der Praxis auftretenden Anprallwinkel in seltenen Fällen den nach Norm SN EN 1317-2 bei den Prüfungen der Systeme festgelegten Anprallwinkeln von 20 Grad entsprechen.

3.5 Bewertung nicht normkonforme Schutzeinrichtungen

Im Auftrag der Begleitkommission sollte auch eine Bewertung von Unfällen an alten nicht normkonformen Schutzeinrichtungen und den hiermit möglicherweise in Verbindung stehenden erhöhten Risiken, wie eine erhöhte Gefährdung der Fahrzeuginsassen und/oder Dritter infolge einer erhöhten Durchbruchwahrscheinlichkeit, vorgenommen werden.

Hierzu wurden die auf der Datengrundlage zur Verfügung stehenden Unfälle an alten nicht normkonformen (ungeprüften) mit nach Norm SN EN 1317- 2 geprüften Schutzeinrichtungen aus Stahl hinsichtlich der Personenschäden und Folgeunfälle für die Autobahnen und Haupt- und Nebenstrassen im Kanton Zürich im Zeitraum von 2003 bis 2008 (6 Jahre) verglichen.

3.5.1 Autobahnen

Der Vergleich zeigt für die Autobahnen, dass auf Grundlage von 394 Unfällen an nicht normkonformen (ungeprüften) und 1'163 Unfällen an normkonformen Systemen pro Unfall ein geringfügig höherer Personenschaden hinsichtlich von Leicht- und Schwerverletzten zu Ungunsten der nicht normkonformen Systeme besteht.

System	Anzahl Unfälle	LV	LV/Unfall	SV	SV/Unfall	T	T/Unfall
nicht normkonform	394	34	0.09	7	0.02	0	0.00
normkonform	1'163	91	0.08	10	0.01	0	0.00
Gesamt	1'557	125		17		0	

Tabelle 39: Vergleich alte nicht normkonforme Schutzeinrichtungen aus Stahl mit nach Norm SN EN 1317-2 geprüften Schutzeinrichtungen aus Stahl, Verhältnis Personenschaden pro Unfall, Autobahnen Kanton Zürich 2003 - 2008

Beim Vergleich der Folgeunfälle ergibt sich für normkonforme Systeme ein leicht schlechteres Verhältnis als bei den nicht normkonformen Systemen.

System	Anzahl Unfälle	Anzahl Unfälle mit Folgeunfall	Relation Unfälle mit Folgeunfall zu Unfälle gesamt
nicht normkonform	394	52	0.13
normkonform	1'163	193	0.17
Gesamt	1'557	245	

Tabelle 40: Vergleich alte nicht normkonforme Schutzeinrichtungen mit nach Norm SN EN 1317-2 geprüften Schutzeinrichtungen aus Stahl, Verhältnis Folgeunfall pro Unfall, Autobahnen Kanton Zürich 2003 - 2008

3.5.2 Haupt- und Nebenstrassen

Auf Grundlage von 197 Unfällen an nicht normkonformen und 147 Unfällen an normkonformen Schutzeinrichtungen aus Stahl auf den Haupt- und Nebenstrassen im Kanton Zürich im Zeitraum von 2003 bis 2008 (6 Jahre) sind die nicht normkonformen Systeme hinsichtlich des Personenschadens für Leichtverletzte und Tote schlechter zu bewerten, während für die normkonformen Systeme mehr Schwerverletzte pro Unfall zu verzeichnen sind. Dies wird vor allem dann deutlich, wenn man den Schweregrad von Schwer- zu Leichtverletzten ermittelt. So ergibt sich bei dem Vergleich der nicht konformen mit den konformen Systemen bei den Schwerverletzten ein Verhältnis von 25 zu 43 zu Ungunsten der normkonformen Systeme. Unter anderem könnte sich dieser Umstand dahingehend erklären, da in den Unfallzahlen auch die Unfälle mit Motorradfahrern enthalten sind. Wenn man diesen Umstand statistisch berücksichtigt, ergibt sich ein Verhältnis von 28 zu 40. Auf Grundlage der vorliegenden Auswertungen und Ergebnisse lassen sich somit keine abschliessenden Erklärungen finden, warum der Schweregrad an normkonformen Systemen ungünstiger ist als bei den alten nicht normkonformen Systemen. Hier besteht unter Umständen weiterer Forschungsbedarf.

System	Anzahl Unfälle	LV	LV / Unfall	SV	SV / Unfall	T	T / Unfall
nicht normkonform	197	18	0.09	6	0.03	1	0.01
normkonform	147	8	0.05	6	0.04	0	0.00
Gesamt	344	26		12		1	

Tabelle 41: Vergleich alte nicht normkonforme Schutzeinrichtungen mit nach Norm SN EN 1317-2 geprüften Schutzeinrichtungen aus Stahl, Verhältnis Personenschaden pro Unfall, Haupt- und Nebenstrassen Kanton Zürich 2003 - 2008

Hinsichtlich der Folgeunfälle ereignen sich praktisch gleich viele Folgeunfälle pro Unfall bei den nicht normkonformen wie bei den normkonformen Systemen.

