



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication
DETEC

Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

Bundesamt für Strassen
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle Strade

Forschungspaket VeSPA

Teilprojekt 3:

Einflüsse von Fahrzeugeigen- schaften auf das Strassenun- fallgeschehen

**Programme de recherche VeSPA, projet partiel 3: l'effet
des propriétés des véhicules sur les accidents de la
route**

**Research Package VeSPA, Sub-project 3: Influences of
vehicle properties on road traffic accidents**

INFRAS AG
Roman Frick
Philipp Wüthrich
Dr. Benedikt Notter

AXA Winterthur
Thomas Eichholzer

**Forschungsprojekt SVI 2012/004 auf Antrag der Schweizerischen
Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)**

Der Inhalt dieses Berichtes verpflichtet nur den (die) vom Bundesamt für Strassen unterstützten Autor(en). Dies gilt nicht für das Formular 3 "Projektabschluss", welches die Meinung der Begleitkommission darstellt und deshalb nur diese verpflichtet.

Bezug: Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)

Le contenu de ce rapport n'engage que les auteurs ayant obtenu l'appui de l'Office fédéral des routes. Cela ne s'applique pas au formulaire 3 « Clôture du projet », qui représente l'avis de la commission de suivi et qui n'engage que cette dernière.

Diffusion : Association suisse des professionnels de la route et des transports (VSS)

La responsabilità per il contenuto di questo rapporto spetta unicamente agli autori sostenuti dall'Ufficio federale delle strade. Tale indicazione non si applica al modulo 3 "conclusione del progetto", che esprime l'opinione della commissione d'accompagnamento e di cui risponde solo quest'ultima.

Ordinazione: Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti (VSS)

The content of this report engages only the author(s) supported by the Federal Roads Office. This does not apply to Form 3 'Project Conclusion' which presents the view of the monitoring committee.

Distribution: Swiss Association of Road and Transportation Experts (VSS)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

Bundesamt für Strassen
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle Strade

Forschungspaket VeSPA

Teilprojekt 3:

Einflüsse von Fahrzeugeigen- schaften auf das Strassenun- fallgeschehen

**Programme de recherche VeSPA, projet partiel 3: l'effet
des propriétés des véhicules sur les accidents de la
route**

**Research Package VeSPA, Sub-project 3: Influences of
Vehicle Properties on Road Traffic Accidents**

INFRAS AG
Roman Frick
Philipp Wüthrich
Dr. Benedikt Notter

AXA Winterthur
Thomas Eichholzer

**Forschungsprojekt SVI 2012/004 auf Antrag der Schweizerischen
Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)**

März 2014

1455

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

Projektleitung

Roman Frick (INFRAS AG)

Mitglieder

Philipp Wüthrich (INFRAS AG)

Dr. Benedikt Notter (INFRAS AG)

Thomas Eichholzer (AXA Winterthur)

Gesamtpaketleitung

regioConcept AG

Balz Bodenmann

Begleitkommission

Präsidentin

Anja Simma

Mitglieder

Roland Allenbach

Balz Bodenmann

Wernher Brucks

Christian Häberli

Jaques Huguenin

Christian Kamenik

Arnd König

Heinz Reber

Antragsteller

Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)

Bezugsquelle

Das Dokument kann kostenlos von <http://www.mobilityplatform.ch> heruntergeladen werden.

Inhaltsverzeichnis

Impressum	4
Zusammenfassung	7
Résumé	9
Summary	11
 1 Einleitung	 13
1.1 Ausgangslage.....	13
1.2 Fokus: Einflüsse von Fahrzeugeigenschaften auf das Strassenunfallgeschehen (TP3)	14
1.3 Ziel.....	14
1.4 Vorgehen / Ansatz.....	15
 2 Stand der Forschung	 17
2.1 Übersicht laufende Forschung	17
2.2 Forschungsbedarf	18
2.3 Forschungsfragen	19
2.3.1 Fragenkreis 1: Rolle im Unfallgeschehen (Unfallverursacher/Opfer)	19
2.3.2 Fragenkreis 2: Unfallursachen	19
2.3.3 Fragenkreis 3: Fahrzeugeigenschaften	19
2.3.4 Inhalt der Datenquellen und Datenqualität.....	20
 3 Daten	 21
3.1 Strassenverkehrsunfall-Register (VU)	21
3.1.1 Beschrieb	21
3.1.2 Eckwerte.....	22
3.2 Fahrzeug- und Fahrzeughalterregister (MOFIS).....	22
3.2.1 Beschrieb	22
3.2.2 Eckwerte.....	23
3.3 Verknüpfter Datensatz (VU_MOFIS)	23
3.3.1 Beschreibung	23
3.3.2 Eckwerte.....	24
3.4 Weitere Daten	24
3.4.1 Typenscheindaten (TARGA)	24
3.4.2 Fahrleistungsdaten.....	25
3.4.3 Marktsegmente Personenwagen	25
3.4.4 Fahrerassistenzsysteme (ESP) bei Personenwagen	28
3.5 Interviews und Literaturanalyse für die Hypothesen-Erstellung.....	30
3.5.1 Literaturanalyse.....	30
3.5.2 Expertengespräche (Interviews)	32
3.5.3 Hypothesen	33
3.6 Datenqualität	35
 4 Methodik.....	 37
4.1 Untersuchungsgrössen	37
4.2 Analyseverfahren	38
 5 Resultate	 41
5.1 Unfallbeteiligung nach Fahrzeugkategorien.....	41
5.2 Unfallverursacher und –opfer.....	44
5.3 Unfallursachen	48
5.4 Einflüsse von Eigenschaften von Motorfahrzeugen auf das Unfallgeschehen.....	49
5.4.1 Gewicht	49
5.4.2 Alter	51
5.4.3 Assistenzsysteme	53
5.4.4 Leistung.....	55

5.4.5	Marktsegment	56
5.4.6	Farbe	59
5.5	Multivariate Analysen	61
5.5.1	Unfallwahrscheinlichkeit	61
5.5.2	Unfallschwere	64
6	Erkenntnisse	66
6.1	Fazit TP3 (Phase 1)	66
6.2	Erkenntnisse für die Praxis	69
7	Weiterer Forschungsbedarf	71
7.1	Forschungsbedarf für Phase 2 des Forschungspakets	71
7.2	Datengrundlagen	72
	Anhänge	75
	Abkürzungen	129
	Glossar	131
	Literaturverzeichnis	133
	Projektabschluss	135
	Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen	138
	SVI Publikationsliste	145

Zusammenfassung

Seit Januar 2011 ist es möglich, die Daten des Strassenverkehrsunfall-Registers (VU) mit anderen Registern des Bundesamtes für Strassen (ASTRA) sowie weiteren Datenquellen zu verknüpfen. Dieser neu geschaffene Datenpool (VeSPA-Datensatz) ermöglicht detaillierte Auswertungen verschiedener Faktoren auf das Unfallgeschehen. Das diesbezügliche Forschungspaket „Verkehrssicherheitsgewinne durch Datapooling und strukturierte Datenanalysen“ (VeSPA) besteht aus insgesamt fünf inhaltlichen Teilprojekten. Diese behandeln über zwei Phasen die Bereiche Mensch/Gesellschaft, Situation/Infrastruktur, Fahrzeug, Wetter und medizinische Folgen.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Arbeiten der ersten Phase des Teilprojekts TP3 "Einflüsse von Fahrzeugeigenschaften auf das Strassenunfallgeschehen".

Die zu bearbeitenden Forschungsfragen und Hypothesen des TP3 werden aus Expertengesprächen und einer eingehenden Literaturanalyse hergeleitet. Die Forschungsfragen lassen sich in drei Fragenkreise gruppieren: 1) Analyse der Rolle im Unfallgeschehen (Unfallverursacher/-opfer), 2) Analyse der Unfallursachen und 3) Analyse der Fahrzeugeigenschaften. Ausserdem werden die Daten vor der Analyse einer eingehenden Qualitätsanalyse unterworfen und hinsichtlich ihrer Relevanz, Vollständigkeit und Plausibilität charakterisiert.

Der neugeschaffene Datenpool VU+ mit den Daten des Strassenverkehrsunfall- (VU) und des Fahrzeug und Fahrzeughalterregisters (MOFIS) bildet die zentrale Grundlage für die Unfallanalysen im vorliegenden Teilprojekt. Daneben wurden weitere Datenquellen abgeklärt und integriert, die zusätzliche für die Beantwortung der Forschungsfragen notwendige Angaben enthalten, namentlich Daten für die Marktsegmentierung der Personenwagen bzw. zur Ausstattung mit elektronischen Stabilitätskontrollprogrammen.

Die Datenqualität der in TP3 verwendeten Daten ist grundsätzlich gut, wobei Einschränkungen bezüglich Vollständigkeit der Langsamverkehrsunfälle ("Dunkelziffer"), ausländischen, nicht in der Schweiz registrierten Fahrzeugen und der empirischen Grundlage der Fahrleistungsdaten bestehen. Bei den PW müssen zusätzliche Merkmale manuell aufbereitet und den Daten aus VU+ zugespielt werden (Marktsegmente, ESP-Ausstattung).

Es bestehen signifikante Unterschiede zwischen den Fahrzeugkategorien bezüglich Unfallbeteiligung und Unfallraten (fahrleistungskorrigierte Unfallbeteiligung), aber auch hinsichtlich der Unfallschwere, der Rolle im Unfall (Verursacher, Opfer) und den Hauptursachen für die Unfälle:

- Ein **Personenwagen (PW)** wird durchschnittlich alle rund 900'000 km in einen Unfall verwickelt (Unfallrate = 0.11 Unfälle/100'000 Fzkm). Unabhängig von der Rolle als Verursacher sind die PW in weitaus den meisten Unfällen beteiligt (rund 71% der Unfallfahrzeuge) und treten dementsprechend auch am Häufigsten als Hauptverursacher auf (in rund 70% aller Unfälle).
- Die Unfallrate ist verhältnismässig hoch bei **Trams**, die durchschnittlich alle rund 120'000 km in einen Unfall verwickelt sind. Allerdings sind Trams fast ausschliesslich in verkehrsstarken, städtischen Räumen unterwegs, wo Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmern häufig auftreten. Als Verursacher von Verkehrsunfällen treten Trams aber nur sehr selten auf. Bezüglich der Verletzungsschwere von Fahrzeuginsassen können mit den vorliegenden Datengrundlagen auf der Ebene von Fahrzeugkategorien keine vergleichbaren Aussagen gemacht werden, da viele unverletzte Mitfahrer von Trams und Zügen oft nicht erfasst werden.
- Ebenfalls verhältnismässig hohe Unfallraten weisen **E-Bikes** auf: ein Unfall pro 100'000 gefahrene Kilometer. Im Vergleich zu den konventionellen Fahrrädern sind die Unfallraten von E-Bikes deutlich höher. Ebenfalls hoch ist bei E-Bikes der Anteil (polizeilich erfasster) Selbstunfälle. Die Verletzungsschwere von mit E-Bikes Verunfallten ist hingegen vergleichbar zu den konventionellen Fahrrädern. Generell ist bei

Fahrradfahrern wie auch bei Fussgängern das Risiko verletzt oder getötet aus einem Unfall hervorzugehen deutlich höher als bei anderen Fahrzeugkategorien.

- **Motorräder** weisen eine mehr als doppelt so hohe Unfallrate (0.25 Unfälle/100'000 Fzkm) auf wie die PW und fallen auch bezüglich der Unfallfolgen auf. Diesbezüglich zeigen sie vergleichbare Werte wie die Fahrräder.

Schwerere Fahrzeuge führen bei den meisten Fahrzeugkategorien nicht generell zu Unfällen mit gravierenderen Folgen. Andere Faktoren wie Unfallsituation (Auffahrunfälle, Frontalkollisionen, etc.), Verkehrsverhalten des Lenkers (aggressiv/defensiv), etc. übersteuern vermutlich den Einfluss des Fahrzeuggewichts.

Neuere PW verursachen weniger Unfälle und schützen ihre Insassen besser als ältere. Eng verknüpft mit dem Einfluss des Fahrzeugalters ist die Ausrüstung der PW mit Fahrerassistenzsystemen. Während rund drei Viertel der Neufahrzeuge mit elektronischen Stabilitätsprogrammen (ESP) ausgerüstet sind, ist es bei den 10-jährigen PW lediglich rund ein Viertel.

"Hochleistungsfahrzeuge" mit einer Motorenleistung von mehr als 0.1 kW/kg Fahrzeuggewicht (bzw. weniger als 7.5 kg/PS) in den Kategorien PW und LI weisen signifikant höhere Unfallraten auf als die übrigen Fahrzeuge.

Die Häufigkeit und die Schwere der von „Sports Utility Vehicles“ (SUV) verursachten Unfälle unterscheiden sich nicht signifikant von den übrigen Marktsegmenten. Die Insassen der SUV sind jedoch signifikant besser geschützt als diejenigen anderer Marktsegmente. Aufgrund von Unschärfen bei der Marktsegmentierung der Datengrundlage, ist diese Aussage allerdings mit Vorsicht zu interpretieren.

Die Analyse der Güte der verwendeten binär-logistischen statistischen Modelle zeigt, dass sich das Unfallgeschehen nur zu einem kleinen Teil rein mit Hilfe der Fahrzeugeigenschaften erklären lässt. Der systematische Vergleich aller Teilaspekte des Unfallgeschehens wird Gegenstand der Untersuchungen in Phase 2 des Forschungspakets sein.

Die Fahrzeugkategorie, das Fahrzeugalter aber auch die Fahrzeugfarbe haben innerhalb der Fahrzeugeigenschaften den höchsten Erklärungsgehalt für das Unfallgeschehen. Dagegen lässt sich mit Einbezug der Leistung bzw. der Leistungskennzahl, Fahrleistung und Gewicht das Bestimmtheitsmass der Modelle nur noch unwesentlich steigern.

Résumé

Depuis janvier 2011, il est possible d'associer les données du registre des accidents de la route (VU) avec d'autres registres de l'Office fédéral des routes (OFROU). Cet ensemble de données nouvellement créé permet d'effectuer des analyses détaillées de différents facteurs d'accidents. Le paquet de recherches "Gains de sécurité routière par data-pooling et analyses structurées de données" (VeSPA) comporte au total cinq projets partiels. Ceux-ci traitent en deux phases des questions Homme/société, situation/infrastructure, véhicule, météorologie et conséquences médicales.

Le présent rapport documente les démarches menées durant la première phase du projet partiel no 3 (PP3), «L'effet des propriétés des véhicules sur les accidents de la route».

Les questionnements scientifiques et les hypothèses du PP3 sont le résultat d'entretiens d'experts et d'une analyse bibliographique approfondie. Ces questionnements peuvent être regroupés en trois groupes de démarches : l'analyse du rôle des parties impliquées dans l'accident (personne(s) responsable(s) de l'accident, victime(s) de l'accident), l'analyse des causes de l'accident et l'analyse des propriétés des véhicules impliqués. Avant l'analyse à proprement parler, les données sont soumises à une analyse qualitative approfondie pour établir leur pertinence, leur exhaustivité et leur plausibilité.

Les analyses d'accidents effectuées dans le cadre du présent projet sectoriel se basent essentiellement sur l'ensemble de données VU+ nouvellement créé, qui comprend les données du registre des accidents de la route (VU) et celles des registres des véhicules et des détenteurs de véhicules (MOFIS). Des sources de données tierces, aptes à contribuer des informations supplémentaires, ont en outre été consultées ; il s'agit notamment de données relatives à la segmentation du marché des voitures de tourisme, ainsi que de données relatives à l'équipement de programmes électroniques de contrôle de la stabilité (ESC).

Dans l'ensemble, les données utilisées dans le PP3 sont de bonne qualité ; des réserves sont de mise quant à l'exhaustivité aux données qui concernent les accidents de la mobilité douce (de nombreux accidents ne sont probablement pas signalés), quant aux accidents qui font intervenir des véhicules étrangers et non enregistrés en Suisse ainsi que quant aux prestations kilométriques, basées sur des informations empiriques. Des caractéristiques supplémentaires concernant les voitures de tourisme (segments du marché, équipement ESC) doivent être apprêtées manuellement avant d'être intégrées aux données fournies par le registre VU+.

Lorsqu'on considère les différentes catégories de véhicules, on constate qu'il existe des différences significatives en termes d'implication dans un accident et de taux d'accidents (taux d'implication corrigé en fonction du kilométrage), mais aussi en termes de gravité des accidents, de rôle (responsable, victime) et de causes principales d'accidents :

- **Voitures de tourisme:** en moyenne, une voiture de tourisme est impliquée dans un accident tous les 900'000 kilomètres (taux d'accidents : 0,11 pour 100'000 kilomètres parcourus). Indépendamment du rôle joué dans l'accident (responsable, victime), les voitures de tourisme sont les véhicules le plus fréquemment impliqués dans des accidents, et de loin (71 pour cent des véhicules impliqués dans des accidents) ; par conséquent, les conducteurs et les conductrices de ce type de véhicule sont aussi les responsables d'accidents les plus fréquents (quelque 70 pour cent de la totalité des accidents).
- **Trams:** le taux d'accidents des trams est relativement élevé, soit un pour quelque 120'000 kilomètres. Toutefois, les trams circulent pratiquement toujours dans des espaces urbains à forte densité de trafic, soit dans des contextes où les interactions entre les usagers et les usagers de la route sont fréquentes. Par contre, les trams sont très rarement responsables des accidents dans lesquels ils sont impliqués. Les données disponibles ne permettent pas d'établir de comparaison entre la gravité des

lésions subies par les passagères et les passagers des trams et celles des occupants et des occupants des autres types de véhicules ; en cas d'accident, seules les personnes qui ont subi des lésions très graves dans un véhicule impliqué sont enregistrées.

- **Vélos électriques:** les vélos électriques présentent eux aussi un taux d'accident relativement élevé, soit un accident pour 100'000 kilomètres parcourus ; ce taux est nettement plus élevé que celui des vélos conventionnels. Ce type de véhicule se caractérise également par le taux élevé d'accidents sans implication de tiers, pour autant qu'ils aient été saisis par la police. La gravité des blessures, chez les conductrices et les conducteurs de vélos électriques, est en revanche comparable à celle des cyclistes non motorisés. On constate enfin que le risque de blessures ou de décès des cyclistes et des piétons est nettement plus élevé que celui qu'encourent les conductrices et les conducteurs d'autres types de véhicules.
- **Motocycles:** le taux d'accident des motocycles est deux fois plus élevé (0,25 accidents pour 100'000 kilomètres parcourus) que celui des voitures de tourisme ; la gravité des séquelles d'accidents subis par les motocyclistes est également élevée et avoisine celle des cyclistes.

De manière générale, les spécimens lourds des différentes catégories de véhicules ne produisent pas d'accidents aux conséquences particulièrement graves. Probablement des facteurs tiers, tels que le type d'accident (télescopage, collision frontale, etc.), le comportement de la personne qui est au volant (agressif/défensif), etc., neutralisent la corrélation entre poids du véhicule et gravité de l'accident.

Les voitures de tourisme récentes provoquent moins d'accidents et protègent mieux leurs passagers que les véhicules plus anciens. Il existe une étroite corrélation entre l'âge de la voiture et la présence à bord d'un système d'assistance à la conduite: Trois quarts des véhicules neufs actuels sont équipés d'un programme électronique de contrôle de la stabilité (ESC) ; ils n'étaient qu'un quart il y a dix ans.

Des véhicules de tourisme et de livraison dits de « grande performance » (c'est-à-dire de ceux dont l'indice de performance est supérieur à 0,1 kW par kilogramme de véhicule, ou inférieur à 7,6 kg/CV) dépasse de manière significative celui des autres types de véhicules.

Les taux et la gravité des accidents survenus avec des véhicules utilitaires sportifs (Sports Utility Vehicles, SUV) comme responsables principaux ne se distinguent pas de manière significative de ceux des véhicules d'autres segments de marché. Les passagers des SUV sont en revanche sensiblement mieux protégés que ceux des véhicules des autres segments de marché. La prudence est toutefois de mise face à de telles affirmations parce qu'il existe une imprécision en termes de l'imputation de la base de données selon les segments de marché.

L'analyse de fiabilité des modèles statistiques de régression logistique binaire qui sont utilisés montre que l'accidentalité ne s'explique que dans une faible mesure à l'aide des propriétés des véhicules. La comparaison systématique de tous les aspects relatifs à l'accidentalité sera à l'agenda de la deuxième étape du programme de recherche.

Summary

Since January 2011, it is possible to link data of the Road Traffic Accident Register (VU) with other registers of the Swiss Federal Roads Office (FEDRO) and with data from various other sources. This newly created pool of data allows detailed analysis of various factors on accident rates. The according research package "road safety gains resulting from datapooling and structured data analysis" (VeSPA) comprises six sub-projects (TP). The scientific sub-projects examine in two phases impacts of persons/society, situation/infrastructure, vehicle, weather, and medical consequences.

The present report documents the results of the first phase of sub-project TP3 "influences of vehicle properties on road traffic accidents".

Research questions and hypotheses to be investigated are identified by expert interviews and a detailed literature analysis. The research questions can be grouped into three areas of analyses: 1) the role in the event of the accident (responsible vehicle/victim), 2) the causes of accidents and 3) the properties of vehicles. Before analysing the data a systematic quality check is carried out and the data is assessed regarding relevance, completeness and reliability.

The newly created data pool VU+ consists of the Road Traffic Accident (VU) - and the Vehicle and Owner Register (MOFIS). VU+ forms the pivotal base for the analysis of accidents in the present sub-project. Additional data sources providing essential information for the investigation of the research questions were checked and integrated, namely additional data for the market segmentation of the passenger car fleet as well as for the equipment with electronic stability control systems.

Generally, the quality of the data used is high. However, there are certain restrictions regarding completeness of accidents involving non-motorized traffic (unreported cases), foreign vehicles that are not registered in Switzerland, and the empirical basis of accident exposition data (kilometres travelled). For passenger cars additional attributes have to be manually processed and integrated in the data set (market segments, ESC equipment).

There are significant differences between vehicle categories regarding accident involvement and accident rates (ratio of accident frequency to exposition, i.e. kilometres travelled) as well as regarding accident severity, role (responsible vehicle/victim) and accident cause:

- On average, a **passenger car** (PC) is involved in an accident every 900'000 km (accident rate = 0.11 accidents/100'000 vehkm). PC are involved in by far the most accidents – regardless of their role (around 71% of accident vehicles). Consequently they are responsible for causing most accidents (70% of all accidents).
- Accident rates of **trams** are comparatively high; on average they are involved in an accident every 120'000 kilometres. However, trams operate almost exclusively in heavy traffic in urban areas with frequent interaction with other road users. However, trams are very rarely identified as the responsible party. With the available data, comparisons with other vehicle categories regarding injuries of passengers cannot be made due to the fact that not all passengers of vehicles involved in accidents are registered in the data base.
- Comparatively high accident rates can be observed with **e-bikes** (pedelecs): one accident every 100'000 travelled kilometers. Compared to conventional bicycles the accident rates of e-bikes are considerably higher. Equally high is the share of registered self-accidents of e-bikes. However, injury severity of e-bike riders is comparable with conventional bicycle riders. Generally, the risk of being injured or killed in a road accident is considerably higher for bicycle riders as well as for pedestrians compared to other vehicle categories.
- The accident rate (0.25 accidents/100'000 km) of **motorcycles** is more than twice as high as that of PC. The accident consequences are also notably more severe – comparable to cyclists.

For most vehicle categories, heavier vehicles are not necessarily involved in accidents with more severe consequences. Presumably, the relationship between vehicle weight and accident consequences are overridden by other influences such as accident situation (head-on-, rear-end collisions), attitude of the driver (aggressive/defensive), etc.

Newer PC cause fewer accidents and protect their passengers better than older vehicles. Equipment with driver assistance systems is closely linked to vehicle age. While three quarters of new vehicles are equipped with electronic stability control systems (ESC) only one quarter of 10 year old vehicles have ESC.

“High performance” PC and light commercial vehicles with a power-to-weight-ratio of more than 0.1 kW/kg vehicle weight (less than 7.5 kg/PS, respectively) display significantly higher accident rates than the rest of the vehicles.

Accident rates and severity in accidents where sports utility vehicles (SUV) are identified as responsible are not significantly different from accidents involving other market segments. Passengers of SUV, however, are significantly better protected than passengers of vehicles of other segments. Due to some uncertainties in the market segmentation of the data base, these findings should be interpreted cautiously.

Analysing the goodness of fit of the binary-logistic statistical models used in this study show that accident risk can only be explained to a small extent by vehicle properties alone. However, the systematic comparison of all aspects of accidents will be part of the next phase of this research package.

Vehicle category, vehicle age and colour are the variables with the highest explanatory content regarding accident behaviour. When including engine power or power-weight-ratio, mileage and weight in the models, the goodness of fit only increases insignificantly.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Trotz der positiven Entwicklung der letzten Jahre sterben in der Schweiz noch immer jedes Jahr im Strassenverkehr rund 340 Menschen und über 4200 werden schwer verletzt (gerundete Zahlen für das Jahr 2012). Abgesehen vom verursachten persönlichen Leid der Involvierten und Angehörigen entstehen zudem materielle Kosten aus Sachschäden, Heilungskosten oder Produktionsausfall von jährlich schätzungsweise 5 Milliarden Franken (bfu, 2010). Angesichts dieser Zahlen wollen der Bund und verschiedene private Organisationen erreichen, dass signifikant weniger Menschen auf Schweizer Strassen verunfallen.

Mit dem Handlungsprogramm des Bundes für mehr Sicherheit im Strassenverkehr „Via sicura“ will das Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) die Sicherheit aller Verkehrsteilnehmenden in den nächsten Jahren markant verbessern. Der Bundesrat hat deshalb mit seiner Botschaft vom 20. Oktober 2010 dieses Verkehrssicherheitspaket dem Parlament überwiesen und dieses hat Via sicura am 15. Juni 2012 angenommen.

Mit den vorgeschlagenen Massnahmen sollen vor allem die bestehenden Vorschriften besser durchgesetzt und die grössten Unfallschwerpunkte beseitigt werden. Darüber hinaus soll die Prävention verstärkt werden. Das erklärte Ziel von Via sicura lautet zusammengefasst: Nur gut ausgebildete, fahrfähige und für das Autofahren geeignete Menschen verkehren in sicheren Fahrzeugen auf Strassen, die Fehler verzeihen (UVEK, 2010a).

Das Monitoring-Instrument dieser Massnahmen ist seit 1926 die Verkehrsunfallstatistik. Aber erst mit den Jahresdaten 2011 wurde es möglich, die Daten des Strassenverkehrsunfall-Registers (VU) unter anderem mit folgenden anderen Registern des Bundesamtes für Strassen (ASTRA) beziehungsweise anderen Datenquellen zu verknüpfen:

- Register der Administrativmassnahmen (ADMAS)
- Fahrzeug- und Halterdatenregister (MOFIS)
- Medizinische Statistik der Krankenhäuser
- Daten der Sammelstelle für die Statistik der Unfallversicherung

Dieser neu geschaffene Datenpool (VeSPA-Datensatz) ermöglicht detaillierte Auswertungen verschiedener Faktoren auf das Unfallgeschehen. Beispiele sind das menschliche Verhalten, die Art oder das Alter des Fahrzeuges und die Strasseninfrastruktur. Das Ziel der Forschungsarbeiten ist es, die verschiedenen Einflüsse zu quantifizieren, zu erklären und Massnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit zu liefern. Damit stehen diese Arbeiten im Einklang mit dem Verkehrssicherheitspaket Via sicura.

Das Forschungspaket „Verkehrssicherheitsgewinne aus Erkenntnissen aus Datapooling und strukturierten Datenanalysen“ fasst insgesamt fünf inhaltliche Teilprojekte zusammen. In einer ersten Phase werden die Bereiche Mensch/Gesellschaft, Situation/Infrastruktur, Fahrzeug, Wetter und medizinische Folgen untersucht. Die erste Phase dient auch der Überprüfung der Datenkonsistenzen und Verknüpfbarkeiten aufgrund der Daten aus den Jahren 2011 und 2012. In der zweiten Phase werden die Resultate aus diesen Teilprojekten ganzheitlich modelliert. Es geht vor allem darum zu klären, warum welche Zusammenhänge auftreten.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Arbeiten der ersten Phase des Teilprojekts TP3 „Einflüsse von Fahrzeugeigenschaften auf das Strassenunfallgeschehen“.

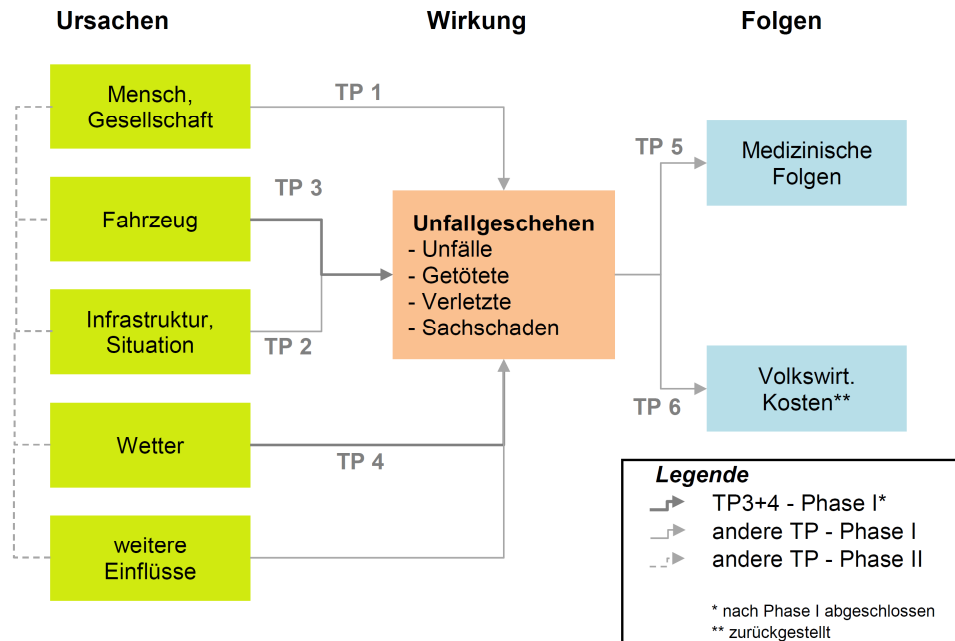


Abb. 1.1 Untersuchungsgegenstand und Teilprojekte von VeSPA

1.2 Fokus: Einflüsse von Fahrzeugeigenschaften auf das Strassenunfallgeschehen (TP3)

Im Fokus des Teilprojekts 3 (TP3) stehen die Zusammenhänge zwischen Fahrzeug und Unfallgeschehen. Es wird aufgezeigt, welche Fahrzeugeigenschaften Einfluss auf das Unfallgeschehen haben. Die Datenauswertung im TP3 deckt die Unfalldaten des Jahres 2011 und 2012 ab. Im Zentrum stehen dabei folgende Forschungsfragen:

- **Fahrzeugkategorien:** Welche Fahrzeugkategorien und -arten sind besonders unfallgefährdet?
- **Fahrzeugeigenschaften:** Welchen Einfluss haben bestimmte Fahrzeugeigenschaften (insbes. Sicherheitssysteme, Schutzprodukte, Gewicht, Leistung, etc.) auf das Unfallgeschehen?
- Zusammenhang zwischen **Fahrzeugart** (inkl. Fussgänger, Fahrräder, FäG¹, etc.) und **Rolle des Fahrzeuglenkers** (Opfer, Verursacher, etc.) bei Unfällen?

Im Zentrum der Analysen stehen die Unfälle mit Beteiligung von Motorfahrzeugen (Datenpooling Datenbanken Verkehrsunfälle und Motorfahrzeugregister). Spezielles Augenmerk wird auf Unfälle gerichtet, bei denen Motorfahrzeuge und Langsamverkehrsteilnehmer (Fussgänger, Fahrräder, FäG, etc.) beteiligt sind. Die Analyse beinhaltet auch Unfälle, bei denen ausschliesslich Fahrräder beteiligt sind (diese werden allerdings nicht systematisch statistisch erfasst, da sie häufig nicht polizeilich gemeldet werden und folglich kein Protokoll aufgenommen wird; „Dunkelziffer“).

1.3 Ziel

Ziel der ersten Phase des Forschungspakets ist es, direkte Zusammenhänge zwischen Fahrzeugeigenschaften (z.B. Fahrzeuggewicht) und Unfallgeschehen zu untersuchen und darzustellen. Wichtig ist dabei der Einbezug der Verkehrsbeteiligung oder Exposition,

¹ Fahrzeugähnliche Geräte (z.B. Kick- oder Skateboards)

um die verschiedenen Verkehrsteilnehmer und Fahrzeuge miteinander vergleichen zu können. Das TP3 ist nach der ersten Phase abgeschlossen.

Implizit umfassen die Arbeiten in der ersten Phase die Sichtung, Beschaffung und Aufbereitung der Analysedaten. Diese Daten stehen den Teilprojekten in der zweiten Phase (Querbezüge) zur Verfügung.

Indirekte Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen den Untersuchungsgegenständen der einzelnen Teilprojekte (z.B. zwischen Kaufkraft des Fahrzeughalters und Gewicht des Fahrzeugs) werden subsidiär diskutiert bzw. entsprechende Hypothesen daraus formuliert. Die systematische Überprüfung der Wechselwirkungen zwischen den Teilprojekten ist explizit Thema der zweiten Projektphase. Ebenfalls nicht Bestandteil von TP3 ist die Diskussion von konkreten Massnahmen zur Unfallprävention.

1.4 Vorgehen / Ansatz

Das methodische Vorgehen in TP3 ist in verschiedene Teilschritte oder Module gegliedert. In untenstehender Abbildung wird das Vorgehen skizziert:

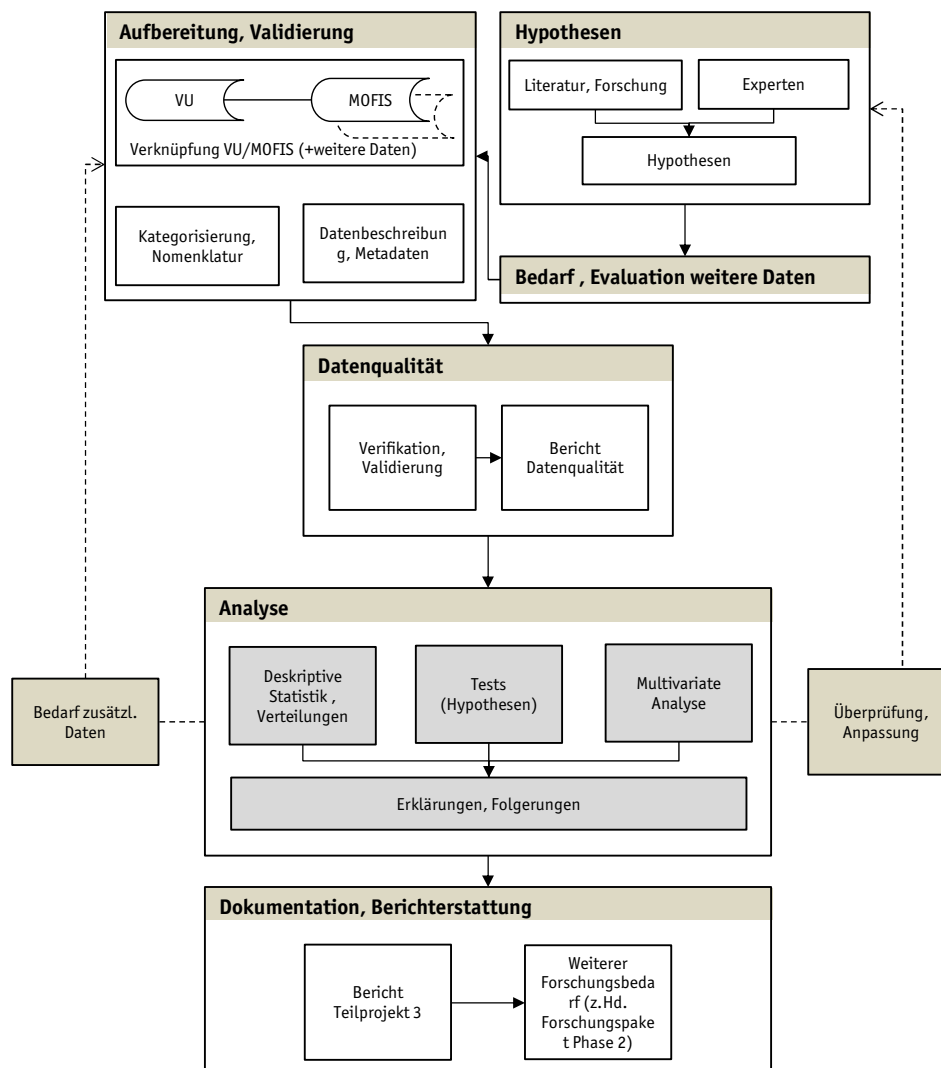


Abb. 1.2 Forschungsplan/Vorgehen in TP3

Die Datenaufbereitung – d.h. die Prüfung, Sichtung, Beschreibung und Integration der Daten aus VU und MOFIS und die Entwicklung einer Nomenklatur für das Forschungspaket– steht am Anfang des Forschungsprojekts. Nebst den aus VU+ zur Verfügung gestellten Daten (insbesondere die Versicherungsdaten von AXA Winterthur bzw. Eurotax) wurden weitere Datenquellen gesichtet und geprüft, um die Angaben aus VU+ zu ergänzen. Inhaltlich eng damit verknüpft ist die Beurteilung der Datenqualität (Verifikation, Validierung). Die Erkenntnisse aus diesen Arbeiten sind in Kapitel 3 beschrieben.

Die Forschungshypothesen und -fragen wurden formuliert, indem Expertengespräche und eine Literaturanalyse durchgeführt wurden. Ausserdem wurden die Diskussionen mit der Begleitkommission einbezogen.

Schwerpunkt in der Analyse bildet die Prüfung der Forschungshypothesen und die Beantwortung der Forschungsfragen (Kapitel 5). Basis dazu bildet die deskriptive Analyse der Datengrundlagen. Ausgewählte multivariate Auswertungen schliessen den Analyseteil ab.

Sämtliche Grundlagen und Methoden werden in vorliegendem Bericht zum TP3 zusammengefasst. Ebenfalls Bestandteil dieses Berichts ist die Diskussion des weiteren Forschungsbedarfs, der zur Phase 2 des vorliegenden Forschungspakets überleitet (Kapitel 7).

2 Stand der Forschung

2.1 Übersicht laufende Forschung

Die Arbeiten in der Unfallforschung konzentrieren sich auf die Zusammenhänge zwischen Unfallgeschehen und dem Verkehrsverhalten (z.B. Geschwindigkeit, Alkoholkonsum), die Örtlichkeiten resp. den Infrastrukturen sowie den Folgekosten. Zu den fahrzeugspezifischen Einflussfaktoren – wie sie im TP3 im Vordergrund stehen – gibt es vergleichsweise wenig differenzierte Analysearbeiten. Diese Erkenntnis deckt sich mit den Aussagen der Interviews in der SVI-Vorstudie (siehe Bodenmann 2012), worin der Untersuchungsgegenstand Fahrzeug eher als zweitrangig beurteilt wird.

In der **Schweiz** werden die Daten der Verkehrsunfallstatistik bisher vor allem auf drei Ebenen ausgewertet und interpretiert (siehe INFRAS 2010 oder Bodenmann 2012):

- **Bund:** Vor dem Übergang ans ASTRA lag die Verantwortung zur Diffusion der nationalen Statistik beim Bundesamt für Statistik (BFS), das hoch aggregierte Standardtabellen selber produzierte. Inhaltlich lag die Themenführerschaft bezüglich Unfallanalyse bisher bei der Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu). Die bfu erarbeitet das jährliche Standardwerk (sog. SINUS-Bericht, z.B. bfu 2012b). Zudem verfasst die bfu laufend eigene Forschungsarbeiten. Schwerpunkte sind beispielsweise die Wirkungen der Helmtragepflicht oder die Schätzung der nicht polizeilich erfassten Unfall-Dunkelziffern. Auch zum Langsamverkehr hat die bfu Forschungsarbeit geleistet. Gemäss bfu 2012a sind 70 % der Velounfälle auf Kollisionen mit einem Motorfahrzeug zurückzuführen. Rund ein Viertel der schwer oder tödlich verletzten Velofahrenden erleidet einen Selbstunfall. Sowohl bei Selbstunfällen als auch bei Kollisionen stehen gemäss Angaben der Polizei verhaltensorientierte Ursachen im Vordergrund. Auf nationaler Ebene liegt mit der VSS-Norm 641 704 (ehem. 640 007) eine Auswahl von Standardmerkmalen der Verkehrsunfallstatistik vor. Fahrzeugbezogene Auswertungen sind dabei lediglich mit dem Merkmal „Objektart“ definiert (d.h. nach den Ausprägungen PW, LKW, LI, Motorrad, Kleinmotorrad, Fahrrad, Fussgänger und andere).
- **Kantone:** Verkehrs- und Polizeidienststellen der Kantone publizieren i.d.R. eigene Jahresberichte zum Unfallgeschehen. Die ausgewerteten Kernindikatoren sind Unfallschwere, Strassentyp, Verkehrsmittel / Beteiligte. Die Auswertungen erfolgen zumeist auf hoch aggregierter Ebene. Spezialisierte Abteilungen (z.B. Kanton und Stadt Zürich) machen sachspezifische, vertiefte Analysen.
- **Einzelstudien:** Die ETH hat in der Vergangenheit verschiedene Arbeiten zum Unfallgeschehen publiziert. Wichtiger Themenbereich ist dabei der Zusammenhang mit den Infrastrukturen (z.B. Lindenmann et al. 2003). SVI-Arbeiten zum Unfallgeschehen sind vergleichsweise rar, d.h. gibt es nur zu ganz spezifischen Themen (wie z.B. der Ablenkung am Steuer [ASTRA 2012], Schulwegsicherheit [Kaufmann-Hayoz et al. 2010]). Und schliesslich sind es auch private Versicherer, die zuweilen eigene Forschung betreiben (z.B. AXA Winterthur zu den Wirkungen des Crash-Recorders) oder zumindest die internationalen Forschungsergebnisse sammeln und interpretieren, aber relativ selten dazu öffentlich zugängliche Berichte publizieren.

Auf **europäischer Ebene** gibt es einerseits statistische Einrichtungen auf EU-Ebene, andererseits kennen die einzelnen Länder ähnliche statistische Systeme wie das Strassenverkehrsunfall-Register (VU) in der Schweiz, wenn auch nicht mit einer vergleichbaren Differenzierung. Wichtiges Beispiel der EU ist das Projekt SafetyNet, initiiert im Hinblick auf eine einheitliche Behandlung von Verkehrssicherheitsdaten. Die wichtigsten Ergebnisse sind die Nutzung und Ausdehnung von Datenbanken, unter anderem in Bezug auf „Risk Exposure“-Daten und „Safety Performance Indicators“, des weiteren die Errichtung eines Verkehrssicherheitsinformationssystems (ERSO: European Road Safety Observatory). Die Daten werden nach einer einheitlichen Methodologie gesammelt und aufbereitet. Sie haben jedoch inhaltlich einen sehr kleinen gemeinsamen Nenner (Verkehrsmittel, ausserorts/innerorts/Autobahnen, Zeit, etc.). Fahrzeugspezifisch wird lediglich unterschieden zwischen der Transportart (car, taxi, heavy goods vehicle, tractor, lorry <3.5 t, motorcycle, cycle bus/coach). Die Eurostat-Daten basieren auf dem SafetyNet-Projekt.

Erwähnenswert auf europäischer Ebene ist ausserdem das Projekt IMPROVER, das im Auftrag der Europäischen Kommission (DG TREN) verschiedene Verkehrssicherheitsaspekte im Strassenverkehr untersuchte, unter anderem der Einfluss der wachsenden Zahl von Sports Utility Vehicles (SUV) und Multi Purpose Vehicles (MPV) auf die Verkehrssicherheit (siehe IMPROVER 2006). Aufgrund der relativ kleinen Stichprobe werden dort allerdings nur vage Aussagen zur Verkehrssicherheit der untersuchten Fahrzeugtypen gemacht, dafür widmete sich das Projekt der objektiven Klassierungsfrage von SUVs eingehend.

Eine wichtige internationale Datengrundlage ist die IRTAD-Datenbank (International Road Traffic and Accident Database) mit Daten aus den **OECD-Ländern**. Aber auch hier sind nur sehr hoch aggregierte Kennziffern vergleichbar, d.h. im Bereich Fahrzeuge keine differenzierten Merkmale verfügbar.

Eine interessante Forschungsplattform bietet die **EVU** (Europäische Vereinigung für Unfallforschung und Unfallanalyse)². In der EVU sind neben staatlichen Forschungsstellen auch zahlreiche Versicherer als Mitglieder eingetragen (u.a. auch AXA Winterthur). Ein Schwerpunkt ist die Ausstattung von Fahrzeugen mit Sicherheitssystemen (u.a. Von Glasner 2010).

Fahrzeugspezifische Arbeiten, die das Thema Fahrzeugeigenschaften und Unfallgeschehen behandeln, wurden im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojekts im Zusammenhang mit der Hypothesen-Formulierung systematisch untersucht. Die Ergebnisse der Literaturrecherche sind in Kapitel 2.3 beschrieben. Prominenteste Themen in den Untersuchungen zu den Fahrzeugeigenschaften sind die folgenden:

- Fahrzeugkategorien, insbesondere Fahrradunfälle (z.B. bfu 2012a) und in neuster Zeit die Rolle der E-bikes (z.B. bfu 2012b), Nutzfahrzeuge (Strandroth und Rizzi 2009) oder Motorräder (z.B. DEKRA 2010, Gwehrenberger et al. 2004) im Unfallgeschehen.
- Fahrzeugsegmente ("Marktsegmente"), insbesondere das Unfallverhalten von SUV (Margaritis et al. 2005, GDV 2012, IMPROVER 2006, etc.). Spezielles Thema ist die Insassen-Sicherheit in verschiedenen Fahrzeugsegmenten (Ross und Wenzel 2002, IMPROVER 2006)
- Assistenzsysteme, namentlich ESP in Personenwagen (z.B. GDV 2009)
- Fahrzeugfarbe als Einflussfaktor im Unfallgeschehen (Bartl und Hager 2006; Newstead und D'Elia 2007).

2.2 Forschungsbedarf

Der Überblick über den Forschungsstand im vorangegangenen Kapitel zeigt, dass zum Einfluss von Fahrzeugeigenschaften auf das Unfallgeschehen im Vergleich zu anderen Fragestellungen der Unfallforschung verhältnismässig wenig Grundlagen bestehen. Grund dafür ist, dass – aus nachvollziehbaren Gründen – die Rolle des Fahrzeugs im Unfallgeschehen gegenüber anderen Einflussfaktoren (Mensch, Umwelt, etc.) von Experten als zweitrangig beurteilt wird.

Gleichwohl ist in der Unfallforschung die Diskussion von Hypothesen verbreitet, die sich konkret auf einzelne Fahrzeugkategorien beziehen oder diese miteinander vergleichen. Auch werden einzelne Fahrzeugeigenschaften untersucht oder zumindest in Vermutungen einbezogen (z.B. das Unfallverhalten von Sports Utility Vehicles oder SUV). Systematische Untersuchungen zum Einfluss der Fahrzeugeigenschaften auf das Unfallgeschehen sind – nicht zuletzt mangels einschlägiger Datengrundlagen – aber kaum vorhanden. Die Zusammenstellung (Systematisierung und Priorisierung) solcher Forschungshypothesen, die den Zusammenhang zwischen Fahrzeugeigenschaften und Unfallgeschehen zum Inhalt haben, steht daher am Anfang des vorliegenden Forschungsprojekts.

² <http://www.evuonline.org/>

Bedarf besteht auch in der Untersuchung von Inhalt und Qualität des neugeschaffenen Datenpools VU+, dessen Daten im Rahmen der vorliegenden Forschungsarbeiten erstmals für mehrere Untersuchungsjahre zur Verfügung stehen. In vorliegendem Forschungspaket bietet sich deshalb neu die Gelegenheit, die Daten eingehend zu prüfen und auszuwerten.

2.3 Forschungsfragen

Methodisch wurden die Forschungsfragen und Hypothesen des vorliegenden Teilprojekts aus Expertengesprächen und einer eingehenden Literaturanalyse hergeleitet. Die Forschungsfragen in Form von überprüfbaren Hypothesen sind in Kapitel 3.5.3 aufgeführt. Die Forschungsfragen lassen sich in folgende drei Fragenkreise gruppieren:

2.3.1 Fragenkreis 1: Rolle im Unfallgeschehen (Unfallverursacher/Opfer)

In diesem Fragenkreis wird der Zusammenhang zwischen Fahrzeugkategorie (PW, Motorrad, Fahrrad, etc.) und der Rolle des Fahrzeugs im Unfall untersucht. Es wird zwischen sog. "Unfallverursachern" und "Unfallopfern" unterschieden. Folgende konkreten Fragen stehen dabei im Vordergrund:

- Gibt es Fahrzeugkategorien, die besonders häufig in der einen oder anderen Rolle auftreten?
- Gibt es einzelne Fahrzeugkategorien, die kaum in Strassenverkehrsunfälle verwickelt sind?

In diesem Zusammenhang interessieren insbesondere die Unfälle, an denen die Gruppe des Langsamverkehrs (Kategorien Fussgänger, Fahrradfahrer, FäG) beteiligt ist. Bei der Gruppe der Fahrradfahrer wird insbesondere das Segment der Elektrofahrräder oder E-Bikes untersucht: Ist dieses Fahrzeugsegment häufiger und in schwerere Unfälle verwickelt als konventionelle Fahrräder ohne elektrische Tretunterstützung?

2.3.2 Fragenkreis 2: Unfallursachen

Dieser Fragenkreis beschäftigt sich mit der Frage nach den Unfallursachen bzw. dem Zusammenhang zwischen Fahrzeugkategorie und Unfallursachen, konkret stehen folgende Fragen im Fokus:

- Kommen einzelne Ursachen bei gewissen Fahrzeugkategorien besonders häufig/selten vor?
- Wie in Fragenkreis 1 liegt auch hier ein spezieller Fokus auf dem Langsamverkehr im Allgemeinen und auf der Gruppe der Elektro- bzw. konventionellen Fahrrädern im Besonderen: Gibt es Unfallursachen, die gehäuft auf die Unfälle mit diesen Gruppen zu treffen?

Die Unfallursachen werden in der Unfallstatistik (VU) detailliert erfasst (über 200 Ursachenkategorien). Teilprojekt 1 (TP1) des vorliegenden Forschungspakets hat eine Gruppierung dieser Ursachen erarbeitet, diese Aggregation bildet die Grundlage für die Auswertungen im TP3).

2.3.3 Fragenkreis 3: Fahrzeugeigenschaften

Die beiden vorangegangenen Fragenkreise befassen sich mit Unterschieden im Unfallgeschehen auf der Ebene der Fahrzeugkategorien. Fragenkreis 3 beschäftigt sich mit dem Einfluss unterschiedlicher Fahrzeugeigenschaften auf das Unfallgeschehen innerhalb der Fahrzeugkategorien. Primär interessieren folgende Fragestellungen:

- **Personenwagen:**
 - Gibt es Fahrzeugsegmente, die mehr und/oder schwerere Unfälle verursachen als andere? Für die Kategorie der Personenwagen werden Fahrzeugsegmente ("Marktsegmente") unterschieden, z.B. Mittelklasse, Luxusklasse, SUV, Sportwagen, etc.
 - Welchen Einfluss haben das Fahrzeuggewicht, das Fahrzeugalter und die Leistung auf das Unfallgeschehen?
 - Welchen Einfluss haben Assistenzsysteme (namentlich elektronische Stabilitätsprogramme oder "ESP") auf das Unfallgeschehen?
- **Motorräder:**
 - Gibt es Fahrzeugsegmente der Motorräder, die häufiger in Unfälle verwickelt sind?
 - Sind grössere bzw. leistungsstärkere Modelle häufiger und in schwerere Unfälle verwickelt als die übrigen Segmente?
- **Schwere Nutzfahrzeuge:**
 - Sind schwere (>12t Gesamtgewicht) SNF häufiger in Unfälle verwickelt als leichtere SNF und verursachen sie gravierendere Unfallfolgen?
 - Sind modernere (jüngere) Fahrzeuge weniger häufig in Unfälle verwickelt als ältere?
- **Multivariate Auswertungen:** Oben genannte Fragestellungen zu den Fahrzeugeigenschaften thematisieren primär Einflüsse einzelner Eigenschaften auf das Unfallgeschehen. Folgende Fragestellungen bezüglich den Einflüssen mehrerer Eigenschaften werden in diesem Forschungsprojekt bearbeitet:
 - Wie gross ist der Erklärungsgehalt der Fahrzeugeigenschaften auf die Variabilität des Unfallgeschehens insgesamt? D.h. welcher Teil des Unfallgeschehens kann alleine aufgrund der Fahrzeugeigenschaften – ohne den Einbezug weiterer Einflüsse aus den anderen Teilprojekten wie z.B. Mensch und Gesellschaft – erklärt werden?
 - Welche Fahrzeugeigenschaften tragen am meisten zur Erklärung des Unfallgeschehens bei?

Die Datengrundlage für den Langsamverkehr bezüglich der detaillierten Fahrzeugeigenschaften ist im Vergleich zu den Motorfahrzeugen deutlich dünner (vgl. auch Kapitel 3). Die Forschungsfragen, die sich mit den vorhandenen Daten beantworten lassen, beziehen sich auf die Ebene der Fahrzeugkategorien und sind daher primär Gegenstand der Fragenkreise 1 und 2.

2.3.4 Inhalt der Datenquellen und Datenqualität

Bevor in die statistischen Untersuchungen der Daten aus VU+ eingestiegen wird, sollen die Grundlagen inhaltlich und qualitativ beschrieben werden. Die Frage nach Inhalt, Eignung für die Beantwortung der Forschungsfragen und Qualität der Grundlagedaten aus VU+ bzw. weiteren Datenquellen steht deshalb am Anfang der Arbeiten. Die Erkenntnisse daraus wurden in einem separaten Bericht zur Datenqualität abgelegt (Bodenmann et al. 2013), die wesentlichen Befunde sind in Kapitel 3 wiedergegeben.

3 Daten

Die Grundlagen für die Analysen im vorliegenden Teilprojekt bilden die Datensätze, die in der folgenden Übersicht zusammengestellt sind:

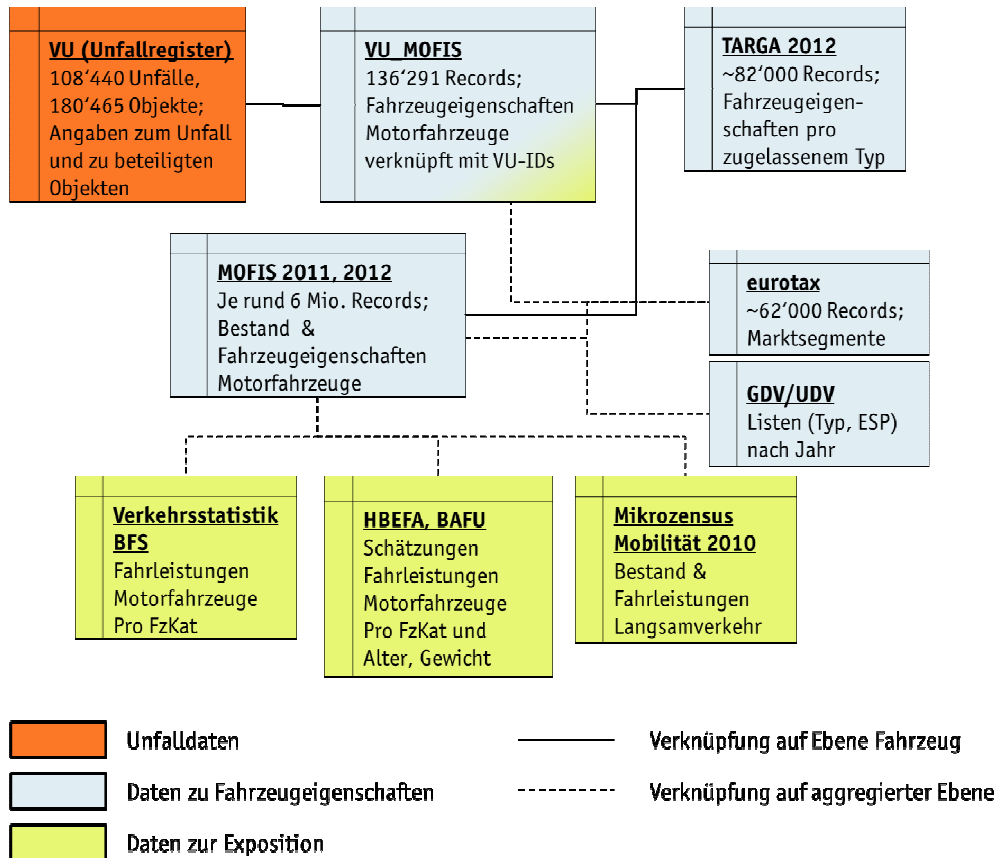


Abb. 3.3 Datensätze des TP3 im Überblick.

Inhalt und Qualität dieser Quellen werden in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben.

3.1 Strassenverkehrsunfall-Register (VU)

3.1.1 Beschreibung

Das Strassenverkehrsunfall-Register (VU; Teilregister Auswertung) dient der Erfassung und Auswertung von polizeilich gemeldeten Strassenverkehrsunfällen. Es wird seit 2010 durch das Bundesamt für Strassen (ASTRA) geführt (vgl. Verordnung über das Strassenverkehrsunfall-Register, SURV, SR 741.57). Grundlage für die darin enthaltenen Daten sind die Erhebungsbögen, die für jedes Unfallereignis von den zuständigen Behörden ausgefüllt werden. Das VU ist der zentrale Datensatz, welcher im Projekt VeSPA mit anderen Datensätzen verknüpft und ausgewertet wird. Für eine ausführliche Beschreibung der erfassten Angaben sei auf Bodenmann 2012 verwiesen.

Dem Projekt VeSPA stehen aus dem VU die Daten der Jahre 2011 und 2012 zur Verfügung. Technisch besteht der Datensatz aus den drei Haupttabellen „Unfallblatt“ (ein Eintrag pro Unfallereignis), „Objektblatt“ (ein Eintrag pro beteiligtes Objekt, d.h. Fahrzeug oder Fussgänger) und „Personenblatt“ (ein Eintrag pro involvierte Person). Für TP3 sind die Angaben auf dem „Unfallblatt“ und dem „Objektblatt“ relevant; das „Personenblatt“ wird nur indirekt für die maximale Verletzungsschwere der beteiligten Personen einbezogen.

gen, um die Unfälle nach Schwere Kategorien zu klassifizieren. Die drei Tabellen können über eindeutige Identifikatoren pro Unfall („Unfall-UID“) und Objekt („Objekt_UID“) verknüpft werden.

3.1.2 Eckwerte

In untenstehender Tabelle sind die Eckwerte (Fallzahlen) des Strassenverkehrsunfallregister-Auszugs für die Jahre 2011 und 2012 dargestellt:

Abb. 3.4 Eckwerte VU (2011, 2012)

Fahrzeugkategorie	Objekte (Fahrzeuge o. Fussgänger)		Unfälle (mit Beteiligung der jew. Fz-kat.)	
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
PW	127'666	70.7%	87'528	80.7%
übrige MFZ	29'453	16.3%	28'447	26.2%
Tram, Bahn	677	0.4%	674	0.6%
Fahrrad	8'017	4.4%	7'155	6.6%
FäG	0	0.0%	0	0.0%
übrige nicht-MFZ	96	0.1%	5'155	4.8%
non-Road	652	0.4%	647	0.6%
unbekannt	13'904	7.7%	8'524	7.9%
Total MFZ	157'771	87.4%	105'651	97.4%
Total nicht-MFZ	8'790	4.9%	12'977	12.0%
Total (ohne Mehrfach- zählungen Unfälle)	180'465	100%	108'440	100%

Die untersuchten Daten beinhalten 108'440 Unfälle und 180'465 Objekte. Der überwiegende Teil der in VU erfassten Objekte entfallen auf die Kategorie der Motorfahrzeuge (87.4%), darin sind wiederum die PW weitaus am häufigsten vertreten (70.7%). Auf den Langsamverkehr entfallen rund 7.2% der Objekte.

3.2 Fahrzeug- und Fahrzeughalterregister (MOFIS)

3.2.1 Beschrieb

Das Fahrzeug- und Fahrzeughalterregister MOFIS erfasst alle in der Schweiz sowie im Fürstentum Liechtenstein zugelassenen Fahrzeuge sowie Angaben zu den Haltern, Haftpflichtversicherung, Verzollung und Versteuerung (vgl. Bodenmann 2012 sowie die Verordnung über das automatisierte Fahrzeug- und Fahrzeughalterregister, MOFIS-Registerverordnung, SR 741.56).

Das MOFIS ist die hauptsächliche Informationsquelle für die Fahrzeugeigenschaften, deren Einflüsse auf das Unfallgeschehen im Rahmen von Teilprojekt 3 des Projektes VeSPA untersucht werden. Aus dem MOFIS stehen für die beiden Jahre 2011 und 2012 die jeweils am 30. September erstellten Standard-Auszüge im Format 2AAAF (Feldliste: siehe Annex, Abb. I.1) zur Verfügung, welche alle zu diesen beiden Zeitpunkten registrierten Motorfahrzeuge und Anhänger umfassen. Letztere werden der Vergleichbarkeit halber im Folgenden ausgeklammert, da Anhänger im VU als Attribute der an Unfällen beteiligten Fahrzeuge und nicht als einzelne Objekte erfasst werden. Ausserdem lässt sich in den MOFIS-Daten keine Verbindung zwischen Fahrzeugen und ggf. von ihnen gezogenen Anhängern herstellen.

3.2.2 Eckwerte

Untenstehende Tabelle fasst die Eckwerte der Motorfahrzeugregister-Daten zusammen:

Abb. 3.5 Eckwerte MOFIS

Gesamtbestand Motorfahrzeuge 2011, 2012; Auszug September

Fahrzeugkategorie	Bestand MFZ 2011		Bestand MFZ 2012	
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
Personenwagen (PW)	4'209'672	70.8%	4'300'036	70.7%
Lieferwagen (LI)	346'623	5.8%	362'553	6.0%
Schwere Nutzfahrzeuge (SNF)	64'456	1.1%	65'006	1.1%
Motorräder (MR)	655'521	11.0%	668'474	11.0%
ÖV-Busse (LBUS)	5'109	0.1%	5'154	0.1%
Reisebusse (RBUS)	2'726	0.05%	2'811	0.05%
Nonroad-Fahrzeuge	251'852	4.2%	255'102	4.2%
übrige Motorfahrzeuge	15'222	0.3%	16'418	0.3%
Total Motorfahrzeuge	5'551'181	93.4%	5'675'554	93.4%
Anhänger	394'137	6.6%	403'901	6.6%

In MOFIS sind rund 5.6 (2011) bis 5.7 (2012) Millionen Motorfahrzeuge, plus rund 0.3 (2011) bis 0.4 (2012) Millionen Anhänger enthalten. Knapp 71% der 2011 bzw. 2012 registrierten Fahrzeuge sind Personenwagen, auf die Kategorie der Lieferwagen entfallen rund 6%.

3.3 Verknüpfter Datensatz (VU_MOFIS)

3.3.1 Beschreibung

Die Verknüpfung von VU und MOFIS wurde vom ASTRA erstellt und dem TP3 als verknüpfter Datensatz „VU_MOFIS“ zur Verfügung gestellt. Dieser enthält aus MOFIS eine mit dem Auszug 2AAAF nahezu identische Auswahl an Datenfeldern zu Fahrzeugeigenschaften (siehe Anhang I.1 und I.2), sowie die Objekt- und Unfall-UID für die Verknüpfung mit den Daten aus VU.

3.3.2 Eckwerte

Die Eckwerte des verknüpften Datensatzes sind in untenstehender Tabelle zusammengestellt:

Abb. 3.6 Eckwerte verknüpfter Datensatz VU_MOFIS (2011, 2012)

Beschreibung	Anzahl	Anteil (1)	Anteil (2)	Anzahl Unfälle
Total Einträge (Objekte, Unfälle)	180'465	-	-	108'440
davon Schiene, LV	13'832	-	-	13'342
davon Motorfahrzeuge (MFZ)	166'633	100.0%	-	105'651
Nicht verknüpfbare MFZ-Einträge	30'339	18.2%	100.0%	-
davon im Ausland registriert	14'084	8.5%	46.4%	-
davon Fahrerflucht	5'365	3.2%	17.7%	-
davon Inkorrekte Stammnummer	11'791	7.1%	38.9%	-
Verknüpfbare MFZ-Einträge	136'294	81.8%	-	-
davon widersprüchliche Angaben	7'768	4.7%	-	-
Total (mit konsistenten MFZ-Eigenschaften)	128'526	77.1%	-	87'351

Von den 180'465 Einträgen im VU-Objektblatt, die den total 108'440 Unfällen in den Jahren 2011 und 2012 entsprechen, lassen sich insgesamt 44'171 (25% aller Einträge) nicht mit einem MOFIS-Eintrag verknüpfen. Darin enthalten sind die 13'832 Nicht-Motorfahrzeuge oder Fussgänger, welche prinzipiell nicht im MOFIS registriert werden. Die restlichen 30'339 Einträge können aus verschiedenen Gründen nicht verknüpft werden (mehrere Gründe können auf denselben Eintrag zutreffen):

- Ausländische Motorfahrzeuge sind nicht im MOFIS erfasst. Dies betrifft rund 46% der nicht-verknüpfbaren Motorfahrzeug-Einträge.
- Bei Fahrerflucht ist die Registrierung des betreffenden Fahrzeugs nicht bekannt. Dies ist die Begründung für 17% der nicht-verknüpfbaren Motorfahrzeug-Einträge.
- In rund 11'800 Fällen ist mutmasslich die Stammnummer inkorrekt erfasst worden. Erst seit 2012 wird bei der Eingabe automatisch geprüft, ob die erfasste Stammnummer in MOFIS auch existiert.

Von den rund 136'000 mit MOFIS verknüpfbaren Einträgen (82% der Motorfahrzeug-Einträge) fallen weitere knapp 8'000 weg, da sich durch die Verknüpfung widersprüchliche Aussagen in denjenigen Eigenschaften ergeben, welche sowohl in VU als auch MOFIS vorhanden sind: unterschiedliche Zuordnung zu Fahrzeugkategorien oder unterschiedliche Angaben zu Treibstoffart oder Getriebe. Aus Konsistenzgründen müssen diese Objekte von der Analyse ausgeschlossen werden.

Schliesslich bleiben rund 129'000 oder 77% der Motorfahrzeug-Einträge des VU-Objektblattes, welche widerspruchsfrei verknüpft und daher in den weiteren Untersuchungen betreffend Motorfahrzeugeigenschaften verwendet werden können. Diese waren beteiligt an rund 87'000 (oder 81%) der Unfälle im Betrachtungszeitraum.

3.4 Weitere Daten

3.4.1 Typenscheindaten (TARGA)

Das ASTRA führt das Informationssystem „TARGA“ (die Abkürzung steht für „technische Angaben, Rauch, Geräusch und Abgas“), welches für jeden zugelassenen Fahrzeugtyp die notwendigen Daten für die Zulassung und Überprüfung der Fahrzeuge enthält (vgl. Verordnung über die Typengenehmigung von Strassenfahrzeugen TGV, SR 741.511). Dieses gegenwärtig rund 80'000 Einträge enthaltende Register wird in TP3 zur Überprüfung der Datenqualität von MOFIS und VU_MOFIS, zur Ergänzung von Gewichtsanga-

ben in MOFIS sowie als Quelle für die Nennleistung von Nicht-Unfallfahrzeugen verwendet.

3.4.2 Fahrleistungsdaten

Für die Berechnung von Unfallraten und Unfallrisiken (siehe Kapitel 4) ist die Exposition der Fahrzeuge im Verkehr massgebend. Als Schlüsselgrösse für die Expositionskorrektur sind Angaben zu den jährlich zurückgelegten Distanzen auf dem Schweizer Strassennetz (Jahresfahrleistungen) nach Fahrzeugkategorien und ggf. weiteren Segmentierungen erforderlich. Verschiedene Datenquellen liefern Grundlagen dazu:

- Verkehrsstatistik des Bundesamts für Statistik (BFS): Enthält jährlich aktualisierte Gesamtfahrleistungen nach Fahrzeugkategorien und entsprechende Bestandesdaten. Daraus können die mittleren Jahresfahrleistungen pro Fahrzeug einer bestimmten Kategorie berechnet werden.
- Handbuch Emissionsfaktoren des Bundesamts für Umwelt (BAFU): Zusätzlich zu den mittleren Jahresfahrleistungen des BFS sind im Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA, siehe BAFU 2010) Abschätzungen zu Alters- und Grössenabhängigkeit der Fahrleistungen enthalten (s. Anhang III.1). Damit lassen sich die mittleren Jahresfahrleistungen pro Fahrzeug weiter differenzieren, z.B. nach Hubraum- und Altersklasse für PW. Die empirische Grundlage dieser Schätzungen wurde allerdings letztmals im Jahre 2000 aktualisiert (siehe ARE 2002), aktuellere Grundlagen fehlen.
- Für den Langsamverkehr liegen nur wenige Angaben zu Fahrzeugeigenschaften oder Exposition vor. Bestand und Fahrleistungen der Fahrräder lassen sich über die Daten aus dem Mikrozensus Mobilität (BFS 2012) abschätzen, welcher Angaben zum durchschnittlichen Fahrradbesitz pro Haushalt und der durchschnittlich zurückgelegten Tagesdistanz enthält.
- VU_MOFIS enthält für eine Auswahl von Fahrzeugen den Kilometerstand bei der letzten Prüfung und das dazugehörige Prüfungsdatum. Zusammen mit dem Erstinverkehrsjahr kann für diese Fahrzeuge die mittlere Jahresfahrleistung berechnet werden. Bei den PW sind so für ungefähr 22'000 Fahrzeuge (ausserdem rund 1200 LI, 1100 MR, 1500 SNF) Fahrleistungen vorhanden, primär stammen diese Fahrzeuge aus den Kantonen Zürich, Waadt, Luzern und Aargau. Im Mittel liegen die Werte über denjenigen, die aus der offiziellen Bundesstatistik des BFS abgeleitet werden können. Allerdings ist die Stichprobe der Fahrzeuge mit Fahrleistungsdaten in VU_MOFIS bezüglich verschiedener Fahrzeugeigenschaften nicht gleich verteilt wie die Grundgesamtheit der Unfallfahrzeuge bzw. des Gesamtbestands. Wegen diesen Verzerrungen können die Fahrleistungen aus VU_MOFIS in diesem Projekt nicht verwendet werden.

Im Mittel legt ein PW in der Schweiz rund 14'000 Kilometer jährlich zurück, Lieferwagen kommen auf rund 11'200 Kilometer. Für die Jahresfahrleistungen von Elektrofahrzeugen fehlen empirische Grundlagen, es werden daher dieselben Werte wie für die konventionellen Fahrräder unterstellt.

3.4.3 Marktsegmente Personenwagen

Nebst der Einteilung der Personenwagen entlang einer einzelnen spezifischen Eigenschaft (z.B. Hubraum) werden die Fahrzeuge häufig in Klassen eingeteilt, die sich bezüglich mehrerer unterschiedlicher Merkmale gleichen. Diese Klassen werden – zumindest in der Schweiz – als "Marktsegmente" bezeichnet und fassen Personenwagen zusammen, die sich bezüglich Grösse, Preis, Image, Verfügbarkeit von Zusatzausstattungen, usw. ähnlich sind. Verwendung findet die Marktsegment-Einteilung in Fahrzeugverkaufsstatistiken, nationale Flottenstatistiken, Anzeigen im Neu- und Gebrauchtwagenmarkt, bei Herstellern, etc. Gleichzeitig beziehen sich aber auch diverse Hypothesen dieses Forschungsprojekts auf die Marktsegmente von PW (siehe Kapitel 3.5). Allerdings ist die Eigenschaft "Marktsegment" in keinem der offiziell verfügbaren Datensätze enthalten und muss daher im Rahmen dieses Forschungsprojekts hergeleitet werden. Die wichtigsten

Quellen zum Thema Marktsegmentierung von Personenwagen sind:

- AutoSchweiz (Verband der Autoimporteure): Neuwagenverkäufe nach Marktsegmenten (6 sog. „Limousinenklassen“; 4 funktionale Klassen)
- KBA (Deutsches Kraftfahrts-Bundesamt): Neuwagen nach Marktsegmenten (9 Klassen)
- Europäische Kommission im Kontext wettbewerbsrechtliche Marktabgrenzungen: Segmentierung (9 Klassen)
- Für die Abgrenzung von SUVs sind die Arbeiten von IMPROVER 2006 und GDV 2012 (über geometrische Eigenschaften der Fahrzeuge; Bodenabstand) zu erwähnen.
- Daneben existieren weitere länder- oder regionsspezifische Klassierungen aus den USA bzw. Grossbritannien, auf die an dieser Stelle nicht näher eingegangen wird.

Aufgrund der Datenverfügbarkeit und der inhaltlichen Nähe stützt sich die in der Folge verwendete Marktsegmentierung der PW auf die Marktsegmentierung von Autoschweiz. Diese wird von Autoschweiz und auto-i-dat bzw. Eurotax erarbeitet und umfasst folgende Marktsegmente:

Abb. 3.7 Marktsegmente nach Autoschweiz bzw. Eurotax

	Marktsegment
„Limousinen-Segmente“	Mikroklasse
	Kleinwagen
	Untere Mittelklasse
	Mittelklasse
	Obere Mittelklasse
	Luxusklasse
„funktionale Segmente“	Sportwagen / Coupé
	Kompaktvan / Minivan
	SUV / Geländewagen
	Cabriolet / Roadster
weitere Segmente	Transporter; eigentlich den Lieferwagen zuzuordnen (z.B. Citroën Jumper); umfassen lediglich wenige Fahrzeuge; werden in der Analyse der Vollständigkeit halber bei den PW aufgeführt.

In regelmässigen Abständen werden von Autoschweiz und Eurotax die Neufahrzeuge diesen Marktsegmenten zugeordnet. Dabei fliessen einerseits objektive Kriterien ein (primär die Fahrzeuglängen für die Limousinen-Segmente), andererseits aber auch die Experteneinschätzung auf der Basis von Kriterien wie Preis, Image, Verfügbarkeit von Zusatzausstattungen, etc. Eine objektive, operationalisierbare Zuweisungsregel existiert dagegen nicht.

Vorgehen

Im Rahmen des vorliegenden Projekts wurden die Personenwagen in VU_MOFIS bzw. der Gesamtbestand aus MOFIS den Marktsegmenten zugewiesen. Dazu wurde eine Liste erstellt, mit Markennamen und einschlägigen Typenbezeichnungen, über die mit Hilfe von Textvergleichen die Zuweisung zu den Marktsegmenten abgeleitet werden kann. Vorteil dieses Ansatzes ist – bei entsprechend umfangreicher Liste – die eindeutige und vollständige Zuweisung der Fahrzeuge zu den Marktsegmenten. Erschwerend ist dabei allerdings die Tatsache, dass Marken- und Typbezeichnungen in MOFIS/VU_MOFIS als Text ohne Vorgabe erfasst werden. In der Folge finden sich unterschiedliche Schreibweisen zum selben Typ (z.B. AUDI A3 und AUDI A-3, etc.). Der manuelle Aufwand für das Erstellen der Bestimmungsliste ist entsprechend höher. Ausserdem muss diese Liste regelmässig aufdatiert werden, sollen in Zukunft auf den Markt kommende PW klassiert werden können.

Grundlagen

Die Zuweisung der Marktsegmente zu den Unfallfahrzeugen bzw. den Fahrzeugen im

Gesamtbestand basiert auf folgenden Grundlagen:

- In **VU_MOFIS** sind die Marken und Typbezeichnungen für die Unfallfahrzeuge abgelegt (Feld „Markencode Text“). Insgesamt sind Marken- und Typbezeichnungen für rund 112'000 PW vorhanden (von insgesamt 127'700 PW-Unfallfahrzeugen). Diese können bis auf wenige Ausnahmen den Marktsegmenten zugewiesen werden.
- **MOFIS** (Gesamtbestand): Die Zuweisung erfolgt über die Typenscheinangaben (TARGA). In den Bestandesdaten 2012 sind zu den rund 4.3 Mio. PW für rund 5% gar keine Typenscheinnummer verfügbar (meist: direkt importierte Fahrzeuge).
- **Zuweisungsliste** Marke-Typbezeichnungen zu Marktsegmenten: Diese Liste wird mit Hilfe der Angaben aus den via AXA-Winterthur verfügbaren Eurotax-Daten³ bzw. den direkt von Eurotax erhaltenen Listen gefüllt. Die Zuweisungs-Liste wird manuell ergänzt (unterschiedliche Schreibweisen, in Eurotax fehlende Typen, etc.). Die Zuweisungsliste für die SUV ist im Anhang einzusehen.
- Die Zuweisung erfolgt mit Hilfe einer in VBA programmierten Funktion in MS Access.

Eckwerte

Untenstehende Tabelle zeigt die Eckwerte der Marktsegment-Zuweisung:

Abb. 3.8 Eckwerte Marktsegmente PW

Marktsegment	Unfallfahrzeuge (VU_MOFIS; 2011 und 2012)		Gesamtbestand 2012 (MOFIS)	
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
Microklasse	6'050	5%	220'596	5%
Kleinwagen	24'245	22%	865'898	21%
Untere Mittelklasse	24'854	22%	823'037	20%
Mittelklasse	20'614	18%	660'691	16%
Obere Mittelklasse	7'121	6%	234'720	6%
Luxusklasse	792	1%	23'526	1%
Coupé / Sportwagen	2'855	3%	109'445	3%
Kompaktvan / Minivan	11'361	10%	498'115	12%
SUV / Geländewagen	11'841	11%	503'816	12%
Cabriolet / Roadster	1'922	2%	84'829	2%
nicht zugewiesen/unbekannt	628	0.6%	274'942	1%
Total (mit Marke/Typ-Angaben)	112'283	100%	4'065'976	100%
<i>ohne Marke-Typ-Angabe</i>	<i>15'383</i>	<i>-</i>	<i>234'060</i>	<i>-</i>
<i>Total PW</i>	<i>127'666</i>	<i>-</i>	<i>4'300'036</i>	<i>-</i>

Insgesamt liegen für 112'283 PW, die 2011 oder 2012 in einen Unfall verwickelt waren, aus der Verknüpfung zu MOFIS Angaben zu Marke und Typ vor. Für diese Fahrzeuge kann grundsätzlich das Marktsegment bestimmt werden. Dies entspricht rund 88% aller Unfall-PW.

Zu den Unfall-PW mit den notwendigen Marken/Typ-Angaben kann bis auf wenige Ausnahmen (<1%) mit den gewählten Grundlagen für alle das Marktsegment zugewiesen werden; im Gesamtbestand 2012 kann lediglich für 1% das Marktsegment nicht ermittelt werden.

³ Datenbank mit Fahrzeugeigenschaften nach Typen, die von EurotaxGlass's International AG bewirtschaftet wird (im Folgenden als „Eurotax-Daten“ bezeichnet). Via den Projektpartner AXA-Winterthur standen diese Daten für die Analyse in diesem Forschungsprojekt zur Verfügung, dürfen aber nur in aggregierter Form weiterverwendet werden (z.B. in der erwähnten Zuweisungsliste).

Rund 40% der Unfall-PW entfallen auf die Marktsegmente "Untere Mittelklasse und "Mittelklasse", 11% der Unfallfahrzeuge gehören zum Marktsegment "SUV".

3.4.4 Fahrerassistenzsysteme (ESP) bei Personenwagen

Mit "ESP" (elektronisches Stabilitätsprogramm) werden im vorliegenden Projekt Fahrerassistenzsysteme zusammengefasst, die durch gezieltes Abbremsen einzelner Räder und Eingriff in das Motor- und Getriebe-Management ein Schleudern des Fahrzeuges zu verhindern versuchen. Diese Eingriffe werden durch einen Mikroprozessor gesteuert, der laufend die von verschiedenen Sensoren gelieferten Daten auswertet. Je nach Hersteller werden diese Systeme unterschiedlich bezeichnet (siehe auch GDV 2011), nebst ESP existieren auch die Begriffe "Dynamic Stability Control", "Vehicle Stability Control", etc. All diese Begriffe bezeichnen aber ähnliche Systeme, weshalb hier als Synonym für alle Systeme der Begriff ESP verwendet wird.

Der begünstigende Einfluss von ESP in Personenwagen wird in den Forschungshypothesen wiederholt genannt. Gleichzeitig ist diese Fahrzeugeigenschaft in VU+ nicht abgelegt und muss deshalb über weitere Datenquellen hergeleitet werden.

Vorgehen

Im Gegensatz zu den Marktsegment-Angaben beinhalten die Eurotax-Daten keine Informationen zu eingebauten ESP-Systemen. Ähnlich wie bei der Herleitung der Marktsegmente wird daher eine Zuweisungsliste erstellt, welche für Marken/Typ-Kombinationen das Jahr enthält, ab dem beim betreffenden Fahrzeugtyp (und bei allen Untertypen) ESP serienmässig eingebaut wurde. Für ab dem 1.11.2011 neu zugelassene Fahrzeuge ist ESP ein obligatorisches Ausstattungselement (gemäss EG 661/2009).

Grundlagen

Ab 2006 publiziert der Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) im Rahmen des Programms "Unfallforschung der Versicherer" (UDV) Listen mit Hersteller und Fahrzeugtyp, welche die Verfügbarkeit von ESP ausweisen (siehe z.B. GDV 2011, Beispiel in untenstehender Abbildung). Auf der Basis dieser Liste wird die Zuweisungsliste (Marke-Typ-Jahr serienmässiges ESP) erstellt. Gleich wie bei den Marktsegmenten kann mit Hilfe dieser Zuweisungsliste den Fahrzeugen in VU_MOFIS bzw. MOFIS das Einführungsjahr⁴ des serienmässigen ESP zugeordnet werden.

⁴ Aufgenommen in die Liste wird dasjenige Jahr, ab welchem für alle Modelle eines bestimmten Fahrzeugtyps ESP serienmässig eingebaut wird. Optional mit ESP ausgestattete Fahrzeuge werden daher in der Analyse gleich behandelt wie Fahrzeuge ohne ESP.

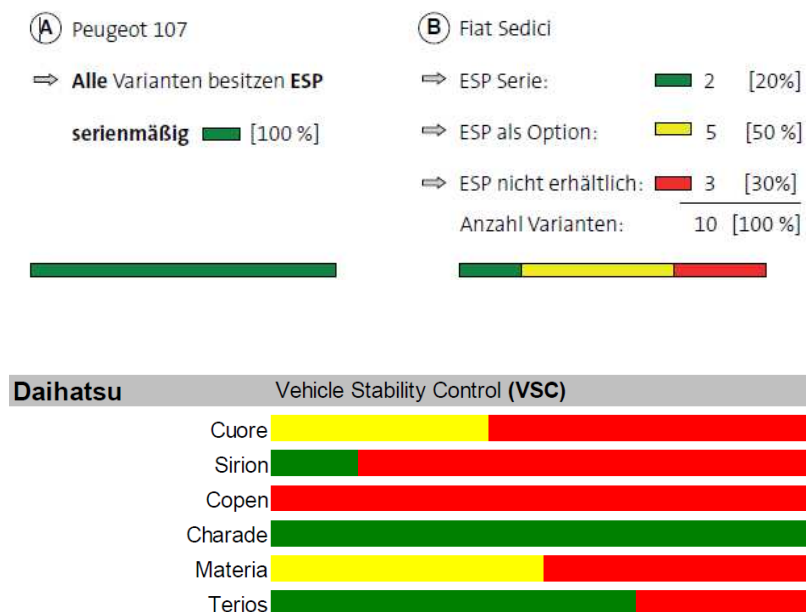


Abb. 3.9 Serienmässige Verfügbarkeit von ESP für Neufahrzeuge (Quelle: GDV 2011); Herleitung mit Hilfe der Varianten pro Marke/Typ (oben) und Beispiel Marke "Daihatsu" im Jahr 2011 (unten).

Eckwerte

In untenstehender Tabelle sind die Eckwerte der ESP-Ausstattung in den Daten des vorliegenden Projekts zusammengefasst:

Abb. 3.10 Eckwerte ESP-Ausstattung bei PW

ESP-Ausstattung	Unfallfahrzeuge (VU_MOFIS; 2011 und 2012)		Gesamtbestand 2012 (MOFIS)	
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
Mit ESP (serienmässig)	38'067	34%	1'551'524	38%
Ohne ESP (serienmässig)	73'665	66%	2'470'971	61%
nicht zugewiesen/unbekannt	551	0.5%	43'481	1%
Total (mit Marke/Typ/Erst-IV-Jahr)	112'283	100%	4'065'976	100%
ohne Marke/Type/Erst-IV-Jahr	15'383	-	234'060	-
Total PW	127'666	-	4'300'036	-

Wie bei der Zuweisung der Marktsegmente, kann die ESP-Ausstattung ausschliesslich für diejenigen Unfall-PW ermittelt werden, die über eine Angabe zu Marke und Typ verfügen. Ausserdem muss das Erstinverkehrsjahr bekannt sein. Dies trifft für 112'283 PW zu, die 2011 oder 2012 in Unfälle verwickelt waren (rund 88% aller in VU_MOFIS enthaltenen PW).

Lediglich für 0.5% der mit den notwendigen Angaben vorliegenden Unfall-PW kann die ESP-Ausstattung nicht zugewiesen werden, im Gesamtbestand ist knapp 1% nicht zuweisbar. Gemäss dieser Auswertung sind 34% der Unfallfahrzeuge mit serienmässigem ESP ausgerüstet.

3.5 Interviews und Literaturanalyse für die Hypothesen-Erstellung

Die Forschungshypothesen und –fragen (siehe Kapitel 2.3) des vorliegenden Teilprojekts basieren auf folgenden Quellen:

- **Literaturanalyse:** Auswertung der einschlägigen nationalen und internationalen Literatur zum Thema „Fahrzeugeigenschaften und Unfälle“
- **Expertengespräche:** Interviews mit ausgewiesenen Fachexperten (Fahrzeuge und Unfallgeschehen)
- Inputs aus der **Begleitkommission** und **eigene Einschätzungen**

Die folgenden Unterkapitel widmen sich der Darstellung der Ergebnisse der Literaturanalyse (Kapitel 3.5.1) bzw. der Expertengespräche (Kapitel 3.5.2), woraus die Hypothesen und Forschungsfragen in Kapitel 2.3 abgeleitet werden. Eine detaillierte Übersicht ist Anhang II abgelegt.

3.5.1 Literaturanalyse

Die folgende Liste gibt einen Überblick über die ausgewerteten in- und ausländischen Studien. Die vollständigen Literaturhinweise sind im Literaturverzeichnis dieses Berichts nachzuschlagen:

Abb. 3.11 Literaturliste Forschungshypothesen TP3

Land	Referenz	Titel/Inhalt	Fzkat
A	Bartl und Hager 2006	Autofarben und Unfallrisiko	PW
AUS	Newstead und D'Elia 2007	An investigation into the relationship between vehicle colour and crash risk	PW
CH	bfu 2010a	bfu-Faktenblatt Nr. 04 – Elektrofahrräder (E-bikes)	Fahrrad
CH	bfu 2010b	bfu-Sicherheitsdossier Nr. 06 – Der Faktor Geschwindigkeit im motorisierten Strassenverkehr	PW
CH	bfu 2012a	bfu-Sicherheitsdossier Nr. 08 - Fahrradverkehr	Fahrrad
CH	bfu 2012b	Sicherheitsniveau und Unfallgeschehen im Strassenverkehr 2011 – Sinus-Report 2012	alle
D	DEKRA 2010	Verkehrssicherheitsreport Motorrad 2010	MR
D	GDV 2009	Untersuchung zur Verfügbarkeit von ESP in PKW 2009	PW
D	GDV 2012	SUV im Unfallgeschehen	PW
D	Gwehrenberger et al. 2004	Schwerstunfälle von Motorrädern – Analyse der Unfallstruktur und der Wirksamkeit von ABS	MR
D	VDA et al. 2012	Gemeinsamer Forschungsbericht zur Sicherheit von Kleintransportern	LI
EU	IMPROVER 2006	Impact on road safety due to the increasing of sports utility and multipurpose vehicles	PW
NL	Margaritis et al. 2005	An analysis of sport utility vehicles involved in road accidents	PW
SE	Folksam 2009	How safe is your car?	PW
SE	Strandroth und Rizzi 2009	In-depth analysis of accidents with heavy goods vehicles– Effects of measures promoting safe heavy goods traffic	SNF
USA	Ross und Wenzel 2002	An Analysis of Traffic Deaths by Vehicle Type and Model	PW

Bei der Literaturanalyse rund um den Einfluss der Fahrzeugeigenschaften auf das Unfallgeschehen fällt auf, dass sich verhältnismässig wenige schweizerische Publikationen finden lassen. Mit Ausnahme der bfu gibt es kaum öffentlich zugängliche Literatur zu diesem Teilaspekt der Unfallforschung. Zwar wird auch in der Schweiz bei privaten Institutionen - insbesondere den Versicherern – Unfallforschung zu den Fahrzeugen betrieben, die Erkenntnisse werden aber meist nicht veröffentlicht, anders als in Deutschland, wo die Versicherer gemeinsame Unfallforschung betreiben (namentlich unter dem Dach des

„Gesamtverbands der Deutschen Versicherungswirtschaft“ GDV).

Die wichtigsten Erkenntnisse der Literatursauswertung lassen sich nach Fahrzeugkategorien wie folgt zusammenfassen:

Personenwagen (PW)

- Einige Untersuchungen widmen sich der Rolle **der Marktsegmente** (insbesondere der sog. „Sports Utility Vehicles“ (**SUV**) im Unfallgeschehen:
 - Zunächst einmal steht dabei die Frage der Definition und Abgrenzung von SUV zu anderen Personenwagen zur Diskussion: Die Studien sind sich darüber einig, dass keine klare, einheitliche Definition für SUV existiert. Während vereinzelte Arbeiten klare Kriterien für die Abgrenzung beziehen (z.B. Fahrzeughöhe und/oder Bodenhöhe; IMPROVER 2006, GDV 2012), bleibt in den meisten Fällen die Segmentierung der Fahrzeuge (z.B. SUV, Vans, Mittelklasse, etc.) eine „black box“.
 - Die Insassen-Sicherheit im Zusammenhang mit dem Fahrzeugsegment wird nicht von allen Studien gleich beurteilt: Sowohl in Ross und Wenzel 2002 als auch in IMPROVER 2006 wird keine erhöhte Sicherheit für die Insassen von SUV festgestellt. Die sichersten Fahrzeugsegmente sind diejenigen der Luxusklasse und der Minivans. Gemäss GDV 2012 ist dagegen das Risiko, in einem SUV tödlich zu verunfallen, wesentlich geringer als bei einem normalen PW.
 - Einige sind sich die Studien grundsätzlich über das erhöhte Risiko von schweren Unfallfolgen für Unfallgegner von SUV bzw. generell von schweren Fahrzeugen (Margaritis et al. 2005). Insbesondere gilt dies für Motorräder, Fahrräder und Fussgänger.
- Weiterer Untersuchungsgegenstand in der Literatur ist der Einfluss von **Fahrer-Assistenzsystemen**, insbesondere ESP (Elektronisches-Stabilitäts-Programm). Der Nutzen dieser Systeme in der Unfallsicherheit ist wenig bestritten (z.B. GDV 2009; Folksam 2009 spricht beispielsweise von einer Halbierung der schweren und tödlichen Unfälle bei rutschigen Strassenverhältnissen).
- Eng mit der zunehmenden Verbreitung von Assistenzsystemen (ESP ist für ab 1.11.2011 neu zugelassene PW obligatorisch; EG 661/2009) verknüpft ist die Vermutung, dass **neue Fahrzeuge** im Unfallverhalten besser abschneiden als ältere (Folksam 2009, GDV 2009).
- Einige Untersuchungen widmen sich zudem dem Einfluss der **Fahrzeugfarbe** auf das Unfallgeschehen. Es werden Zusammenhänge festgestellt (z.B. Bartl und Hager 2006 – bei kleiner Stichprobe; Newstead und D'Elia 2007), wobei die Erkenntnisse intuitiv nachvollziehbar sind: Dunkle, schwach intensive Farben (schwarz, grau, blau, etc.) schneiden bezüglich Unfallrisiko schlechter ab.