System	Anzahl Unfälle	Anzahl Unfälle mit Folgeunfall	Relation Unfälle mit Folgeunfall zu Unfall gesamt
nicht normkonform	197	30	0.15
normkonform	147	20	0.14
Gesamt	344	50	

Tabelle 42: Vergleich alte nicht normkonforme Schutzeinrichtungen mit nach Norm SN EN 1317-2 geprüften Schutzeinrichtungen aus Stahl, Verhältnis Folgeunfall pro Unfall, Haupt- und Nebenstrassen Kanton Zürich 2003 - 2008

3.6 Vergleich Schutzeinrichtungen Stahl zu Schutzeinrichtungen Beton

Für den Vergleich von Schutzeinrichtungen aus Stahl zu Schutzeinrichtungen aus Beton wurden die für die Autobahnen im Kanton Zürich und Kanton Basel-Landschaft verwendbaren Datengrundlagen herangezogen. Es wurden nur Systeme entsprechend der Richtlinie für Fahrzeugrückhaltesysteme des Bundesamts für Strassen berücksichtigt.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Risiken hinsichtlich der Personenschäden und Folgeunfälle bei den untersuchten Unfällen an Betonleitmauern deutlich höher sind als bei den untersuchten Schutzeinrichtungen aus Stahl.

Dies trifft vor allem auf die Wahrscheinlichkeit von Leichtverletzten pro Unfall zu, wo im Untersuchungszeitraum in 42 Prozent der Unfälle an Betonleitmauern und in 8 Prozent der Unfälle an Schutzeinrichtungen aus Stahl Fahrzeuginsassen verletzt wurden.

Auch beim Vergleich der Risiken hinsichtlich der Folgeunfälle ergibt sich ein leicht schlechteres Verhältnis für die Schutzeinrichtungen aus Beton.

System	Anzahl Unfälle	LV	LV/Unfall	SV	SV/Unfall	T	T/Unfall
Stahl	1'163	91	0.08	10	0.01	0	0.00
Beton	90	38	0.42	3	0.03	0	0.00
Gesamt	1'253	129		13		0	

Tabelle 43: Vergleich Schutzeinrichtungen aus Stahl zu Beton auf Autobahnen, Verhältnis Personenschaden pro Unfall

System	Anzahl Unfälle	Anzahl Unfälle mit Folgeunfall	Relation Unfälle mit Folgeunfall zu Unfälle gesamt
Stahl	1'163	193	0.17
Beton	90	18	0.20
Gesamt	1'253	211	

Tabelle 44: Vergleich Schutzeinrichtungen aus Stahl zu Beton auf Autobahnen, Verhältnis Folgeunfall pro Unfall

3.7 Unfälle mit Motorrädern

Die Auswertungen zeigen, dass Unfälle mit Motorrädern an Schutzeinrichtungen auf Autobahnen mit einem Anteil von 0.3 Prozent sehr selten sind.

Auf den Haupt- und Nebenstrassen fällt im Vergleich zu den Autobahnen der Anteil von Unfällen mit Motorrädern mit zirka 6 Prozent deutlich höher aus. In 50 Prozent der Fälle erfolgt der Personenschaden durch den primären Anprall an die Schutzeinrichtungen, wobei hier in 70 Prozent der Fälle leichte und in 30 Prozent schwere Verletzungen resultieren.

4. Zweite Etappe

Gemäss der Vorgehensweise für die Bearbeitung des Forschungsprojekts war vorgesehen, dass in einer zweiten Etappe detaillierte Aufnahmen von Unfällen mit schweren Personenschäden und/oder grossen Sachschaden an richtlinienkonformen Systemen zum Zeitpunkt der Unfallaufnahmen erfolgen sollten, um detailliertere Informationen vor allem hinsichtlich der Thematik der Anprallschwere und den hiermit verbundenen Personenschäden und Systembewertungen zu erhalten.

Es war angedacht, dass über einen Zeitraum von zirka 6 Monaten in Zusammenarbeit mit den im Vollzug stehenden Einsatzkräften und den Sachbearbeitern der verkehrstechnischen Abteilung der Kantonspolizei Zürich zusätzliche spezifische Aufnahmen und Auswertungen zum Zeitpunkt der Unfallaufnahmen erfolgen sollten. Es wurde angenommen, dass in dem hierfür zur Verfügung stehenden Zeitraum zirka 20 relevante Unfälle erfasst werden könnten.

Auf Grundlage der Auswertungen der ersten Etappe ergeben sich im Kanton Zürich durchschnittlich im Jahr 1.7 Schwerverletzte auf Autobahnen und 1.3 Schwerverletzte auf den Haupt- und Nebenstrassen in Folge von Unfällen an Schutzeinrichtungen, die für eine detailliertere Unfallauswertung zusätzliche Informationen zur Verfügung stellen würden.