Fahrräder (Velo)

In bfu 2012a werden die Risikofaktoren von Fahrradunfällen umfassend untersucht und bezüglich Fahrzeugeigenschaften folgende Schlüsse gezogen:

- **Mängel am Fahrrad**, z.B. bei Bremsen: weit verbreitet, aber geringe Sicherheitsrelevanz
- **Beleuchtung/Sichtbarkeit**: Mangelnde Beleuchtung ist zwar ein erhöhtes Sicherheitsrisiko, aber nur teilweise relevant (bei Fahrten in der Dämmerung/Dunkelheit). Die aufgrund der schmalen Silhouette generell schlechtere Sichtbarkeit der Fahrräder ist dagegen risikobestimmend zu allen Tageszeiten.
- **Fahrradtypen**: Die Datenlage zur Untersuchung unterschiedlicher Fahrradtypen ist schlecht. Vermutlich ist der Anteil von Selbstunfällen bei Rennvelos geringer und die Kollisionen von Mountainbikes mit anderen Velotypen sind seltener.
- **Elektrovelos**: Speziell untersucht wurde der Fahrradtyp „Elektrovelos“ oder „E-Bikes“ (bfu 2010a). Aufgrund der lückenhaften Datenlage können zurzeit lediglich vage Aussagen gemacht werden. Mit Verweis auf eine US-Studie wird die Vermutung geäußert, dass das Unfallrisiko von Elektrofahrrädern höher sein dürfte als dasjenige von konventionellen Fahrrädern, und dass die Unfälle aufgrund der höheren Geschwindigkeiten schwerer ausfallen dürften.

- Bezüglich der Unfallfolgen spielt insbesondere die Art der **Unfallgegner** (Fahrzeuge) eine grosse Rolle: steile, formaggressive Frontpartien bei PW führen bei Kollisionen zu schwereren Verletzungen bei Fahrradfahrern und Fussgängern.

Motorräder (MR)

- Das erhöhte Unfallrisiko bzw. die gravierenderen Folgen (aufgrund des fehlenden Schutzes durch eine Fahrgastzelle, etc.) von Motorrädern gegenüber anderen Verkehrsteilnehmern werden in verschiedenen ausgewerteten Studien festgehalten.
- Dem ABS („Antiblockiersystem“) für Motorräder wird eine positive Rolle in der Vermeidung von schweren Motorradunfällen zugeschrieben. Allerdings sind diese Systeme bei Motorrädern noch verhältnismässig wenig verbreitet, was u.a. an den im Vergleich zu den PW unterschiedlichen physikalischen Rahmenbedingungen (z.B. Kurvenlage bzw. Fahrt in Schräglage) liegt. Weitere Elemente der Fahrerassistenzsysteme sind bei Motorrädern erst in Entwicklung, beispielsweise Anti-Schlupf-Regelung oder vollwertige ESP, und werden in Zukunft den Weg in den Fahrzeugbestand finden.
- Bei den von Gwehrenberger et al. (2004) untersuchten Motorradunfällen dominieren bezüglich Unfallhäufigkeit die Sportmotorräder gefolgt von den Enduro-Maschinen. Die am häufigsten vertretenen Hubraumklassen sind die 500-750 ccm bzw. die Leistungsklassen zwischen 34-98 PS.

Weitere Fahrzeugkategorien

Zu den weiteren Fahrzeugkategorien (Lieferwagen, Busse, schwere Nutzfahrzeuge, etc.) finden sich nur vereinzelte Publikationen. Die wichtigsten Aussagen sind die folgenden:

- Strandroth und Rizzi 2009 untersuchten verschiedene Massnahmen an **schweren Nutzfahrzeugen** zur Erhöhung der Sicherheit. Das grösste Potential wird dabei dem „Lane departure warning“ oder LDW, dem ESP für Lastwagen und Assistenzsystemen, welche ungeschützte Strassenmitbenutzer (Velos, Fussgänger) automatisch entdecken, zugeschrieben.
- Ebenfalls sehr wirksam bei Frontkollisionen mit **schweren Nutzfahrzeugen** sind entsprechende Knautschzonen und Unterfahrschutzsysteme (Einrichtungen am Lastwagen, welche das Überfahren von kleineren Fahrzeugen verhindern sollen).
- Bei den **Lieferwagen** (oder Kleintransportern) wird darauf hingewiesen, dass sie sich bezüglich Unfallgeschehen grundsätzlich nicht wesentlich von demjenigen der PW unterscheiden. Bei der Kollision mit PW bzw. mit Fussgängern führen die Unterschiede in der Unfallkinematik (schwerere Fahrzeuge) zu schwereren Unfallfolgen für die Unfallgegner, siehe VDA et al. 2012.

3.5.2 Expertengespräche (Interviews)

Die Auswahl der Interviewpartner – in Absprache mit der Projektleitung – ist aus untenstehender Tabelle ersichtlich:

Abb. 3.12 Interviewpartner Expertengespräche TP3

Institution/Organisation	Interviewpartner	Funktion
AXA Winterthur	P. Reinhard	Abteilungsleiter Pricing
	P. Strauss	Abteilungsleiter Unfallanalyse
	Th. Eichholzer	Projektleiter, Abteilung Unfallforschung und Prävention
Kantonspolizei Bern	M. Brosi	Unfalltechnischer Dienst
TCS Schweiz	T. Keller	Abteilung Test und Technik
DTC Vauffelin	H. Reber	Bereichsleiter Unfallanalyse (Mitglied BK)
Strassenverkehrsamt Kt. St. Gallen	E. Peter	Leiter Unfallanalysen
ProVelo Schweiz	Ch. Merkli	Leiter ProVelo Schweiz

Die Zusammenfassung der wichtigsten in den Gesprächen geäusserten Aussagen (Hy-

pothesen, Vermutungen), wurden zusammengefasst und priorisiert, siehe Anhang II.1). Die Prioritäten bezüglich der vertieften Analyse in TP3 beziehen sich auf den Stellenwert der Aussagen aufgrund der Gespräche (Experteneinschätzung, Anzahl der Nennungen, etc.) bzw. der Einschätzung der Begleitkommission.

3.5.3 Hypothesen

Aus der Literaturanalyse und den Expertengesprächen lassen sich statistisch überprüfbare Aussagen (Hypothesen) ableiten, womit sich die in Kapitel 2.3 zusammengestellten Forschungsfragen operationalisieren lassen. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die im vorliegenden Forschungsprojekt im Fokus stehenden Hypothesen (weitere Aussagen sind im Anhang II einzusehen):

Abb. 3.13 Forschungshypothesen TP3

Hypothese	FzKat	Referenz
Unfallbeteiligung nach Fahrzeugkategorie		
Verschiedene Fahrzeugkategorien sind unterschiedlich häufig in Unfälle verwickelt	Alle	BK, DEKRA 2010
Elektrofahrräder sind mehr in Unfälle verwickelt und die Fahrer werden schwerer verletzt als bei herkömmlichen Fahrrädern	E-Bikes, Fahrräder	bfu 2010a, Experten
Motorräder sind häufiger an Unfällen beteiligt als andere Fahrzeugkategorien	MR	DEKRA 2010
Motorradfahrer werden bei Unfällen schwerer verletzt als Insassen anderer Fahrzeugkategorien	MR	DEKRA 2010
Fahrzeugähnliche Geräte (FäG) sind kaum ins Strassenunfallgeschehen verwickelt	FäG	Experten
Fragenkreis 1: Verursacher und Opfer		
Verschiedene Fahrzeugkategorien treten unterschiedlich häufig als Unfallverursacher auf	Alle	BK
Verschiedene Fahrzeugkategorien verursachen unterschiedlich schwere Unfälle	Alle	BK
Fahrräder treten häufiger als Opfer von Verkehrsunfällen auf als andere Fahrzeugkategorien	Fahrräder	bfu 2012a, Experten
Fragenkreis 2: Unfallursachen		
Unterschiedliche Unfallursachen kommen unterschiedlich häufig bei bestimmten Fahrzeugkategorien vor	Alle	BK
Fragenkreis 3: Fahrzeugeigenschaften		
Schwerere Fahrzeuge sind an Unfällen mit gravierenderen Folgen beteiligt	Alle	GDV 2012, Margaritis et al. 2005, Experten
Schwerere Fahrzeuge verursachen Unfälle mit gravierenderen Folgen		
Grössere Gewichtsunterschiede zwischen Unfallpartnern führen zu schwereren Unfällen	Alle	Experten
Schwere SNF (>12t, Sattel-/Lastenzüge, -schlepper) verursachen mehr und schwerere Unfälle als leichtere SNF	SNF	Experten
Neue Fahrzeuge verursachen weniger Unfälle	Alle	Folksam 2009, Experten
Neue Fahrzeuge schützen ihre Insassen besser		
Assistenzsysteme reduzieren Unfallzahlen, speziell bei glatten Strassenverhältnissen	Alle	Folksam 2009, Strandroth und Rizzi 2009, Experten
Risiko-Kompensation (risikoreicheres Fahren) kann Vorteil der Assistenzsysteme aufheben	Alle	Experten
Hochleistungsfahrzeuge (>0.1 kW/kg) verursachen mehr und schwerere Unfälle (betrifft PW, LI)	PW, LI	Experten
Leistungsstärkere Motorräder verursachen schwerere Unfälle	MR	Experten
SUV verursachen mehr und schwerere Unfälle als andere PW	PW	IMPROVER 2006, Experten
SUV verletzen Unfallgegner (insbesondere MR, Fussgänger, PW) schwerer bzw. töten sie häufiger als andere PW-Segmente	PW	IMPROVER 2006, Margaritis et al. 2005, Experten
SUV sind überschlagsgefährdeter (Selbstunfälle)		
SUV/Vans schützen ihre Insassen besser als andere Fahrzeugsegmente (besonders gegen SNF)	PW	GDV 2012, IMPROVER 2006
Marktsegmente der Motorräder (Roller, Chopper, Strassen-MR, Cross, Enduro, etc.) sind unterschiedlich am Unfallgeschehen beteiligt	MR	Gwehrenberger et al. 2004
Die Fahrzeugfarbe beeinflusst das Unfallgeschehen (günstige Farben: gelb, rot; ungünstig: hell- bis mittelgrün)	PW, LI	Bartl und Hager 2006, Walter et al. 2005
Helle Fahrzeuge sind weniger in Unfälle verwickelt (insbesondere bei Dämmerung und nachts)	PW, LI	Newstead und D'Elia 2007, Experten

3.6 Datenqualität

Im Rahmen des vorliegenden Forschungspakets wurde ein interner Synthesebericht über die Datenqualität erstellt (siehe Bodenmann et al. 2013). Die wichtigsten Erkenntnisse aus dem Synthesebericht sind hier zusammengefasst dargestellt.

Untersucht wurde die Datenqualität entlang der folgenden Aspekte (in Anlehnung an Bodenmann 2012 bzw. Eurostat 2003) :

- **Relevanz** der Daten bezüglich der Forschungsfragen und für weitere Nutzer (insbesondere für die 2. Phase des Forschungspakets)
- **Zugänglichkeit und Klarheit** der Daten im Rahmen des vorliegenden Forschungspakets
- **Kohärenz, Vergleichbarkeit, Vollständigkeit** der im Forschungspaket verwendeten Daten über Zeit und Raum
- **Genauigkeit**: Zuverlässigkeit und Zutreffen der verwendeten Angaben.
- **Aktualität und Pünktlichkeit** der Datenbereitstellung: ist im vorliegenden Kontext weniger relevant, da die untersuchten Datensätze aus den Jahren 2011 und 2012 stammen und als nicht-öffentliche Daten für das vorliegende Projekt z.T. speziell zur Verfügung gestellt worden sind.

In nachfolgender Darstellung sind die verschiedenen Aspekte der Datenqualität entlang der in TP3 untersuchten Variablen zusammengefasst. Für die Begründungen der Bewertungen ist auf den Synthesebericht zur Datenqualität (Bodenmann et al. 2013) verwiesen:

Variable	Einheit	Datensatz	Relevanz	Vollständigkeit	Plausibilität
Fahrzeugkategorie	-	VU, MOFIS, VU_MOFIS			
Fahrzeugart	-	MOFIS, VU_MOFIS			
Gesamtgewicht	kg	MOFIS, VU_MOFIS			
Leergewicht	kg	MOFIS, VU_MOFIS			
Leistung	kW/100	MOFIS, VU_MOFIS			
Karosserieform	-	MOFIS, VU_MOFIS			
Farbcode	-	MOFIS, VU_MOFIS			
Treibstoff	-	MOFIS, VU_MOFIS			
Antrieb	-	MOFIS, VU_MOFIS			
Alter	Jahre	MOFIS, VU_MOFIS			
ABS/ESP	Ja/Nein	VU			
Segment ¹⁾	-	eurotax			
Sonderausstattung ¹⁾	-	eurotax			
Anzahl Unfälle	Anzahl	VU			
Unfallschwere_a2	-	VU (agg. durch TP1)			
Unfallursache_a2	-	VU (agg. durch TP1)			
Hauptverursacher	Ja/Nein	VU			
Fahrzeugkilometer (Mfz) ²⁾	km/Jahr	VU_MOFIS			
Fahrzeugkilometer (Mfz) ³⁾	km/Jahr	BFS, BAFU			
Fahrzeugkilometer (Nicht-Mfz) ³⁾	km/Jahr	Mikrozensus Mobilität			
Fahrzeugbestand (Nicht-Mfz) ³⁾	Anzahl	Mikrozensus Mobilität			

¹⁾ Aggregiert nach Fahrzeugtyp

²⁾ Stichprobe von ca. 1/5 der an Unfällen beteiligten Fahrzeuge

³⁾ Aggregiert nach Fahrzeugkategorie

	= uneingeschränkte Relevanz/Vollständigkeit/Plausibilität
	= leichte Einschränkungen
	= mittlere Einschränkungen
	= schwere Einschränkungen (Brauchbarkeit in Frage gestellt)
	= Abhängige (Ziel-)Variable
	= Relevanz als kategorisierende Variable oder zur Bestimmung der Exposition

Abb. 3.14 Übersicht Datenqualität der untersuchten Variablen (Begründungen zu den Einschätzungen siehe Bodenmann et al. 2013).

Grundsätzlich darf die Datenqualität der in TP3 verwendeten Daten als gut bezeichnet werden. Einschränkungen sind allerdings vorhanden.

Positive Aspekte

- Vollerhebung (quasi) für die Jahre 2011-2012 der polizeilich gemeldeten Unfälle.
- Die meisten Hypothesen können mit den vorliegenden Variablen geprüft werden.
- Hohe Vollständigkeit der vorhandenen Variablen.
- Hohe Plausibilität der vorhandenen Angaben (wenig Widersprüche unter den verschiedenen Datenquellen).
- In VU und MOFIS fehlende Angaben können durch weitere Datenquellen wie TARGA, Eurotax, etc. ergänzt werden (z.B. Fahrleistungen, ESP, Marktsegmente).
- VU und MOFIS decken dieselben Zeitstände ab (zeitliche Konsistenz).

Einschränkungen

- "Dunkelziffer": Nicht-gemeldete Unfälle (insbesondere Selbstunfälle im Langsamverkehr) sind in den Daten nicht enthalten.
- Ausländische Motorfahrzeuge fehlen in MOFIS (nur in der Schweiz registrierte Fahrzeuge).
- Für den Langsamverkehr sind deutlich weniger relevante Daten zum Thema "Fahrzeugeigenschaften" vorhanden.
- Fahrleistungs- und Langsamverkehrsdaten (Bundesdaten) lassen sich nur auf aggregierter Ebene mit den Unfall- und Motorfahrzeugdaten verknüpfen; Angaben zu den Einzelfahrzeugen fehlen.

4 Methodik

4.1 Untersuchungsgrössen

Folgende Untersuchungsgrössen werden verwendet, um die Einflüsse von Fahrzeugeigenschaften auf das Unfallgeschehen zu beschreiben:

Unfallrate und Unfallrisiko

Die Unfallrate ist die Unfallhäufigkeit einer gegebenen Gruppe von Verkehrsteilnehmern bezogen auf eine Bezugsgrösse der Exposition (z.B. 1'000 Fahrzeuge im Bestand, 100'000 Fahrzeugkilometer). Das Unfallrisiko ist definiert – in Anlehnung an die im Teilprojekt 1 (TP1) des vorliegenden Forschungspakets vorgeschlagene Methodik (ihrerseits basierend auf Casutt et al. 2013) – als Quotient der Unfallrate einer bestimmten Teilpopulation und der Unfallrate der Gesamtpopulation oder der „erwarteten“ Unfallrate, d.h.

$$\text{Unfallrate } X_j = \frac{U_j}{B_j \cdot F_j} \cdot a$$

$$\text{Unfallrisiko } R_j = \frac{X_j}{\sum_{j=1}^J X_j}$$

U_j = Anzahl Unfälle mit Fahrzeugen der Teilmenge j (z.B. PW, schwere PW, etc)

B_j = Fahrzeugbestand der Teilmenge j

F_j = Spezifische Fahrleistung eines Fahrzeugs der Teilpopulation j , z.B. in $\left[\frac{\text{km}}{\text{Jahr}}\right]$

a = Normfaktor (z.B. 100'000) bei Bezug auf 100'000 Fzg km

In dieser Form wird die Unfallrate „fahrleistungskorrigiert“, d.h. als Exposition gehen die jährlichen Fahrleistungen aller Fahrzeuge (= Fahrzeugbestand * spezifische Fahrleistung) der betrachteten Fahrzeuggruppe ein. Durch die Expositions Korrektur wird die Unfallrate aussagekräftiger als die reine Unfallhäufigkeit; allerdings steigt der Datenbedarf, da neben den Unfallzahlen auch Fahrzeugbestände und ihre spezifischen Fahrleistungen benötigt werden (siehe Kapitel 3.4.2).

Neben der Fahrleistung könnte auch nur der Bestand oder gar die Aufenthaltsdauer im Verkehr als Grösse zur Expositions Korrektur verwendet werden. Die Expositions Korrektur anhand des Bestandes alleine benötigt am wenigsten Daten, kann jedoch zu Fehlschlüssen führen, wenn Gruppen mit stark unterschiedlichen Fahrleistungen verglichen werden. Die Aufenthaltsdauer im Verkehr auf der anderen Seite bedingt zusätzlich zu Bestandes- und Fahrleistungsdaten auch Angaben zur Durchschnittsgeschwindigkeit; dies wird in der vorliegenden Forschungsarbeit nicht umgesetzt.

Im vorliegenden Projekt werden daher für die Berechnung der Unfallrate folgende Daten verwendet:

- Wo Vergleiche auf der Ebene der Fahrzeugkategorien angestellt werden und alle Kategorien, auch der Langsamverkehr, mit einbezogen werden, werden die Bestände und Fahrleistungsdaten aus dem Jahr 2010 verwendet, da für dieses Jahr mit dem Mikrozensus Mobilität und Verkehr (BFS 2012) Daten für den Langsamverkehr vorhanden sind und es für den Vergleich der Fahrzeugkategorien untereinander entscheidend ist, dass Werte aus dem gleichen Jahr verwendet werden. Für die Motorfahrzeuge werden die Fahrleistungsstatistiken des BfS pro Fahrzeugkategorie verwendet (BFS 2010). Dies betrifft die Resultate in den Kapiteln 5.1 bis 5.3. Die entsprechenden Eckwerte können in im Anhang III.1 eingesehen werden.
- Wo Vergleiche nach Eigenschaften von Motorfahrzeugen wie Gewicht, Alter, Marktsegment etc. angestellt werden, werden die Bestände aus MOFIS 2011/2012 und die Fahrleistungen der Jahre 2011 und 2012 aus dem Handbuch für Emissionsfaktoren

(BAFU 2010) verwendet. Letztere sind nach Grössenklassen und Alter differenziert (s. Anhang III.1).

Unfallsschwere

Die zweite Betrachtungsweise widmet sich den Unfallfolgen bzw. der Schwere der Unfälle als Zielgrösse. Massgebend dazu ist die von Teilprojekt 5 (TP5) erarbeitete Kategorisierung der Unfallfolgen, die auf einer Auswertung der Spitalakten beruht und somit wesentlich zuverlässigere Angaben über die tatsächlichen Unfallfolgen gibt als das VU. Diese Angaben stehen allerdings nur für das Jahr 2011 zur Verfügung. Analysen über die Unfallsschwere beziehen sich demnach ausschliesslich auf diese Zeitperiode. Datentechnisch ist diese Sichtweise weniger komplex als das Unfallrisiko, da sämtliche notwendigen Daten in VU/MOFIS vorhanden sind und keine Expositionskorrekturen vorgenommen werden müssen.

4.2 Analyseverfahren

Stichproben

Für die vorliegenden Auswertungen wurden grundsätzlich folgende Stichproben verwendet (vgl. Abb. 3.7):

- Wo Vergleiche auf der Ebene der Fahrzeugkategorien angestellt werden und alle Kategorien, auch der Langsamverkehr, mit einbezogen werden, werden alle Unfalldaten verwendet, da die entsprechenden Analysen keine Verknüpfung mit MOFIS bedingen. Die einzige benötigte Fahrzeugeigenschaft (Fahrzeugkategorie) ist im VU vorhanden. Dies betrifft v.a. die Resultate in den Kapiteln 5.1 bis 5.3. Diese Stichprobe umfasst 180'465 Unfallfahrzeuge und Fussgänger, sowie den Gesamtbestand der Fahrzeuge.
- Analysen von Fahrzeugeigenschaften, die über die Fahrzeugkategorie hinausgehen, sind nur für Motorfahrzeuge möglich, deren Einträge im Unfallregister (VU) mit dem Motorfahrzeugregister (MOFIS) zweifelsfrei verknüpfbar sind. Diese Stichprobe umfasst 128'526 Fahrzeuge. Da diese Stichprobe einer Teilmenge aller Unfallfahrzeuge entspricht, kann sie nicht mit dem Gesamtbestand der Motorfahrzeuge verglichen werden, sonst würde eine niedrigere Unfallrate resultieren als aus der Stichprobe aller Unfallfahrzeuge. Daher wird der Bestand an Motorfahrzeugen auf Ebene Fahrzeugkategorie mit dem Faktor korrigiert, welcher dem Anteil der Unfallfahrzeuge in dieser Stichprobe an allen Unfallfahrzeugen entspricht.
- Wo nach Unfallsschwere ausgewertet wird, stehen für das Jahr 2011 (2012 wurde noch nicht bearbeitet) vom TP5 erarbeitete Daten aus Auswertungen der Spitalakten zur Verfügung. Die entsprechenden VU-Daten (inkl. diejenigen, welche nicht mit MOFIS verknüpft sind) umfassen 82'260 Fahrzeuge und Fussgänger. Die mit MOFIS zweifelsfrei verknüpfbaren Motorfahrzeug-Einträge mit gültiger Unfallsschwere umfassen 62'145 Fahrzeuge.

Für spezielle Fragestellungen kommen z.T. weiter eingeschränkte Stichproben zum Einsatz. So werden für die Prüfung der Hypothesen zur Verletzungsschwere der Unfallgegner von SUV nur Daten von Fahrzeugen, welche mit SUV kollidiert sind, verwendet. Für die Prüfung der Hypothesen zu Assistenzsystemen werden nur Fahrzeuge eines bestimmten Alters verwendet, um den Effekt des ESP vom Effekt des Alters auf die Unfallrate zu isolieren. Für die Überprüfung von Aussagen zu Unfallgegnern können nur Unfälle mit maximal zwei beteiligten Parteien einbezogen werden, da nur so aus den Daten sicher hervorgeht, dass diese beiden Fahrzeuge tatsächlich miteinander kollidierten (bei Unfällen mit drei oder mehr Beteiligten kann es sein, dass ein Fahrzeug nicht mit allen anderen beteiligten Fahrzeugen physischen Kontakt hatte).

Deskriptive Statistik

In der vorliegenden Untersuchung liefert die deskriptive Statistik Aussagen zu den folgenden Zielgrössen:

- Anzahl Unfallfahrzeuge
- Anzahl Unfälle

- Anzahl Fahrzeuge im Gesamtbestand
- Unfallrate

Diese Zielgrössen können für alle Stichproben aus VU ermittelt werden, differenziert nach Fahrzeugeigenschaften (Fahrzeugkategorie, Gewicht, Alter, ESP-Ausstattung, etc.) sowie nach zusätzlichen Merkmalen aus VU (Unfallschwere, Verursacher/Opfer, Unfallursache, Verletzungsschwere Fahrzeuginsassen, Jahr, Anzahl beteiligte Parteien).

Metrische Variablen werden anhand ihrer Lage- und Streuungsmasse beschrieben und auf Normalverteilung getestet. Keine der metrisch skalierten Eigenschaften ist normal verteilt (siehe Anhang III.5).

Da sich durch die Kombination von Zielgrössen, Stichproben, Fahrzeugeigenschaften und Merkmalen eine Vielzahl (mehrere Hundert) von möglichen Kombinationen ergeben, fokussiert der vorliegende Bericht auf Auswertungen, welche die Forschungshypothesen (Abb. 3.13) untermauern.

Hypothesentests

Die Forschungsfragen bzw. die in Kapitel 3.5.3 formulierten Hypothesen werden mit dem vorhandenen Datenmaterial mittels nichtparametrischer statistischer Tests (geeignet für nicht-normalverteilte, nicht-metrische Daten) auf Zutreffen und Signifikanz geprüft:

- Bei Tests mit Zielgrösse Unfallhäufigkeit wird der Chi-Quadrat-Test angewendet, wobei für jede Gruppe die beobachtete Unfallhäufigkeit der erwarteten Unfallhäufigkeit gegenübergestellt wird, die sich ergeben würde, wenn alle Gruppen die gleiche Unfallrate aufwiesen. Liegt die Chi-Quadrat-Testgrösse unter dem kritischen Wert für die entsprechenden Freiheitsgrade und das Signifikanzniveau $\alpha = 5\%$, weicht die beobachtete Verteilung signifikant von der erwarteten ab.
- Bei Tests mit Zielgrösse Unfallschwere werden Tests angewandt, welche ihre Teststatistiken auf die Rangreihenfolge der Unfallschwere gründen. Dies sind für den Vergleich von zwei Gruppen der Mann-Whitney-U-Test, für den Vergleich von mehr als zwei Gruppen der Kruskal-Wallis-Test, sowie für das Erkennen geordneter Zusammenhänge („je mehr, desto...“) die Rangkorrelation nach Spearman.

Zusätzlich zu diesen univariaten Tests werden auch die multivariaten Modelle zur Hypothesenprüfung herangezogen:

Multivariate Modelle

Die multivariaten Analysen in der vorliegenden Forschungsarbeit dienen dazu, a) das Erklärungspotenzial der Fahrzeugeigenschaften insgesamt auf das Unfallgeschehen, b) die Gewichtung der Einflussfaktoren gegeneinander abschätzen, und c) die Forschungshypothesen bei gleichzeitigem Einbezug mehrerer Einflussfaktoren zu überprüfen.

Für die Zielgrösse (abhängige Variable) **Unfallhäufigkeit bzw. Unfallwahrscheinlichkeit** kommt die **binäre logistische Regression** zur Anwendung (s. z. B. Bahrenberg et al. 2008). Die Inputdaten umfassen alle Fahrzeuge im Gesamtbestand. Die Fahrzeugeigenschaften werden als erklärende Variablen verwendet; die Variable „Unfall (Ja=1/Nein=0)“ ist die abhängige Variable.

Zwischen den Unfallfahrzeugen und dem Gesamtbestand muss eine Zuordnung (oder ein "Matching") durchgeführt werden, da von den Fahrzeugen in MOFIS keine Information existiert, welche Fahrzeuge an einem Unfall beteiligt waren. Dafür werden Unfallfahrzeuge und Gesamtbestand nach den erklärenden Variablen (Gewicht, Alter, Vorhandensein von ESP, Leistungsgewicht, Marktsegment, Farbe, sowie jährliche Fahrleistung) aggregiert, und die jeweilige Anzahl Fahrzeuge mit einer identischen Kombination von Eigenschaften ermittelt. Die aggregierten Unfallfahrzeuge werden anschliessend mit dem aggregierten Bestand verknüpft ("Matching"). Die Anzahl Fahrzeuge, die in keinen Unfall verwickelt waren, ergibt sich aus der Differenz des Bestandes und der Unfallfahrzeuge in der jeweiligen Klasse. Folgende Einschränkungen sind zu beachten:

- Die zur Verfügung stehenden Daten stammen aus zwei unterschiedlichen MOFIS-Auszügen stammen (die Gesamtbestände entsprechen Standardauszügen, welche

jeden 31. September erstellt werden und enthalten nicht die gleiche Variablenauswahl wie der Datensatz VU_MOFIS). Dies führt zu Unschärfen in den mit den Fahrzeugen assoziierten Eigenschaften. So ist beispielsweise das Leergewicht in VU_MOFIS explizit ausgewiesen, während es im MOFIS-Standardauszug aus Gesamtgewicht und Nutzlast berechnet wird. Vollständigkeit und die Werte können sich zwischen den beiden Datenquellen unterscheiden. Weiter konnten Eigenschaften wie Marktsegment oder die ESP-Ausstattung im Unfalldatensatz einem höheren Anteil von Fahrzeugen zugewiesen werden als im Gesamtbestand. Soweit möglich wurden mittels Aggregation von Klassen Unschärfen in der Zuordnung umgangen. Trotzdem konnten einige Unfallfahrzeuge nicht mit dem Bestand "gematcht" werden.

- Nicht mit entsprechenden Fahrzeugen aus MOFIS verknüpfbare Unfallfahrzeuge wurden ausgeschlossen. Umgekehrt kann für Fahrzeuge in MOFIS ohne Entsprechung in VU nicht ermittelt werden, ob kein Unfallfahrzeug mit denselben Eigenschaften existiert, oder ob aufgrund der oben erwähnten Unschärfen keines verknüpft werden kann. Um eine Überschätzung der Nicht-Unfallfahrzeuge zu vermeiden, wird deswegen angenommen, dass der Anteil unverknüpfbarer Fahrzeuge im Bestand pro Fahrzeugkategorie gleich hoch liegt wie der Anteil unverknüpfbarer Unfallfahrzeuge, und nur der entsprechende Anteil der Anzahl unverknüpfbarer Fahrzeuge im Bestand berücksichtigt.

Die Anteile der Unfallfahrzeuge sowie des Bestandes jeder Fahrzeugkategorie, die als Inputdaten der binären logistischen Modelle eingingen, ist im Anhang in Abb. III.79 einsehbar.

Binäre logistische Modelle werden für alle Fahrzeuge zusammen sowie für jede Fahrzeugkategorie einzeln berechnet. Die erklärenden Variablen umfassen jeweils alle Eigenschaften, die für die eingehenden Fahrzeuge vorhanden sind (ESP und Marktsegment gehen daher nur ins PW-Modell ein). Dabei wird nach der Methode der Vorwärtseingabe vorgegangen, bei der am Anfang ein Modell mit nur einer Konstante gebildet wird und in jedem darauffolgenden Schritt die jeweils signifikanteste Erklärungsvariable hinzugefügt wird, bis sich keine signifikanten Verbesserungen des Modells mehr ergeben.

Die Interpretation der Modelle schenkt zwei Ergebnissen besondere Aufmerksamkeit:

- Das Pseudo- r^2 nach Nagelkerke nimmt Werte zwischen 0 und 1 an – ähnlich wie das Bestimmtheitsmass (r^2) einer linearen Regressionsgleichung – und gibt daher einen Anhaltspunkt zum Erklärungsgehalt eines Modells. Ausserdem kann durch den Anstieg des Pseudo- r^2 nach jedem Modellschritt, in dem eine weitere Variable hinzugenommen wird, der zusätzliche Erklärungsgehalt dieser Variable abgeschätzt werden.
- Die Odds Ratio („Chancenverhältnis“) jeder Variable besagt, um welchen Faktor die Chance, in einen Unfall verwickelt zu werden, zu- oder abnimmt, wenn die entsprechende Variable um eine Einheit zu- oder abnimmt. Hier ist zu beachten, dass „Chance“ nicht ganz das Gleiche bedeutet wie Wahrscheinlichkeit: Eine Chance von 1 zu 4 entspricht beispielsweise einer Wahrscheinlichkeit von 1/5 (0.2).

Für die Zielgrösse (abhängige Variable) **Unfallschwere** kommt die **ordinale logistische Regression** zur Anwendung (s. Bahrenberg et al. 2008). Da in diese Analyse nur die Unfalldaten (mit gültigen Unfallschwere-Angaben des TP5) eingehen, tritt das Problem des Matchings hier nicht auf. Auch hier wird je ein Modell pro Fahrzeugkategorie sowie ein Gesamtmodell für alle Fahrzeugkategorie berechnet. Die Interpretation der Outputs geschieht ebenfalls gleich wie bei den Modellen der Unfallwahrscheinlichkeit u.a. auf Basis des Pseudo- r^2 nach Nagelkerke und der Odds Ratio.

5 Resultate

5.1 Unfallbeteiligung nach Fahrzeugkategorien

Unfallhäufigkeit

In den Jahren 2011 und 2012 wurden in der Schweiz 108'440 Unfälle gemeldet. In diese waren 180'465 Fahrzeuge (90'902 im Jahr 2011, 89'563 im Jahr 2012) und Fussgänger involviert.

Innerhalb der Fahrzeugkategorien sind die PW gesehen an den meisten Unfällen beteiligt (71% der Unfallfahrzeuge), gefolgt von Motorrädern mit 7% und Lieferwagen mit 5% (Abb. 5.15).

Die Gesamtzahl der an Unfällen beteiligten Fahrzeuge und Fussgänger hat in den beiden Jahren um 1% abgenommen; diese Entwicklung reiht sich in den Trend der letzten Jahre mit stetig leicht sinkenden Unfallzahlen bei steigendem Bestand und Fahrleistungen (BFS 2013) ein. Während die Unfallbeteiligung von PW und Motorrädern, die den Hauptanteil ausmachen, zurückging, gibt es auch Fahrzeugkategorien mit steigender Unfallbeteiligung – es fallen vor allem die E-Bikes mit 28% mehr Unfallfahrzeugen im Jahr 2012 als im Jahr 2011 auf (siehe Anhang III.2).

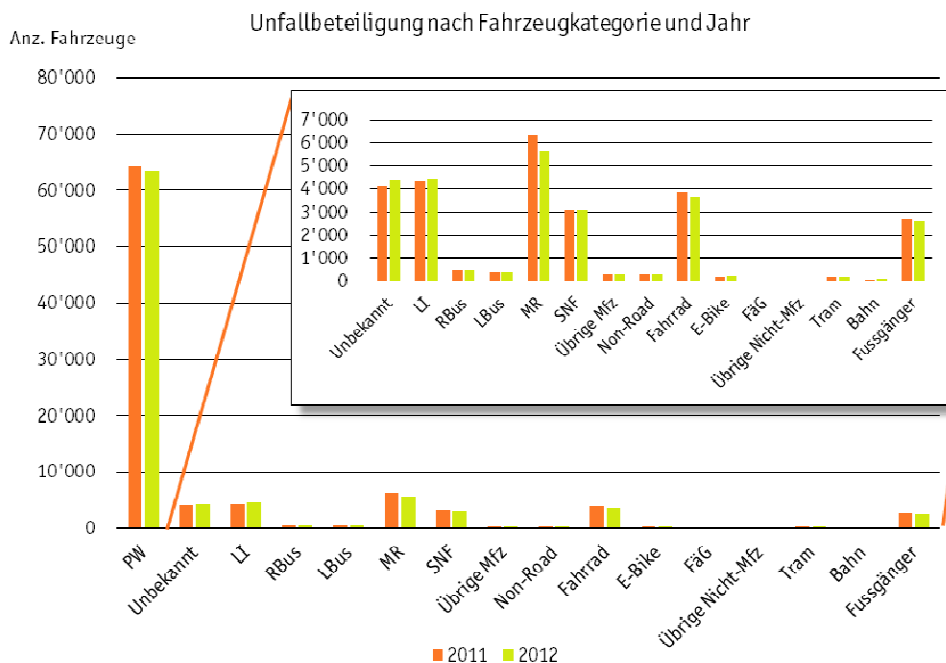


Abb. 5.15 Unfallbeteiligung nach Fahrzeugkategorie und Jahr, 2011-2012.

Unfallrate (Unfallhäufigkeit gemessen an Exposition)

Berücksichtigt man die Exposition in Form von Bestand und Fahrleistungen, so liegt die Unfallrate aller Verkehrsteilnehmer 2011-2012 im Durchschnitt bei 0.12 Unfällen pro 100'000 Fzkm. Dabei ist zu beachten, dass die Unfallrate nicht für alle Fahrzeugkategorien berechnet werden kann – für gewisse Kategorien wie Non-Road-Maschinen (Baumaschinen, landwirtschaftliche Fahrzeuge), fahrzeugähnliche Geräte (FäG), „übrige Motorfahrzeuge“ und Unfallteilnehmer mit unbekannter Kategorie liegen keine Bestandes- und/oder keine Fahrleistungsdaten vor. Da die Unfallbeteiligung dieser Kategorien aber sehr niedrig ist, verfälscht dies die gesamte Unfallrate kaum (vgl. Abb. 5.15 und

Abb. 5.16).

Unterschiedliche Fahrzeugkategorien sind unterschiedlich häufig an Unfällen beteiligt – die Unfallraten unterscheiden sich signifikant (Chi-Quadrat-Test, siehe Anhang III.2).

PW liegen leicht unter der durchschnittlichen Unfallrate, während Liefer- und Lastwagen leicht darüber liegen. Bahn und Fussgänger liegen deutlich unter der durchschnittlichen Unfallrate (Abb. 5.16 und Anhang III.2).

Ein Mehrfaches der durchschnittlichen Unfallrate weisen Motorräder, Reisebusse und Fahrräder auf. Die höchste Unfallrate haben Tram und E-Bike. Bei den Trams kann die hohe Unfallrate mindestens teilweise mit dem dichten Stadtverkehr mit zahlreichen Verkehrsteilnehmern, in welchem sich Trams üblicherweise bewegen, erklärt werden. Ausserdem muss berücksichtigt werden, dass die Unfallrate nur eine Aussage zur Anzahl Unfälle bezogen auf das Fahrzeug, aber keine Aussage zur Anzahl transportierter respektive verletzter Passagiere.

Für E-Bikes und konventioneller Fahrräder wurden in der Berechnung dieselben jährlichen Fahrleistungen unterstellt. Allenfalls sind die Fahrleistungen der E-Bikes tatsächlich höher als diejenigen der konventionellen Fahrräder, da mit E-Bikes pro Weg tendenziell weitere Distanzen gefahren werden (allerdings werden sie möglicherweise weniger genutzt, z.B. nur für Freizeitfahrten). Aber selbst bei einer Verdoppelung der Fahrleistung haben E-Bikes eine signifikant höhere Unfallrate als herkömmliche Fahrräder (Chi-Quadrat-Test, s. Abb. III.17 im Anhang). Der erste Teil der eingangs erwähnten Hypothese, wonach E-Bikes mehr in Unfälle verwickelt sind als herkömmliche Fahrräder, muss daher angenommen werden.

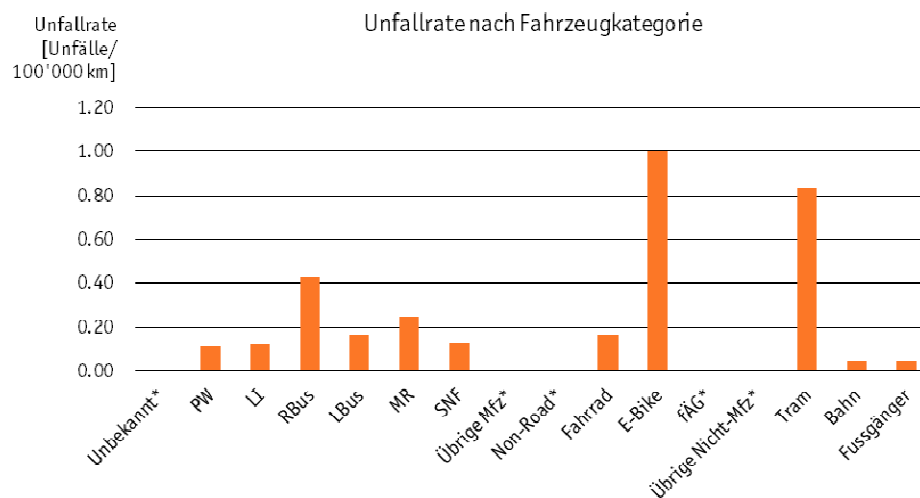


Abb. 5.16 Unfallrate nach Fahrzeugkategorie, 2011-2012. Für die mit Stern (*) bezeichneten Fahrzeugkategorien kann die Unfallrate nicht berechnet werden, da Angaben zu Bestand und/oder Fahrleistungen fehlen.

Unfallschwere

Im Jahr 2011, für das Angaben über Verletzungsfolgen aus den Spitälern vorliegen, blieben 62% der Unfälle ohne Verletzungsfolgen, 30% hatten leichte Verletzungsfolgen und 8% schwere Verletzungsfolgen (inkl. Getötete). Prozentual meisten in schwere Unfälle verwickelt waren E-Bikes, Fussgänger, Fahrräder und Motorräder (Abb. 5.17).

Das Fehlen einer schützenden Fahrzeugkabine bei Langsamverkehrsteilnehmern liefert Erklärungsansätze für diesen Befund. Diese Vermutung wird bestätigt durch die Anteile der schwersten Verletzungsfolgen der jeweiligen Fahrzeuginsassen (Abb. 5.18): Auch

hier weisen E-Bikes, Fussgänger, Fahrräder und Motorräder die höchsten Anteile von leichten und schweren Verletzungsfolgen auf, während bei den Fahrzeugkategorien mit Kabine der Anteil von Fahrzeuginsassen mit Verletzungsfolgen niedriger ist als der Anteil Beteiligung an Unfällen mit Verletzungsfolgen (die Differenz besteht aus den Unfällen, bei denen die schwersten Verletzungsfolgen bei den Unfallgegnern der jeweiligen Fahrzeugkategorie auftraten). Am besten geschützt bei Strassenverkehrsunfällen sind Insassen von Zügen (allerdings 2011 nur 90 Unfälle im Strassenverkehr) und schweren Nutzfahrzeugen (SNF). Bei Trams und Zügen befinden sich wahrscheinlich oft zusätzliche unverletzte Personen im Fahrzeug, die nicht erfasst werden – sei dies, weil sie bis zum Zeitpunkt der Erfassung die Unfallstelle bereits verlassen haben, oder weil die Instruktionen zum Unfallprotokoll deren Erfassung nicht explizit vorschreiben. Eine Überschlagsrechnung ergibt: bei einer durchschnittlichen Besetzung eines Trams in der Schweiz von rund 35 Personen und der Annahme, dass pro Tram und Unfall eine Person verletzt wurde, so blieben 99% der Passagiere von in Unfälle verwickelten Trams im Untersuchungszeitraum ohne Verletzungsfolgen.

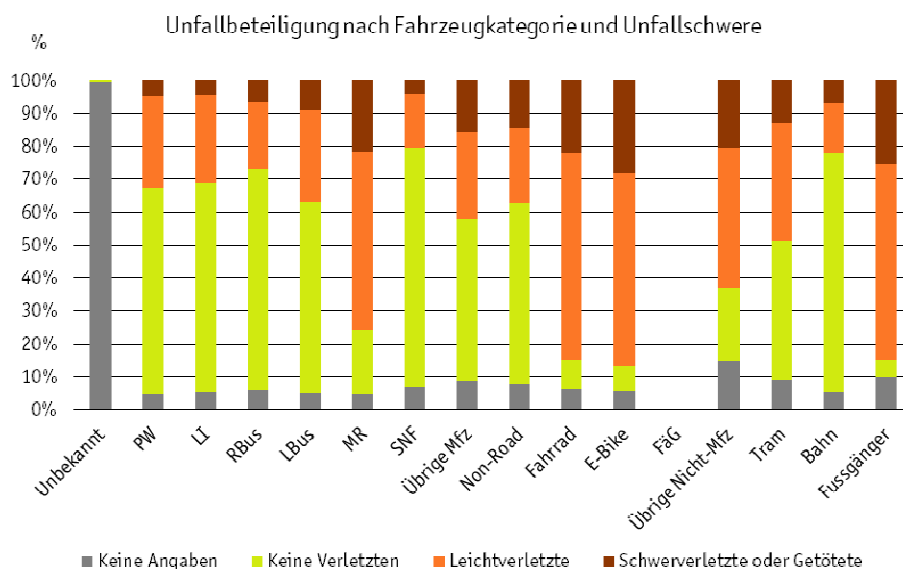


Abb. 5.17 Unfallbeteiligung nach Fahrzeugkategorie und Unfallschwere (Jahr 2011).

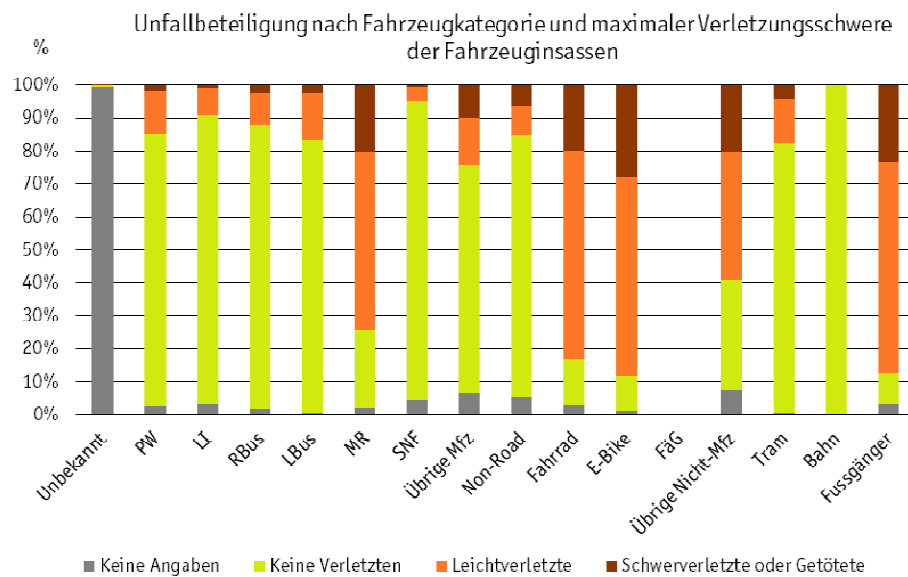


Abb. 5.18 Unfallbeteiligung nach Fahrzeugkategorie und Verletzungsschwere der Fahrzeuginsassen (Jahr 2011).

5.2 Unfallverursacher und –opfer

Unfallhäufigkeit

In absoluten Zahlen verursachen PW die meisten Unfälle, gefolgt von Motorrädern und Lieferwagen – also die gleiche Rangreihenfolge bei den Top 3 wie bei Unfallbeteiligung (Abb. 5.19). Bei den Opfern liegen absolut gesehen ebenfalls die PW vorne, gefolgt von Motorrädern und Fahrrädern.

Das Verhältnis Verursacher zu Opfer pro Fahrzeugkategorie ist bei der Kategorie „unbekannt“ am höchsten (Abb. 5.20). Hier handelt es sich v.a. um Fälle von Fahrerflucht. Weiter sind die eher ausgefallenen Fahrzeugkategorien anteilmässig oft Verursacher (Non-Road-Maschinen, übrige Motorfahrzeuge und übrige Nicht-Motorfahrzeuge, in 65% bis 69% der Fälle Verursacher). Von den gängigen Fahrzeugkategorien sind Lieferwagen (66%), schwere Nutzfahrzeuge (63%) sowie PW (60%) anteilmässig am häufigsten Verursacher. Fahrrad und E-Bike sind in 52% respektive 53% der Fälle Verursacher. Öfter Opfer als Verursacher sind Fussgänger (Verursacher in 27% der Fälle), Tram und Bahn (Verursacheranteil 8% respektive 1% - haben meist Vortritt, wo sie mit dem Strassenverkehr in Berührung kommen), sowie Reise- und Linienbusse (Verursacheranteil 45% respektive 31%).

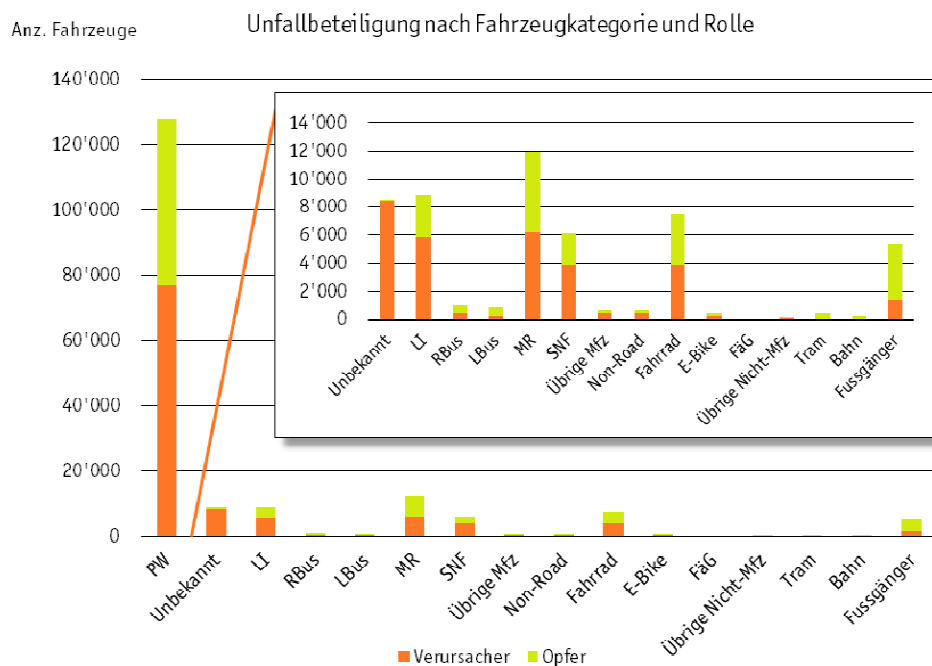


Abb. 5.19 Unfallbeteiligung nach Fahrzeugkategorie und Rolle (Verursacher/Opfer) ausgedrückt als Anzahl beteiligter Fahrzeuge.

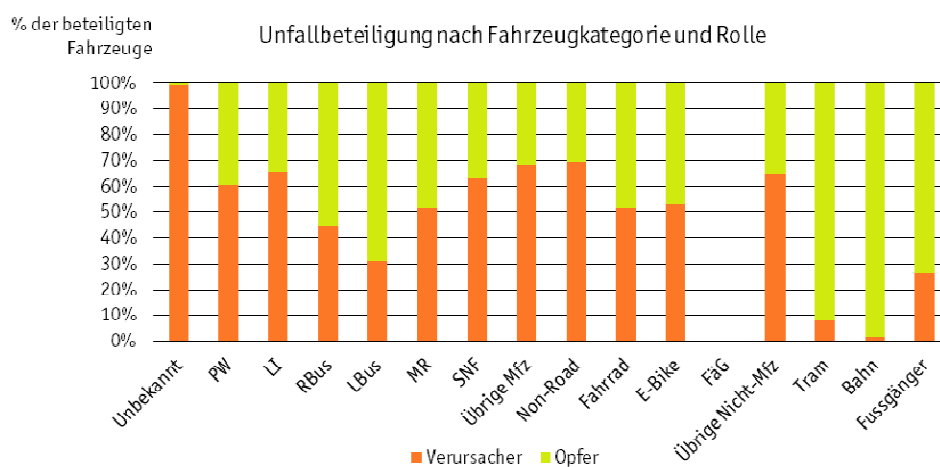


Abb. 5.20 Unfallbeteiligung nach Fahrzeugkategorie und Rolle (Verursacher/Opfer) in Prozent der beteiligten Fahrzeuge.

Unfallrate

Bei den Unfallraten als Verursacher unterscheiden sich die Fahrzeugkategorien ebenfalls signifikant (Chi-Quadrat-Test: Abb. I.21 im Anhang).

Die weitaus höchste Unfallrate als Verursacher weisen die E-Bikes auf mit 0.53 verursachten Unfällen auf 100'000 km (Abb. 5.22). Wiederum ist diese Zahl mit Vorsicht zu geniessen, da die Fahrleistung von E-Bikes und Fahrrädern nicht gesondert erhoben werden. Ebenfalls hohe Unfallraten als Verursacher zeigen die Reisebusse und die Motorräder (Abb. 5.22).

Die höchsten Unfallraten haben Tram, E-Bike und Linienbusse – wiederum mit den bereits weiter oben erwähnten Vorbehalten (E-Bike: in Realität ggf. höhere Fahrleistung, Trams/Busse: Risiko bezogen auf Fzkm und nicht Pkm; Abb. 5.23).

Die Hypothese, wonach Fahrradfahrer öfter als Opfer von Unfällen auftreten als der Durchschnitt der anderen Verkehrsteilnehmer, kann ebenfalls angenommen werden – sie werden signifikant öfter Unfallopfer, als dies der Fall sein müsste, wenn alle Fahrzeugkategorien gemessen an Bestand und Fahrleistung gleich oft Unfallopfer würden (Chi-Quadrat-Test, siehe Anhang III.3). Auf den ersten Blick scheint dies ein Widerspruch zu Abb. 5.23 zu sein, da es diverse Fahrzeugkategorien gibt, welche noch öfter pro 100'000 km Unfallopfer werden – der Durchschnitt aller Nicht-Fahrrad-Kategorien wird jedoch von den PW stark beeinflusst, welche mengenmässig den höchsten Anteil stellen.

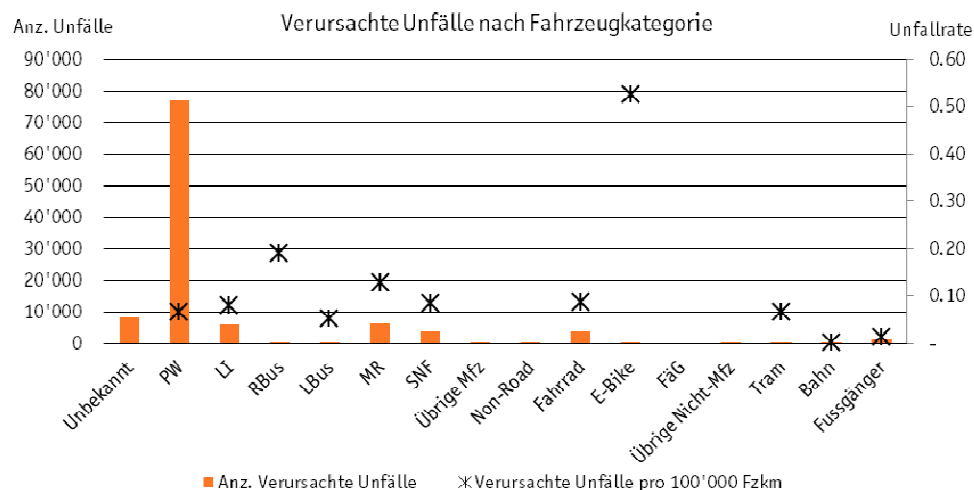


Abb. 5.22 Verursachte Unfälle nach Fahrzeugkategorie.

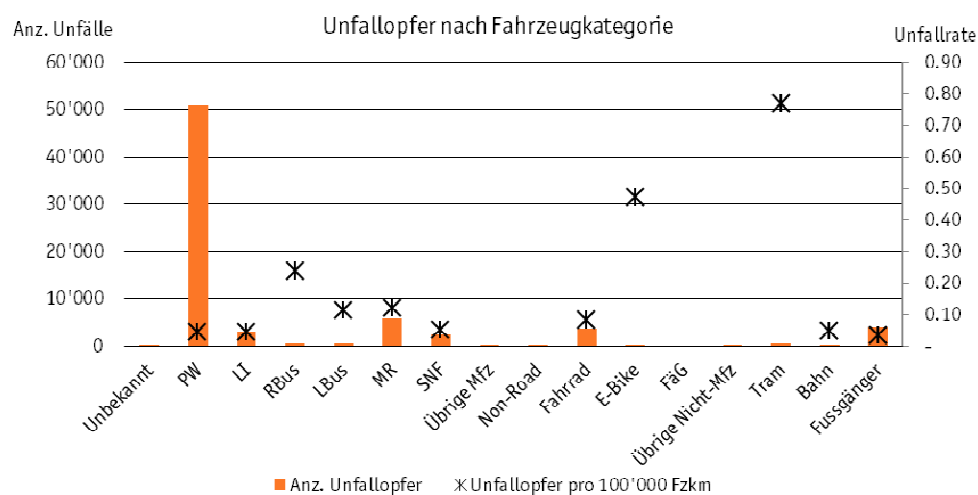


Abb. 5.23 Unfallopfer nach Fahrzeugkategorie.

Unfallschwere

Verschiedene Fahrzeugkategorien verursachen unterschiedlich schwere Unfälle. Die Rangsummen der maximalen Verletzungsschwere pro verursachtem Unfall unterschei-

den sich signifikant (Kruskal-Wallis-H-Test, Anhang III.3).

Am meisten Unfälle mit schweren Verletzungsfolgen werden von E-Bikes, Fahrrädern, Fussgängern und Motorrädern verursacht (Abb. 5.24). Der Anteil Selbstunfälle liegt bei diesen Fahrzeugkategorien (ausser den Fussgängern) auch relativ hoch (vgl. Abb. 5.25), was bedeutet, dass die Verursacher selbst die Verletzungsfolgen davontragen. Am niedrigsten ist der Anteil mit Verletzungsfolgen bei von Bahn, Lastwagen und Reisebussen verursachten Unfällen. Diese Fahrzeugkategorien sind auch selten innerorts unterwegs und haben daher ein eher geringeres Risiko, auf leicht verletzliche Verkehrsteilnehmer wie Fussgänger oder Fahrradfahrer zu treffen.

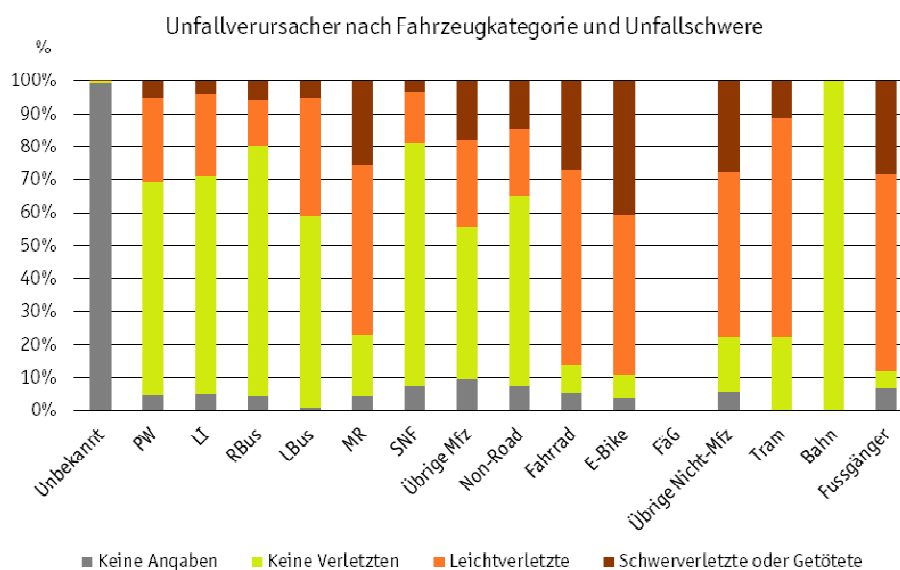


Abb. 5.24 Verteilung der Unfallschwere nach verursachender Fahrzeugkategorie.

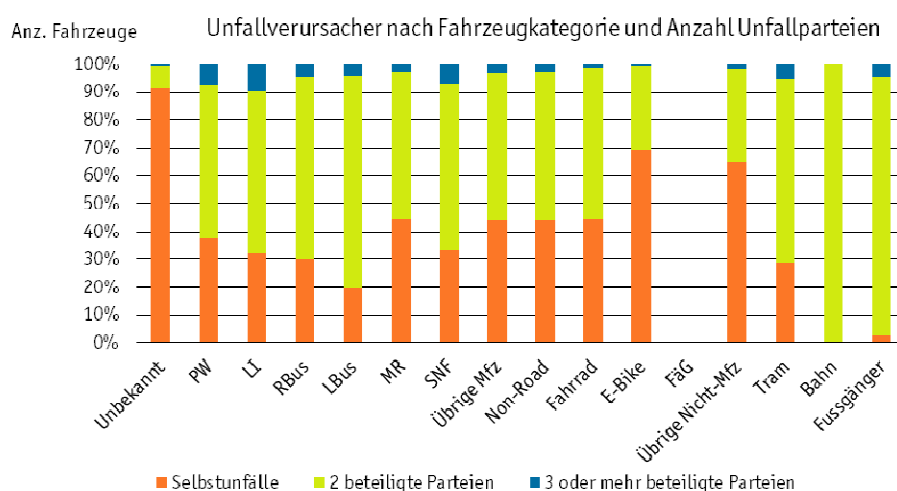


Abb. 5.25 Unfallverursacher nach Fahrzeugkategorie und Anzahl Unfallparteien.

5.3 Unfallursachen

Unterschiedliche Unfallursachen treten unterschiedlich häufig bei verschiedenen Fahrzeugkategorien auf - die Verteilung der Unfallursachen unterscheidet sich signifikant zwischen den Kategorien (χ^2 -Homogenitätstest, Anhang III.4).

Die häufigste Unfallursache ist "situativ unangepasstes Verhalten", gefolgt von "Fehlern bei der Beachtung von Verkehrsregeln" und "Beeinträchtigung der Verkehrstauglichkeit" (Abb. 5.26, Abb. 5.27). Wo die beteiligten/verursachenden Fahrzeugkategorien unbekannt sind, bleibt meistens auch die Ursache im Dunkeln.

Der Anteil der Ursache „Mängel am Fahrzeug“ – diejenige, welche am ehesten explizit mit den Fahrzeugeigenschaften in Verbindung gebracht werden kann – ist durchwegs klein, am höchsten noch bei Non-Road-Fahrzeugen, den übrigen Motorfahrzeugen und Lastwagen (Abb. 5.27). Nichtsdestotrotz können Fahrzeugeigenschaften auch Unfälle, bei welchen eine andere Ursache angegeben ist, begünstigen oder erschweren.

Der Vergleich zwischen den Verteilungen der Unfallursachen aller Unfallfahrzeuge (Abb. 5.26) sowie den Verteilungen nur der Unfallverursacher (Abb. 5.27) zeigt bei vielen Fahrzeugkategorien keine wesentlichen Unterschiede. Ausnahme bilden die Trams, die Bahn und die Fussgänger: Betrachtet man nur die Unfälle, die von diesen Kategorien verursacht wurden, ist der Anteil "situativ unangepassten Verhaltens" sehr hoch; werden alle Unfälle mit Beteiligung dieser Fahrzeugkategorien betrachtet, dominieren "Fehler bei der Beachtung von Verkehrsregeln". Diese Diskrepanz ist primär Folge der Tatsache, dass diese drei Fahrzeugkategorien anteilmässig am seltensten als Hauptverursacher auftreten (vgl. Abb. 5.20).

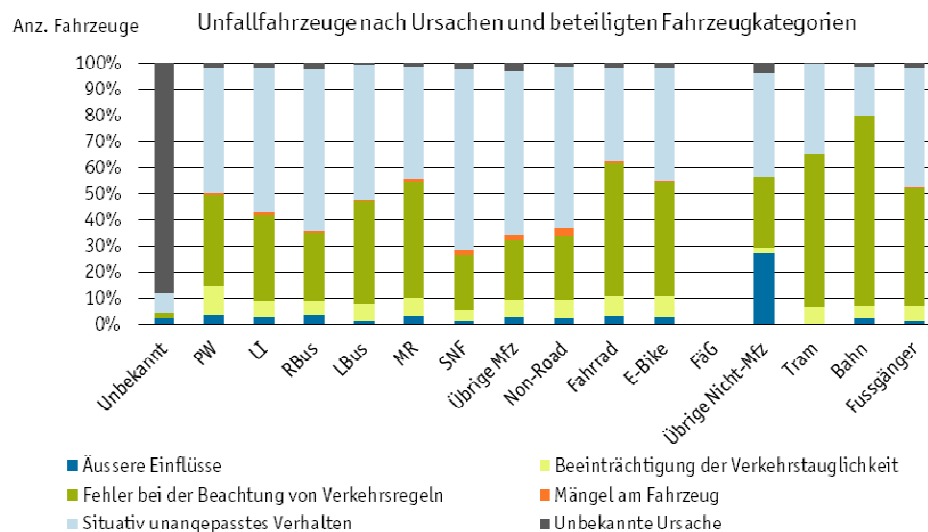


Abb. 5.26 An Unfällen beteiligte Fahrzeuge nach Fahrzeugkategorie und Unfallursache.

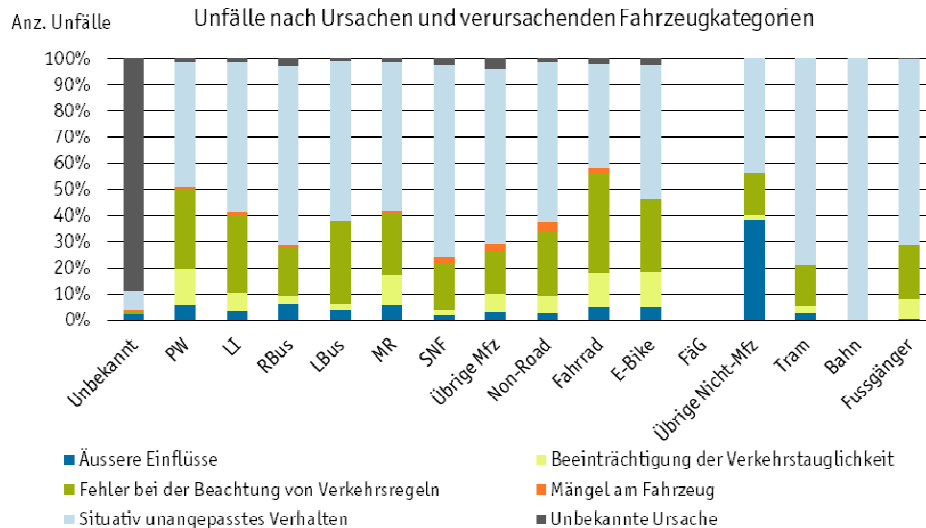


Abb. 5.27 Unfälle nach Ursache und verursachender Fahrzeugkategorie.

5.4 Einflüsse von Eigenschaften von Motorfahrzeugen auf das Unfallgeschehen

5.4.1 Gewicht

Unfallhäufigkeit, Unfallrate

Die Unfallhäufigkeiten nach Gewichtsklasse (und Fahrzeugkategorie) lassen keinen eindeutigen Einfluss des Gewichtes auf die Unfallbeteiligung erkennen. Die Unfallhäufigkeit ist erwartungsgemäss bei denjenigen Gewichtsklassen, die im Bestand am stärksten vertreten sind, am höchsten.

Unter Einbezug der Exposition sind bei den PW die Unfallraten bei Gewichtsklassen gegen beide Enden der Verteilung (also bei den leichtesten und den schwersten Fahrzeugen) am höchsten, aber bei den äussersten Klassen am niedrigsten: den leichtesten und schwersten Fahrzeugen (d.h. weniger als 0.75 t bzw. mehr als 3.25 t), wo auch die Stichprobe klein ist (Abb. 5.28). Lieferwagen zeigen eine leichte Tendenz zu mehr Unfällen mit zunehmendem Gewicht. Bei den Motorrädern lässt sich kein Trend erkennen. Bei SNF ist die Unfallrate bei Lastwagen knapp unter 12t am höchsten, bei leichteren und schwereren Lastwagen ist sie niedriger (siehe Anhang III.5.1).

Betrachtet man nur die Unfallverursacher, ergibt sich ein ähnliches Bild wie bei der Unfallbeteiligung – die absolute Anzahl verursachte Unfälle ist bei den am häufigsten vorkommenden Gewichtsklassen am höchsten, die Unfallrate zeigt keinen eindeutigen Trend in eine Richtung (Abb. 5.29).

Der erste Teil der Hypothese zu den SNF, welcher die Unfallhäufigkeit betrifft („schwere SNF verursachen mehr Unfälle als leichtere“), kann klar abgelehnt werden: SNF über 12t Leergewicht verursachen sogar signifikant weniger Unfälle als solche unter diesem Gewichtslimit (Chi-Quadrat-Test sowie Rangkorrelation nach Spearman, siehe Anhang III.5.1).

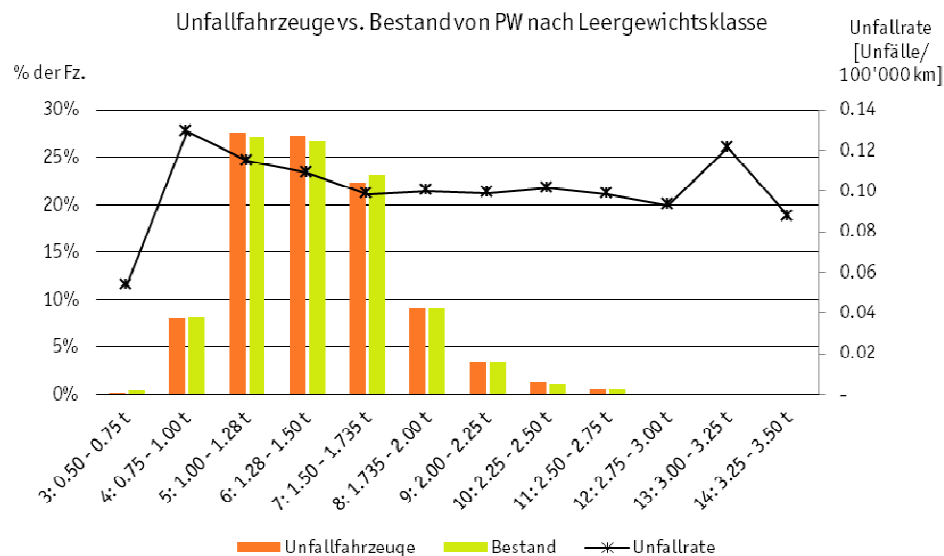


Abb. 5.28 Verteilung von Unfallfahrzeugen und Bestand, sowie Unfallrate von PW nach Leergewichtsklassen.

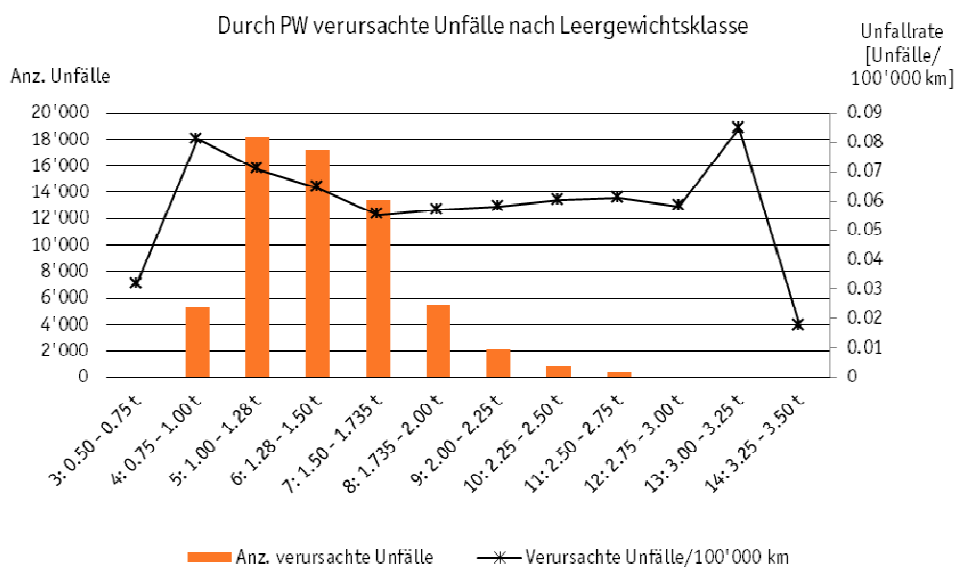


Abb. 5.29 Von PW verursachte Unfälle nach Leergewichtsklassen.

Unfallschwere

Rein deskriptiv ist kein eindeutiger Trend zwischen Leergewicht und Unfallschwere erkennbar. Bei den PW sinkt das mittlere Leergewicht sogar mit zunehmender Unfallschwere (entgegen den Erwartungen), bei den anderen Fahrzeugkategorien ist jeweils die mittlere Unfallschwereklasse diejenige mit dem höchsten oder tiefsten mittleren Leergewicht der beteiligten Fahrzeuge (Abb. 5.30, sowie siehe Anhang III.5.1). Das arithmetische Mittel des Leergewichts ist jedoch zum Teil von Ausreissern beeinflusst.

Die Hypothese „Schwere Fahrzeuge sind an Unfällen mit gravierenderen Folgen beteiligt“ ist so formuliert abzulehnen: Wo überhaupt ein signifikanter und geordneter Zusammenhang besteht, ist er negativ (siehe Anhang III.5.1).

Reformuliert man die Hypothese als „Schwere Fahrzeuge *verursachen* Unfälle mit gravierenden Folgen“, so kann sie für Motorräder angenommen werden, für die anderen FzKat wird sie weiterhin abgelehnt (Kruskal-Wallis-Test, siehe Anhang III.5.1). Der positive Zusammenhang bei den Motorrädern hat mutmasslich auch mit der höheren Leistung, der Käuferschaft und der Art und Weise zu tun, wie grosse Motorräder gefahren werden. Der zweite Teil der Hypothese zu den SNF („Schwere SNF verursachen schwerere Unfälle als leichtere SNF“) ist somit ebenfalls angenommen.

Die Hypothese „Grosse Gewichtsunterschiede zwischen Unfallpartnern führen zu schwereren Unfällen“ trifft zu, aber nur, wenn alle Fahrzeugkategorien mit einbezogen werden. Betrachtet man nur PW gegen PW, oder PW gegen andere Fahrzeugkategorien, streut die Gewichtsdivergenz zu wenig stark, um einen signifikanten Zusammenhang herzustellen (siehe Anhang III.5.1).

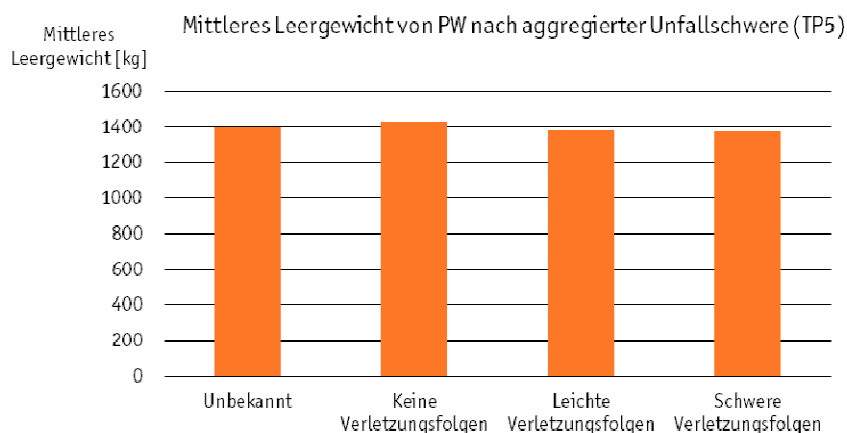


Abb. 5.30 Mittleres Leergewicht von PW nach Unfallschwere (nur Daten 2011).

5.4.2 Alter

Unfallbeteiligung nach Alter

Vergleicht man die Anteile von Unfallfahrzeugen und Bestand nach Alter, so stellt bei den PW bis ungefähr Alter 10 der Bestand die jeweils grösseren Anteile, aber für Alter von 10 bis 20 Jahre die Unfallfahrzeuge. Dies deutet bei älteren Fahrzeugen zwischen 10 und 20 Jahren auf eine höhere Unfallhäufigkeit hin, als vom Bestand her zu erwarten wäre (Abb. 5.31).

Bei Lieferwagen, Motorrädern und Lastwagen konzentrieren sich höhere Anteile der Unfallfahrzeuge auf die jüngeren Fahrzeuge, bei den höheren Altersklassen ist der Bestand anteilmässig in der Überzahl. Dies deutet auf höhere Unfallraten bei neueren Fahrzeugen hin (siehe Anhang III.5.2).

Bezieht man die Exposition mit ein (Unfallrate), so zeigt sich bei den PW eine in der Tendenz steigende Unfallrate bis ca. Alter 25, danach eine Abnahme (aber auch geringere Fallzahlen; Abb. 5.31).

Die anderen Fahrzeugkategorien zeigen keine eindeutige Tendenz der Unfallrate bis ca. Alter 25; danach nimmt die Unfallrate bei Lieferwagen und Motorrädern ab, bei den SNF schwankt sie (allerdings sind aufgrund niedriger Fallzahlen, d.h. $N < 10$ in vielen Altersklassen, hier kaum zuverlässige Aussagen möglich; siehe Anhang III.5.2). Bei den Bussen sind die Fallzahlen bereits ab Alter 10-15 zu niedrig für zuverlässige Aussagen ($N < 10$ pro Altersklasse).

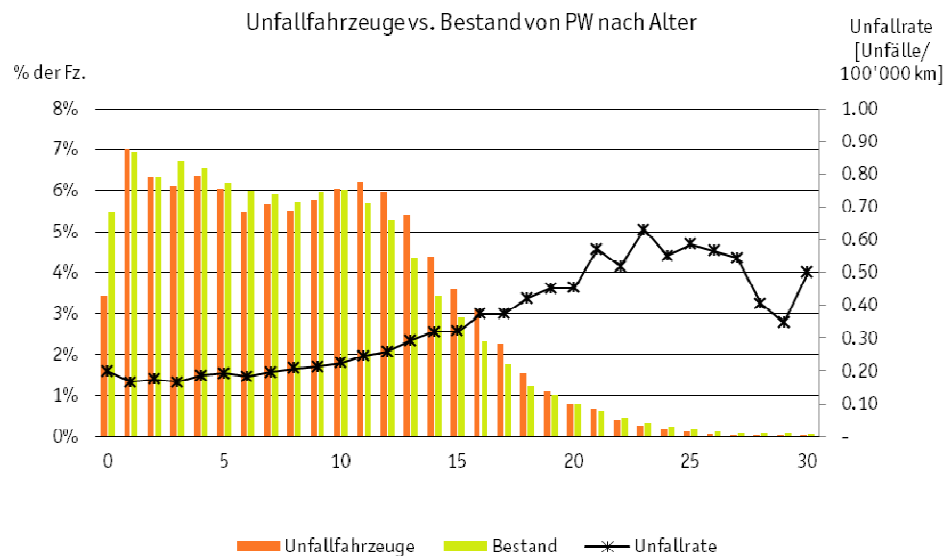


Abb. 5.31 Verteilung von Unfallfahrzeugen und Bestand, sowie Unfallrate von PW nach Alter.

Unfallverursachung nach Alter

In absoluten Zahlen nimmt die Anzahl verursachter Unfälle mit zunehmendem Fahrzeugalter ab – es nehmen aber auch Bestand und Fahrleistungen ab. Die Unfallrate nur der verursachten Unfälle steigt bei den PW ähnlich wie bei der Unfallbeteiligung (Abb. 5.32). Bei anderen Fahrzeugkategorien folgt sie wiederum keinem eindeutigen Trend (siehe Anhang III.5.2).

Die Hypothese „Neue Fahrzeuge verursachen weniger Unfälle“ trifft in der Folge zu für PW. Bei den anderen Fahrzeugkategorien existiert kein signifikanter Zusammenhang zwischen Unfallrate und Alter (Rangkorrelation nach Spearman, siehe Anhang III.5.2).

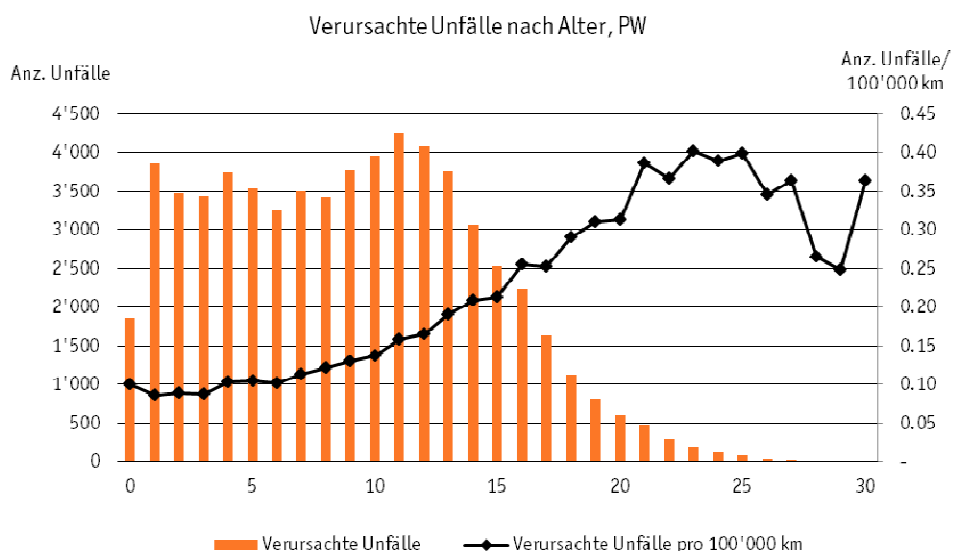


Abb. 5.32 Von PW verursachte Unfälle nach Alter.

Verletzungsschwere nach Alter

Bei PW und Motorrädern existiert ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen maximaler Verletzungsschwere (der Insassen pro Unfallfahrzeug) und Alter. Bei den anderen Fahrzeugkategorien existiert kein signifikanter Zusammenhang (Rangkorrelation nach Spearman, siehe Anhang III.5.2).

5.4.3 Assistenzsysteme

Assistenzsysteme wie ESP dienen in erster Linie der Vermeidung von Unfällen und nicht der Verhinderung schwerer Folgen im Falle eines Unfalls. Auch schützt ESP nicht davor, Opfer eines Unfalls zu werden. Daher wird in diesem Kapitel der Zusammenhang zwischen der Wahrscheinlichkeit der Unfallverursachung und dem Vorhandensein von ESP analysiert.

Die Verfügbarkeit von ESP in Personenkraftwagen hat in den letzten Jahren stetig zugenommen. Analysetechnisch führt dies zum Problem der Multikollinearität zwischen Alter und Verfügbarkeit von ESP: Da die beiden Variablen untereinander stark korreliert sind, kann eine unterschiedliche Unfallrate bei Autos mit bzw. ohne ESP auch ein Alterseffekt sein (vgl. Abb. 5.33). Eine weitere Unschärfe in der Analyse stellt die Tatsache dar, dass auch Fahrzeuge mit ESP ausgerüstet sind, die beim Kauf als optionale Zusatzausstattung angeboten wurde, in Unfälle verwickelt sein dürften. Ausserdem kann ESP je nach Hersteller unterschiedlich eingestellt werden ("sportlicheres" vs. konservatives Ansprechen des ESP). Diese Unschärfen können in der Datenanalyse nicht eliminiert werden, sind aber bei der Interpretation der Ergebnisse relativierend zu berücksichtigen.

Der enge Zusammenhang zwischen Alter und ESP-Ausstattung zeigt sich auch bei den Analyseergebnissen: Bei Einbezug aller PW zeigt sich ein deutlicher positiver Einfluss von ESP auf die Verursachung von Unfällen – PW mit ESP verursachen 0.056 Unfälle pro 100'000 km, PW ohne ESP verursachen 0.095 Unfälle pro 100'000 km (Abb. 5.34).

Werden nur Unfälle betrachtet, welche von 5-jährigen PW verursacht wurden, ist der Alterseffekt korrigiert; etwa die Hälfte der PW dieser Altersklasse ist mit ESP ausgestattet. Mit dieser Einschränkung ist der Unterschied weniger ausgeprägt: 5-jährige PW mit ESP verursachen 0.059 Unfälle pro 100'000 km, 5-jährige PW ohne ESP verursachen 0.068 Unfälle pro 100'000 km (Abb. 5.35). Der Unterschied ist signifikant (Chi-Quadrat-Test, s. Abb. III.52, Anhang). Die Hypothese, dass Assistenzsysteme die Unfallhäufigkeit reduzieren, kann also angenommen werden.

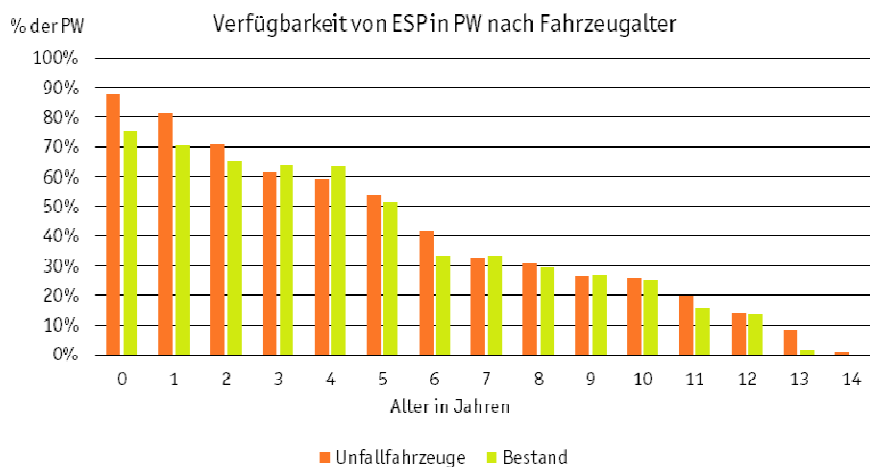


Abb. 5.33 Verfügbarkeit von ESP in PW nach Fahrzeugalter.

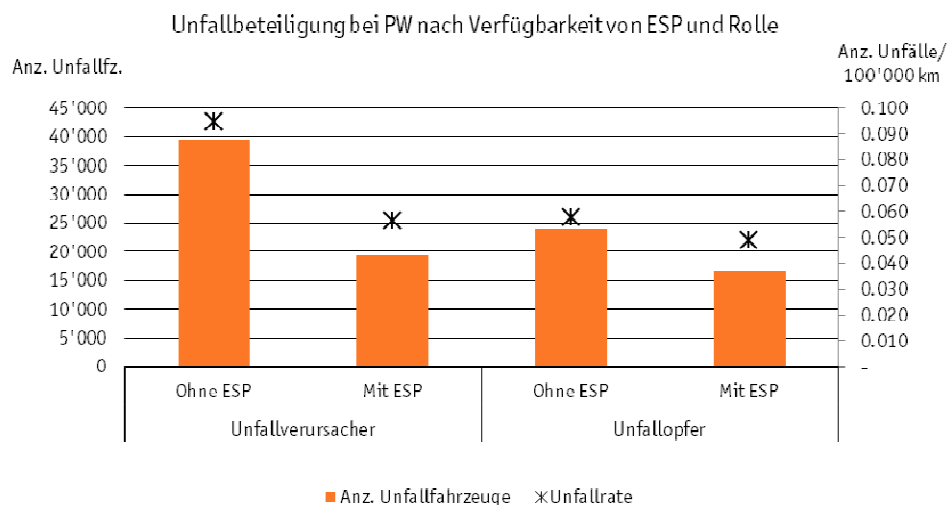


Abb. 5.34 Unfallbeteiligung von PW nach Verfügbarkeit von ESP und Rolle als Verursacher/Opfer.

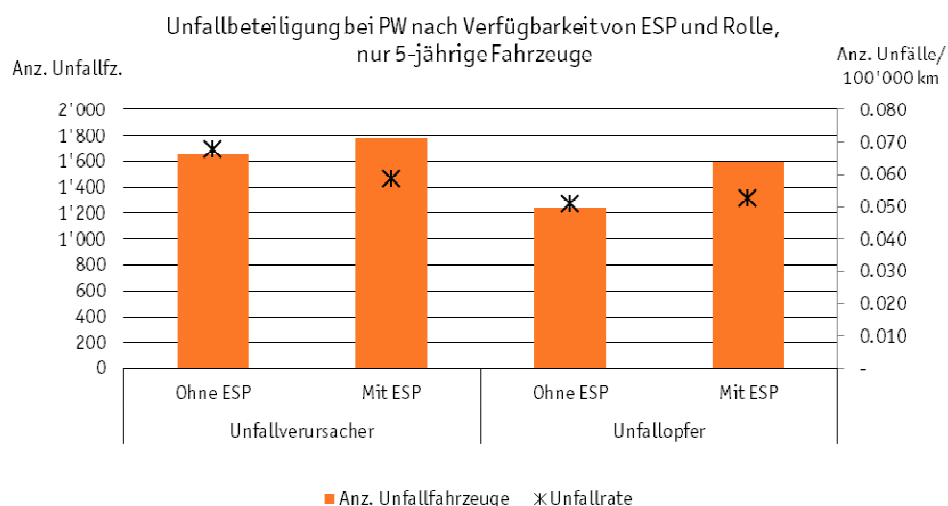


Abb. 5.35 Unfallbeteiligung 5-jähriger PW nach Verfügbarkeit von ESP und Rolle als Verursacher/Opfer.

Auch wenn nur Unfälle bei ungünstigen Strassenverhältnisse (feuchter oder nasse Fahrbahn) betrachtet werden, also Fälle, in denen mutmasslich Situationen häufiger auftreten, wo ESP ins Fahrverhalten eingreift, ist die Unfallrate von 5-jährigen PW ohne ESP höher (0.016 verursachte Unfälle bei nasser Strasse pro 100'000 km) als diejenige von 5-jährigen PW mit ESP (0.013 verursachte Unfälle bei nasser Strasse pro 100'000 km). Der Chi-Quadrat-Test zeigt hier eine etwas tiefere Signifikanz an (Abb. III.53 im Anhang); dies deutet darauf hin, dass bei nasser Strasse der Vorteil des ESP eher geringer ist als bei normalen Strassenverhältnissen. Diese Analyse müsste aber konkret an Hand der tatsächlichen Umgebungssituation (vgl. TP4) vertieft werden. Ausserdem müssten lediglich Unfälle betrachtet werden, in denen ESP überhaupt eine Wirkung entfalten kann, Auffahrunfälle müssten beispielsweise ausgeschlossen werden.

Die zweite Hypothese, dass Risiko-Kompensation die Vorteile von Assistenzsystemen

kompensieren können, kann aufgrund der oben beschriebenen Resultate zumindest dahingehend abgelehnt werden, dass erhöhte Risikobereitschaft bei Vorhandensein von ESP offensichtlich nicht ausreicht, um die Sicherheitsgewinne des Assistenzsystems verschwinden zu lassen. Weitere Schlüsse können aus den vorhandenen Daten nicht gezogen werden, da darin keine Information zur Risikobereitschaft der Fahrer vorhanden ist.