Hieraus folgt, dass die Durchführung der vorgesehenen zweiten Etappe auf Grund einer viel zu geringen Anzahl von relevanten Unfällen nicht sinnvoll ist.

Mit Entscheid der Begleitkommission wurde die Durchführung der zweiten Etappe nicht ausgeführt, weil der hiermit verbundene Aufwand im Verhältnis zu dem effektiven Nutzen als unverhältnismässig zu beurteilen ist.

5 Literaturrecherche

Im Zuge der Literaturrecherche wurden die aus dem Ausland zur Verfügung stehenden Unfallstatistiken auf Verwendung weiterer Datengrundlagen überprüft.

Praktisch alle aus dem Ausland zur Verfügung stehenden Untersuchungen sind als landesspezifisch zu bewerten und höchstens für einen Vergleich allgemeiner Basisinformationen verwendbar, aber nicht für den eigentlichen Auftrag der Erfolgskontrolle der in der Regel in der Schweiz zur Anwendung kommenden Schutzeinrichtungen.

Es kann festgehalten werden, dass für die Bearbeitung des Forschungsprojekts keine ausländischen Statistiken oder Unfalldatenbanken zur Verfügung stehen, durch die relevante ergänzende Informationen zur Verfügung stehen.

6. Schlussfolgerungen

Auf Grundlage der Forschungsergebnisse ergeben sich für die untersuchten Autobahnabschnitte im Kanton Zürich und Basel-Landschaft und den Haupt- und Nebenstrassen des Kantons Zürich im Untersuchungszeitraum folgende wesentlichen Schlussfolgerungen:

- Auf den Autobahnen als auch auf den Haupt- und Nebenstrassen werden Fahrzeuge, welche an Schutzeinrichtungen gemäss der Richtlinie für Fahrzeugrückhaltesysteme des Bundesamts für Strassen anprallen, bis auf eine statistisch unbedeutende Grösse aufgehalten und umgelenkt. Somit ist mit nach Norm SN EN 1317-2 geprüften Schutzeinrichtungen der Aufhaltestufe N2 oder höher das Aufhalten und Umlenken von Fahrzeugen im realen Unfallgeschehen gewährleistet.
- In rund 90 Prozent ereignen sich Unfälle an Schutzeinrichtungen mit Personenwagen. Statistisch relevante Grössen von Unfällen mit schweren Motorfahrzeugen an Schutzeinrichtungen sind auf dem schweizerischen Strassennetz nicht existent.
- Die Auswertungen ergaben, dass bei keinem Unfall an nachgiebigen Schutzeinrichtungen die auftretende Durchbiegung der Schutzeinrichtung und die hiermit im direkten Zusammenhang stehenden Wirkungsbereiche in Folge eines Fahrzeuganpralls zu einer Gefährdung Dritter, wie zum Beispiel von Verkehrsteilnehmern bei Autobahnen auf der gegenüberliegenden Richtungsfahrbahn, führte.
- Der Vergleich zwischen den jeweiligen systembezogenen theoretischen Anprallheftigkeitsstufen (A, B, C) nach Norm SN EN 1317-2 und den im realen Unfallgeschehen auftretenden Personenschäden bestätigt, dass Systeme der Anprallheftigkeitsstufe A zu einer geringeren Anzahl von Personenschäden je Unfall führen als Systeme der Anprallheftigkeitsstufe B oder C, was sich insbesondere bei dem Vergleich der Anzahl Leichtverletzter pro Unfall zeigt. In diesem Zusammenhang kann ebenfalls festgestellt werden, dass keine Fahrzeuginsassen infolge des primären Anpralls an richtlinienkonforme Schutzeinrichtungen getötet wurden.
- Beim Vergleich von nicht normkonformen (ungeprüften) mit normkonformen Systemen ergibt sich auf den untersuchten Autobahnabschnitten pro Unfall ein höherer Personenschaden im Hinblick auf Leicht- und Schwerverletzte zu Lasten der nicht normkonformen Systeme. Auf den Haupt- und Nebenstrassen trifft dies bei den Leichtverletzten auch zu, während bei den Schwerverletzten ein höherer Personenschaden bei den normkonformen Systemen ermittelt wurde. Dies wird auch bei der Ermittlung des jeweiligen Schweregrads (Verhältnis Schwerverletzte zu Leichtverletzte) deutlich, wobei keine abschliessenden Erklärungen hierfür gefunden werden können und somit ein gewisser Forschungsbedarf bestehen könnte.
- Der Vergleich von Schutzeinrichtungen aus Stahl und Betonleitmauern zeigt, dass bei 42 Prozent der Unfälle an Betonleitmauern die Fahrzeuginsassen leichtverletzt wurden, während dies bei Schutzeinrichtungen aus Stahl in 8 Prozent der Unfälle der Fall ist. Hinsichtlich des Vergleichs von schweren Personenschäden besteht kein relevanter Unterschied.