5.4.4 Leistung

Unfallhäufigkeit, Unfallrate

Die Unfallhäufigkeiten nach Leistungsklasse (und Fahrzeugkategorie) lassen auf den ersten Blick keinen klaren Einfluss der Leistung auf das Unfallgeschehen erkennen (siehe Anhang III.5.4).

Wird die Leistung auf das Gewicht bezogen, lässt sich eine leicht steigende Unfallrate mit zunehmendem Leistungsgewicht bei PW erkennen (Abb. 5.36). Der Vergleich von Hochleistungsfahrzeugen (≥ 0.1 kW/kg, d.h. v.a. PW der Luxusklasse, Sportwagen, z. T. obere Mittelklasse) mit den weniger leistungsstarken PW und Lieferwagen bestätigt die signifikant höhere Unfallrate der Hochleistungsfahrzeuge (Chi-Quadrat-Test, siehe Anhang III.5.4).

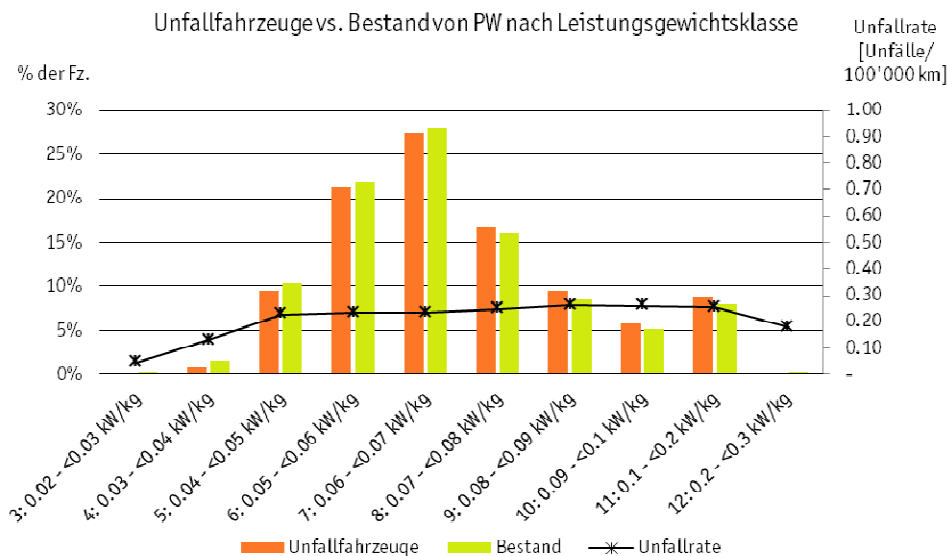


Abb. 5.36 Verteilung von Unfallfahrzeugen und Bestand, sowie Unfallrate von PW nach Leistungsgewichtsklasse.

Unfallschwere

Bei den meisten Fahrzeugkategorien lässt sich kein eindeutiger Trend der Unfallschwere nach Leistungsgewichtsklasse feststellen (Abb. 5.37 und Anhang III.5.4). Lediglich bei den Motorrädern ist eine im Durchschnitt zunehmende Unfallschwere mit höherem Leistungsgewicht festzustellen. Bei den unfallverursachenden Motorrädern ist dieser Zusammenhang auch signifikant (Spearman-Rangkorrelation, siehe Anhang III.5.4).

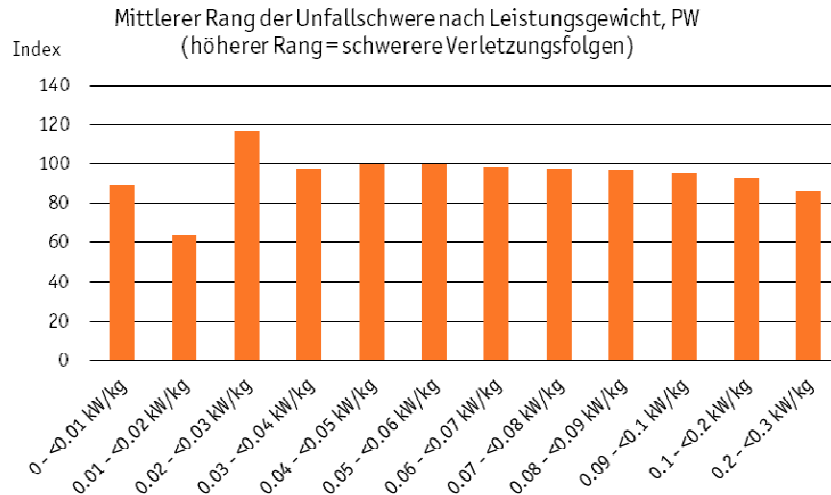


Abb. 5.37 Mittlerer Rang der Unfallschwere von PW nach Leistungsgewichtsklasse (indexiert: Leistungsklasse 0.05 – 0.06 kg/kW = 100).

5.4.5 Marktsegment

Unfallhäufigkeit, Unfallrate

Die im Bestand am stärksten vertretenen PW-Marktsegmente sind Kleinwagen, Untere Mittelklasse und Mittelklasse, gefolgt von Vans und SUV. Diese Marktsegmente sind auch am häufigsten in Unfälle verwickelt. Kleinwagen, Untere Mittelklasse und Mittelklasse sind allerdings noch häufiger an Unfällen beteiligt, als ihr Bestandesanteil dies erwarten liesse, während es sich bei SUV und Vans umgekehrt verhält (Abb. 5.38).

Entsprechend ist auch die Unfallrate bei den Kleinwagen und Mittelklasse-Fahrzeugen höher (rund 0.12 Unfälle pro 100'000 km) als bei SUV (0.10) und Vans (0.09). Letzteres ist denn auch das Marktsegment mit der niedrigsten Unfallrate. Die höchste Unfallrate weist die Luxusklasse auf.

Bei den verursachten Unfällen ist die Rate pro 100'000 km generell etwas niedriger, die Rangreihenfolge der Marktsegmente bleibt aber gleich (Abb. 5.39). Die Hypothese, dass SUV mehr Unfälle verursachen als andere PW, trifft nicht zu (Chi-Quadrat-Test, Abb. III.71, Anhang).

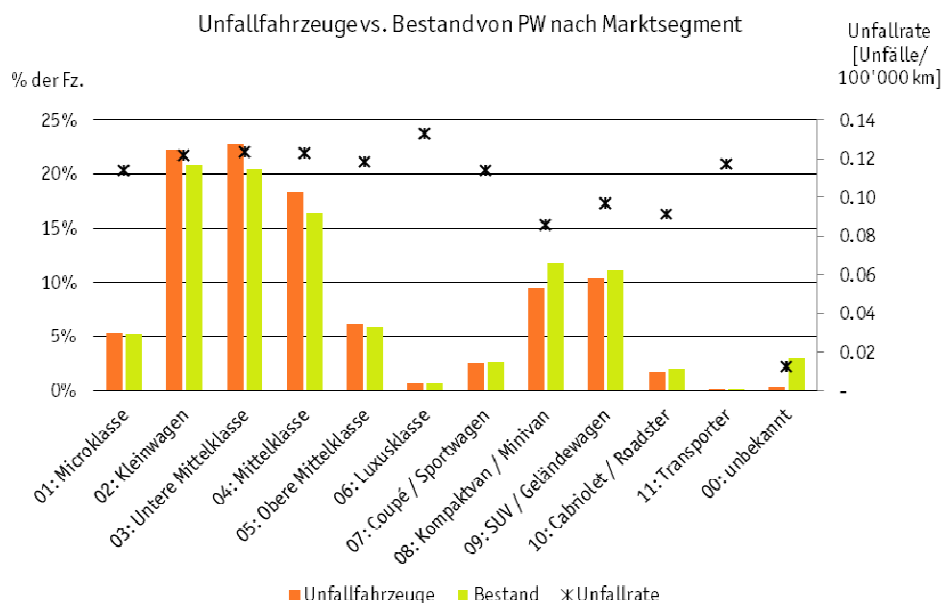


Abb. 5.38 Verteilung von Unfallbeteiligung und Bestand, sowie Unfallrate von PW nach Marktsegment.

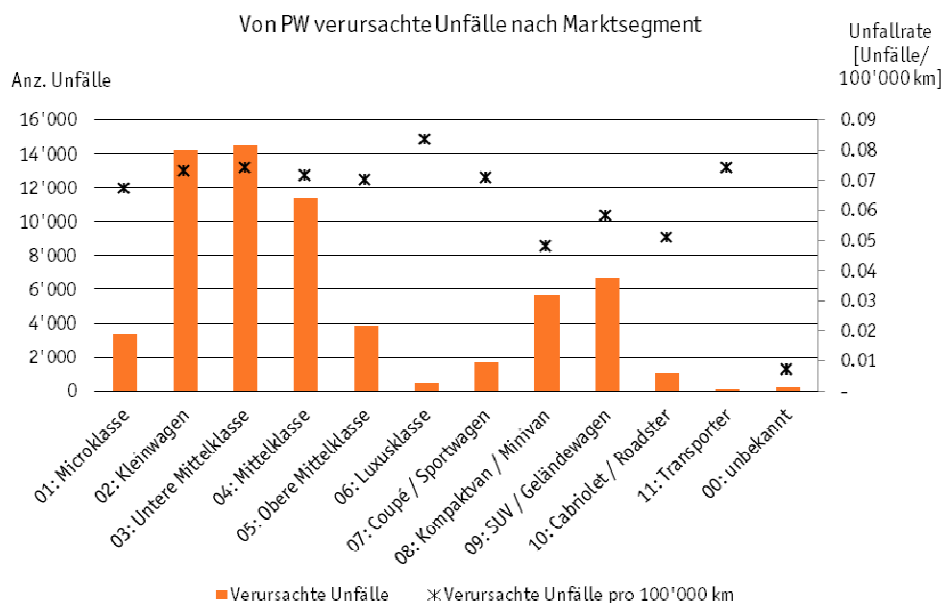


Abb. 5.39 Von PW verursachte Unfälle nach Marktsegment.

Unfallschwere

Die Unfallschwere nach Beteiligung von PW-Marktsegmenten ist am niedrigsten bei den Transportern, gefolgt von Luxusklasse und Oberer Mittelklasse (Abb. 5.40). In die schwersten Unfälle involviert sind Kleinwagen und Mikroklasse. Die Hypothese, dass SUV schwerere Unfälle verursachen als andere PW, muss abgelehnt werden (Mann-Whitney-Test, s. Abb. III.72, Anhang).

Rangiert man nach der Verletzungsschwere der Insassen anstatt der Unfallschwere (also

der Verletzungsschwere der pro Unfall am stärksten verletzten Person), so schützt die Luxusklasse ihre Insassen am besten, gefolgt von der oberen Mittelklasse und den Transportern (Abb. 5.41). Kleinwagen und Microklasse landen wiederum auf den hintersten Rängen. SUV liegen auf Platz 4; verglichen mit dem Durchschnitt der PW schützen sie ihre Insassen tatsächlich signifikant besser, wie von der Hypothese am Anfang dieses Kapitels postuliert (siehe Anhang III.5.5).

Die Hypothese, dass SUV ihre Unfallgegner schwerer verletzen als andere PW, muss abgelehnt werden – die mittlere Verletzungsschwere der Unfallgegner ist bei anderen PW sogar leicht höher, wenn auch nicht signifikant (siehe Anhang III.5.5). Dieses Erkenntnis ist durchaus konsistent mit Aussagen aus der Literaturanalyse, zumindest mit neueren Publikationen (z.B. GDV 2012). Einerseits muss auf gewisse "Unschärfen" hinsichtlich der Marktsegmentierung der Datengrundlage und in der Folge auch den Schlüssen aus der Unfallanalyse hingewiesen werden. Andererseits sind die unter dem Marktsegment "SUV" zusammengefassten Fahrzeuge eine insgesamt relativ heterogene Gruppe. Sie unterscheiden sich bezüglich Grösse, Gewicht und Konstruktion. Während früher kleinere Fahrzeuge mit Leiterrahmen-Konstruktionen dominierten, sind mittlerweile grosse Fahrzeuge mit selbsttragender Konstruktion vorherrschend. Letztere unterscheiden sich bezüglich Gewicht und Sicherheitsstandard zwar kaum von PW in anderen Marktsegmenten, wären aber konstruktiv durchaus noch weiter zu verbessern (Vermeidung von hoch liegenden Längsträgern). Die Analyse von Verletzungsmustern bei Fussgängern, die von SUV getroffen wurden, zeigen zwar aufgrund anderer Anprallstellen Unterschiede zu konventionellen PW, die Verletzungsschwere ist aber vergleichbar (GDV 2012).

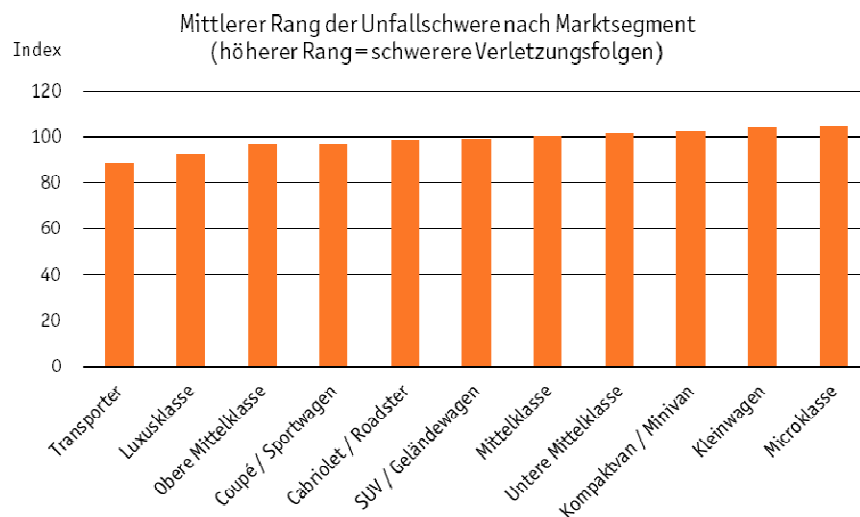


Abb. 5.40 Mittlerer Rang der Unfallschwere mit PW-Beteiligung nach Marktsegment.

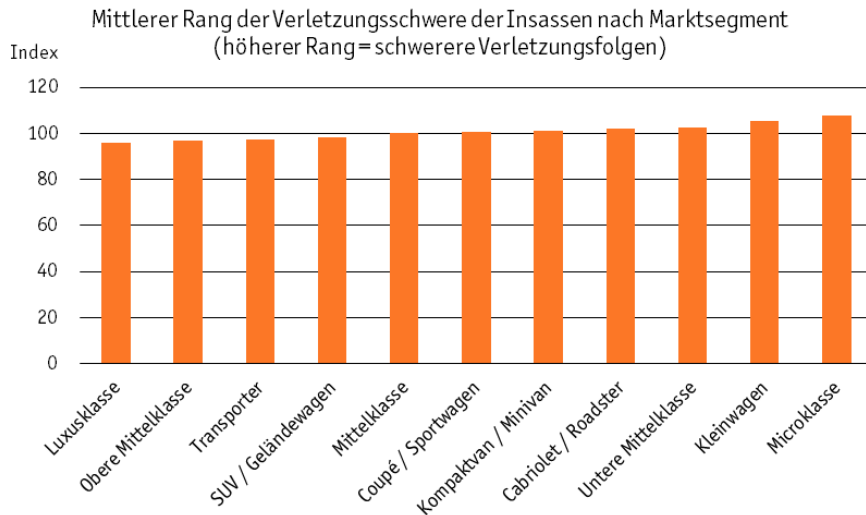


Abb. 5.41 Mittlerer Rang der Verletzungsschwere der Insassen von PW nach Marktsegment (indexiert: Mittelklasse = 100).

5.4.6 Farbe

Fahrzeuge unterschiedlicher Farben sind unterschiedlich stark ins Unfallgeschehen involviert. Die Unfallraten von PW unterscheiden sich signifikant zwischen den unterschiedlichen Fahrzeugfarben (Chi-Quadrat-Test, siehe Anhang III.5.6). Damit kann die Hauptaussage der ersten Hypothese, wonach die Farbe im Zusammenhang mit dem Unfallgeschehen, angenommen wird, obwohl die signifikanten Unterschiede nicht auf einen kausalen Zusammenhang hindeuten müssen. Die Klammerbemerkung, dass die Farben gelb und rot besonders günstig und hell- bis mittelgrün ungünstig seien, trifft nicht zu – alle genannten Farben bewegen sich genau im Mittelfeld bezüglich der Unfallrate (Abb. 5.42). Bei den Lieferwagen gehören die gelben Fahrzeuge sogar zu denjenigen mit den höchsten Unfallraten, während sich rot und grün im Mittelfeld bewegen (Abb. 5.43).

Die unterschiedlichen Auswirkungen der Farbe auf die Unfallrate bei PW und Lieferwagen deuten auch darauf hin, dass die Unterschiede in den Unfallraten nicht ursächlich mit der Farbe zu tun haben, sondern dass sie andere Effekte zum Ausdruck bringen – bei den könnte die hohe Unfallrate der Effektlack-Fahrzeuge mit der Käuferschaft zu tun haben; bei den Lieferwagen könnten es die unterschiedlichen Einsatzzwecke sein, welche zum Teil mit der Fahrzeugfarbe im Zusammenhang stehen.

Auch die Aussage der zweiten Hypothese, dass helle Fahrzeuge weniger in Unfälle verwickelt sind, ist angesichts der Daten nicht haltbar – beige Fahrzeuge liegen bezüglich Unfallrate etwas unter dem Durchschnitt, weisse hingegen darüber. Umgekehrt haben schwarze Fahrzeuge auch keine besonders hohe Unfallrate. Die Klammerbemerkung, wonach sich dieser Effekt besonders bei Dunkelheit einstellt, lässt sich im vorliegenden Teilprojekt nicht prüfen, da hier keine gesicherten Daten zu den Lichtverhältnissen während der Unfälle vorliegen – diesbezüglich sei auf TP4 des Forschungsprojektes VeSPA verwiesen.

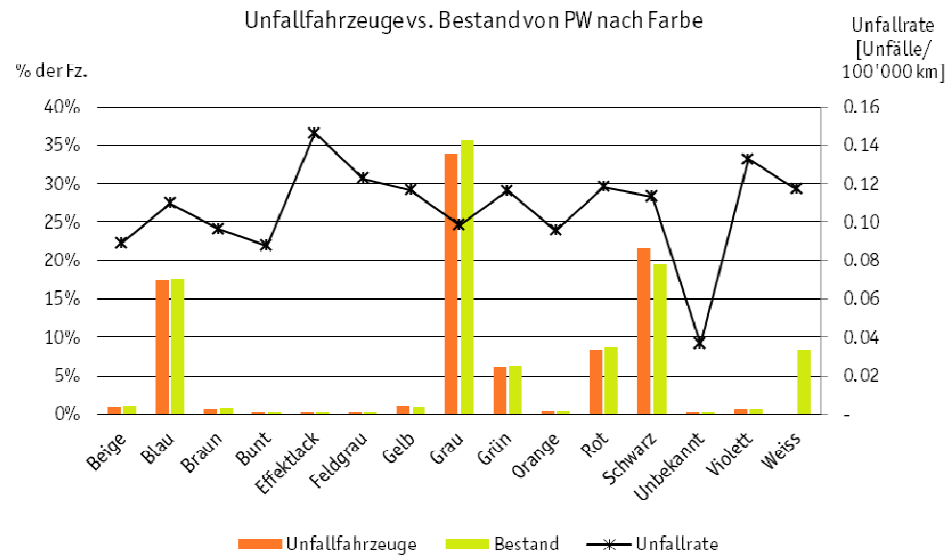


Abb. 5.42 Verteilung von Unfallfahrzeugen und Bestand, sowie Unfallrate von PW nach Fahrzeugfarbe.

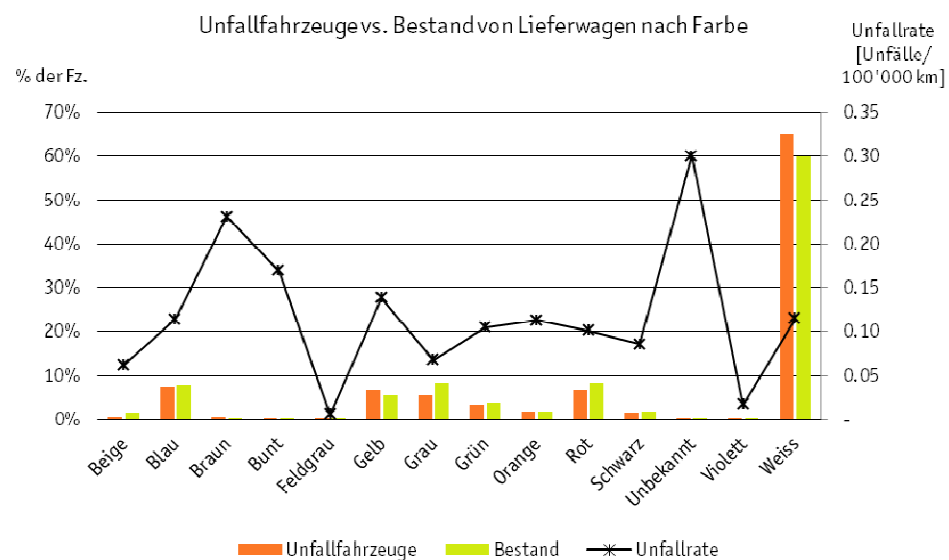


Abb. 5.43 Verteilung von Unfallfahrzeugen und Bestand, sowie Unfallrate von Lieferwagen nach Fahrzeugfarbe.

5.5 Multivariate Analysen

Nachdem in den vorangegangenen Kapiteln univariate Zusammenhänge diskutiert wurden, widmet sich das folgende Kapitel den Einflüssen mehrerer Faktoren der Fahrzeugeigenschaften auf das Unfallgeschehen. Im Fokus stehen dabei die folgenden Fragestellungen (siehe auch Kapitel 4.2)

- Wie gross ist das Erklärungspotenzial der Fahrzeugeigenschaften insgesamt auf das Unfallgeschehen? D.h. welcher Anteil der Varianz des Unfallgeschehens kann alleine durch die Fahrzeugeigenschaften erklärt werden?
- Welche Fahrzeugeigenschaften sind wichtiger in der Beschreibung der Einflüsse auf das Unfallgeschehen, welche weniger wichtig?

Dazu wurden unterschiedliche multivariate Modelle getestet. Für Details zum Vorgehen sei auf Kapitel 4.2 verwiesen. Die folgenden Unterkapitel geben die Resultate der Modelle und deren Interpretation wider, wobei jeweils zuerst ein Überblick präsentiert und danach auf einzelne Modelle vertiefter eingegangen wird.

5.5.1 Unfallwahrscheinlichkeit

Überblick

Der Erklärungsgehalt der binären logistischen Modelle, welche die Unfallwahrscheinlichkeit mittels Fahrzeugeigenschaften zu erklären versuchen, ist insgesamt sehr gering – keines der untersuchten Modelle erreicht ein Pseudo- r^2 nach Nagelkerke von über 0.12, die Werte für die meisten Modelle liegen deutlich tiefer. Dies entspricht der Erwartung, dass die Fahrzeugeigenschaften nur einen geringen Teil des Unfallgeschehens erklären können. Erste Vergleiche mit den binären logistischen Modellen anderer VeSPA-TPs deuten allerdings darauf hin, dass auch andere Ursachengruppen wie Personen und Gesellschaft Modellgütemasse in derselben Grössenordnung erreichen.

Zwar sind die Modelle verglichen mit Modellen, welche nur eine Konstante beinhalten, signifikant, die niedrigen Modellgütemasse weisen aber auf eine schlechte Anpassung der vorhergesagten Werte an die beobachtete Unfallhäufigkeit hin. Aussagen zum Einfluss einer bestimmten Variablen auf das Unfallgeschehen (im Sinne eines funktionalen Zusammenhangs aus den Regressionskoeffizienten), sind daher vorsichtig zu interpretieren.

Alle Fahrzeugkategorien

Das Modell aller Fahrzeugkategorien erreicht einen niedrigen Pseudo- r^2 -Wert nach Nagelkerke von 0.011, was auf eine sehr schwache Beziehung zwischen Fahrzeugeigenschaften und Unfallgeschehen hindeutet. Die Fahrzeugeigenschaften, die für alle Fahrzeugkategorien vorhanden sind, werden jedoch alle als signifikant ins Modell mit aufgenommen. Bei der Methode der Vorwärtseingabe wird als erste Variable die Fahrzeugkategorie ins Modell aufgenommen, sie hat also den höchsten Erklärungsgehalt. Dies ist angesichts der stark unterschiedlichen Unfallraten der Fahrzeugkategorien (vgl. Kap. 5.1) nicht erstaunlich. Darauf folgen in abnehmender Reihenfolge des Erklärungsgehaltes das Alter, die Farbe, das Leistungsgewicht, die jährliche Fahrleistung, und schliesslich das Leergewicht (Abb. 5.44 und Anhang III.6.1).

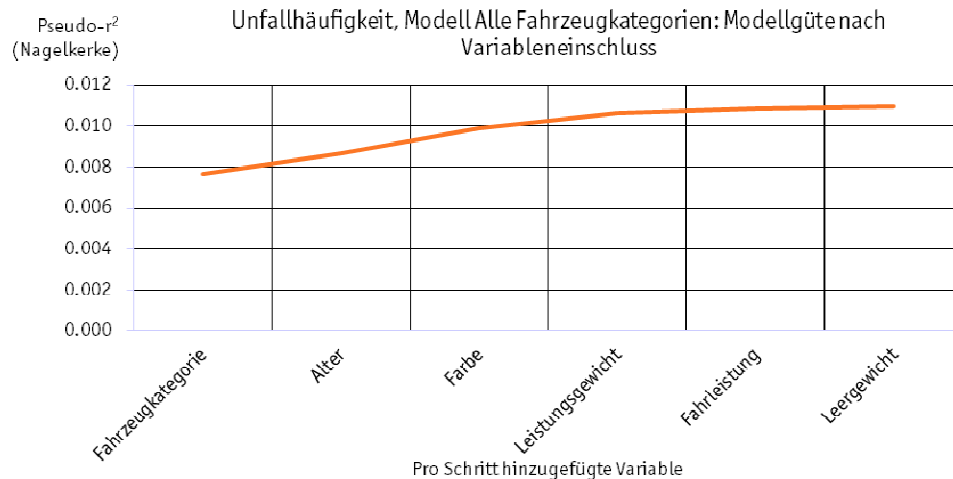


Abb. 5.44 Modellgüte des binären logistischen Modells der Unfallhäufigkeit aller Fahrzeugkategorien nach Variableneinschluss.

Bezüglich Fahrzeugkategorien ergibt sich gemäss den Odds Ratios (vgl. Anhang III.6.1) eine ähnliche Reihenfolge der Unfallhäufigkeit wie in der univariaten Analyse (vgl. Abb. 5.16); einzig die Schweren Nutzfahrzeuge haben gemäss dem binären logistischen Modell im Vergleich zu den Motorrädern eine höhere Wahrscheinlichkeit, an Unfällen beteiligt zu sein, wenn die anderen Eigenschaften gleichzeitig berücksichtigt werden – wird alleine die Unfallrate berücksichtigt, ist sie niedriger als die der Motorräder. Dies liegt daran, dass auch das Leergewicht die Unfallhäufigkeit positiv beeinflusst (Odds Ratio von 1.00002, dies entspricht einer rund 3% erhöhten Chance für Unfälle bei 1000 kg zusätzlichem Leergewicht). Dieses liegt bei den SNF viel höher als bei den Motorrädern – somit kompensiert die Eigenschaft „Fahrzeugkategorie“ diesen Effekt.

Weiter erhöht ein höheres Fahrzeugalter die Unfallwahrscheinlichkeit, ein Effekt, der in der univariaten Analyse v.a. bei PW zu beobachten ist. Zusätzliches Leistungsgewicht senkt die Unfallwahrscheinlichkeit gemäss der Odds Ratio. Die Fahrleistung hat wie erwartet einen „positiven“ Effekt, d.h. höhere Fahrleistung führt auch zu erhöhter Unfallwahrscheinlichkeit. Bei den Farben haben schliesslich schwarze und weisse Farben gemäss den Odds Ratios die höchsten Chancen, in einen Unfall verwickelt zu sein; günstig schneiden die Farben orange und gelb ab. Allerdings muss bei der eher kleinen Anzahl Fahrzeuge pro Farbe beachtet werden, dass hier Unschärfen des Matchings bzw. Nicht-Matchings von Unfallfahrzeugen mit dem Bestand die Resultate beeinflussen (vgl. Kap. 4.2).

PW

Das Modell der Personenwagen erreicht mit 0.014 einen etwas höheren Pseudo-r²-Wert nach Nagelkerke als das Modell aller Fahrzeugkategorien, was aber immer noch auf eine sehr schwache Beziehung zwischen Fahrzeugeigenschaften und Unfallgeschehen hindeutet. Als Variable mit dem signifikantesten Effekt geht hier das Alter als erste Variable ins Modell ein, gefolgt vom Marktsegment, der Fahrleistung und dem Vorhandensein von ESP. Gewicht und Leistung gehen als letzte Variablen in die Gleichung ein, mit bescheidenem Beitrag an den Erklärungsgehalt des Modells.

Wie erwartet erhöhen zunehmendes Alter und zunehmende Fahrleistung die Unfallwahrscheinlichkeit von PW gemäss den Odds Ratios der Variablen im Modell (Anhang III.6.1), und zwar stärker als im Modell aller Fahrzeugkategorien. Zusätzliches Leergewicht senkt jedoch die Unfallwahrscheinlichkeit, um ca. 13% pro 1000 kg. Von den Marktsegmenten hat die Mikroklasse die höchste Odds Ratio, wenn die anderen Fahrzeugeigenschaften gleichzeitig mitberücksichtigt werden. Gemäss der univariaten Analyse liegt dieses Segment im Mittelfeld bezüglich der Unfallrate (vgl. Abb. 5.38). Hinsichtlich Farben schneiden

wiederum Weiss und Schwarz am schlechtesten ab, allerdings mit den erwähnten Einschränkungen der Aussagekraft der Analyse bei kleinen N aufgrund des Matching-Problems (vgl. Kap. 4.2).

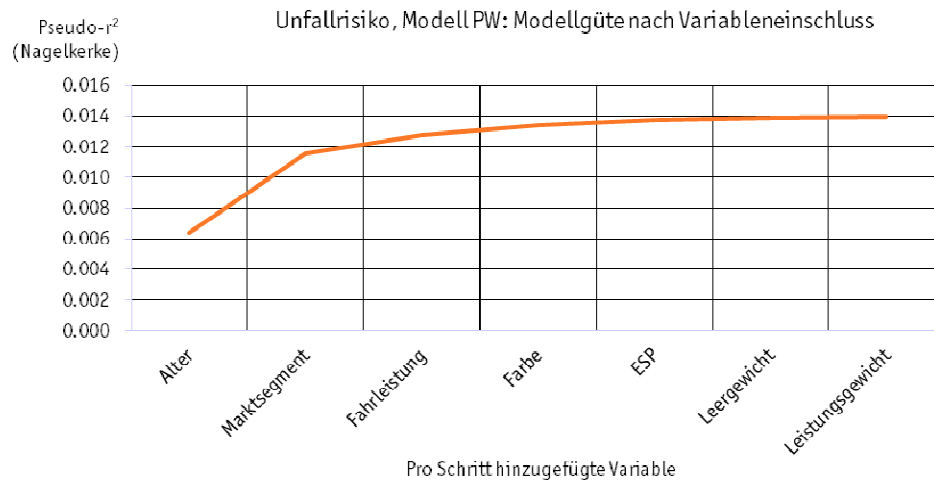


Abb. 5.45 Modellgüte des binären logistischen Modells der Unfallhäufigkeit von PW nach Variableneinschluss.

Andere Fahrzeugkategorien

Zwar erreichen die Modelle der anderen Fahrzeugkategorien (Lieferwagen, Busse, Motorräder, schwere Nutzfahrzeuge) z.T. höhere Pseudo- r^2 -Werte als das Modell der PW (bis 0.04, Reisebusse), der Erklärungsgehalt der Fahrzeugeigenschaften bezüglich Unfallwahrscheinlichkeit bleibt jedoch sehr gering (vgl. Anhang III.6.1).

Bei Lieferwagen sowie Reise- und Linienbussen geht das Leergewicht mit einer Odds Ratio > 1 (also je schwerer, desto höhere Unfallwahrscheinlichkeit) als erste, bei den Reisebussen sogar als einzige Variable ins Modell ein. Bei Motorrädern und SNF spielt das Leergewicht jedoch eine untergeordnete Rolle im Vergleich mit anderen Eigenschaften. Bei den Motorrädern ist das Leistungsgewicht die bedeutendste Eigenschaft, allerdings mit einem negativen Effekt (niedrigeres Leistungsgewicht erhöht die Unfallwahrscheinlichkeit); dies ist zwar unerwartet, stimmt aber überein mit der hohen Unfallrate der leistungsschwächsten Motorräder (vgl. Anhang III.6.1). Bei den Lastwagen geht das Alter als Variable mit dem signifikantesten Effekt als erste in die Gleichung ein – hier ist ein höheres Alter mit einer niedrigeren Unfallwahrscheinlichkeit assoziiert. Dies ist ebenfalls unerwartet, deckt sich aber mit der Beobachtung, dass in den Altersklassen von 1 bis 7 Jahren der Anteil der Unfallfahrzeuge viel höher liegt als der Anteil im Gesamtbestand (vgl. Anhang III.6.1).

Abb. 5.46 Binäre logistische Modelle der Unfallwahrscheinlichkeit: Übersicht Einflussfaktoren nach Fahrzeugkategorien

+ = positiver Zusammenhang, - = negativer Zusammenhang, leer = kein signifikanter Zusammenhang, N/A = Variable nicht vorhanden

Eigenschaft	Alle Fzkat	PW	LI	MR	LBus	RBus	SNF
Fahrzeugkategorie	+/-	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Leergewicht	+	-	+	-	+	+	+
Alter	+	+	+	-			-
Marktsegment	N/A	+/-	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Leistungsgewicht	-	+	+	-	-		+
ESP vorhanden	N/A	-	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Farbe	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-		+/-
Fahrleistung	+	+	+	-	+		

5.5.2 Unfallschwere

Überblick

Wie bei der Unfallwahrscheinlichkeit ist der Erklärungsgehalt der multivariaten Modelle der Unfallschwere nach Fahrzeugeigenschaften gering. Kein Modell erreicht ein Pseudo- r^2 nach Nagelkerke von über 0.08, die Werte für die meisten Modelle liegen gar im Bereich um 0.005 – 0.01 (vgl. Anhang III.6.2). Dies bekräftigt die Erwartung, dass die Fahrzeugeigenschaften die Unfallschwere nur zu einem geringen Ausmass erklären können. Erste Vergleiche mit den Modellen anderer VeSPA-TPs deuten darauf hin, dass auch andere Variablengruppen zu Modellgütemassen in derselben Grössenordnung führen.

Zwar stellen einige Modelle (mit Ausnahme der Modelle der Linien- und Reisebusse sowie der SNF) verglichen mit Modellen, welche nur eine Konstante beinhalten, eine signifikante Verbesserung dar, die niedrigen Modellgütemasse weisen aber auf eine sehr schlechte Anpassung der vorhergesagten Werte an die beobachtete Unfallschwere hin. Die Resultate müssen daher mit Vorsicht interpretiert werden.

Die Variablen, welche mutmasslich vor allem die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls beeinflussen, aber nicht die Verletzungsfolgen, wenn ein Unfall geschieht – das sind die Farbe, sowie bei den PW das Vorhandensein von ESP – wurden ebenfalls getestet, vermochten aber bei Einschluss die Modelle nicht signifikant zu verbessern. Sie wurden daher in den hier präsentierten Modellen weggelassen. Dies bestätigt auch die Erwartungen, wonach diese Eigenschaften vorab die Unfallwahrscheinlichkeit, aber nicht die Unfallfolgen beeinflussen.

Alle Fahrzeugkategorien

Die Fahrzeugkategorie als erklärende Eigenschaft führt nur bei Motorrädern sowie bei den Nonroad-Fahrzeugen sowie den übrigen Motorfahrzeugen zu signifikant unterschiedlichen Unfallschweren von denjenigen der PW – diese Kategorien haben eine markant höhere Chance, an schwereren Unfällen beteiligt zu sein.

Leergewicht und Alter haben ebenfalls einen signifikanten Einfluss: Je schwerer ein Fahrzeug, desto geringer ist die Chance schwererer Verletzungsfolgen – ein unerwarteter Effekt, welcher jedoch auch in der univariaten Analyse beobachtet wird (vgl. Kap. 5.4.1). Ein höheres Alter ist hingegen wie erwartet mit schwereren Unfallfolgen assoziiert.

Das Leistungsgewicht hat keinen signifikanten Einfluss auf die Unfallschwere im Modell aller Fahrzeugkategorien.

PW

Einen signifikanten Einfluss auf die Unfallschwere haben nur Leergewicht und Alter – ein

höheres Leergewicht ist mit geringerer Unfallschwere assoziiert, während ältere Fahrzeuge bei gleichzeitiger Mitberücksichtigung anderer Faktoren tendenziell in weniger schwere Unfälle verwickelt sind (Anhang III.6.2). Der erste Effekt deckt sich mit den Resultaten der univariaten Analyse (vgl. Kap. 5.4.1), während der negative Alterseffekt ihnen widerspricht.

Andere Fahrzeugkategorien

Die Modelle der Linien- und Reisebusse sowie der schweren Nutzfahrzeuge sind insgesamt nicht signifikant (Anhang III.6.2). Bei Lieferwagen senkt ein höheres Leergewicht die Chance für schwere Unfälle; die Effekte anderer Eigenschaften auf die Unfallschwere sind ebenfalls nicht signifikant. Bei den Motorrädern senken gemäss dem Modell sowohl ein höheres Gewicht wie ein höheres Leistungsgewicht die Chance auf schwerere Unfälle – beides Effekte, welche den univariaten Resultaten widersprechen.

Abb. 5.47 Ordinale logistische Modelle der Unfallschwere: Übersicht Einflussfaktoren nach Fahrzeugkategorien.

+ = positiver Zusammenhang, - = negativer Zusammenhang, leer = kein signifikanter Zusammenhang, N/A = Variable nicht vorhanden

Eigenschaft	Alle Fzkat	PW	LI	MR	LBus	RBus	SNF
Fahrzeugkategorie	+/-	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Leergewicht	-	-	-	-			
Alter	+	-					
Marktsegment	N/A		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Leistungsgewicht	+			-	-		

6 Erkenntnisse

6.1 Fazit TP3 (Phase 1)

Im Teilprojekt 3 (TP3) des Forschungspakets VeSPA wird der Einfluss von Fahrzeugeigenschaften auf das Unfallgeschehen untersucht. Als Vorbereitung zur Analyse werden die notwendigen Daten aufbereitet und hinsichtlich ihrer Qualität beurteilt. Die Datengrundlage besteht aus den zentralen Datensätzen aus dem Strassenverkehrsunfall-Register VU und dem Motorfahrzeug-Register des Bundes (MOFIS) bzw. der Verknüpfung dieser beiden Datensätze, zur Verfügung gestellt durch das ASTRA. Um die in TP3 gestellten Forschungsfragen zu beantworten, sind zusätzliche Datensätze notwendig. Diese umfassen Daten zu den Typengenehmigungen der in der Schweiz zugelassenen Motorfahrzeuge (TARGA), den Fahrleistungen der auf dem Schweizer Strassennetz verkehrenden Fahrzeuge, Angaben zur Ausstattung von Personenwagen mit Assistenzsystemen und die Gruppierung der Personenwagen nach sog. Marktsegmenten.

Die Qualität der Daten wird hinsichtlich der Relevanz für die vorliegende Fragestellung, der Vollständigkeit und der Plausibilität als gut beurteilt. Einschränkungen ergeben sich aufgrund der Tatsache, dass in VU lediglich die mittels Unfallprotokoll polizeilich gemeldeten Unfälle erfasst sind. Insbesondere im Langsamverkehr muss von einer hohen Anzahl von nicht-gemeldeten Unfällen (Selbstunfälle ohne gravierende Folgen; "Dunkelziffer") ausgegangen werden. Ausserdem sind keine Fahrzeugeigenschaften zu ausländischen Fahrzeugen aus MOFIS verknüpfbar, die in der Schweiz in einen Unfall verwickelt wurden. Schliesslich sind die für die Expositionsrechnungen entscheidenden Angaben zu den spezifischen Fahrleistungen empirisch relativ schwach abgestützt.

Auf der Basis einer eingehenden Literaturanalyse und von Expertengesprächen wurden die Forschungsfragen in Form von überprüfbaren Hypothesen formuliert. Die Forschungsfragen können mit dem vorliegenden Datenmaterial bis auf wenige Ausnahmen beantwortet und die Hypothesen geprüft werden.