7. Empfehlungen

Als Ergebnis des Forschungsauftrags Erfolgskontrolle für Fahrzeugrückhaltesysteme ergeben sich folgende Empfehlungen:

- Eine Änderung und/oder Ergänzung der Norm SN 640 561 ist im Hinblick auf die dort enthaltenen Vorgaben betreffend der jeweiligen erforderlichen Aufhaltestufen, Wirkungsbereiche und Anprallheftigkeitsstufen nicht erforderlich.
- Eine Änderung und/oder Ergänzung der Richtlinie für Fahrzeugrückhaltesysteme des Bundesamts für Strassen ist im Hinblick auf die dort enthaltenen Systeme nicht erforderlich.
- Unter Abwägung aller relevanten Punkte sollten wenn immer möglich Schutzeinrichtungen der Anprallheftigkeitsstufe A bevorzugt zur Anwendung kommen.
- Der Austausch von älteren, nicht normkonformen (ungeprüften) Systemen sollte in erster Linie dort vorgenommen werden, wo die Systeme offensichtliche Mängel aufweisen, wie zum Beispiel starke Korrosion, fehlende Verschraubungen, nicht abgesenkte Anfänge und Enden. Gleiches gilt bei Streckenabschnitten mit einem hohen Verkehrsaufkommen und im Bereich von Unfallschwerpunkten.

Literaturverzeichnis

VSS Norm SN 640 560, Juni 2005

VSS Norm SN 640 561, Juni 2005

VSS Norm SN 640 567 Teile 1, 2 und 5 (SN EN 1317 Teil 1, 2 und 5)

Richtlinie für Fahrzeugrückhaltesysteme ASTRA, Ausgabe August 2005

Gravité des premiers heurts en terre-plein central d'autoroute sur dispositifs de retenue béton ou métal, rapport no. 202 d'INRETS

Accidents sur les autoroutes A6 – A7 – A9, Etude des sorties de chaussée et fonctionnement des dispositifs de retenue, rapport no. LCB9310, INRETS

Accidents sur les autoroutes A6 – A7 – A9, Etude des sorties de chaussée et fonctionnement des dispositifs de retenue, rapport no. LÉAT 9401, INRETS

Accidents sur les autoroutes A6 – A7 – A9, Etude des sorties de chaussée et fonctionnement des dispositifs de retenue, rapport no. LÉAT 9502-2, INRETS

Schutzeinrichtungen an Bundesfernstrassen Heft V 6, Oktober 1993, Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen

Unfallgeschehen auf Autobahnen Heft M 51, November 1995, Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen

Unfallgeschehen mit schweren LKW über 12 t Heft M156, 2004, Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen

Unfallgeschehen auf stark belasteten Autobahnen, September 2000, Fonds für Verkehrssicherheit

Unfalluntersuchung an Leitschranken mit Kastenprofil im Mittelstreifen einer Autobahn, FA 14/80 Juli 1986

Unfalluntersuchung auf Versuchsstrecken mit modifizierter Seilleitschranke, FA 16/80 März 1987

Systematisierung der Anprallversuche an Rückhaltesystemen an Strassen, FA 15/95 November 1997

ASI Messmethode, Oktober 1999, Fonds für Verkehrssicherheit

Unfalldaten und Unfallberichte Kantonspolizei Zürich zu Autobahn A1, A3, A51 2003 bis 2008

Unfalldaten und Unfallberichte Kantonspolizei Zürich zu Haupt- und Nebenstrassen 2003 bis 2008

Unfalldaten und Unfallberichte Kantonspolizei Basel-Landschaft zu Autobahn A2 2003 bis 2007

Evaluation von Fahrzeugrückhaltesystemen im Mittelstreifen von Autobahnen, FA 2005/201
Juni 2009

Abkürzungen

Begriff	Bedeutung
Bö	Böschung fallend oder steigend
CA	Car/Bus
-DLS	Doppelte Distanzleitschranke, Pfosten IPE 140, Pfostenabstand 4.00 m, auf Grund der Bauweise (Alter) mit reduzierten Leistungseigenschaften
Hi	Hindernis (wie z.B. starre Tragkonstruktion, Baum, Bruchsteinwand)
H1	Aufhaltestufe H1 gemäss Norm SN 640 567-2, Anprallprüfungen von Schutzeinrichtungen (Fahrzeugrückhaltesystemen) mit Lastwagen 10 t, 70 km/h, 15 Grad und Personenwagen 900 kg, 100 km/h, 20 Grad
H2	Aufhaltestufe H2 gemäss Norm SN 640 567-2 Anprallprüfungen von Schutzeinrichtungen (Fahrzeugrückhaltesystemen) mit Bus 13 t, 70 km/h, 20 Grad und Personenwagen 900 kg, 100 km/h, 20 Grad
LM	Leitmauern New-Jersey Profilierung (aus Fertigteilen fest verbaut oder vor Ort erstellt) analog LS 9211 gemäss Richtlinie für Fahrzeugrückhaltesysteme des Bundesamts für Strassen
LM 130'150	Leitmauer New-Jersey Profilierung mit Kastenprofil 130'150
LM + Holm	Leitmauer mit Randabsatzprofilierung (keine New-Jersey Profilierung) und aufgesetztem Rohrprofil
-LSA	Leitschranke mit altem Profil A mit Langlöchern im Stoss, Pfostenabstand 4.00 m oder 2.00 m, in der Regel Pfosten IPE 140, teils mit oder ohne Deformationselement (oder Kastenprofil zwischen Pfosten und Profil A, teils nicht mehr dem Stand entsprechenden Einbauhöhen
LV	Leichtverletzte
N2	Aufhaltestufe N2 gemäss Norm SN 640 567-2 Anprallprüfungen von Schutzeinrichtungen (Fahrzeugrückhaltesystemen) mit Personenwagen 1'500 kg, 110 km/h, 20 Grad und Personenwagen 900 kg, 100 km/h, 20 Grad
SE	Schutzeinrichtung, ein längs der Fahrbahn angeordnetes Fahrzeugrückhaltesystem, das auf seitlichen Anprall ausgerichtet ist
SV	Schwerverletzte
SZ	Sattelzug
T	Tote
1111	Leitschranke mit Planke Profil A, Pfostenabstand 4.00 m

-1111	Leitschranke ähnlich mit Leitschranke mit Planke Profil A, Pfostenabstand 4.00 m, auf Grund der Bauweise (Alter) mit reduzierten Leistungseigenschaften
1211	Leitschranke mit Planke Profil A, Pfostenabstand 2.00 m
4111	Leitschranke mit Kastenprofil 130/150, Pfostenabstand 4.00 m
-4111	Leitschranke mit Kastenprofil 130/150, Pfostenabstand 4.00 m aufgrund abweichender Details mit reduzierten Leistungseigenschaften
-4111/140	Leitschranke mit Kastenprofil 130/150, Pfosten IPE 140, Pfostenabstand 4.00 m
4211	Leitschranke mit Kastenprofil 130/150, Pfostenabstand 2.00 m
-4211	Leitschranke mit Kastenprofil 130/150, Pfostenabstand 2.00 m aufgrund abweichender Details mit reduzierten Leistungseigenschaften
4311	Leitschranke mit zwei Kastenprofilen 130/150, Pfostenabstand 1.33 m
-4311	Leitschranke mit zwei Kastenprofilen 130/150, Pfostenabstand 1.33 m aufgrund abweichender Details mit reduzierten Leistungseigenschaften
4331	Leitschranke mit zwei Kastenprofilen 130/150, Pfostenabstand 1.33 m, Übergang auf LS 4211
5111	Leitschranke mit unten offenem Kastenprofil 150/180, Pfostenabstand 4.00 m
-5111	Leitschranke mit unten offenem Kastenprofil 150/180, Pfostenabstand 4.00 m, aufgrund abweichender Details mit reduzierten Leistungseigenschaften
5131	Leitschranke mit unten offenem Kastenprofil 150/180, Pfostenabstand 4.00 m, Übergang auf LS 6311
5211	Leitschranke mit unten offenem Kastenprofil 150/180, Pfostenabstand 2.00 m
-5211	Leitschranke mit unten offenem Kastenprofil 150/180, Pfostenabstand 2.00 m auf Grund der Einbausituation mit reduzierten Leistungseigenschaften
6111	Leitschranke mit seitlich offenem Kastenprofil 150/180, Pfostenabstand 4.00 m
6211	Leitschranke mit seitlich offenem Kastenprofil 150/180, Pfostenabstand 2.00 m
-6211	Leitschranke mit seitlich offenem Kastenprofil 150/180, Pfostenabstand 2.00 m auf Grund der Einbausituation mit reduzierten Leistungseigenschaften

6311	Zwei Leitschranken mit seitlich offenem Kastenprofil 150/180, Pfostenabstand 4.00 m
-6311	Zwei Leitschranken mit seitlich offenem Kastenprofil 150/180, Pfostenabstand 4.00 m auf Grund der Einbausituation mit reduzierten Leistungseigenschaften
6411	Leitschranke mit 2 Kastenprofilen 150/180, Pfostenabstand 2.00 m
-6411	Leitschranke mit 2 Kastenprofilen 150/180, Pfostenabstand 2.00 m auf Grund der Einbausituation mit reduzierten Leistungseigenschaften
6431	Leitschranke mit 2 Kastenprofilen 150/180, Pfostenabstand 2.00 m, Übergang auf Leitschranke 6211
6511	Leitschranke mit 2 Kastenprofilen 150/180, Pfostenabstand 1.33 m
-6511	Leitschranke mit 2 Kastenprofilen 150/180, Pfostenabstand 1.33 m auf Grund der Einbausituation mit reduzierten Leistungseigenschaften
6531	Leitschranke mit 2 Kastenprofilen 150/180, Pfostenabstand 1.33 m, Übergang auf Leitschranke 6211
6611	Leitschranke mit 2 Kastenprofilen 150/180 und C-Profil 50/100 mm, Pfosten IPE 120, Pfostenabstand 1.33 m
6631	Leitschranke mit 2 Kastenprofilen 150/180 und C-Profil 50/100 mm, Übergang auf Leitschranke 6211
9211	Leitmauer mit Höhe 1150 mm
9311	Leitmauer mit Kastenprofil 150/180