Die Hypothesen wurden sowohl mittels univariater (Kap. 5.1 - 5.4) als auch multivariater Verfahren (Kap. 5.5) getestet. Nachfolgende Tabelle zeigt in einer Übersicht die Resultate der Hypothesenprüfungen:

Abb. 6.48 Fazit Forschungshypothesen TP3

Hypothese	Beurteilung	Bemerkungen, Verweise
Unfallbeteiligung nach Fahrzeugkategorie		
Verschiedene Fahrzeugkategorien sind unterschiedlich häufig in Unfälle verwickelt	WAHR	E-Bikes und Trams haben höchste Unfallrate. Kap. 5.1, Kap. 5.5.1, Abb. III.16, Abb. III.81
Elektrofahrräder sind mehr in Unfälle verwickelt und die Fahrer werden schwerer verletzt als bei herkömmlichen Fahrrädern	WAHR	Kap. 5.1, Abb. III.17
Motorräder sind häufiger an Unfällen beteiligt als andere Fahrzeugkategorien	WAHR	Kap. 5.1, Kap. 5.5.1, Abb. III.19, Abb. III.81
Motorradfahrer werden bei Unfällen schwerer verletzt als Insassen anderer Fahrzeugkategorien	WAHR	Kap. 5.1, Kap. 5.5.2, Abb. III.20
Fahrzeugähnliche Geräte (FäG) sind kaum ins Strassenunfallgeschehen verwickelt	WAHR	Keine Unfälle mit FäG registriert. Abb. III.13
Fragenkreis 1: Verursacher und Opfer		
Verschiedene Fahrzeugkategorien treten unterschiedlich häufig als Unfallverursacher auf	WAHR	Kap. 5.2, Abb. III.22
Verschiedene Fahrzeugkategorien verursachen unterschiedlich schwere Unfälle	WAHR	Kap. 5.2, Abb. III.24

Fahrräder treten häufiger als Opfer von Verkehrsunfällen auf als andere Fahrzeugkategorien	WAHR	Fahrräder sind nicht die FzKat mit der höchsten Opferquote, sie liegt aber signifikant höher als der Durchschnitt der anderen FzKat. Kap. 5.2, Abb. III.23
Fragenkreis 2: Unfallursachen		
Unterschiedliche Unfallursachen kommen unterschiedlich häufig bei bestimmten Fahrzeugkategorien vor	WAHR	Kap. 5.3, Abb. III.25
Fragenkreis 3: Fahrzeugeigenschaften		
Schwerere Fahrzeuge sind an Unfällen mit gravierenderen Folgen beteiligt	FALSCH	Kap. 5.4.1, Kap. 5.5.2, Abb. III.36, Abb. III.98
Schwerere Fahrzeuge verursachen Unfälle mit gravierenderen Folgen	TEILWEISE WAHR	Trifft nur für MR und SNF zu. Kap. 5.4.1, Abb. III.37
Grössere Gewichtsunterschiede zwischen Unfallpartnern führen zu schwereren Unfällen	WAHR	Nur signifikant, wenn alle FzKat mit einbezogen werden. Kap. 5.4.1, Abb. III.38
Schwere SNF (>12t, Sattel-/Lastenzüge, -schlepper) verursachen mehr und schwerere Unfälle als leichtere SNF	TEILWEISE WAHR	Schwere SNF verursachen nicht mehr, aber schwerere Unfälle als leichte SNF. Kap. 5.4.1, Abb. III.35
Neue Fahrzeuge verursachen weniger Unfälle	TEILWEISE WAHR	Trifft zu für PW und LI, wobei univariat nur bei PW signifikant. Bei MR und SNF umgekehrter Zusammenhang. Kap. 5.4.2, Kap. 5.5.1, Abb. III.47, Abb. III.83 – III.96
Neue Fahrzeuge schützen ihre Insassen besser	TEILWEISE WAHR	In der Betrachtung einzelner FzKat nur für PW signifikant. Kap. 5.4.2, Abb. III.48
Assistenzsysteme reduzieren Unfallzahlen, speziell bei glatten Strassenverhältnissen	TEILWEISE WAHR	Hypothese kann aufgrund Datenverfügbarkeit nur für PW mit/ohne serienmässig eingebautem ESP getestet werden. Bei nassen oder feuchten Strassenverhältnissen nimmt der Vorteil des ESP ab. Kap. 5.4.3, Kap. 5.5.1, Abb. III.52, III.53, Abb. III.83
Risiko-Kompensation (risikoreicheres Fahren) kann Vorteil der Assistenzsysteme aufheben	nicht prüfbar	Keine Daten zu Risikoverhalten der Fahrer vorhanden; da obenstehende Hypothese zutrifft, kompensiert risikoreicheres Fahren den Vorteil von ESP aber offenbar nicht.
Hochleistungsfahrzeuge (>0.1 kW/kg) verursachen mehr und schwerere Unfälle (betrifft PW, LI)	TEILWEISE WAHR	Unfallwahrscheinlichkeit von PW und LI steigt mit Leistungsgewicht, Fz mit >0.1 kg/kW haben signifikant höhere Unfallrate. Bez. Unfallschwere nur bei LI positiver signifikanter Zusammenhang. Kap. 5.4.4, Kap. 5.5.1, Kap. 5.5.2, Abb. III.66, Abb. III.83, III.86, III.100, III.102
Leistungsstärkere Motorräder verursachen schwerere Unfälle	WAHR	Kap. 5.4.4, Kap. 5.5.2, Abb. III.67, Abb. III.107
SUV verursachen mehr und schwerere Unfälle als andere PW	FALSCH	Kap. 5.4.5, Kap. 5.5.1, Abb. III.71, Abb. III.83
SUV verletzen Unfallgegner (insbesondere MR, Fussgänger, PW) schwerer bzw. töten sie häufiger als andere PW-Segmente	FALSCH	Kap. 5.4.5, Abb. III.74
SUV sind überschlagsgefährdeter (Selbstunfälle)	nicht prüfbar	Keine Information zu Überschlagen in Unfallprotokoll
SUV/Vans schützen ihre Insassen besser als andere Fahrzeugsegmente (besonders gegen SNF)	TEILWEISE WAHR	SUV schützen ihre Insassen besser, aber nicht speziell gegen SNF. Kap. 5.4.5, Abb. III.73
Marktsegmente der Motorräder (Roller, Chopper, Strassen-MR, Cross, Enduro, etc.) sind unterschiedlich am Unfallgeschehen beteiligt	nicht prüfbar	Keine Daten zu Motorrad-Marktsegmenten vorhanden
Die Fahrzeugfarbe beeinflusst das Unfallgeschehen (günstige Farben: gelb, rot; ungünstig: hell- bis mittelgrün)	TEILWEISE WAHR	Signifikante Unterschiede zwischen Unfallrate resp. Unfallwahrscheinlichkeit nach Farbe, aber nicht die vermuteten Farben sind am günstigsten. Kap. 5.4.6, Kap. 5.5.1, Abb. III.78, Abb. III.81, III.83, III.85

Helle Fahrzeuge sind weniger in Unfälle verwickelt (insbesondere bei Dämmerung und nachts)	FALSCH (nur teilweise prüfbar)	Helle Farben (weiss/beige) sind nicht günstiger als andere Farben. Zusatz „Dämmerung/nachts“ kann nicht geprüft werden. Kap. 5.4.6, Kap. 5.5.1, Abb. III.78, Abb. III.81, III.83, III.85
--	---	--

Die wichtigsten Erkenntnisse aus den Untersuchungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Fahrzeugkategorien, Unfallrolle und –ursachen (Fragenkreise 1 und 2)

Es bestehen signifikante Unterschiede zwischen den Fahrzeugkategorien bezüglich Unfallbeteiligung und Unfallraten (fahrleistungskorrigierte Unfallbeteiligung), aber auch hinsichtlich der Unfallschwere, der Rolle im Unfall (Verursacher, Opfer) und den Hauptursachen für die Unfälle:

- Ein **Personenwagen (PW)** wird durchschnittlich alle rund 900'000 km in einen Unfall verwickelt (Unfallrate = 0.11 Unfälle/100'000 Fzkm). Unabhängig von der Rolle als Verursacher sind die PW in weitaus den meisten Unfällen beteiligt (rund 71% der Unfallfahrzeuge) und treten dementsprechend auch am häufigsten als Hauptverursacher auf (in rund 70% aller Unfälle).
- Die Unfallrate ist verhältnismässig hoch bei **Trams**, die durchschnittlich alle rund 120'000 km in einen Unfall verwickelt sind. Allerdings sind Trams fast ausschliesslich in verkehrsstarken, städtischen Räumen unterwegs, wo Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmern häufig auftreten. Als Verursacher von Verkehrsunfällen treten Trams aber nur sehr selten (weniger als 10% der Unfälle) auf. Auf der Ebene von Fahrzeugkategorien vergleichbare Aussagen bezüglich der Verletzungsschwere von Fahrzeuginsassen können mit den vorliegenden Datengrundlagen nicht getroffen werden, da bei Unfällen mit ÖV-Fahrzeugen die unverletzten Personen oft nicht erfasst werden.
- Ähnliche Aussagen bezüglich Unfallraten und Unfallrollen wie für die Trams, wenngleich etwas weniger ausgeprägt, treffen auch auf **ÖV-Busse** zu.
- Ebenfalls verhältnismässig hohe Unfallraten weisen **E-Bikes** auf: ein Unfall pro 100'000 gefahrene Kilometer. Im Vergleich zu den konventionellen Fahrrädern sind die Unfallraten von E-Bikes aber deutlich höher. Ebenfalls hoch ist bei E-Bikes der Anteil (polizeilich erfasster) Selbstunfälle. Die Verletzungsschwere von mit E-Bikes Verunfallten ist vergleichbar zu den konventionellen Fahrrädern. Generell ist bei Fahrrädern (wie auch bei Fussgängern) das Risiko leicht-, schwerverletzt oder getötet aus einem Unfall hervorzugehen deutlich höher als bei anderen Fahrzeugkategorien.
- **Motorräder** weisen eine mehr als doppelt so hohe Unfallrate (0.25 Unfälle/100'000 Fzkm) auf wie die PW und fallen auch bezüglich der Verletzungsfolgen auf. Diesbezüglich zeigen sie vergleichbare Werte wie die Fahrräder.

Fahrzeugeigenschaften (Fragenkreis 3)

Im Fokus der Untersuchungen zu den Fahrzeugeigenschaften steht im vorliegenden Projekt der motorisierte Strassenverkehr, da die Verknüpfung der Unfalldaten mit dem Motorfahrzeugregister MOFIS neu entsprechende Möglichkeiten für diese Auswertungen bietet.

- **Fahrzeuggewicht:** Schwerere Fahrzeuge führen bei den meisten Fahrzeugkategorien nicht generell zu Unfällen mit gravierenderen Folgen. Insbesondere bei den PW zeigt sich kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Fahrzeuggewicht und Unfallschwere. Gegebenenfalls vorhandene Abhängigkeiten zwischen Fahrzeuggewicht und Unfallfolgen werden vermutlich durch andere Faktoren wie Unfallsituation (Auffahrunfälle, Frontalkollisionen, etc.), Verkehrsverhalten des Lenkers (aggressiv/defensiv), etc. übersteuert.
- **Fahrzeugalter und Assistenzsysteme:** Neuere PW verursachen weniger Unfälle und schützen ihre Insassen besser als ältere. Ab einem Fahrzeugalter von ca. 10 Jahren steigen die Unfallraten an, sehr alte Fahrzeuge (>20 Jahre) weisen mehr als doppelt so hohe Unfallraten auf wie die neue Fahrzeuge. In der Schweiz sind mehr als zwei Drittel der PW jünger als 10 Jahre, ältere Fahrzeuge findet man im Schweizer Strassenverkehr deutlich seltener. Eng verknüpft mit dem Alterseinfluss ist die Ausrüs-

tion der PW mit Fahrerassistenzsystemen, namentlich elektronischen Stabilitätsprogrammen (ESP). Rund drei Viertel der Neufahrzeuge sind mit ESP ausgerüstet, bei den 10-jährigen PW ist es lediglich rund ein Viertel. Der positive Effekt von ESP in PW-Unfällen zeigt sich in deutlich tieferen Unfallraten von mit ESP ausgerüsteten PW.

- **Motorenleistung:** Die Fahrzeugleistung alleine beeinflusst bei PW, Lieferwagen und Motorrädern das Unfallgeschehen kaum. Wird jedoch die Leistung ins Verhältnis zum Fahrzeuggewicht gesetzt, so zeigt sich, dass die Unfallraten von sog. "Hochleistungsfahrzeugen" in den Kategorien PW und LI (Fahrzeuge mit einer Leistungskennzahl von mehr als 0.1 kW/kg Fahrzeuggewicht bzw. weniger als 7.5 kg/PS) signifikant höher als diejenigen der übrigen Fahrzeuge.
- **Marktsegmente Personenwagen:** Die Häufigkeit und die Schwere der von „Sports Utility Vehicles“ (SUV) verursachten Unfälle unterscheiden sich nicht signifikant von den übrigen Marktsegmenten. Die Insassen der SUV selber sind jedoch signifikant besser geschützt als die anderer Marktsegmente. Diese Aussagen sind jedoch aus folgenden Gründen mit Vorsicht zu interpretieren: Die sog. "Marktsegmente" von Personenwagen entsprechen keiner objektiven, eindeutig operationalisierbaren Zuteilung. Zudem muss die Zuteilung der PW zu den Marktsegmenten im Rahmen des vorliegenden Projekts über Textbausteine in den Marken/Typbezeichnungen hergeleitet werden. Beides zusammen führt zu Unschärfen hinsichtlich der Marktsegmentierung der Datengrundlage und in der Folge auch den Schlüssen aus der Unfallanalyse. Ausserdem sind die modernen SUV bezüglich Konstruktion und Gewicht zunehmend nicht mehr von Fahrzeugen anderer Marktsegmente zu unterscheiden und müssen dieselben Sicherheitsstandards erfüllen.
- **Fahrzeugfarbe:** Die Unfallraten von unterschiedlich lackierten Fahrzeugen unterscheiden sich signifikant voneinander. Allerdings ist kein kausaler Zusammenhang zwischen Fahrzeugfarbe und Unfallhäufigkeit erkennbar; helle oder Signalfarben (rot, gelb, etc.) sind nicht weniger in Unfälle verwickelt als andere Farben.

Die Frage nach dem Erklärungsgehalt der Fahrzeugeigenschaften hinsichtlich des Unfallrisikos respektive der Unfallschwere bestimmter Fahrzeuge wurde mit Hilfe von logistischen Regressionsmodellen abgeschätzt. Dabei zeigt sich, dass sich das Unfallgeschehen nur zu einem kleinen Teil rein mit Hilfe der Fahrzeugeigenschaften erklären lässt bezogen auf das Pseudo- r^2 (nach Nagelkerke) der untersuchten Modelle. Erste Vergleiche zwischen den TPs zeigen zwar, dass in anderen Teilprojekten die Modellgütemasse in ähnlichen Grössenordnungen liegen. Der systematische Vergleich aller Teilaspekte des Unfallgeschehens wird Gegenstand der Untersuchungen in Phase 2 des Forschungspakets sein.

Die Fahrzeugkategorie, das Fahrzeugalter aber auch die Fahrzeugfarbe haben innerhalb der Fahrzeugeigenschaften den höchsten Erklärungsgehalt für das Unfallgeschehen. Dagegen lässt sich mit Einbezug der Leistung bzw. der Leistungskennzahl, Fahrleistung, Gewicht und Farbe das Bestimmtheitsmass der Modelle nur noch unwesentlich steigern.

6.2 Erkenntnisse für die Praxis

Das vorliegende Teilprojekt (TP3) innerhalb des VeSPA-Forschungspakets betrachtet den Teilaspekt des Einflusses der Fahrzeugeigenschaften auf das Unfallgeschehen. Im Gegensatz zu anderen Teilprojekten ist dieses Teilprojekt nach der ersten Phase mit vorliegendem Schlussbericht abgeschlossen. Vor diesem Hintergrund sind konkrete Erkenntnisse für die Praxis im Sinne von konkreten Massnahmenbereichen aus TP3 noch beschränkt. Gleichwohl an dieser Stelle einige Hinweise:

- **Fahrzeugalter:** Neuere Fahrzeuge sind signifikant weniger unfallgefährdet als ältere. Die Gründe dazu sind vielfältig: Bessere Ausstattung (z.B. kontinuierliche Verbesserung und Weiterentwicklung von Assistenzsystemen) und Konstruktion hinsichtlich dem Unfallverhalten der Fahrzeuge, besserer Wartungszustand, etc. Der Fahrzeugbestand der Schweiz ist aus verschiedenen Gründen (wirtschaftliche Situation der Bevölkerung, Flottenerneuerung aus umweltschutztechnischen Gründen, etc.) relativ jung.

Auch aus Sicherheitsüberlegungen sind Anstrengungen in die beschleunigte Erneuerung des Fahrzeugparks zu begrüssen.

- **Assistenzsysteme:** Mit ESP ausgerüstete PW weisen niedrigere Unfallraten auf. Diese Erkenntnis hat sich bereits etabliert und resultiert in der EU-Gesetzgebung, die vorschreibt, dass für ab 1.11.2011 neu zugelassene Fahrzeuge obligatorisch ESP serienmässig eingebaut sein muss. Bei anderen Fahrzeugkategorien, namentlich Motorräder oder SNF steht die Entwicklung ähnlicher Systeme noch am Anfang und das reale Unfallverhalten kann statistisch noch nicht ausgewertet werden. Davon ausgehend, dass solche Systeme auch bei diesen Fahrzeugkategorien erfolgversprechende Resultate zeigen, müssten entsprechende gesetzliche Anstrengungen auch dort diskutiert werden.
- **E-Bikes:** Fahrräder mit elektrischer Tretunterstützung schneiden bezüglich Unfallrate schlechter ab als die konventionellen Fahrräder. Gleichzeitig sind sie eine relativ neue Kategorie im Fahrradmarkt mit hohen Wachstumsraten aber teilweise unübersichtlicher gesetzlicher Regelung, wie auch in bfu 2010a festgestellt wurde. Der dort ausgemachte Revisionsbedarf der Gesetzgebung erscheint sinnvoll: Eindeutige, klare und auf die grosse Vielfalt von E-Bikes abgestimmte Vorgaben sind zu erarbeiten, die Ausbildung von E-BikefahrerInnen zu verbessern und infrastrukturelle Schwachpunkte zu analysieren.
- **Trams und Busse:** Die hohen Unfallraten bezüglich Fahrleistung dürfen zwar nicht überinterpretiert werden (keine Berücksichtigung der Besetzungsgrade), gleichwohl zeigt sich aus planerischer Sicht die grosse Bedeutung von Strassenraumgestaltung im städtischen Gebieten (nicht Teil des vorliegenden Teilprojekts). Unfallschwerpunkte sind genau zu analysieren und bei anstehenden Umgestaltungen sind lokal spezifische Lösungen zu suchen. Es können auch Zielkonflikte zwischen dem planerischen Ko-Existenz-Ansatz (gleichzeitige Nutzung eines Strassenabschnittes durch alle Verkehrsmittel) und der Verkehrssicherheit bestehen. Pauschale Folgerungen für die Praxis sind aber nicht möglich, sondern die Unfallanalysen sind in den lokalen Kontext zu stellen.

7 Weiterer Forschungsbedarf

Das TP3 ist nach der ersten Projektphase des Forschungspakets VeSPA abgeschlossen. Gemäss Ausschreibung sind am Ende der ersten Phase u.a. Themen und Forschungsfragen für die Teilprojekte zu formulieren, die an der zweiten Phase beteiligt sind. Das nachfolgende Kapitel zum Forschungsbedarf ist deshalb unterteilt nach Forschungsbedarf in Phase 2 des Forschungspakets VeSPA und nach weiteren, über VeSPA hinausgehenden Bedürfnissen, insbesondere bezüglich der Datenlage.

7.1 Forschungsbedarf für Phase 2 des Forschungspakets

Folgende Anliegen hinsichtlich der Phase 2 von VeSPA können aus Sicht des TP3 formuliert werden:

- Grundsätzlich sind die in TP3 identifizierten, das Unfallgeschehen massgeblich beeinflussenden Fahrzeugeigenschaften systematisch zu überkreuzen mit den entsprechenden Einflussfaktoren aus den anderen Teilprojekten. Zeigen beispielsweise ältere Personen ein höheres Unfallrisiko, so wäre das Unfallverhalten dieser Personen innerhalb der verschiedenen Fahrzeugkategorien (insbesondere z.B. E-Bikes) zu untersuchen. Die folgende Tabelle zeigt mögliche kombinierte Fragestellungen:

Abb. 7.49 Fragestellungen zu Fahrzeugeigenschaften und andere Einflussbereiche (Teilprojekte der Phase 2)

Einflussfaktor TP3	Mensch, Gesellschaft (TP1)	Infrastruktur, Situation (TP2)	Medizinische Folgen (TP5)
Fahrzeugkategorie	-	Tramunfälle: Vergleich mit anderen Fahrzeugkategorien in ähnlichen Raumtypen (Städten)	E-Bikes: Spezifisches Verletzungsmuster von E-Bike-Unfällen, im Vergleich mit konv. Fahrrädern?
Gewicht	Motorräder: Begründung höchste Unfallraten bei MR mit niedrigem Leistungsgewicht (ev. hoher Anteil Novizen)	Spezifische Unfallsituationen für schwere Motorräder	Verletzungsmuster bei Unfällen zwischen Unfallpartnern mit grossem Gewichtsunterschied
Alter	Eigenschaften von Fahrern in älteren Fahrzeugen (Alter, Sozio-ökonomie, Verhalten)	Gefährdungsanalyse ältere Fahrzeuge (Situation)	-
Assistenzsysteme	Hinweise auf Risikokompensation bei ESP-Fahrzeugen	Wirkung von ESP in spezifischen Situationen (Kurve, Glatteis, etc.)	-
Leistung	Lenkerprofil von Hochleistungsfahrzeugen	-	-
Marktsegment	Lenkerprofil für unterschiedliche Marktsegmente (Sozio-ökonomie, Verhalten)	-	Verletzungsmuster bei Fussgängern, die von SUV angefahren worden sind
Farbe	-	Typische Situationen (Tageszeiten, Waldstücke, etc.) mit hohem Unfallpotenzial für best. Fahrzeugfarben	-

- Der Vergleich der Fahrzeugkategorien zeigt deutliche Unterschiede bezüglich Unfallraten. Beispielsweise sind die Unfallraten von Trams deutlich höher als diejenigen von PW. Die Vermutung ist, dass Trams (und auch städtische Buslinien), die fast ausschliesslich in städtischen Räumen unterwegs sind, bezüglich Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmern deutlich höhere Unfallexpositionen aufweisen als die Ge-

samtheit des Verkehrs. Diese Vermutung ist zu überprüfen, indem das Unfallgeschehen der Fahrzeugkategorien in verkehrlich ähnlichen Teilräumen einander gegenübergestellt wird.

- Assistenzsysteme (ESP):
 - Sind die Auswirkungen auf die Unfallraten bezogen auf die Ausstattung mit/ohne ESP in ungünstigen Strassenverhältnissen (Schnee, Eis, nasse Fahrbahn, etc.) noch deutlicher als in der Gesamtheit aller Unfälle? Gibt es Unfallsituationen, in denen ESP-Fahrzeuge klar untervertreten sind und lässt sich so die Wirksamkeit von ESP explizit nachweisen?
 - Die Vermutung, dass risiko-kompensatorische Effekte im Verhalten von Lenkern von mit ESP ausgestatteten Fahrzeugen auftreten können, wurde bereits in den in TP3 durchgeführten Expertengesprächen geäußert. Wie lassen sich die Lenker von Fahrzeugen mit ESP charakterisieren und zeigen sie tatsächlich ein bestimmtes Verhalten bezüglich Risikobereitschaft?
- Wie lassen sich die Lenker von Fahrzeugen aus den verschiedenen Marktsegmenten bei PW beschreiben? Gibt es gemeinsame sozio-ökonomische Eigenschaften bzw. auf das Unfallgeschehen bezogene Verhaltensweisen?

7.2 Datengrundlagen

Die Arbeiten in TP3 haben gezeigt, dass die mit VU+ neugeschaffenen Datengrundlagen grundsätzlich eine gute Qualität aufweisen und die Analyse von Teilaspekten des Unfallgeschehens erlauben, die bisher nicht oder zumindest nicht auf der Basis einer derart breiten Datengrundlage durchgeführt werden konnten. Trotzdem sind einige wichtige Bausteine in der Datengrundlage noch verbesserungswürdig:

- **Fahrleistungen:** Die Fahrleistungsdaten, differenziert nach verschiedenen Kriterien (Fahrzeugkategorie, Fahrzeuggrösse oder –segment, Fahrzeugalter, etc.) gehen direkt über die Exposition in die Berechnung von Unfallraten und –risikokennzahlen ein. Sie sind demnach zentrale Annahmen in der Analyse. Gleichzeitig sind sie empirisch verhältnismässig schlecht abgestützt: Bei den Motorfahrzeugen beruhen sie auf veralteten Grundlagen, für andere Fahrzeugkategorien, insbesondere Fahrräder im Allgemeinen bzw. E-Bikes im Besonderen, fehlen empirische Grundlagen vollständig. Für Motorfahrzeuge sollten die Fahrleistungen wieder regelmässig z.B. bei jeder Fahrzeugprüfung abgelesen und in MOFIS integriert werden; entsprechende Bemühungen sind in einzelnen Kantonen bereits im Gange aber noch nicht umgesetzt. Für den Langsamverkehr könnte beispielsweise die Erhebung zum Mikrozensus Verkehr entsprechend ergänzt werden.
- **Marktsegmente:** Die Einteilung von Personenwagen nach Marktsegmenten gruppiert den PW-Bestand für viele Anwendungen⁵ zielführender als beispielsweise Motorengrössenklassen oder Hubraum. In der Unfallstatistik lassen sich so direktere Verbindungen zur Käuferschaft oder zu einschlägigen Konstruktionsmerkmalen ziehen. Die Eigenschaft "Marktsegment" ist aber in den Registern nirgends enthalten und muss so relativ aufwendig und mit Unschärfen behaftet über Marken und Typbezeichnungen hergeleitet werden. Besser wäre eine laufende Zuweisung in den Registern über eine zentrale Stelle.
- Weitere wünschenswerte, für die Unfallstatistik relevante Angaben in den **Fahrzeugregistern** wären beispielsweise folgende:
 - **Assistenzsysteme:** Ähnlich wie bei den Marktsegmenten muss auch die Ausstattung mit Assistenzsystemen (ESP) über Annahmen und weitere Quellen hergeleitet werden. Im vorliegenden Projekt wurde die Untersuchung auf elektronische Stabilitätsprogramme (ESP) beschränkt, da diese in den heute erhältlichen Fahrzeugen bereits relativ weitverbreitet sind und so statistische Aussagen abgeleitet werden können. In Zukunft wird der Markt insbesondere bei den PW aber auch bei anderen Fahrzeugkategorien weitere Assistenzsysteme anbieten (Notbremsassis-

⁵ Beispielsweise sind sich bezüglich des Treibstoffverbrauchs z.B. die Fahrzeuge innerhalb eines Marktsegments u.U. ähnlicher als Fahrzeuge einer bestimmten Motorengrössenklasse.

tenten, Fussgängererkennung, etc.). Bereits laufen auch Versuche zum komplett autonomen Fahren, wo der Lenker nicht mehr oder nur noch punktuell in die Steuerung des Fahrzeugs eingreift. Somit wird sich in Zukunft vermehrt die Frage nach der Kontrolle über das Fahrzeug zum Zeitpunkt des Unfalls stellen. Dementsprechend sind diesbezügliche Ergänzungen der Datengrundlagen kontinuierlich zu überprüfen.

- **Unfallfahrzeug j/n:** Die Angabe, ob ein Fahrzeug innerhalb eines bestimmten Zeitraums in einen Unfall verwickelt worden war, ist nicht direkt aus den in diesem Projekt zur Verfügung gestellten Daten ersichtlich. Die Angabe könnte aber über die Stammnummer für spezifische Unfallanalysen zugewiesen werden. Das Problem des Matchings zwischen Unfallfahrzeugen und Fahrzeugbestand (beschrieben in Kapitel 4.2) würde somit entfallen, d.h. Regressionsanalysen über die Unfallwahrscheinlichkeit könnten direkt auf der Ebene Einzelfahrzeuge ansetzen, anstatt lediglich auf den nach Fahrzeugeigenschaften aggregierten Datensätzen.

Anhänge

I	Datenbeschreibungen	77
I.1	Feldliste MOFIS (Auszug 2AAAF).....	77
I.2	Feldliste VU_MOFIS	78
I.3	Zuweisungsliste SUV	79
II	Hypothesen Fahrzeugeigenschaften	80
II.1	Aussagen Expertengespräche.....	80
II.2	Hypothesen mit niedriger Priorität	82
III	Tabellen und Figuren zu den Auswertungen	83
III.1	Bestände und Fahrleistungen.....	83
III.2	Unfallbeteiligung nach Fahrzeugkategorien	86
III.3	Unfallverursacher und -opfer	89
III.4	Unfallursachen	92
III.5	Einflüsse von Eigenschaften von Motorfahrzeugen auf das Unfallgeschehen.....	93
III.5.1	Gewicht	93
III.5.2	Alter	98
III.5.3	Assistenzsysteme	102
III.5.4	Leistung.....	104
III.5.5	Marktsegment.....	110
III.5.6	Farbe	112
III.6	Multivariate Analysen	115
III.6.1	Unfallwahrscheinlichkeit.....	115
III.6.2	Unfallschwere.....	123

I Datenbeschreibungen

I.1 Feldliste MOFIS (Auszug 2AAAF)

	Merkmale	Feldname (Kurzform)	Format
1	Fahrzeugart	MF_FARZ1	A / 3.0
2	Fahrzeugarttext		A / 28.0
3	Markencode	MF_MARKE	A / 4.0
4	Markentext		A / 30.0
5	Typenbezeichnung	MF_MAUTY	A / 28.0
6	Typenscheinnummer	MF_TYSNR	A / 6.0
7	Karosserieform-Code	MF_KFO11	A / 3.0
8	Karosserieform-Text		A / 30.0
9	Farbcode Text		A / 10
10	Sitzplätze	MF_SIZPL	N / 3.0
11	Stehplätze	MF_STEPL	N / 3.0
12	Nutzlast	MF_NUZLA	N / 6.0
13	Gesamtgewicht	MF_GEGE1	N / 6.0
14	Hubraum	MF_HUBRA	N / 5.0
15	Treibstoff	MF_TSTOF	A / 1.0
16	Zylinder	MF_ZYLIN	N / 2.0
17	Getriebe	MF_GETRI	A / 1.0
18	Antrieb	MF_ANTRI	A / 1.0
19	Anzahl Achsen	MF_AZCHS	N / 2.0
20	Kantonsinitialen	MS_SCKID	A / 2.0
21	IV Monat (MM)	MF_FZIVD	N / 2.0
22	IV Jahr (JJJJ)	MF_FZIVD	N / 4.0
22a	Erst IV Monat (MM)	MF_D1IVS	N / 2.0
22b	Erst IV Jahr (JJJJ)	MF_D1IVS	N / 4.0
23	Postleitzahl (Wohnort Halter)	MH_AKPLZ	N / 7.0
24	Wohnort Text	MH_AKORT	A / 30.0
25	IV/AV Status	MF_IVAVC	A / 1.0
26	Gebraucht Code	MF_GEBRA	A / 1.0
27	Emissionscode	MF_EMCOD	A / 3.0
28	Energieeffizienzklasse	MF_EEKAT	A / 2.0
29	Art des Getriebes 4stellig	MF_GTNEU	A / 4.0
30	Staat der 1. Inverkehrsetzung	MF_ST1IV	A / 4.0

Abb. I.1 In Auszug 2AAAF von MOFIS enthaltene Felder (Quelle: ASTRA).

I.2 Feldliste VU_MOFIS

Abb. I.2 MOFIS-Felder im verknüpften Datensatz VU-MOFIS, Stand 10.9.2013

Feldname VU_MOFIS		
mofis_verknuepft	Tankinhalt_l	Anzahl Achsen
Motorkennzeichen	Dachlast_kg	Versicherungsgesellschaftscode
Gebraucht Code	Katalysator	IV Jahr
Typengenehmigungsnummer	Partikelfilter	IV Monat Nr
Typen-Fein-Nummer	Hubraum	Ausserverkehrssetzungsdatum
Typen-Varianten-Nummer	Emissionscode	IV AV Code
Typengenehmigungszusatzcode1	CO2_g_100km	ErstIVKanton
Fahrzeugklasse	Leistung in kW	ErstIVDatum
MarkenCode	Kw pro kg Leergewicht	Datum_letzte_Pruefung
MarkenCode_V2	Fahrzeugart Code MOFIS	Datum_naechste_Pruefung
MarkenCode Text	Fahrzeugart MOFIS	Akt IV Kanton
Marke Typ	m_fzkat-vespa	Kilometerstand_letzte_Pruefung
Marken-Variante	m_fzkat-vespa-txt	Energieeffizienzkatgorie
Marken-Version	Karosserieform Code	Staat der 1 IV
Anz Zylinder	Karosserieform	
Treibstoff	Karosserieformcode2	
Getriebeart Code	Sitzplaetze Vorn	
Getriebeart	Sitzplaetze Total	
Getriebeart_4stellig	Stehplätze	
Antrieb Code	Farbcode	
Antrieb	Farbton	
Ladekran	Farbzusatz	
Hebebuehne	Gewicht_Leergewicht	
Seilwinde	Gewicht_Nutzlast	
Anhaengevorrichtung	Gewicht_Gesamtgewicht	

I.3 Zuweisungsliste SUV

Marken, Typ Textelemente für die Zuweisung zu Marktsegment ID 30018 (SUV)

MarkeTxt	TypTxt	MSegme	MarkeTxt	TypTxt	MSegme	MarkeTxt	TypTxt	MSegme
ACURA INTEGRA	ACURA	30018	Kia	Sorento	30018	Porsche	Cayenne	30018
Audi	A4 Allroad	30018	KIA	Sorrento	30018	PUCH	230	30018
Audi	A6 Allroad	30018	Kia	Sportage	30018	PUCH	290	30018
Audi	Q3	30018	LADA	Niva	30018	PUCH	300	30018
Audi	Q5	30018	Land	Rover Discovery	30018	PUCH	G 3	30018
Audi	Q7	30018	Land	Rover Freelander	30018	PUCH	G 5	30018
BMW	x 5	30018	LAND ROVER	110 CSW	30018	QUATTRO	Q7	30018
BMW	X1	30018	LAND ROVER	90-V8	30018	Range	Rover	30018
BMW	X3	30018	LAND ROVER	Defender	30018	Range	Rover Evoque	30018
BMW	X5	30018	LAND ROVER	Discov	30018	Range	Rover Sport	30018
BMW	X6	30018	LAND ROVER	Evoque	30018	Renault	Koleos	30018
Cadillac	Escalade	30018	LAND ROVER	Freela	30018	Saab	9-3X	30018
Cadillac	SRX	30018	LAND ROVER	Freelander	30018	Saab	9-4X	30018
CHEVROLET	Blazer	30018	LAND ROVER	LJGMF	30018	SAAB	9-7X	30018
Chevrolet	Captiva	30018	LAND ROVER	LS AA2	30018	Seat	Altea FreeTrack	30018
CHEVROLET	Equinox	30018	LAND ROVER	Range	30018	Skoda	Octavia Scout	30018
CHEVROLET	K 15	30018	LAND ROVER	RangRover	30018	Skoda	Yeti	30018
CHEVROLET	S10	30018	LAND ROVER	RR Evo	30018	SSANGYONG	Actyon	30018
CHEVROLET	Silverado	30018	LAND ROVER	TDV8	30018	SsangYong	Korando	30018
CHEVROLET	Suburban	30018	LAND ROVER	Vogue	30018	SSANGYONG	Kyron	30018
CHEVROLET	Tahoe	30018	LEXUS	GX470	30018	SSANGYONG	Musso	30018
CHRYSLER	1500 Sport	30018	LEXUS	R 300	30018	SsangYong	Rexton	30018
CHRYSLER	Cherokee	30018	Lexus	RX	30018	STEYR-PUCH	Puch	30018
CHRYSLER	Pacifica	30018	LEXUS	RX300	30018	Subaru	Forester	30018
CHRYSLER	Wrangler	30018	LEXUS	RX350	30018	Subaru	Impreza XV	30018
Citroen	C4 Aircross	30018	LEXUS	RX400	30018	Subaru	Outback	30018
Citroen	C-Crosser	30018	LEXUS	RX450	30018	Subaru	Tribeca	30018
Dacia	Duster	30018	LEXUS	XU3	30018	SUBARU	XV1	30018
DAEWOO	korando	30018	MAZDA	CX	30018	SUBARU	XV2	30018
DAEWOO	musso	30018	Mazda	CX-5	30018	Suzuki	Grand Vitara	30018
DAEWOO	rexton	30018	Mazda	CX-7	30018	SUZUKI	ignis	30018
DAIHATSU	F 50	30018	MERCEDES-AMG	GL 63	30018	Suzuki	Jimny	30018
DAIHATSU	Feroza	30018	MERCEDES-AMG	ML	30018	SUZUKI	samurai	30018
DAIHATSU	Rocky	30018	MERCEDES-AMG	ML 63	30018	SUZUKI	sj	30018
Daihatsu	Terios	30018	MERCEDES-BENZ	163	30018	Suzuki	SX4	30018
DAIMLER	ML 55	30018	MERCEDES-BENZ	G 350	30018	SUZUKI	vitara	30018
DODGE	Dakota	30018	MERCEDES-BENZ	G 400	30018	SUZUKI	x90	30018
DODGE	Durango	30018	MERCEDES-BENZ	G 500	30018	TATA	Aria	30018
DODGE	Jorney	30018	MERCEDES-BENZ	G 55	30018	TATA	Safari	30018
DODGE	Journey	30018	MERCEDES-BENZ	G 63	30018	TATA	Xenon	30018
DODGE	Nitro	30018	MERCEDES-BENZ	G 65	30018	TOYOTA	4run	30018
DODGE	RAM	30018	MERCEDES-BENZ	G280	30018	TOYOTA	FJ Cruiser	30018
Fiat	Sedici	30018	MERCEDES-BENZ	G300	30018	TOYOTA	highl	30018
FORD	Bronco	30018	MERCEDES-BENZ	G350	30018	TOYOTA	hilux	30018
FORD	edge	30018	MERCEDES-BENZ	G55	30018	TOYOTA	land	30018
FORD	expedition	30018	Mercedes-Benz	G-Klasse	30018	Toyota	Land Cruiser	30018
FORD	explorer	30018	MERCEDES-BENZ	GL	30018	TOYOTA	rav	30018
FORD	F 150	30018	Mercedes-Benz	GLK-Klasse	30018	Toyota	RAV4	30018
FORD	f250	30018	Mercedes-Benz	GL-Klasse	30018	TOYOTA	Ryv	30018
FORD	Flex Sel	30018	Mercedes-Benz	M-Klasse	30018	Toyota	Urban Cruiser	30018
FORD	Freestyle	30018	MERCEDES-BENZ	ML	30018	VOLVO	XC	30018
Ford	Kuga	30018	MERCEDES-BENZ	Typ M	30018	Volvo	XC 60	30018
FORD	Maverick	30018	MERCEDES-BENZ-V GLK		30018	Volvo	XC 70	30018
FORD	ranger	30018	MERCEDES-BENZ-V ML		30018	Volvo	XC 90	30018
HONDA	Acura	30018	Mini	Countryman	30018	VW	Amarok	30018
HONDA	crv	30018	Mitsubishi	ASX	30018	VW	Tiguan	30018
Honda	CR-V	30018	MITSUBISHI	I 200	30018		Touareg	30018
HONDA	Element	30018	MITSUBISHI	I 300	30018			
HONDA	hr	30018	MITSUBISHI	I 400	30018			
HUMMER	H	30018	MITSUBISHI	I200	30018			
HYUNDAI	Galloper	30018	MITSUBISHI	I300	30018			
HYUNDAI	gallopper	30018	MITSUBISHI	lanc	30018			
HYUNDAI	ix 35	30018	MITSUBISHI	outlan	30018			
HYUNDAI	ix 55	30018	Mitsubishi	Outlander	30018			
Hyundai	ix35	30018	MITSUBISHI	Pajero	30018			
Hyundai	ix55	30018	NISSAN	pinin	30018			
HYUNDAI	santa	30018	NISSAN	Double Cab	30018			
Hyundai	Santa Fe	30018	NISSAN	infiniti FX	30018			
HYUNDAI	Sante Fe	30018	Nissan	Juke	30018			
HYUNDAI	terracan	30018	NISSAN	King	30018			
HYUNDAI	tucson	30018	Nissan	Murano	30018			
INFINITI	EX	30018	NISSAN	navara	30018			
Infiniti	EX37	30018	NISSAN	np300	30018			
INFINITI	FX	30018	Nissan	Pathfinder	30018			
Infiniti	FX50	30018	NISSAN	patrol	30018			
ISUZU	TFS	30018	Nissan	Qashqai	30018			
ISUZU	Trooper	30018	NISSAN	Qashqai	30018			
Jeep	Cherokee	30018	NISSAN	Quashqai	30018			
JEEP	commander	30018	NISSAN	terrano	30018			
Jeep	Compass	30018	Nissan	X-Trail	30018			
Jeep	Grand Cherokee	30018	Opel	Antara	30018			
Jeep	Patriot	30018	OPEL	frontera	30018			
Jeep	Wrangler	30018	OPEL	monterey	30018			
			Peugeot	4007	30018			
			Peugeot	4008	30018			

II Hypothesen Fahrzeugeigenschaften

II.1 Aussagen Expertengespräche

Abb. II.3 Übersicht Expertenaussagen zum Einfluss von Fahrzeugeigenschaften auf das Unfallgeschehen – Teil Personenwagen

Fahrzeugeigenschaft	Aussage	Priorität
Fahrzeugsegment	- SUV verursachen mehr und schwerere Unfälle - SUV verletzen Unfallgegner (insbesondere MR, Fussgänger, PW) schwerer bzw. töten sie häufiger als andere Fahrzeugsegmente - SUV sind überschlagsgefährdeter (Selbstunfälle) - SUV/Vans schützen Insassen besser als andere Fahrzeugsegmente (besonders gegen SNF)	hoch
Gewicht	- Schwere Fahrzeuge sind an Unfällen mit gravierenderen Unfallfolgen beteiligt - Grosse Gewichtsunterschiede zwischen Unfallpartnern: schwere Unfälle	hoch
Assistenzsysteme	- Assistenzsysteme (ESC, ESS, ABS, ASR, etc.) reduzieren Unfallzahlen, speziell bei glatten Strassenverhältnissen - Aber: Risiko-Kompensation (risikoreicheres Fahren)	hoch
Alter	Neue und gut gewartete Fahrzeuge verursachen weniger Unfälle. („Neu“ bedeutet dabei Fahrzeuge ab ca. 2007)	hoch
Leistung	Hochleistungsfahrzeuge (kg/PS > 7.5) verursachen mehr und schwerere Unfälle	hoch
Farbe, Lackierung	- Helle Fahrzeuge sind weniger in Unfälle verwickelt (insbes. bei Dämmerung/nachts) - Farbe beeinflusst Unfallgeschehen (günstige Farben: gelb, rot; ungünstige: hell-mittelgrün)	niedrig
Marke	- Kein direkter Zusammenhang zu Unfallgeschehen (aber indirekt über Käuferschaft) - Zusammenhang Marke – Konstruktion (es gibt besonders unfall-ungünstige Marken/Modelle)	niedrig
Frontpartie, Konstruktion	- Konstruktion (Kanten) und Material (Kunststoff statt Metall) beeinflussen die Unfallfolgen - Knautschzone beeinflusst die Unfallfolgen (Unfallschwere)	niedrig
Treibstoffart	Kein direkter Zusammenhang zw. Treibstoffart (B, D, etc.) und Unfällen, wenn schon indirekt über Käuferschaft (z.B. Hybride). Ausnahme: Elektrofahrzeuge (werden nicht gehört)	niedrig
Antriebsart	Antriebsart (Front-, Heck-, Allrad) beeinflusst das Unfallgeschehen (aber wie?)	niedrig

Abb. II.4 Übersicht Expertenaussagen zum Einfluss von Fahrzeugeigenschaften auf das Unfallgeschehen – Teil Motorräder

Fahrzeugeigenschaft	Aussage	Priorität
Kategorie	- Motorräder sind weniger an Unfällen beteiligt als andere Fahrzeugkategorien - Kollisionen mit landw. Fahrzeugen führen zu schwereren Unfällen	hoch
Segment	Marktsegmente der Motorräder (Roller, Chopper, Strassen-MR, Cross, Enduro, etc.) sind unterschiedlich am Unfallgeschehen beteiligt	hoch
Leistung	Grössere Motorräder (Hubraum, PS/kW) verursachen schwere Unfälle	hoch
Beifahrer/Sozius	Motorräder mit Beifahrer/Sozius sind häufiger und in schwerere Unfälle verwickelt	niedrig
Assistenzsysteme	ABS, ESC bei Motorrädern hilft Unfälle vermeiden	niedrig

Abb. II.5 Übersicht Expertenaussagen zum Einfluss von Fahrzeugeigenschaften auf das Unfallgeschehen – Teil schwere Nutzfahrzeuge

Fahrzeugeigenschaft	Aussage	Priorität
Gewicht	Schwere SNF (>12t, Sattel-, Lastenzüge, -schlepper) verursachen mehr und schwerere Unfälle als leichtere SNF	hoch
Alter	Moderne, gut gewartete Fahrzeuge sind weniger in Unfälle verwickelt als alte	hoch
Frontpartie	«Aggressive» Frontpartien - bzgl. Steifigkeit, Form (typisch für SNF) - erhöhen das Verletzungsrisiko bei Velofahrenden erheblich	niedrig
Unterfahrschutz (vorne, hinten, seitlich)	SNF mit Unterfahrschutz verursachen weniger schwere Unfälle bei Kollision mit PWs	niedrig

Abb. II.6 Übersicht Expertenaussagen zum Einfluss von Fahrzeugeigenschaften auf das Unfallgeschehen – Teil nicht-motorisierter Verkehr

Fahrzeugeigenschaft	Aussage	Priorität
Kategorie	- Fahrräder treten häufiger als Opfer von Verkehrsunfällen auf als andere Fahrzeugkategorien - Fahrzeugähnliche Geräte (FäG) sind kaum ins Strassenunfallgeschehen verwickelt	hoch
Segment	Elektrofahrräder (insbes. schnelle) sind mehr in Unfälle verwickelt und die Fahrer werden schwerer verletzt (Geschwindigkeit)	hoch
Konstruktion	Höherer Schwerpunkt bei Elektrofahrräder (Batterie) ist massgebend für Unfallverhalten	niedrig

II.2 Hypothesen mit niedriger Priorität

Fahrzeug-eigenschaft	Hypothese	Fahrzeug-kategorie	Priori-tät	Quelle Hypothesen	Fragen-kreis
Frontpartie, Konstruktion	Konstruktion (Kanten) und Material (Kunststoff statt Metall) beeinflussen die Unfallfolgen	Alle	niedrig	GDV 2012, IMPROVER 2006, Experteninterviews	3
Marke	Zusammenhang Marke – Konstruktion (es gibt besonders unfall-ungünstige Marken/Modelle)	PW, Lieferwagen	niedrig	Folksam 2009, Experteninterviews	3
Frontpartie, Konstruktion	Knautschzone beeinflusst die Unfallfolgen (Unfallschwere)		niedrig	Experteninterviews	3
Treibstoffart	Kein direkter Zusammenhang zw. Treibstoffart (B, D, etc.) und Unfällen, wenn schon indirekt über Käuferschaft (z.B. Hybride). Ausnahme: Elektrofahrzeuge (werden nicht gehört)		niedrig	Experteninterviews	3
Antriebsart	Antriebsart (Front-, Heck-, Allrad) beeinflusst das Unfallgeschehen (aber wie?)	PW	niedrig	Experteninterviews	3
Marke	Kein direkter Zusammenhang zu Unfallgeschehen (aber indirekt über Käuferschaft)		niedrig	Experteninterviews	3
Frontpartie	«Aggressive» Frontpartien – bzgl. Steifigkeit, Form (typisch für SNF) – erhöhen das Verletzungsrisiko bei Velofahrenden erheblich	SNF	niedrig	Strandroth und Rizzi 2009, Experteninterviews	3
Unterfahrschutz (vorne, hinten, seitlich)	SNF mit Unterfahrschutz verursachen weniger schwere Unfälle bei Kollision mit PW		niedrig	Strandroth und Rizzi 2009, Experteninterviews	3
Beifahrer/Sozius	Motorräder mit Beifahrer/Sozius sind häufiger und in schwerere Unfälle verwickelt	Motorräder	niedrig	Experteninterviews	3
Kategorie	Kollisionen mit landw. Fahrzeugen führen zu schwereren Unfällen		niedrig	Experteninterviews	3
Konstruktion	Höherer Schwerpunkt bei Elektrofahrräder (Batterie) ist massgebend für Unfallverhalten	E-Bikes	niedrig	Experteninterviews	3

III Tabellen und Figuren zu den Auswertungen

III.1 Bestände und Fahrleistungen

BESTÄNDE UND JÄHRLICHE FAHRLEISTUNGEN 2010, INKL. LANGSAMVERKEHR			
Fahrzeugkategorie	Bestand	Järl. Fahrleistung [km]	Quelle
PW	4'102'000	13'998	BFS-Statistik (2010)
LI	321'000	11'237	BFS-Statistik (2010)
RBus	2'470	48'178	BFS-Statistik (2010)
LBus	4'940	50'607	BFS-Statistik (2010)
MR	812'000	2'967	BFS-Statistik (2010)
SNF	58'700	39'250	BFS-Statistik (2010)
Übrige Motorfz.	N/A	N/A	
Anhänger	N/A	N/A	
Non-Road	N/A	N/A	
Fahrrad	5'808'486	391	Mikrozensus Mobilität (BFS 2012)
E-Bike	63'641	391	Mikrozensus Mobilität (BFS 2012)
FäG	N/A	N/A	
Übrige Nicht-Mfz.	N/A	N/A	
Tram	781	36'389	BFS-Statistik (2010)
Bahn	2'771	76'761	BFS-Statistik (2010)
Fussgänger	7'870'134	730	Mikrozensus Mobilität (BFS 2012)

Abb. III.7 Bestände und jährliche Fahrleistungen aller Fahrzeugkategorien (inkl. Langsamverkehr) im Jahr 2010.