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Strassen ASTRA

FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

ARAMIS SBT

Formular Nr. 3: Projektabschluss

erstellt / geändert am:

19.10.2010

Grunddaten

Projekt-Nr.:

VSS 2006/207

Projekttitel:

Erfolgskontrolle Fahrzeugrückhaltesysteme

Enddatum:

08.10.2010

Texte:

Zusammenfassung der
Projektresultate:

Auf Grundlage der Forschungsergebnisse ergeben sich folgende Projektresultate:

- Auf den Autobahnen als auch auf den Haupt- und Nebenstrassen werden an Schutzeinrichtungen anprallende Fahrzeuge in 99,6 Prozent der Fälle aufgehalten und umgelenkt.
- Rund 90 Prozent der Unfälle ereignen sich mit Personenwagen. Unfälle mit schweren Motorfahrzeugen an Schutzeinrichtung sind in der Schweiz höchst selten und statistisch nicht relevant.
- Im Untersuchungszeitraum ereignete sich kein Unfall bei dem in Folge von im Mittelstreifen deformierbaren (nachgiebigen) Systemen (Leitschranken) Dritte auf der Gegenfahrbahn zu Schaden kamen.
- Die im realen Unfallgeschehen beim Anprall an Schutzeinrichtungen resultierenden Personenschäden sind weitestgehend mit den nach Norm SN EN 1317-2 theoretisch ermittelten Risiken für Fahrzeuginsassen (Anprallheftigkeitsstufen A, B, C) vergleichbar.
- Beim Vergleich von alten nicht normkonformen zu normkonformen Schutzeinrichtungen ergibt sich für Autobahnen ein eindeutiger Nachteil für die nicht normkonformen Systeme, während auf den Haupt- und Nebenstrassen dies nicht bestätigt werden kann und hier unter Umständen über das eigentliche Forschungsprojekt hinausgehend weiterer Forschungsbedarf bestehen könnte.
- Beim Vergleich von Schutzeinrichtungen aus Stahl mit starren Betonleitmauern ergab sich, dass in 42 Prozent der Unfälle an Betonleitmauern Personen leichtverletzt werden, während dies bei den nachgiebigen Systemen aus Stahl nur in 8 Prozent der Fälle der Fall ist. Im Hinblick auf den Vergleich von schweren Personenschäden ergaben die Untersuchungen keinen relevanten Unterschied.
- Bei keinem der im Untersuchungszeitraum ausgewerteten Unfälle an normkonformen Schutzeinrichtungen wurden Personen in Folge des Erstanpralls getötet.

Zielerreichung:

Trotz nicht vollständiger zur Verfügung stehender Datengrundlagen konnten die Hauptziele der Forschungsarbeit weitgehend erreicht werden. Die Ergebnisse bestätigen, dass die in der Regel in der Schweiz auf Grundlage der Normen und Richtlinien zur Anwendung kommenden Fahrzeugrückhaltesysteme (Schutzeinrichtungen) sich im realen Unfallgeschehen bewähren.

Folgerungen und
Empfehlungen:

Resultierend aus den Forschungsergebnissen ergeben sich folgende Empfehlungen:

- Eine Änderung und/oder Ergänzung der Norm SN 640 561 ist im Hinblick auf die dort enthaltenen Vorgaben betreffend der jeweiligen erforderlichen Aufhaltestufen, Wirkungsbereiche und Anprallheftigkeitsstufen nicht erforderlich.
- Eine Änderung und/oder Ergänzung der Richtlinie für Fahrzeugrückhaltesysteme des Bundesamts für Strassen ist im Hinblick auf die dort enthaltenen Systeme nicht erforderlich.
- Unter Abwägung aller relevanten Punkte sollten wenn immer möglich Schutzeinrichtungen der Anprallheftigkeitsstufe A bevorzugt zur Anwendung kommen.
- Der Austausch von älteren nicht normkonformen (ungeprüften) Systemen sollte in erster Linie dort vorgenommen werden, wo die Systeme offensichtliche Mängel aufweisen, wie zum Beispiel starke Korrosion, fehlende Verschraubungen, nicht abgesenkte Anfänge und Enden. Gleiches gilt bei Streckenabschnitten mit einem hohem Verkehrsaufkommen und im Bereich von Unfallschwerpunkten.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Strassen ASTRA

Publikationen:

Neben dem Forschungsbericht sind keine Publikationen geplant.