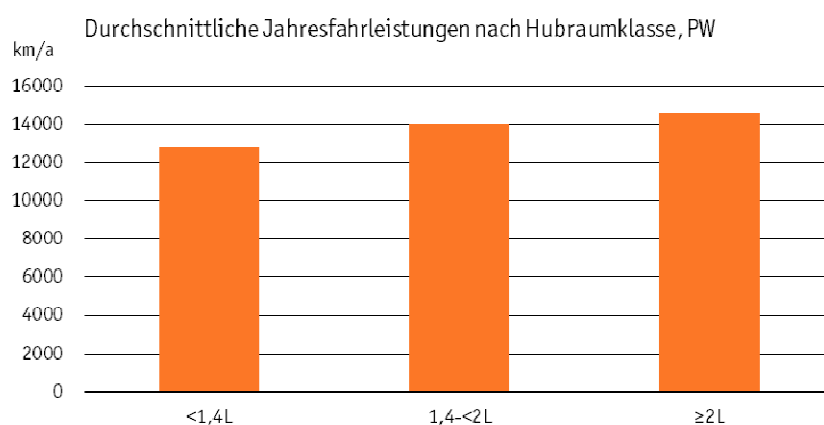


Abb. III.8 Durchschnittliche Jahresfahrleistungen der PW nach Hubraumklasse, 2011.

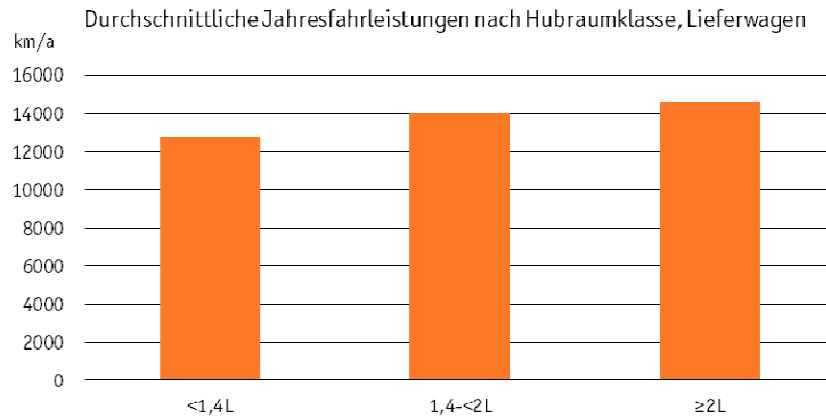


Abb. III.9 Durchschnittliche Jahresfahrleistungen der Lieferwagen nach Hubraumklasse, 2011.

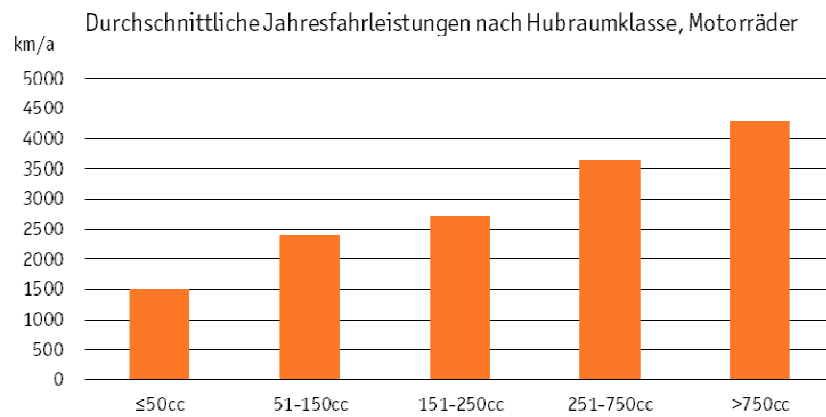


Abb. III.10 Durchschnittliche Jahresfahrleistungen der Motorräder nach Hubraumklasse, 2011.

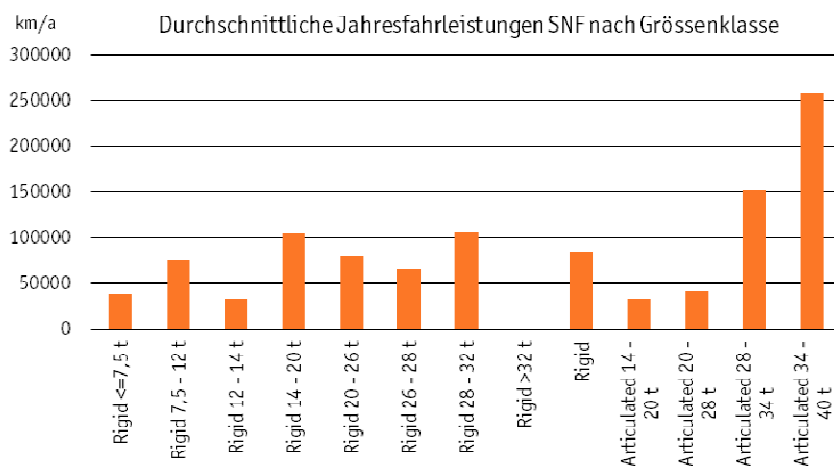


Abb. III.11 Durchschnittliche Jahresfahrleistungen der SNF nach Grössenklasse, 2011.

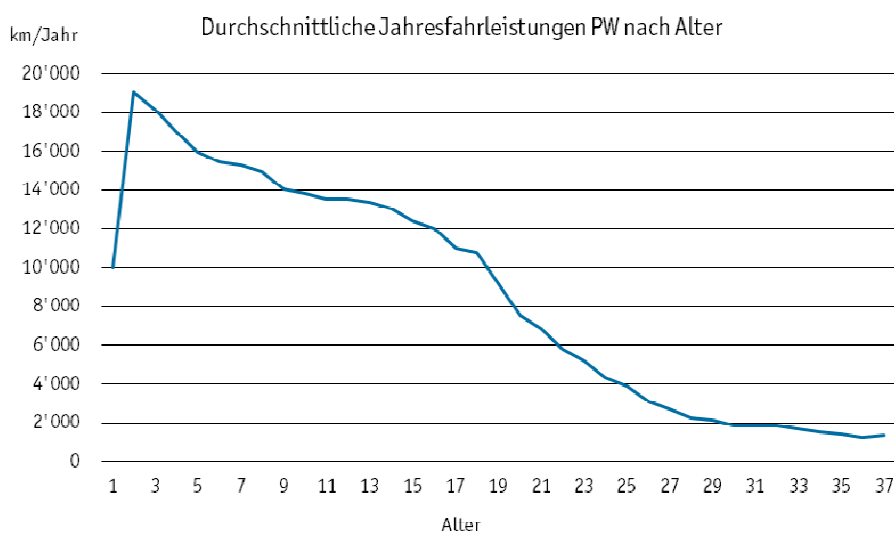


Abb. III.12 Durchschnittliche Jahresfahrleistungen der PW nach Alter, 2011.

III.2 Unfallbeteiligung nach Fahrzeugkategorien

Deskriptive Tabellen

UNFALLBETEILIGUNG NACH FAHRZEUGKATEGORIE UND JAHR				
Fahrzeugkategorie	2011	2012	Entwicklung 2011-2012	TOTAL
Unbekannt	4'116	4'411	7%	8'527
PW	64'242	63'424	-1%	127'666
LI	4'370	4'454	2%	8'824
RBus	490	525	7%	1'015
LBus	416	408	-2%	824
MR	6'348	5'643	-11%	11'991
SNF	3'097	3'075	-1%	6'172
Übrige Mfz	306	321	5%	627
Non-Road	320	332	4%	652
Fahrrad	3'875	3'645	-6%	7'520
E-Bike	218	279	28%	497
FäG	-	-	-	-
Übrige Nicht-Mfz	54	42	-22%	96
Tram	227	247	9%	474
Bahn	90	113	26%	203
Fussgänger	2'733	2'644	-3%	5'377
TOTAL	90'902	89'563	-1%	180'465

Abb. III.13 Unfallbeteiligung nach Fahrzeugkategorie und Jahr.

UNFALLBETEILIGUNG NACH FAHRZEUGKATEGORIE UND UNFALLSCHWERE (2011)					
Fahrzeugkategorie	Keine Angabe zu Unfall- schwere	Keine Verletzten	Leicht- verletzte	Schwer- verletzte oder Getötete	TOTAL
Unbekannt	4091	20	3	2	4'116
PW	3104	40189	17895	3054	64'242
LI	235	2780	1164	191	4'370
RBus	30	328	101	31	490
LBus	22	240	117	37	416
MR	316	1222	3436	1374	6'348
SNF	222	2240	511	124	3'097
Übrige Mfz	27	151	79	49	306
Non-Road	25	176	73	46	320
Fahrrad	253	337	2435	850	3'875
E-Bike	13	16	128	61	218
FäG	0	0	0	0	-
Übrige Nicht-Mfz	8	12	23	11	54
Tram	21	96	81	29	227
Bahn	5	65	14	6	90
Fussgänger	270	138	1633	692	2'733
TOTAL	8'642	48'010	27'693	6'557	90'902

Abb. III.14 Unfallbeteiligung nach Fahrzeugkategorie und Unfallschwere (nur 2011).

UNFALLRATE/UNFALLRISIKO NACH FAHRZEUGKATEGORIE		
Fahrzeugkategorie	Unfallrate [Unfälle/ 100'000 km]	Relatives Unfallrisiko [%]
Unbekannt	N/A	N/A
PW	0.111	97%
LI	0.122	107%
RBus	0.426	372%
LBus	0.165	144%
MR	0.249	217%
SNF	0.134	117%
Übrige Mfz	N/A	N/A
Non-Road	N/A	N/A
Fahrrad	0.165	144%
E-Bike	0.998	870%
FäG	N/A	N/A
Übrige Nicht-Mfz	N/A	N/A
Tram	0.834	727%
Bahn	0.048	42%
Fussgänger	0.047	41%
TOTAL	0.115	100%

Abb. III.15 Unfallrate und Unfallrisiko nach Fahrzeugkategorie.

Hypothesentests

CHI-QUADRAT-TEST: BEOBACHTETE VS. ERWARTETE ANZAHL UNFÄLLE NACH FZKAT			
Fahrzeugkategorie	Anz. Unfallfahrzeuge	Erwartete Anz. Unfallfahrzeuge bei gleicher Unfallrate	(Beobachtet - Erwartet) ² / Erwartet
PW	127'666	131'647	120.40
Lieferwagen	8'824	8'270	37.12
Reisebusse	1'015	273	2'018.81
Linienbusse	824	573	109.75
Motorräder	11'991	5'523	7'573.84
SNF	6'172	5'282	149.78
Fahrräder	7'520	5'212	1'022.24
E-Bikes	497	57	3'388.75
Tram	474	65	2'565.23
Bahn	203	488	166.18
Fussgänger	5'377	13'172	4'613.21
TOTAL	170'563	170'563	-

Chi-Quadrat	21'765.32
df	10
Krit. Wert	20.48
p	0.000

Abb. III.16 Chi-Quadrat-Test der Unfallhäufigkeit nach Fahrzeugkategorie. Die Nullhypothese, wonach sich die Unfallhäufigkeit verschiedener Fahrzeugkategorien nicht von der Verteilung unterscheidet, welche bei gleicher Unfallrate auftreten müsste, wird abgelehnt. Stichprobe: Alle Unfallfahrzeuge mit Angaben zu Bestand und jährlicher Fahrleistung (N = 170'563).

CHI-QUADRAT-TEST: BEOBACHTETE VS. ERWARTETE ANZAHL UNFÄLLE, E-BIKES VS. FAHRRÄDER			
Fahrzeugkategorie	Anz. Unfallfahrzeuge	Erwartete Anz. Unfallfahrzeuge bei gleicher Unfallrate	(Beobachtet - Erwartet) ² / Erwartet
Fahrrad	7'520	7'930	21.21
E-Bike	497	87	1'935.78
TOTAL	8'017	8'017	-

Chi-Quadrat	1'956.99
df	1
Krit. Wert	5.02
p	0.000

Abb. III.17 Chi-Quadrat-Test der Unfallhäufigkeit von E-Bikes und Fahrrädern. Die Nullhypothese, wonach sich die Unfallhäufigkeit der beiden Fahrzeugkategorien nicht von der Verteilung unterscheidet, welche bei gleicher Unfallrate auftreten müsste, wird abgelehnt. Stichprobe: Alle in Unfälle verwickelten Fahrräder und E-Bikes (N = 8'017).

	Mittlerer Rang Verletzungsschwere Fahrer	N
E-Bikes	2'180.94	215
Fahrräder	1'979.62	3'765

Mann-Whitney-U = 363792.5, Z = -2.953, p = 0.003

Abb. III.18 Mann-Whitney-U-Test der Verletzungsschwere der Fahrer von E-Bikes und Fahrrädern. Die Nullhypothese, wonach sich die Verletzungsschwere nicht unterscheidet, wird abgelehnt. Stichprobe: Alle in Unfälle verwickelten Fahrräder und E-Bikes, für welche eine gültige Angabe zur Verletzungsschwere vorliegt (N = 3'980).

CHI-QUADRAT-TEST: BEOBACHTETE VS. ERWARTETE ANZAHL UNFÄLLE ALS OPFER, MOTORRÄDER			
Fahrzeugkategorie	Anz. Unfallfahrzeuge	Erwartete Anz. Unfallfahrzeuge bei gleicher Unfallrate	(Beobachtet - Erwartet) ² / Erwartet
Motorrad	5'809	2'316	5'270.29
Andere	65'699	69'192	176.38
TOTAL	71'508	71'508	-

Chi-Quadrat	5'446.67
df	1
Krit. Wert	5.02
p	0.000

Abb. III.19 Chi-Quadrat-Test der Unfallhäufigkeit von Motorrädern und restlichen Fahrzeuge. Die Nullhypothese, wonach sich die Unfallhäufigkeit der beiden Gruppen nicht von der Verteilung unterscheidet, welche bei gleicher Unfallrate auftreten müsste, wird abgelehnt. Stichprobe: Alle Unfallfahrzeuge mit Angaben zu Bestand und jährlicher Fahrleistung (N = 170'563).

	Mittlerer Rang Verletzungsschwere Insassen	N
Motorräder	50'550.34	4682
Restliche Fahrzeuge	30'366.44	59017

Mann-Whitney-U = 50603793, Z = -105.14, p = 0.000

Abb. III.20 Mann-Whitney-Test der maximalen Verletzungsschwere von Motorradfahrern vs. Insassen anderer Fahrzeugkategorien (inkl. Fussgänger). Die Nullhypothese, dass sich die mittleren Ränge nicht unterscheiden, wird abgelehnt. Stichprobe: Alle Unfallfahrzeuge mit zuverlässigen Angaben zur maximalen Verletzungsschwere (N = 63'699).

III.3 Unfallverursacher und -opfer

Deskriptive Grafiken

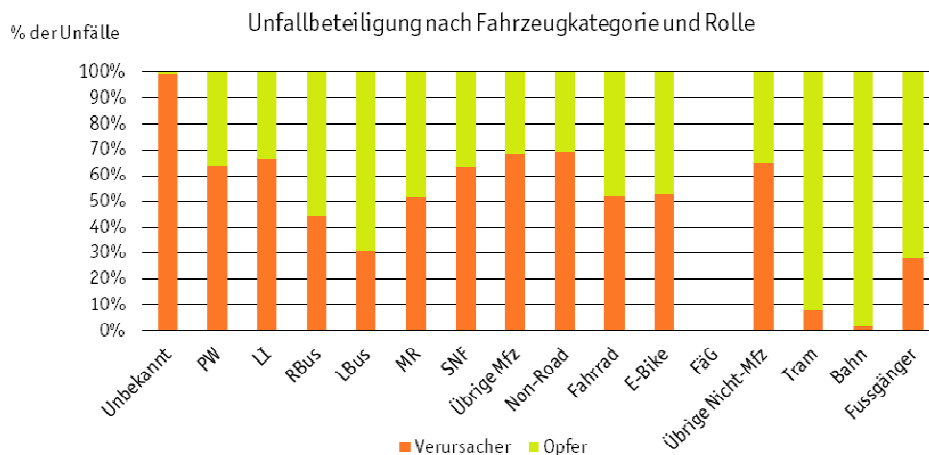


Abb. III.21 Unfallbeteiligung nach Fahrzeugkategorie und Rolle in Prozent der Unfälle.

Hypothesentests

CHI-QUADRAT-TEST: BEOBACHTETE VS. ERWARTETE ANZAHL VERURSACHTE UNFÄLLE NACH FZKAT			
Fahrzeugkategorie	Anz. Unfallfahrzeuge	Erwartete Anz. Unfallfahrzeuge bei gleicher Unfallrate	(Beobachtet - Erwartet) ² / Erwartet
PW	76'882	76'461	2.32
Lieferwagen	5'791	4'803	203.15
Reisebusse	452	317	57.57
Linienbusse	256	166	48.17
Motorräder	6'182	3'208	2'757.36
SNF	3'877	3'068	213.28
Fahrräder	3'887	3'027	244.32
E-Bikes	262	33	1'578.90
Tram	38	38	0.00
Bahn	3	283	277.27
Fussgänger	1'425	7'650	5'065.89
TOTAL	99'055	99'055	-

Chi-Quadrat	10'448.25
df	10
Krit. Wert	20.48
p	0.000

Abb. III.22 Chi-Quadrat-Test der Häufigkeit verursachter Unfälle nach Fahrzeugkategorie. Die Nullhypothese, wonach sich die Unfallverursachung verschiedener Fahrzeugkategorien nicht von der Verteilung unterscheidet, welche bei gleicher Unfallrate auftreten müsste, wird abgelehnt. Stichprobe: Alle Unfallhauptverursacher mit Angaben zu Bestand und jährlicher Fahrleistung (N = 99'055).

CHI-QUADRAT-TEST: BEOBACHTETE VS. ERWARTETE ANZAHL UNFÄLLE ALS OPFER, FAHRRÄDER VS. REST			
Fahrzeugkategorie	Anz. Unfallfahrzeuge	Erwartete Anz. Unfallfahrzeuge bei gleicher Unfallrate	(Beobachtet - Erwartet) ² / Erwartet
Fahrrad	3'633	2'185	959.53
Andere	67'875	69'323	30.24
TOTAL	71'508	71'508	-

Chi-Quadrat	989.77
df	1
Krit. Wert	5.02
p	0.000

Abb. III.23 Chi-Quadrat-Test der Unfallhäufigkeit als Opfern von Fahrrädern und anderen Fahrzeugkategorien. Die Nullhypothese, wonach sich die Unfallhäufigkeit als Opfer von Fahrrädern im Vergleich mit anderen Fahrzeugkategorien nicht von der Verteilung unterscheidet, welche bei gleicher Unfallrate auftreten müsste, wird abgelehnt. Stichprobe: Alle Unfallopfer (N = 71'508).

Fahrzeugkategorie	Mittlerer Rang Unfallschwere	N
PW	37'816.73	61'138
Lieferwagen	37'186.21	4'135
Reisebusse	36'007.84	460
Linienbusse	40'393.70	394
Motorräder	58'069.89	6'032
SNF	33'091.71	2'875
Übrige Mfz	44'362.96	279
Nonroad	41'929.72	295
Fahrräder	62'333.03	3'622
E-Bikes	63'977.12	205
Übrige Nicht-Mfz	56'058.71	46
Tram	46'611.77	206
Bahn	34'107.68	85
Fussgänger	64'526.06	2'463

Chi-Quadrat = 13430.23, df = 13, p = 0.000

Abb. III.24 Kruskal-Wallis-Test der Unfallschwere nach verursachender Fahrzeugkategorie. Die Nullhypothese, wonach sich die Unfallschwere zwischen verursachenden Fahrzeugkategorien nicht unterscheidet, wird abgelehnt. Stichprobe: Alle Verursacher von Unfällen mit Angaben zur Unfallschwere (N = 82'235).

III.4 Unfallursachen

Hypothesentest

CHI-QUADRAT-HOMOGENITÄTSTEST: UNFALLURSACHEN NACH FZKAT						
Fahrzeugkategorie	Unbekannte Ursache	Beeinträchtigung der Verkehrstauglichkeit	Fehler bei der Beachtung von Verkehrsregeln	Mängel am Fahrzeug	Situativ unangepasstes Verhalten	Unbekannte Ursache
Beobachtete Häufigkeiten						
Unbekannt	194	2	123	6	604	7514
PW	4375	10842	23494	360	36462	1349
Lieferwagen	198	419	1714	70	3295	95
Reisebusse	28	15	83	4	309	13
Linienbusse	10	6	81	1	155	3
Motorräder	342	727	1468	47	3507	91
SNF	76	78	695	79	2853	96
Übrige Mfz	14	29	71	11	286	17
Nonroad	12	31	108	19	274	8
Fahrräder	193	507	1495	63	1549	80
E-Bikes	13	36	73	0	134	6
Übrige Nicht-Mfz	24	1	10	0	27	0
Tram	1	1	6	0	30	0
Bahn	0	0	0	0	3	0
Fussgänger	8	106	296	1	1007	7
TOTAL	5488	12800	29717	661	50495	9279
Erwartete Häufigkeiten						
Unbekannt	440	1'026	2'381	53	4'046	743
PW	3'865	9'015	20'929	466	35'563	6'535
Lieferwagen	298	695	1'614	36	2'743	504
Reisebusse	23	53	122	3	208	38
Linienbusse	13	31	71	2	121	22
Motorräder	311	726	1'686	37	2'864	526
SNF	203	473	1'097	24	1'864	343
Übrige Mfz	22	51	120	3	203	37
Nonroad	23	55	127	3	216	40
Fahrräder	197	459	1'066	24	1'812	333
E-Bikes	13	31	72	2	122	22
Übrige Nicht-Mfz	2	5	11	0	19	3
Tram	2	5	11	0	18	3
Bahn	0	0	1	0	1	0
Fussgänger	76	176	409	9	695	128
TOTAL	5'488	12'800	29'717	661	50'495	9'279
(Beobachtet - Erwartet)² / Erwartet						
Unbekannt	137.31	1'021.60	2'141.42	41.64	2'928.07	61'656.19
PW	67.27	370.36	314.34	23.92	22.75	4'115.48
Lieferwagen	33.64	109.85	6.14	32.36	110.99	332.00
Reisebusse	1.29	26.98	12.68	0.60	49.09	16.64
Linienbusse	0.74	19.76	1.41	0.21	9.78	16.58
Motorräder	3.03	0.00	28.12	2.41	144.18	360.09
SNF	79.12	329.45	147.41	122.14	524.37	177.48
Übrige Mfz	2.95	9.81	19.68	26.18	33.88	11.06
Nonroad	5.59	10.27	2.84	92.61	15.69	25.27
Fahrräder	0.08	4.96	172.39	65.06	38.12	192.16
E-Bikes	0.01	0.82	0.02	1.60	1.15	12.05
Übrige Nicht-Mfz	238.38	2.94	0.09	0.24	3.75	3.42
Tram	0.48	2.82	2.05	0.24	7.74	3.33
Bahn	0.16	0.37	0.87	0.02	1.59	0.27
Fussgänger	60.38	27.95	31.23	7.21	140.07	114.10
Chi-Quadrat	76'932.84					
df	89					
Krit. Wert	116.99					
p	0.000					

Abb. III.25 Chi-Quadrat-Homogenitätstest der Unfallursachen nach Fahrzeugkategorie. Die Nullhypothese, wonach sich die Verteilung der Unfallursachen bei allen Fahrzeugkategorien gleich sein müsste, wird abgelehnt. Stichprobe: Verursacher von Unfällen mit gültiger Ursachenangabe (N = 102'952).

III.5 Einflüsse von Eigenschaften von Motorfahrzeugen auf das Unfallgeschehen

III.5.1 Gewicht

Deskriptive Tabellen und Grafiken

Fahrzeug-kategorie	N	Mittelwert	Standard-abweichung	Median	Minimum	Maximum	Varianz	Schiefe
PW	106'620	1'420.14	334.11	1'395	120	4'630	111'629.89	0.82
Lieferwagen	7'591	2'038.61	443.32	2'019	640	3'975	196'528.39	-0.07
Reisebusse	129	12'670.12	4'463.97	13'600	2'630	20'200	19'927'007.86	-0.97
Linienbusse	504	14'667.70	2'948.98	16'334	3'480	22'670	8'696'489.76	-0.40
Motorräder	9'126	240.21	74.63	230	56	750	5'569.53	0.72
SNF	3'893	10'115.53	3'537.94	9'800	850	29'800	12'516'997.12	0.53
Übrige Mfz	89	417.27	100.67	420	190	650	10'133.77	0.01
Nonroad	570	3'772.04	2'416.85	3'210	240	18'850	5'841'178.64	2.18

Abb. III.26 Lageparameter Leergewicht nach Fahrzeugkategorie, zweifelsfrei mit MOFIS verknüpfbare Unfallfahrzeuge.

Fahrzeug-kategorie	N	Mittelwert	Standard-abweichung	Median	Minimum	Maximum	Varianz	Schiefe
PW	3'723'772	1'373.79	345.12	1'378	132	4'193	119'108.39	0.26
Lieferwagen	244'659	1'776.12	393.62	1'876	40	3'335	154'936.62	-0.53
Reisebusse	652	9'709.41	5'400.88	12'000	57	16'800	29'169'555.38	-0.58
Linienbusse	1'200	8'315.49	5'740.82	11'100	52	17'750	32'956'986.33	-0.45
Motorräder	305'312	270.38	70.52	275	57	1'175	4'972.93	0.03
SNF	1'656	674.43	1'408.57	77	40	12'000	1'984'064.77	3.27
Übrige Mfz	5'545	355.10	131.16	295	191	925	17'201.86	1.48
Nonroad	58'754	4'363.54	3'397.11	3'663	40	24'000	11'540'387.65	2.74

Abb. III.27 Lageparameter Leergewicht nach Fahrzeugkategorie, Fahrzeugbestand MOFIS 2011.

Fahrzeug-kategorie	N	Mittelwert	Standard-abweichung	Median	Minimum	Maximum	Varianz	Schiefe
PW	3'775'254	1'390.91	339.67	1'390	132	4'193	115'377.44	0.30
Lieferwagen	256'515	1'798.10	390.64	1'900	40	3'274	152'597.01	-0.52
Reisebusse	636	9'457.54	5'436.88	12'000	57	16'800	29'559'616.56	-0.48
Linienbusse	989	9'306.22	5'286.97	11'100	57	17'750	27'952'064.52	-0.77
Motorräder	313'953	273.28	69.99	280	57	1'175	4'899.08	0.02
SNF	1'559	752.38	1'472.55	78	40	13'500	2'168'408.77	3.18
Übrige Mfz	5'680	357.07	131.60	297	191	925	17'317.79	1.48
Nonroad	63'603	4'390.53	3'415.33	3'675	40	24'000	11'664'448.59	2.74

Abb. III.28 Lageparameter Leergewicht nach Fahrzeugkategorie, Fahrzeugbestand MOFIS 2012.

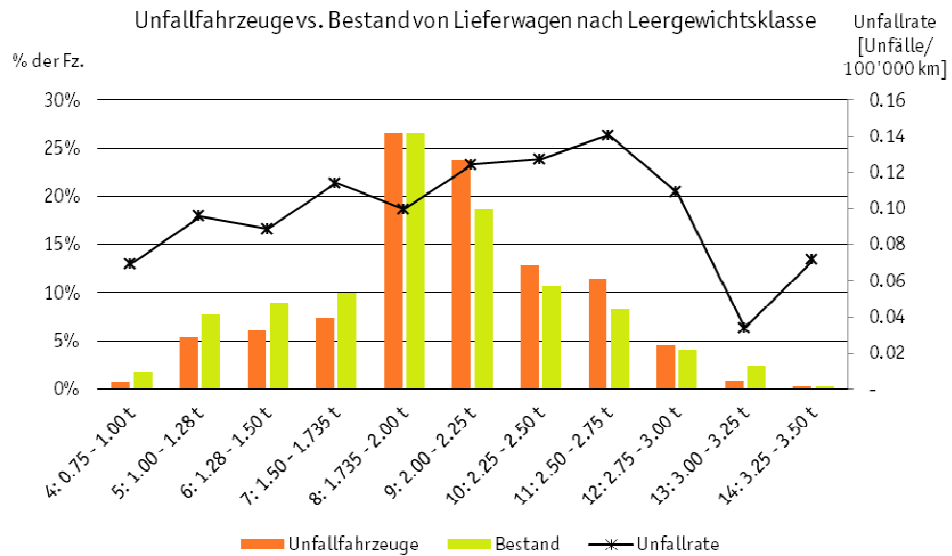


Abb. III.29 Verteilung von Unfallfahrzeugen und Bestand, sowie Unfallrate von Lieferwagen nach Leergewichtsklassen.

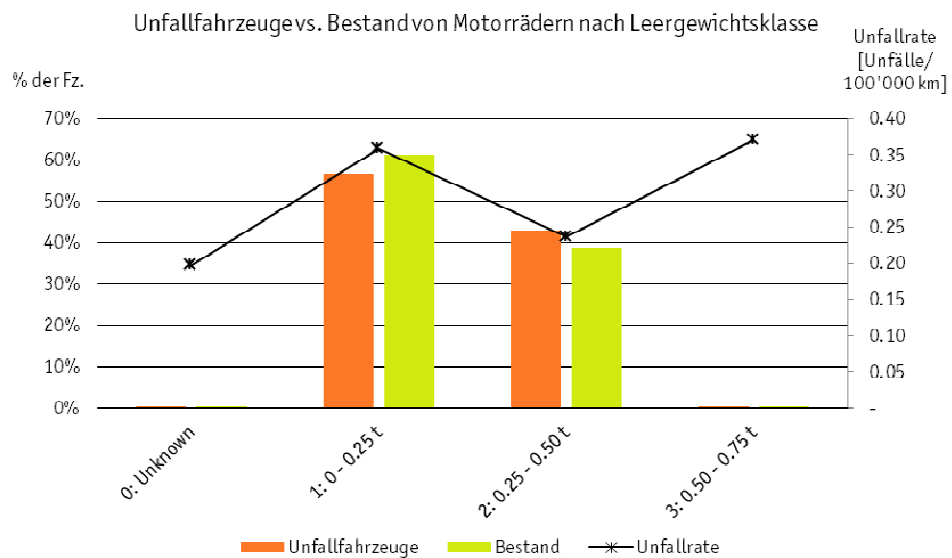


Abb. III.30 Verteilung von Unfallfahrzeugen und Bestand, sowie Unfallrate von Motorrädern nach Leergewichtsklassen.

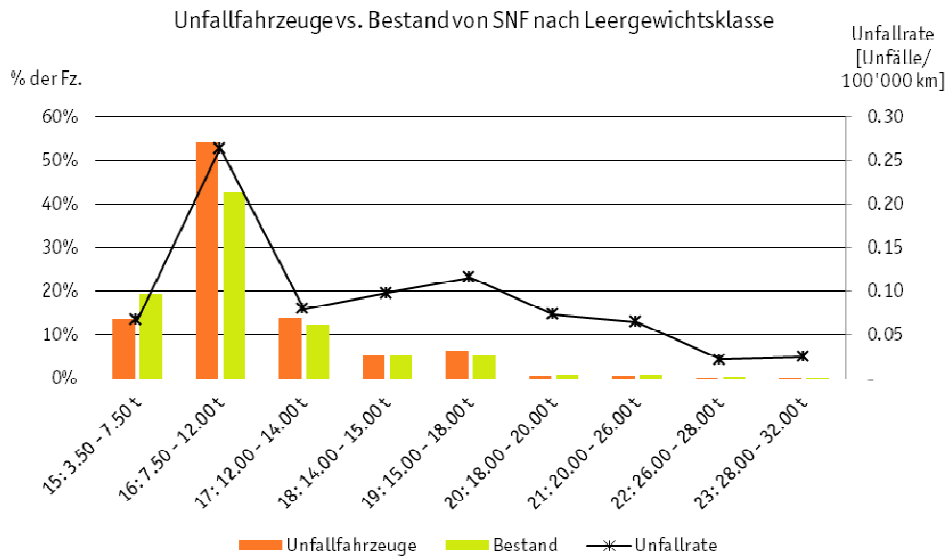


Abb. III.31 Verteilung von Unfallfahrzeugen und Bestand, sowie Unfallrate von schweren Nutzfahrzeugen (SNF) nach Leergewichtsklassen.

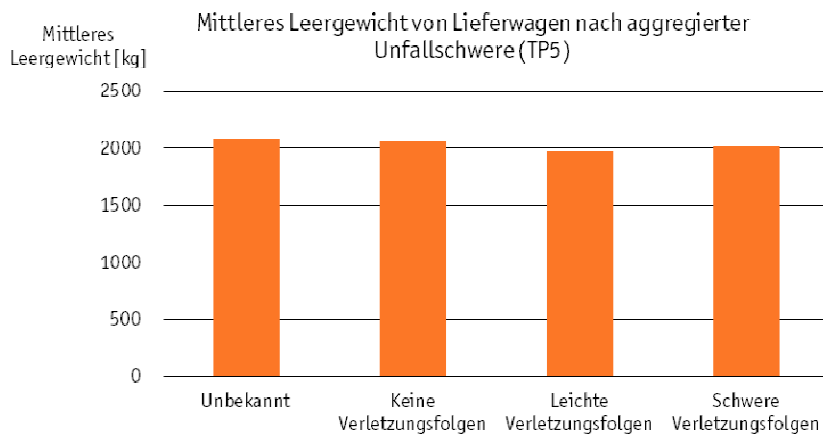


Abb. III.32 Mittleres Leergewicht von Lieferwagen nach Unfallschwere (nur Daten 2011).

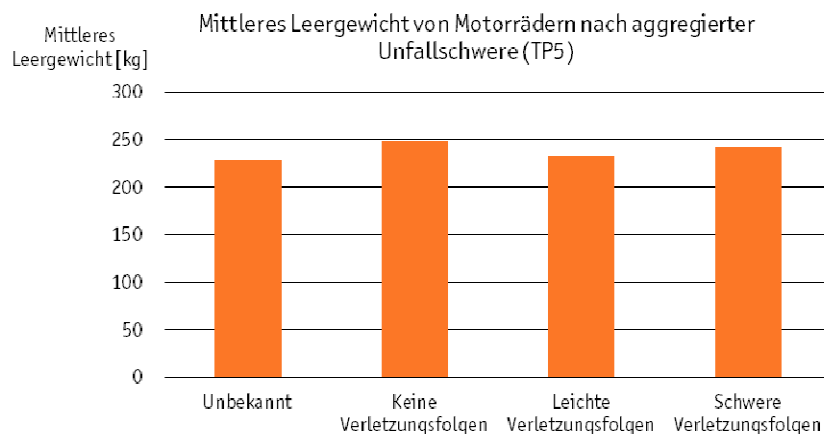


Abb. III.33 Mittleres Leergewicht von Motorrädern nach Unfallschwere (nur Daten 2011).

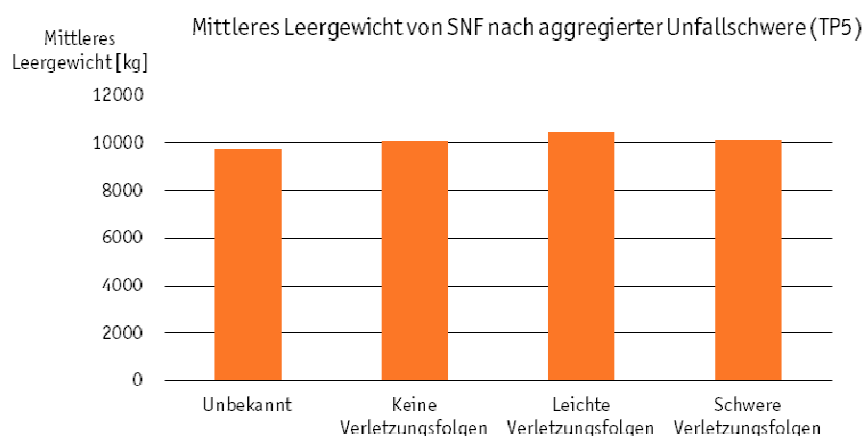


Abb. III.34 Mittleres Leergewicht von SNF nach Unfallschwere (nur Daten 2011).

Hypothesentests

FzKat	Chi-Quadrat-Test			Rangkorrelation Spearman		
	Chi-Quadrat	DF	p	Rho	p	N
SNF	844.41	8	0.000**	-0.064	0.003**	2'195

Abb. III.35 Unfallhäufigkeit nach Gewichtsklasse bei SNF, nur Verursacher: Resultate Chi-Quadrat-Test (beobachtete Unfallhäufigkeit vs. erwartete Unfallhäufigkeit bei gleichbleibender Unfallrate pro Gewichtsklasse) und Rangkorrelation nach Spearman. Mit ** markierte p sind auf dem 0.01-Niveau signifikant (zweiseitig).

FzKat	Kruskal-Wallis-Test			Rangkorrelation Spearman		
	Chi-Quadrat	DF	p	Rho	p	N
Alle	2'013.97	2	0.000**	-0.179	0.000**	62'145
PW	244.57	2	0.000**	-0.690	0.000**	51'536
LI	30.18	2	0.000**	-0.860	0.000**	3'625
RBus	0.85	2	0.653	-0.110	0.377	67
LBus	1.16	2	0.560	0.059	0.359	242
MR	34.05	2	0.000**	-0.008	0.600	4'557
SNF	3.05	2	0.218	0.038	0.106	1'815

Abb. III.36 Fahrzeuggewicht nach Unfallschwere, alle Unfallbeteiligten, 2011: Resultate Kruskal-Wallis-Test und Rangkorrelation nach Spearman. Mit ** markierte p sind auf dem 0.01-Niveau signifikant (zweiseitig).

FzKat	Kruskal-Wallis-Test			Rangkorrelation Spearman		
	Chi-Quadrat	DF	p	Rho	p	N
Alle	1'168.42	2	0.000**	-0.174	0.000**	37'012
PW	141.45	2	0.000**	-0.680	0.000**	30'893
LI	28.41	2	0.000**	-0.108	0.000**	2'398
RBus	0.58	2	0.748	-0.110	0.377	67
LBus	0.17	2	0.921	0.059	0.359	242
MR	17.16	2	0.000**	0.630	0.000**	2'331
SNF	8.60	2	0.014*	0.076	0.013*	1'071

Abb. III.37 Fahrzeuggewicht nach Unfallschwere, nur Verursacher, 2011: Resultate Kruskal-Wallis-Test und Rangkorrelation nach Spearman. Mit ** markierte p sind auf dem 0.01-Niveau signifikant, mit * markierte p auf dem 0.05-Niveau (zweiseitig).

FzKat	Rangkorrelation Spearman		
	Rho	p	N
Alle	0.160	0.000**	14'840
PW vs. PW	0.001	0.889	9'768
PW vs. LI	0.037	0.191	1'258
PW vs. MR	-0.037	0.080	2'260
PW vs. SNF	0.060	0.086	811

Abb. III.38 Gewichtsdiﬀerenz der Unfallgegner nach Unfallschwere, nur Unfälle mit 2 beteiligten Parteien, 2011: Resultate Rangkorrelation nach Spearman. Mit ** markierte p sind auf dem 0.01-Niveau signifikant (zweiseitig).

III.5.2 Alter

Deskriptive Tabellen und Grafiken

Fahrzeug-kategorie	N	Mittelwert	Standard-abweichung	Median	Minimum	Maximum	Varianz	Schiefe
PW	106'623	8.46	5.55	8	0	65	30.85	0.68
Lieferwagen	7'591	6.23	5.04	5	0	49	25.38	1.32
Reisebusse	129	6.97	4.62	6	0	23	21.39	0.80
Linienbusse	504	5.65	3.89	5	0	24	15.11	0.88
Motorräder	9'127	7.64	7.31	6	0	77	53.44	1.96
SNF	3'893	6.41	5.12	5	0	43	26.16	1.76
Übrige Mfz	89	5.12	4.33	5	0	23	18.79	1.20
Nonroad	570	16.24	11.80	15	0	54	139.28	0.67

Abb. III.39 Lageparameter Alter nach Fahrzeugkategorie, zweifelsfrei mit MOFIS verknüpfbare Unfallfahrzeuge.

Fahrzeug-kategorie	N	Mittelwert	Standard-abweichung	Median	Minimum	Maximum	Varianz	Schiefe
PW	4'209'672	2.97	3.46	2	0	78	11.96	1.98
Lieferwagen	346'623	3.32	3.87	2	0	65	14.99	2.70
Reisebusse	2'726	2.12	2.97	1	0	35	8.84	3.10
Linienbusse	5'109	4.18	3.93	3	0	30	15.47	2.02
Motorräder	655'521	3.26	3.94	2	0	60	15.52	2.04
SNF	64'456	3.75	5.69	3	0	69	32.32	4.66
Übrige Mfz	15'222	2.49	2.91	2	0	37	8.46	2.15
Nonroad	251'852	7.28	7.66	5	0	67	58.66	1.66

Abb. III.40 Lageparameter Alter nach Fahrzeugkategorie, Fahrzeugbestand MOFIS 2011.

Fahrzeug-kategorie	N	Mittelwert	Standard-abweichung	Median	Minimum	Maximum	Varianz	Schiefe
PW	4'300'036	2.95	3.48	2	0	79	12.14	2.02
Lieferwagen	362'553	3.30	3.89	2	0	66	15.10	2.73
Reisebusse	2'811	2.12	2.98	1	0	36	8.87	3.00
Linienbusse	5'154	4.09	3.53	4	0	31	12.50	1.36
Motorräder	668'474	3.34	4.05	2	0	61	16.37	2.01
SNF	65'006	3.84	5.75	3	0	70	33.07	4.64
Übrige Mfz	16'418	2.58	3.00	2	0	34	9.00	1.75
Nonroad	255'102	7.23	7.66	5	0	68	58.64	1.69

Abb. III.41 Lageparameter Alter nach Fahrzeugkategorie, Fahrzeugbestand MOFIS 2012.

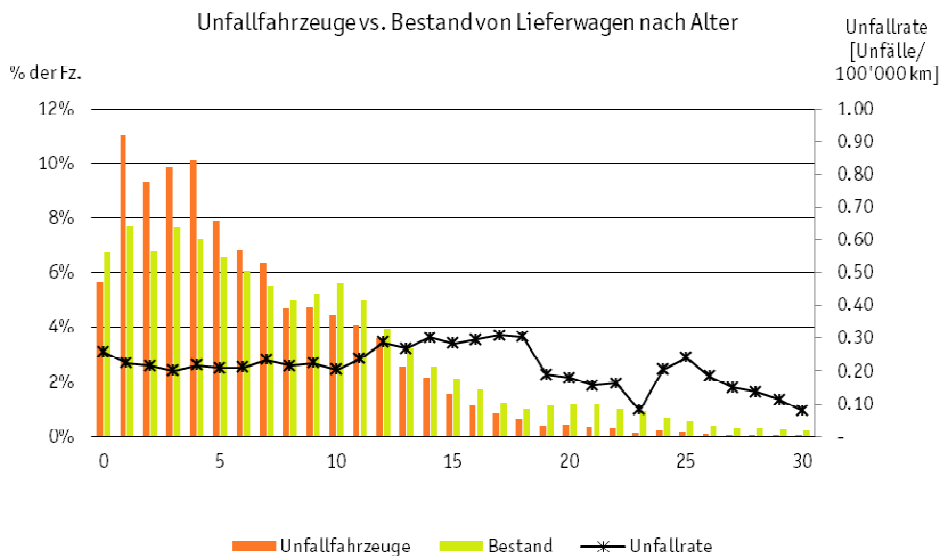


Abb. III.42 Verteilung von Unfallfahrzeugen und Bestand, sowie Unfallrate von Lieferwagen nach Alter.

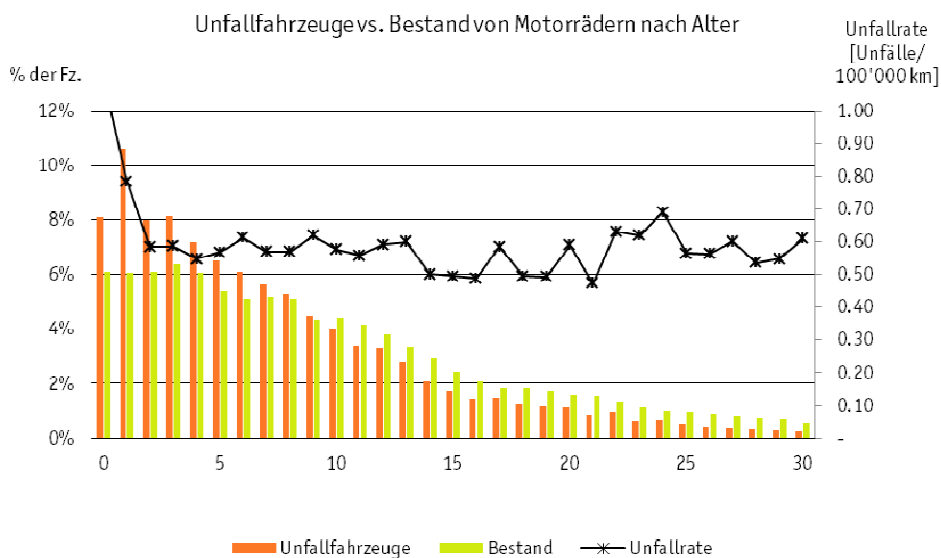


Abb. III.43 Verteilung von Unfallfahrzeugen und Bestand, sowie Unfallrate von Motorrädern nach Alter.