Beurteilung der Begleitkommission:

Diese Beurteilung der Begleitkommission ersetzt die bisherige separate fachliche Auswertung.

Beurteilung:

Das Hauptziel der Untersuchung, die Wirkungsweisen der in der Schweiz vorhandenen Schutzeinrichtungen im realen Unfallgeschehen zu untersuchen, wurde trotz teils nicht vollständig zu Verfügung stehender Grundlagen und Informationen erreicht. Dies trifft vor allem auf die Ergebnisse hinsichtlich der Verletzungsrisiken für die Fahrzeuginsassen und die Rückhalteeigenschaften der Systeme zu. Hilfreich sind vor allem die Bestätigungen, dass mit norm- und richtlinienkonformen Fahrzeugrückhaltesystemen auf den Hochleistungsstrassen ein positiver Beitrag zur Reduktion des allgemeinen Personenschaden erreicht wird, was im Sinne der Erfolgskontrolle als positiv zu beurteilen ist. Die Wirkungsweisen von Fahrzeugrückhaltesystemen auf Haupt- und Nebenstrassen können auf Grundlage der statistischen Grössen (Anzahl der untersuchten Unfälle) nicht abschliessend beurteilt werden. Hier besteht über das eigentliche Forschungsziel hinaus weiterer Forschungsbedarf.

Umsetzung:

Es besteht kein direkter Handlungsbedarf hinsichtlich einer Änderung oder Ergänzung der Norm SN 640 561 und der Richtlinie für Fahrzeugrückhaltesysteme des Bundesamts für Strassen.

weitergehender
Forschungsbedarf:

Es besteht Forschungsbedarf hinsichtlich der Wirkungsweisen von Schutzeinrichtungen auf den Haupt- und Nebenstrassen. In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass die Norm SN 640 561 aber noch keine ausreichende Umsetzung auf den Haupt- und Nebenstrassen erfahren hat.

Einfluss auf
Normenwerk:

keine

Präsident Begleitkommission:

Name:

Ghielmetti

Vorname:

Marco

Amt, Firma, Institut:

Ingenieur- und Planungsbüro Marco Ghielmetti

Strasse, Nr.:

Tittwiesenstrasse 55

PLZ:

7000

Email:

ghielmetti@quickmail.ch

Ort:

Chur

Telefon:

081 322 01 71

Kanton, Land:

Graubünden, Schweiz

Fax:

081 250 20 75

Unterschrift Präsident Begleitkommission:

Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

Auszug zur Integration in Schlussberichte (Stand: 4. Quartal 2010)

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Datum
1288	ASTRA 2006/020	Footprint II- Long Term Pavement Performance and Environmental Monitoring on A1 <i>Footprint II- Langzeit Belag Performance und Umwelt Monitoring an der A1</i> <i>Footprint II- Long terme performance des chaussées et à la surveillance de l'environnement A1</i>	2010
1289	VSS 2005/505	Affinität von Gesteinskörnungen und Bitumen, nationale Umsetzung der EN <i>Affinité entre granulats et bitume, mise en application nationale de la EN</i> <i>Affinity between aggregate and bitumen, national implementation of the EN</i>	2010
1291	ASTRA 2009/005	Fahrmuster auf überlasteten Autobahnen Simultanes Berechnungsmodell für das Fahrverhalten auf Autobahnen als Grundlage für die Berechnung von Schadstoffemissionen und Fahrzeitgewinnen <i>Modèles de conduite sur autoroutes surchargées</i> <i>Speed patterns on congested highways</i>	2010
1293	VSS 2005/402	Détermination de la présence et de l'efficacité de dope dans les bétons bitumineux <i>Bestimmung der Anwesenheit und Wirksamkeit von Haftmittel im Asphaltbeton</i> <i>Determination of the presence and efficiency of adhesion agent in asphalt concrete</i>	2010
1294	VSS 2007/405	Wiederhol- und Vergleichspräzision der Druckfestigkeit von Gesteinkörnungen am Haufwerk <i>Répétabilité et reproductibilité de la résistance à la compression des granulats en vrac</i> <i>Repeatability and Reproducibility of the compressive Strength on the Stack</i>	2010
1295	VSS 2005/305	Entwurfgrundlagen für Lichtsignalanlagen und Leitfaden <i>Base de projet pour installations de feux de circulation et guide</i>	2010
1298	ASTRA 2007/012	Griffigkeit auf winterlichen Fahrbahnen <i>Adhérence sur les chaussées hivernales</i> <i>Skid resistance of winter road surfaces</i>	2010
1303	ASTRA 2009/010	Geschwindigkeiten in Steigungen und Gefällen; Überprüfung <i>Speed on upgrades and downgrades; revision</i> <i>Les vitesses dans les rampes et les pentes; vérification</i>	2010
622	AGB 2005/106	Rechtliche Aspekte eines risiko- und effizienzbasierten Sicherheitskonzepts <i>Aspects juridiques d'un concept de sécurité basé sur les risques et l'efficience</i> <i>Legal aspects of a risk and efficiency based safety approach</i>	2009

1245	VSS 2004/701	Verfahren zur Bestimmung des Erhaltungsbedarfs in kommunalen Strassennetzen <i>Procédure de détermination du besoin d'entretien dans les réseaux routiers communaux</i> <i>Procedure for determining the maintenance requirements of municipal road networks</i>	2009
1281	SVI 2004/002	Systematische Wirkungsanalysen von kleinen und mittleren Verkehrsvorhaben <i>Systematical impact assessment of small and medium transport projects</i> <i>Analyses des impacts systématiques pour projets de transport petits et moyens</i>	2009
1297	VSS 2007/702	Einsatz von Asphaltbewehrungen (Asphalteinlagen) im Erhaltungsmanagement <i>Application de couches intercalaires de géosynthétiques pour la gestion de l'entretien des chaussées</i> <i>Application of asphalt interlayers for road maintenance management</i>	2009
1300	VSS 2003/903	SATELROU Perspectives et applications des méthodes de navigation pour la télématique des transports routiers et pour le système d'information de la route <i>Perspektiven und Anwendungen der Navigationsmethoden für die Strassenverkehrstelematik und für das Strasseninformationssystem</i> <i>Perspectives and applications of the navigation systems for the intelligent transportation systems and for the road information system</i>	2010
639	AGB 2008/003	RiskNow-Falling Rocks Excel-basiertes Werkzeug zur Risikoermittlung bei Steinschlagschutzgalerien <i>RiskNow-Falling Rocks</i> <i>Outil intégré Excel pour le calcul de risques sur les galeries de protection contre les chutes de pierre</i> <i>RiskNow-Falling Rocks</i> <i>Excel-based tool for the risk analysis of rockfall protection galleries</i>	2010
642	AGB 2002/006	Verbund von Spanngliedern <i>Comportement d'adhérence des unités de précontrainte à torons</i> <i>Bond behaviour of strand tendons for post-tensioning</i>	2009
644	AGB 2005/004	Hochleistungsfähiger Faserfeinkornbeton zur Effizienzsteigerung bei der Erhaltung von Kunstbauten aus Stahlbeton <i>Béton filtré ultra-performant pour augmenter l'efficacité de la maintenance des ouvrages d'art en béton armé</i> <i>Ultra-High Performance Fiber Reinforced Concrete for increasing efficiency of the maintenance of reinforced concrete road structures</i>	2010

1292	ASTRA 2006/004	Entwicklung eines Pflanzenöl-Blockheizkraftwerkes mit eigener Ölmühle <i>Développement d'une centrale de cogénération à base d'huile végétale avec propre moulin à huile</i> <i>Development of a vegetable oil block heat and power plant with own oil mill</i>	2010
1296	ASTRA 2007/008	Swis contribution to the Heavy-Duty Particle Measurement Programme (HD-PMP) <i>Schweizer-Beitrag zum Russpartikel-Messprogramm für schwere Motorwagen (HD-PMP)</i> <i>Contribution de la Suisse au Programme de Mesure des Particules pour voitures automobiles lourdes (HD-PMP)</i>	2010
1302	VSS 1999/131	Zusammenhang zwischen Bindemittleigenschaften und Schadensbildern des Belages? -(Performance-orientierte Methoden) <i>Relation between binder properties and damage characteristics of pavements ?</i> <i>(Performance orientated methods)</i>	2010
1304	VSS 2004/716	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen Schadensprozesse und Zustandsverläufe <i>Processus de dégradation et lois d'évolution</i> <i>Pavement damage processes and performance curves</i>	2008
1305	VSS 2000/457	Verkehrserzeugung durch Parkieranlagen <i>Génération de trafic par des installations de stationnement</i> <i>Traffic generation of parking facilities</i>	2009
1306	ASTRA 2008/002	Strassenglätte-Prognosesyste (SGPS) <i>Système de prévision de chaussées glissantes</i> <i>Forecasting Expert System for Road Slipperiness</i>	2010
1308	VSS 2008/201	Hindernisfreier Verkehrsraum-Anforderungen aus Sicht von Menschen mit Behinderung <i>Espace de rues sans obstacles-</i> <i>Exigences des personnes avec handicap</i> <i>Obstacle free traffic areas-</i> <i>Demands of people with disabilities</i>	2010
1309	VSS 2008/303	Verkehrsregelungssysteme - Modernisierung von Lichtsignalanlagen <i>Modernisation des feux de signalisation</i> <i>Modernisation of traffic control systems</i>	2010