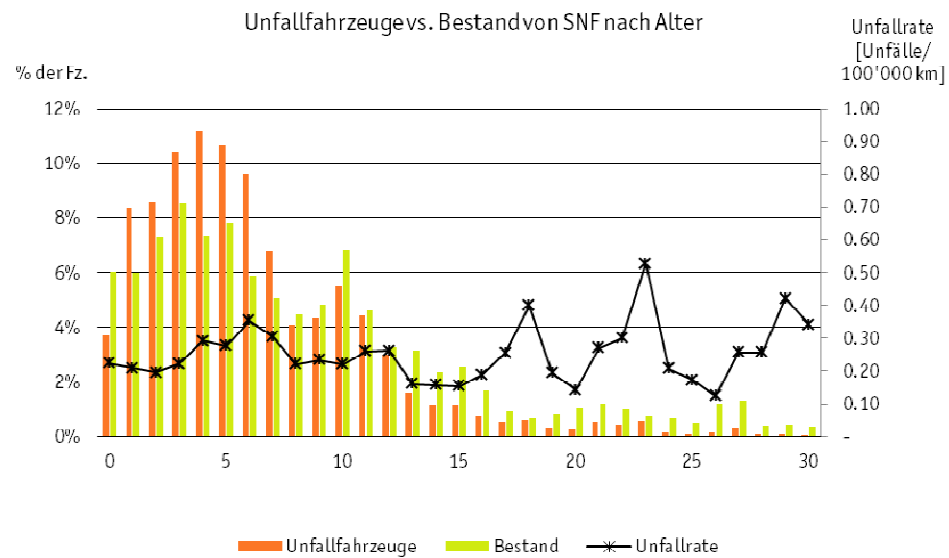


Abb. III.44 Verteilung von Unfallfahrzeugen und Bestand, sowie Unfallrate von SNF nach Alter.

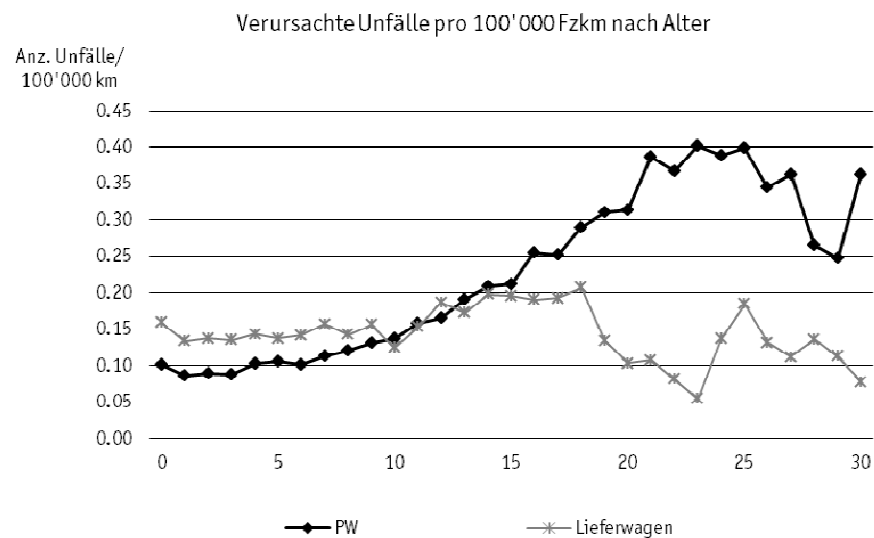


Abb. III.45 Von PW und Lieferwagen verursachte Unfälle pro 100'000 Fzkm nach Alter.

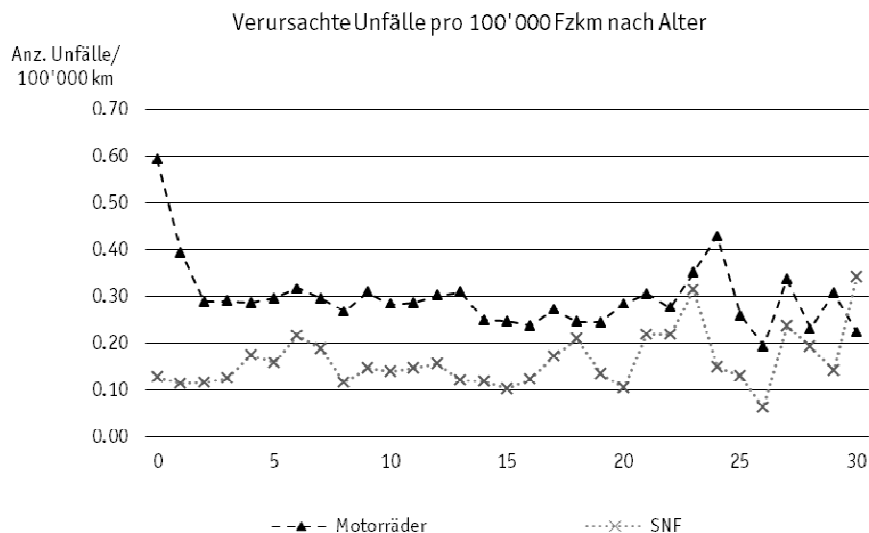


Abb. III.46 Von Motorrädern und SNF verursachte Unfälle pro 100'000 Fzkm nach Alter.

Hypothesentests

Fahrzeug- kategorie	Rangkorrelation nach Spearman		
	Rho	p	N
PW	0.907	0.000**	31
Lieferwagen	0.334	0.139	21
Reisebusse	0.301	0.275	16
Linienbusse	0.232	0.388	16
Motorräder	-0.345	0.057	31
SNF	-0.046	0.843	21

Abb. III.47 Fahrzeugalter und Unfallrate: Resultate Rangkorrelation nach Spearman. Mit ** markierte p sind auf dem 0.01-Niveau signifikant (zweiseitig).

Fahrzeug- kategorie	Rangkorrelation nach Spearman		
	Rho	p	N
Alle	0.017	0.000**	63'699
PW	0.013	0.003**	51'536
Lieferwagen	0.010	0.556	3'625
Reisebusse	-0.022	0.863	67
Linienbusse	0.025	0.695	242
Motorräder	0.039	0.008	4'557
SNF	0.021	0.363	1'815

Abb. III.48 Fahrzeugalter und Verletzungsschwere Fahrzeuginsassen: Resultate Rangkorrelation nach Spearman. Mit ** markierte p sind auf dem 0.01-Niveau signifikant (zweiseitig).

III.5.3 Assistenzsysteme

Deskriptive Tabellen

Alter	ESP vorhanden	Kein ESP	Unbekannt	Anteil mit ESP
0	2'985	420	268	81%
1	5'778	1'307	394	77%
2	4'587	1'885	286	68%
3	3'890	2'411	231	60%
4	3'875	2'680	209	57%
5	3'370	2'895	185	52%
6	2'370	3'267	181	41%
7	1'905	3'932	213	31%
8	1'746	3'868	250	30%
9	1'549	4'290	310	25%
10	1'558	4'507	363	24%
11	1'223	4'946	468	18%
12	819	5'027	516	13%
13	444	4'777	536	8%
14	31	4'159	484	1%

Abb. III.49 Anzahl Unfall-PW mit und ohne ESP, sowie Anteil mit ESP (wobei 100% = ohne Unbekannte) nach Alter.

Alter	ESP vorhanden	Kein ESP	Unbekannt	Anteil mit ESP
0	15'463	4'946	7'622	76%
1	17'501	7'353	8'438	70%
2	14'475	7'664	7'319	65%
3	12'762	7'248	7'002	64%
4	12'357	7'106	7'221	63%
5	9'968	9'369	7'970	52%
6	6'620	13'164	8'446	33%
7	6'191	12'203	8'546	34%
8	5'284	12'603	8'715	30%
9	4'748	12'981	9'096	27%
10	4'511	13'101	9'797	26%
11	2'872	15'282	9'898	16%
12	2'073	13'146	9'573	14%
13	206	13'469	8'993	2%
14	-	13'168	9'067	0%

Abb. III.50 Anzahl PW im Fahrzeugbestand 2011 mit und ohne ESP, sowie Anteil mit ESP (wobei 100% = ohne Unbekannte) nach Alter.

Alter	ESP vorhanden	Kein ESP	Unbekannt	Anteil mit ESP
0	17'451	5'737	8'786	75%
1	18'271	8'862	12'142	67%
2	17'546	8'469	9'751	67%
3	14'428	8'432	8'105	63%
4	12'945	8'216	7'758	61%
5	12'402	7'875	7'772	61%
6	9'930	9'977	8'230	50%
7	6'541	13'695	8'685	32%
8	6'105	12'585	8'544	33%
9	5'124	12'732	8'475	29%
10	4'611	12'900	8'730	26%
11	4'338	12'962	9'243	25%
12	2'740	14'840	9'195	16%
13	1'975	12'648	8'594	14%
14	186	12'691	8'017	1%

Abb. III.51 Anzahl PW im Fahrzeugbestand 2012 mit und ohne ESP, sowie Anteil mit ESP (wobei 100% = ohne Unbekannte) nach Alter.

Hypothesentests

CHI-QUADRAT-TEST: BEOBACHTETE VS. ERWARTETE ANZAHL UNFÄLLE NACH VORHANDENSEIN VON ESP			
ESP vorhanden	Anz. Unfallfahrzeuge	Erwartete Anz. Unfallfahrzeuge bei gleicher Unfallrate	(Beobachtet - Erwartet) ² / Erwartet
Nein	1'653	1'532	9.61
Ja	1'778	1'899	7.75
TOTAL	3'431	3'431	-

Chi-Quadrat	17.37
df	1.00
Krit. Wert	5.02
p	0.000

Abb. III.52 Chi-Quadrat-Test der Unfallhäufigkeit von PW nach Verfügbarkeit von ESP. Die Nullhypothese, wonach sich die Unfallhäufigkeit mit bzw. ohne ESP nicht von der Verteilung unterscheidet, welche bei gleicher Unfallrate auftreten müsste, wird abgelehnt. Stichprobe: 5-jährige PW mit Angabe zu ESP (N = 3'431).

CHI-QUADRAT-TEST: BEOBACHTETE VS. ERWARTETE ANZAHL UNFÄLLE NACH VORHANDENSEIN VON ESP (NASSE STRASSE)			
ESP vorhanden	Anz. Unfallfahrzeuge	Erwartete Anz. Unfallfahrzeuge bei gleicher Unfallrate	(Beobachtet - Erwartet) ² / Erwartet
Nein	379	338	4.88
Ja	379	420	3.93
TOTAL	758	758	-

Chi-Quadrat	8.81
df	1.00
Krit. Wert	5.02
p	0.000

Abb. III.53 Chi-Quadrat-Test der Unfallhäufigkeit von PW nach Verfügbarkeit von ESP bei nasser Strasse. Die Nullhypothese, wonach sich die Unfallhäufigkeit mit bzw. ohne ESP nicht von der Verteilung unterscheidet, welche bei gleicher Unfallrate auftreten müsste, wird eher knapp abgelehnt. Stichprobe: 5-jährige PW mit Angabe zu ESP, nur Unfälle bei nasser oder feuchter Strasse (N = 758).

III.5.4 Leistung

Deskriptive Tabellen und Grafiken

Fahrzeug-kategorie	N	Mittelwert	Standard-abweichung	Median	Minimum	Maximum	Varianz	Schiefe
PW	106'623	39.65	779.88	92	-9'999	5'500	608'205.13	-12.74
Lieferwagen	7'591	41.25	673.96	86	-9'999	372	454'228.55	-14.81
Reisebusse	129	110.32	1'276.03	300	-9'999	385	1'628'249.07	-7.89
Linienbusse	504	235.01	44.68	235	1	438	1'996.01	-2.18
Motorräder	9'127	1.17	535.66	11	-9'999	746	286'931.70	-18.54
SNF	3'893	234.69	682.75	309	-9'999	537	466'143.38	-14.72
Übrige Mfz	89	14.83	13.25	12	3	92	175.57	3.96
Nonroad	570	-1'168.45	3'307.23	55	-9'999	425	10'937'774.30	-2.30

Abb. III.54 Lageparameter Leistung [kW] nach Fahrzeugkategorie, zweifelsfrei mit MOFIS verknüpfbare Unfallfahrzeuge.

Fahrzeug-kategorie	N	Mittelwert	Standard-abweichung	Median	Minimum	Maximum	Varianz	Schiefe
PW	3'723'391	100.63	45.12	92	11	493	2'035.46	1.96
Lieferwagen	305'394	81.85	19.62	81	8	232	384.93	0.40
Reisebusse	2'188	247.35	85.90	280	66	385	7'378.83	-0.62
Linienbusse	4'895	223.47	40.36	228	75	370	1'629.06	-1.37
Motorräder	305'312	49.54	33.13	45	0	148	1'097.27	0.61
SNF	51'226	261.85	87.00	294	29	537	7'568.17	-0.67
Übrige Mfz	5'543	17.11	15.81	14	2	136	250.02	3.03
Nonroad	67'260	71.89	51.60	61	3	625	2'662.91	3.12

Abb. III.55 Lageparameter Leistung [kW] nach Fahrzeugkategorie, Fahrzeugbestand MOFIS 2011.

Fahrzeug-kategorie	N	Mittelwert	Standard-abweichung	Median	Minimum	Maximum	Varianz	Schiefe
PW	3'775'030	101.99	45.98	94	11	515	2'114.45	1.99
Lieferwagen	318'469	83.11	20.07	84	8	232	402.81	0.43
Reisebusse	2'251	244.73	88.15	280	66	385	7'769.68	-0.54
Linienbusse	4'942	225.38	40.62	228	75	370	1'649.72	-1.41
Motorräder	313'953	50.67	33.43	47	0	148	1'117.66	0.58
SNF	51'981	263.13	87.95	295	29	551	7'735.81	-0.66
Übrige Mfz	5'679	17.68	16.88	14	2	136	284.78	2.91
Nonroad	72'392	72.16	51.70	61	3	625	2'672.73	3.09

Abb. III.56 Lageparameter Leistung [kW] nach Fahrzeugkategorie, Fahrzeugbestand MOFIS 2012.

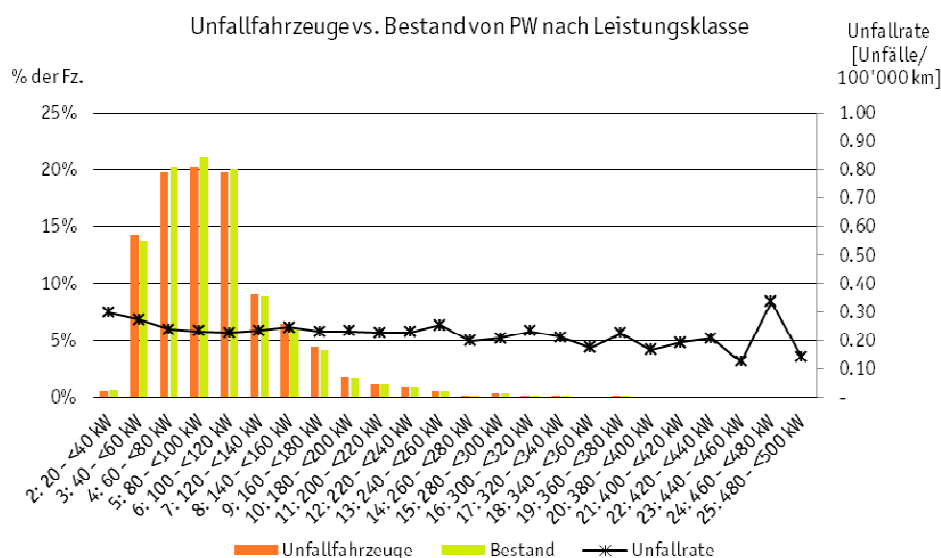


Abb. III.57 Verteilung von Unfallfahrzeugen und Bestand, sowie Unfallrate von PW nach Leistungsklasse.

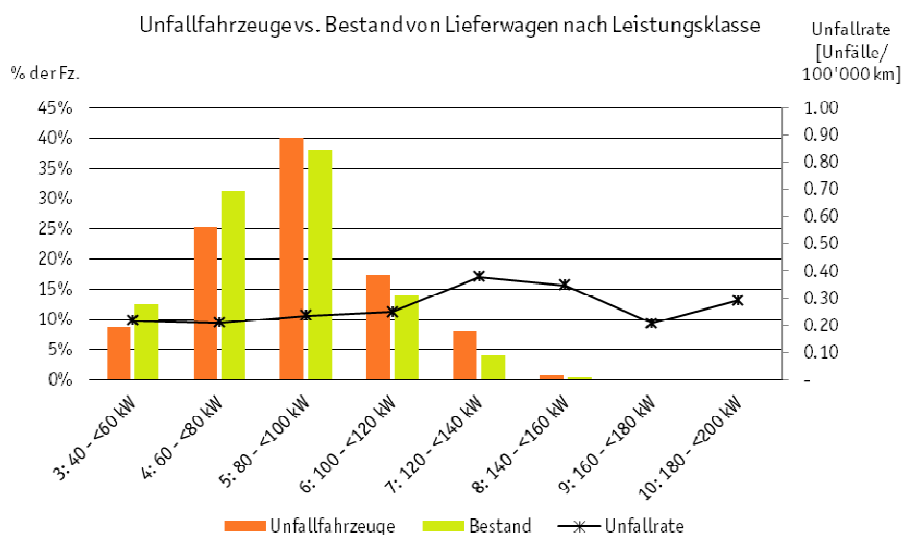


Abb. III.58 Verteilung von Unfallfahrzeugen und Bestand, sowie Unfallrate von Lieferwagen nach Leistungsklasse.

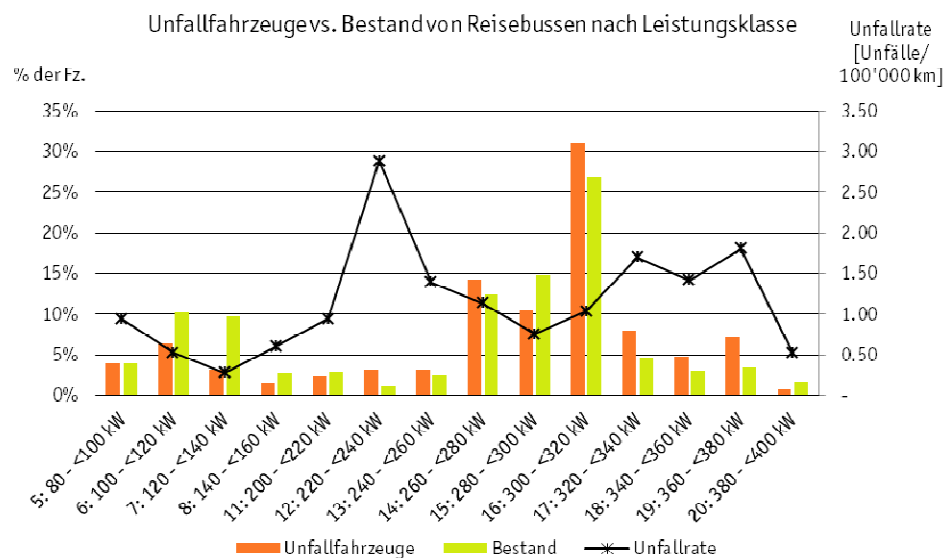


Abb. III.59 Verteilung von Unfallfahrzeugen und Bestand, sowie Unfallrate von Reisebussen nach Leistungsklasse.

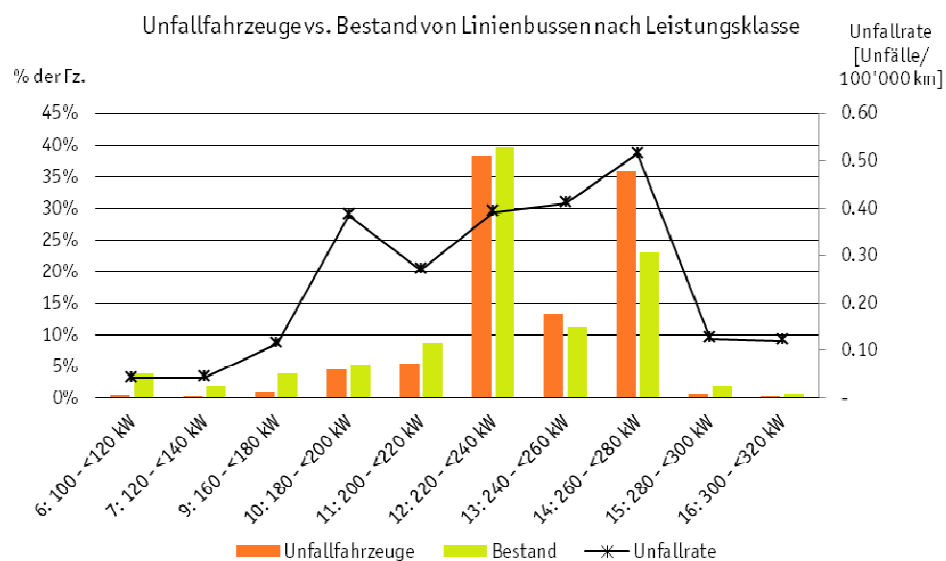


Abb. III.60 Verteilung von Unfallfahrzeugen und Bestand, sowie Unfallrate von Linienbussen nach Leistungsklasse.

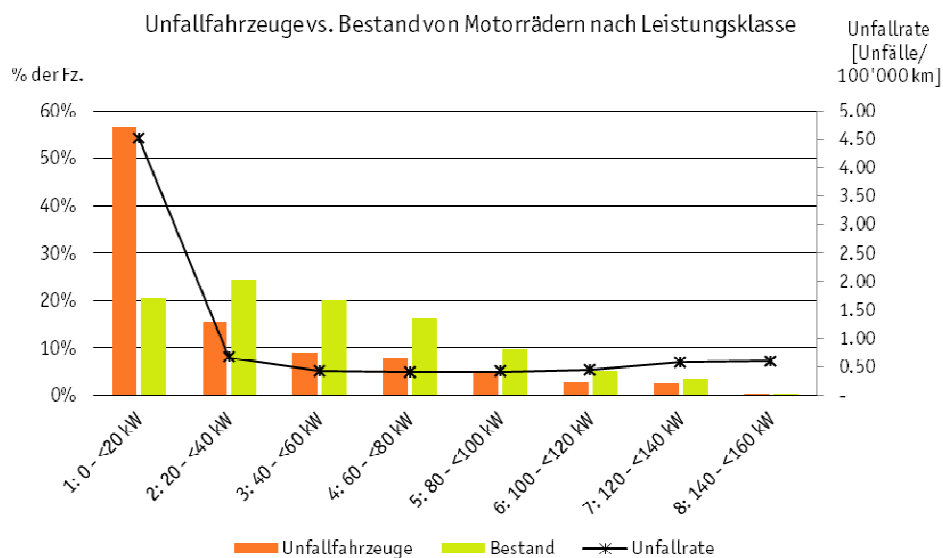


Abb. III.61 Verteilung von Unfallfahrzeugen und Bestand, sowie Unfallrate von Motorrädern nach Leistungsklasse.

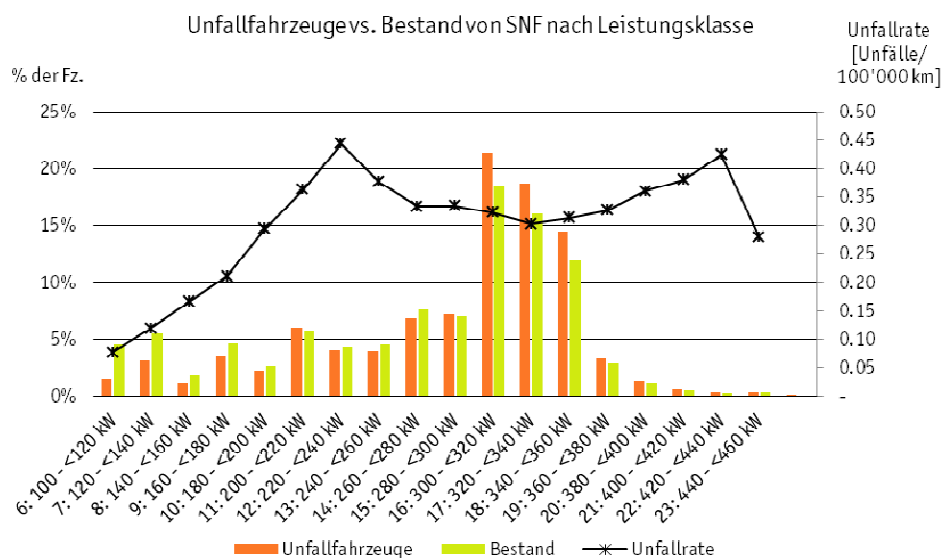


Abb. III.62 Verteilung von Unfallfahrzeugen und Bestand, sowie Unfallrate von SNF nach Leistungsklasse.

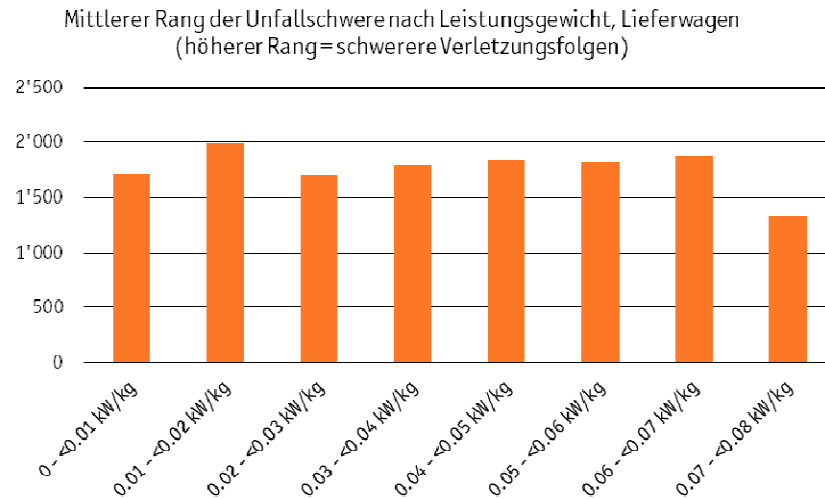


Abb. III.63 Mittlerer Rang der Unfallschwere nach Leistungsgewichtsklasse, Lieferwagen.

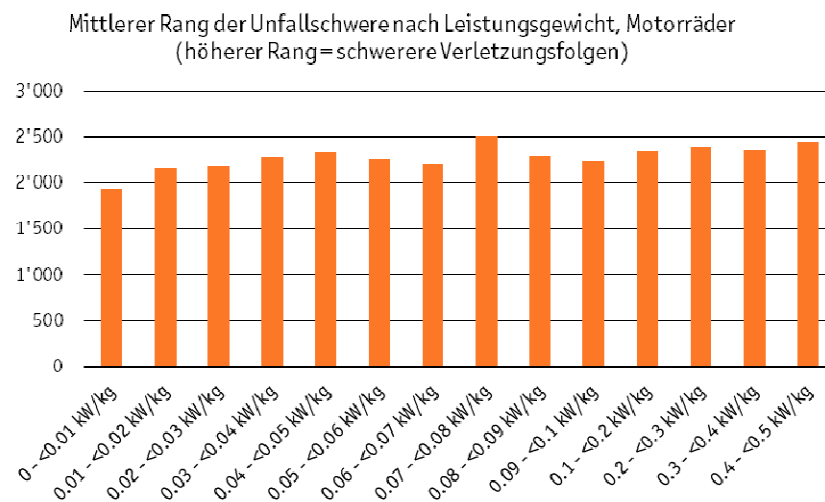


Abb. III.64 Mittlerer Rang der Unfallschwere nach Leistungsgewichtsklasse, Motorräder.

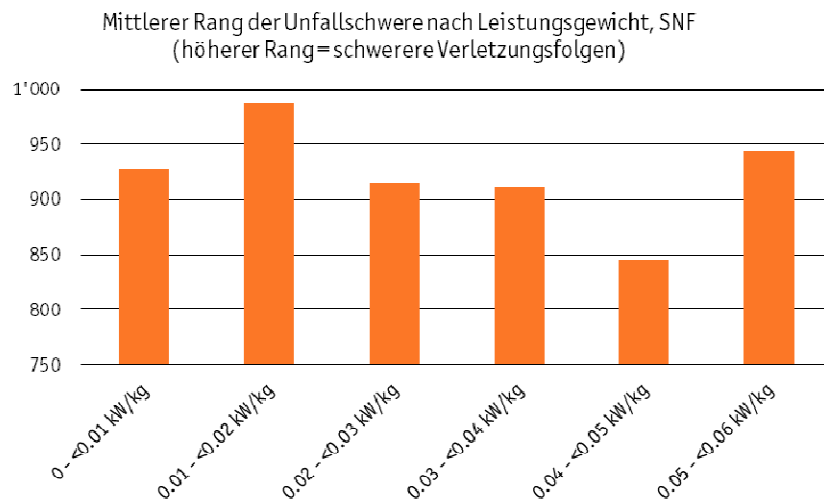


Abb. III.65 Mittlerer Rang der Unfallschwere nach Leistungsgewichtsklasse, SNF.

Hypothesentests

CHI-QUADRAT-TEST: BEOBACHTETE VS. ERWARTETE ANZAHL UNFÄLLE NACH LEISTUNG			
Leistungskategorie	Anz. Unfallfahrzeuge	Erwartete Anz. Unfallfahrzeuge bei gleicher Unfallrate	(Beobachtet - Erwartet) ² / Erwartet
Hochleistungsfahrzeuge (≥ 0.1 kW/kg)	5'705	4'920	125.27
Andere (< 0.1 kW/kg)	62'464	63'249	9.74
TOTAL	68'169	68'169	-

Chi-Quadrat	125.27
df	1
Krit. Wert	5.02
p	0.000

Abb. III.66 Chi-Quadrat-Test der Unfallhäufigkeit von PW und Lieferwagen nach Leistungsgewichtskategorie (Hochleistungsfahrzeuge mit ≥ 0.1 kW/kg vs. Rest). Die Nullhypothese, wonach sich die beobachtete Unfallhäufigkeit nicht von der Verteilung unterscheidet, welche bei gleicher Unfallrate auftreten müsste, wird abgelehnt. Stichprobe: PW und Lieferwagen mit Angabe zum Leistungsgewicht (N = 68'169).

Fahrzeugkategorie	Rangkorrelation nach Spearman		
	Rho	p	N
MR	0.120	0.000	2331

Abb. III.67 Rangkorrelation nach Spearman zwischen Unfallschwere und dem Leistungsgewicht der Unfälle verursachenden Motorräder. Die Nullhypothese, wonach sich die Unfallschwere nicht nach Leistungsgewicht unterscheidet, wird abgelehnt. Stichprobe: Motorräder als Hauptverursacher bei Unfällen mit Angabe zu Unfallschwere (N = 2'331).

III.5.5 Marktsegment

Deskriptive Tabellen

Marktsegment	Anz. PW	Anteil
Microklasse	5'686	4.4%
Kleinwagen	23'729	18.5%
Untere Mittelklasse	24'208	18.8%
Mittelklasse	19'507	15.2%
Obere Mittelklasse	6'582	5.1%
Luxusklasse	746	0.6%
Coupé / Sportwagen	2'746	2.1%
Kompaktvan / Minivan	10'117	7.9%
SUV / Geländewagen	11'104	8.6%
Cabriolet / Roadster	1'817	1.4%
Transporter	52	0.0%
unbekannt	22'232	17.3%
TOTAL	128'526	100.0%

Abb. III.68 Häufigkeit und Verteilung der PW-Marktsegmente, zweifelsfrei mit MOFIS verknüpfbare Unfallfahrzeuge (daher ergeben sich leichte Abweichungen zu Abb. 3.8 im Bericht)

Marktsegment	Anz. PW	Anteil
Microklasse	12'564	2.3%
Kleinwagen	47'597	8.6%
Untere Mittelklasse	68'589	12.5%
Mittelklasse	83'092	15.1%
Obere Mittelklasse	47'872	8.7%
Luxusklasse	7'235	1.3%
Coupé / Sportwagen	24'130	4.4%
Kompaktvan / Minivan	46'430	8.4%
SUV / Geländewagen	40'052	7.3%
Cabriolet / Roadster	12'607	2.3%
Transporter	638	0.1%
unbekannt	159'827	29.0%
TOTAL	550'633	100.0%

Abb. III.69 Häufigkeit und Verteilung der PW-Marktsegmente, Fahrzeugbestand MOFIS 2011.

Marktsegment	Anz. PW	Anteil
Microklasse	13'226	2.3%
Kleinwagen	49'360	8.4%
Untere Mittelklasse	69'138	11.8%
Mittelklasse	83'301	14.2%
Obere Mittelklasse	47'228	8.1%
Luxusklasse	7'081	1.2%
Coupé / Sportwagen	24'372	4.2%
Kompaktvan / Minivan	49'005	8.4%
SUV / Geländewagen	43'355	7.4%
Cabriolet / Roadster	13'290	2.3%
Transporter	765	0.1%
unbekannt	184'964	31.6%
TOTAL	585'085	100.0%

Abb. III.70 Häufigkeit und Verteilung der PW-Marktsegmente, Fahrzeugbestand MOFIS 2012.

Hypothesentests

CHI-QUADRAT-TEST: BEOBACHTETE VS. ERWARTETE ANZ. UNFÄLLE SUV/ANDERE PW			
Marktsegment	Anz. Unfallfahrzeuge	Erwartete Anz. Unfallfahrzeuge bei gleicher Unfallrate	(Beobachtet - Erwartet) ² / Erwartet
SUV	6'686	7'620.2	114.53
Andere PW	56'553	55'729.7	12.16

Chi-Quadrat	126.69
df	1
Krit. Wert	5.02
p	0.000

Abb. III.71 Chi-Quadrat-Test der beobachteten und erwarteten Unfallhäufigkeit von SUV und anderen PW. Die Nullhypothese, dass die Unfallhäufigkeit der erwarteten Verteilung entspricht, wird abgelehnt. Stichprobe: Unfälle verursachende PW (N = 63'239)

	Mittlerer Rang Unfallschwere	N
SUV	15'120	3'101
Andere PW	15'483	27'792

Mann-Whitney-U = 42078891, Z = -2.625, p = 0.009

Abb. III.72 Mann-Whitney-Test der Unfallschwere von SUV und anderen PW. Die Nullhypothese, dass sich die mittleren Ränge nicht unterscheiden, wird abgelehnt. Stichprobe: Unfallverursachende PW mit zuverlässiger Angabe zur Unfallschwere (N = 30'604).

	Mittlerer Rang Verletzungs- schwere Insassen	N
SUV	25'484.45	5'214
Andere PW	26'497.00	47'579

Mann-Whitney-U = 119280414.5, Z = -7.229, p = 0.000

Abb. III.73 Mann-Whitney-Test der Verletzungsschwere der Insassen, SUV vs. andere PW. Die Verletzungsschwere bei SUV ist signifikant geringer.

	Mittlerer Rang Verletzungs- schwere Gegner	N
SUV	17'130.08	30'907
Andere PW	17'251.17	3'376

Mann-Whitney-U = 51802464, Z = -0.868, p = 0.385

Abb. III.74 Mann-Whitney-Test der Verletzungsschwere der Unfallgegner, SUV vs. andere PW. Die Verletzungsschweren unterscheiden sich nicht signifikant.

III.5.6 Farbe

Deskriptive Tabellen

Farbcode	LBUS	LI	MR	Non-Road	PW	RBUS	SNF	übrige MFZ
Beige	0.4%	0.5%	0.5%	0.0%	0.9%	0.8%	1.2%	0.0%
Blau	11.7%	7.6%	16.0%	10.7%	17.5%	4.7%	16.3%	14.6%
Braun	0.0%	0.5%	0.6%	4.0%	0.7%	0.8%	0.7%	0.0%
Bunt	39.9%	0.4%	1.2%	0.5%	0.0%	21.7%	2.1%	0.0%
Effektlack	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Feldgrau	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	1.1%	0.0%
Fleckentarnung	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%
Gelb	19.4%	6.9%	3.9%	1.9%	1.0%	3.9%	6.6%	5.6%
Grau	0.8%	5.6%	16.1%	3.7%	34.0%	15.5%	8.5%	13.5%
Grün	4.0%	3.2%	3.1%	40.5%	6.2%	3.9%	13.2%	10.1%
Orange	1.2%	1.8%	2.6%	4.4%	0.3%	0.0%	4.4%	6.7%
Rot	5.8%	6.9%	14.0%	31.9%	8.4%	1.6%	13.0%	15.7%
Schwarz	0.2%	1.6%	30.4%	0.2%	21.6%	0.8%	0.7%	20.2%
unbekannt	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	0.1%	0.0%
Violett	0.0%	0.0%	0.7%	0.0%	0.6%	0.8%	0.2%	0.0%
Weiss	16.3%	65.0%	10.7%	2.1%	8.8%	45.0%	31.8%	13.5%
TOTAL	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Abb. III.75 Verteilung der Fahrzeugfarben nach Fahrzeugkategorie, zweifelsfrei mit MO-FIS verknüpfbare Unfallfahrzeuge.

Farbcode	LBUS	LI	MR	Non-Road	PW	RBUS	SNF	übrige MFZ
Beige	0.9%	1.7%	0.9%	0.2%	1.1%	1.9%	1.3%	0.3%
Blau	10.7%	7.8%	17.2%	9.2%	17.6%	9.1%	11.8%	14.9%
Braun	0.1%	0.3%	0.8%	3.0%	0.8%	1.2%	0.5%	0.5%
Bunt	25.2%	0.3%	1.2%	0.3%	0.1%	15.6%	2.0%	0.3%
Effektlack	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
Feldgrau	0.0%	0.3%	0.0%	0.3%	0.1%	0.0%	4.6%	0.0%
Fleckentarnung	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	1.6%	0.1%
Gelb	36.7%	5.6%	4.6%	8.8%	1.0%	9.2%	6.4%	10.4%
Grau	1.6%	8.2%	16.7%	3.6%	35.6%	15.8%	13.0%	5.7%
Grün	3.3%	3.9%	3.8%	26.7%	6.4%	2.3%	10.9%	15.2%
Orange	3.0%	1.9%	2.5%	8.2%	0.4%	0.4%	6.6%	4.2%
Rot	5.5%	8.3%	17.0%	36.8%	8.6%	5.8%	10.9%	21.4%
Schwarz	0.0%	1.8%	26.2%	0.2%	19.5%	0.9%	0.8%	18.9%
unbekannt	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Violett	0.1%	0.1%	0.9%	0.1%	0.6%	0.8%	0.2%	0.2%
Weiss	12.8%	59.8%	8.3%	2.3%	8.4%	35.7%	29.1%	7.8%
TOTAL	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Abb. III.76 Verteilung der Fahrzeugfarben nach Fahrzeugkategorie, Fahrzeugbestand MOFIS 2011.

Farbcode	LBUS	LI	MR	Non-Road	PW	RBUS	SNF	übrige MFZ
Beige	0.9%	1.6%	0.8%	0.2%	1.1%	1.8%	1.3%	0.3%
Blau	10.3%	7.4%	16.3%	9.2%	16.4%	8.7%	11.7%	13.9%
Braun	0.1%	0.4%	0.8%	2.9%	1.0%	1.2%	0.5%	0.6%
Bunt	26.7%	0.3%	1.2%	0.3%	0.0%	15.4%	2.1%	0.4%
Effektlack	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%
Feldgrau	0.0%	0.4%	0.0%	0.3%	0.1%	0.0%	5.2%	0.0%
Fleckentarnung	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	1.6%	0.0%
Gelb	37.0%	5.4%	4.4%	9.0%	0.9%	9.2%	6.2%	9.5%
Grau	1.7%	8.6%	16.5%	3.7%	36.0%	17.0%	12.1%	6.1%
Grün	2.8%	3.7%	3.6%	26.8%	5.5%	1.8%	10.8%	14.4%
Orange	1.3%	1.8%	2.6%	8.0%	0.4%	0.4%	6.6%	4.3%
Rot	5.4%	7.9%	16.3%	36.6%	8.0%	5.8%	10.8%	20.0%
Schwarz	0.1%	2.1%	27.2%	0.3%	20.5%	1.2%	0.9%	20.0%
unbekannt	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Violett	0.1%	0.1%	0.8%	0.1%	0.5%	0.9%	0.2%	0.2%
Weiss	13.4%	60.5%	9.4%	2.4%	9.5%	35.7%	29.7%	10.4%
TOTAL	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Abb. III.77 Verteilung der Fahrzeugfarben nach Fahrzeugkategorie, Fahrzeugbestand MOFIS 2012.

Hypothesentest

CHI-QUADRAT-TEST: BEOBACHTETE VS. ERWARTETE ANZAHL UNFÄLLE VON PW NACH FARBE			
Farbe	Anz. Unfallfahrzeuge	Erwartete Anz. Unfallfahrzeuge bei gleicher Unfallrate	(Beobachtet - Erwartet)²/Erwartet
Beige	953	1'150	33.90
Blau	18'625	18'251	7.66
Braun	735	821	9.00
Bunt	39	48	1.64
Effektlack	11	8	1.04
Feldgrau	66	58	1.14
Gelb	1'060	978	6.83
Grau	36'242	39'653	293.40
Grün	6'599	6'107	39.61
Orange	358	404	5.15
Rot	8'945	8'142	79.27
Schwarz	22'986	21'877	56.18
Unbekannt	1	3	1.27
Violett	651	527	29.03
Weiss	9'352	8'595	66.59

Chi-Quadrat	631.72
df	14.00
Krit. Wert	26.12
p	0.000

Abb. III.78 Chi-Quadrat-Test der Unfallhäufigkeit von PW nach Farbe. Die Nullhypothese, wonach sich die Unfallhäufigkeit von PW verschiedener Farben nicht von der Verteilung unterscheidet, welche bei gleicher Unfallrate auftreten müsste, wird abgelehnt.

III.6 Multivariate Analysen

III.6.1 Unfallwahrscheinlichkeit

Fahrzeugkategorie	Anteil Unfallfahrzeuge einbezogen	Anteil des Bestandes einbezogen
PW	92%	88%
Lieferwagen	81%	80%
Reisebusse	93%	99%
Linienbusse	97%	99%
Motorräder	94%	93%
SNF	95%	95%
Übrige Mfz	71%	82%
Nonroad	59%	70%
TOTAL	92%	87%

Abb. III.79 Anteil der Unfallfahrzeuge und des Bestandes der Fahrzeugkategorien, welche in die binären logistischen Regressionsmodelle zur Unfallwahrscheinlichkeit einbezogen wurden.

UNFALLHÄUFIGKEIT, ALLE FZKAT: MODELLZUSAMMENFASSUNG							
Schritt	-2 Log-Likelihood	Chi-Quadrat	df	Sig.	Cox & Snell r^2	Nagelkerke r^2	Eingegebene Variable
1	707'462.15	4'692.17	7	0.000	0.002	0.008	Fahrzeugkategorie
2	706'829.63	5'324.69	1	0.000	0.002	0.009	Alter
3	706'099.55	6'054.78	8	0.000	0.003	0.010	Farbe
4	705'629.54	6'524.78	8	0.000	0.003	0.011	Leistungsgewicht
5	705'496.14	6'658.18	15	0.000	0.003	0.011	Fahrleistung
6	705'435.39	6'718.94	23	0.000	0.003	0.011	Leergewicht

Abb. III.80 Binäres logistisches Modell der Unfallhäufigkeit aller Fahrzeugkategorien: Modellzusammenfassung.

UNFALLHÄUFIGKEIT, ALLE FAHRZEUGKATEGORIEN: VARIABLEN IM MODELL								
Variable	Regressions- koeffizient B	Standard- fehler	Wald	df	Sig.	Odds Ratio	95%-Konfidenzint. Odds Ratio	
							Unterer Wert	Oberer Wert
PW (Referenz)	-	-	2'410.07	7	-	-	-	-
Lieferwagen	-0.276	0.018	242.29	1	0.000	0.75880	0.73288	0.78564
Reisebus	1.955	0.145	181.80	1	0.000	7.06605	5.31787	9.38891
Linienbus	0.994	0.079	157.06	1	0.000	2.70108	2.31232	3.15519
Motorrad	0.430	0.019	526.64	1	0.000	1.53801	1.48249	1.59561
SNF	0.702	0.048	213.97	1	0.000	2.01750	1.83642	2.21644
Übrige	0.962	0.165	33.96	1	0.000	2.61803	1.89404	3.61876
Nonroad	-1.597	0.070	517.68	1	0.000	0.20254	0.17651	0.23241
Leergewicht	0.000	0.000	62.26	1	0.000	1.00003	1.00002	1.00004
Alter	0.022	0.001	829.21	1	0.000	1.02223	1.02070	1.02376
Leistungsgewicht	-2.229	0.103	470.87	1	0.000	0.10761	0.08799	0.13162
Weiss (Referenz)	-	-	553.43	15	0.000	-	-	-
Beige	-0.394	0.041	91.01	1	0.000	0.67448	0.62205	0.73132
Blau	-0.050	0.014	12.91	1	0.000	0.95078	0.92496	0.97732
Braun	-0.151	0.046	10.90	1	0.001	0.86015	0.78656	0.94061
Bunt	-0.022	0.062	0.13	1	0.721	0.97810	0.86633	1.10429
Effektlack	-0.247	0.342	0.52	1	0.471	0.78135	0.39974	1.52729
Feldgrau	-4.019	0.578	48.35	1	0.000	0.01797	0.00579	0.05579
Fleckentarnung	-18.131	19'864.288	0.00	1	0.999	0.00000	-	-
Gelb	-0.210	0.031	46.38	1	0.000	0.81051	0.76296	0.86103
Grau	-0.087	0.013	45.85	1	0.000	0.91626	0.89335	0.93975
Grün	-0.081	0.018	19.77	1	0.000	0.92189	0.88943	0.95554
Orange	-0.463	0.046	103.02	1	0.000	0.62930	0.57546	0.68817
Rot	-0.154	0.016	89.94	1	0.000	0.85688	0.82995	0.88467
Schwarz	0.050	0.014	13.26	1	0.000	1.05133	1.02338	1.08003
Unbekannt	-18.420	5'502.259	0.00	1	0.997	0.00000	-	-
Violett	-0.301	0.054	31.60	1	0.000	0.73982	0.66604	0.82179
Jährl. Fahrleistung	0.000	0.000	111.49	1	0.000	1.00001	1.00001	1.00001
Konstante	-3.434	0.020	28'824.87	1	-	0.03226	-	-

Abb. III.81 Binäres logistisches Modell der Unfallwahrscheinlichkeit aller Fahrzeugkategorien: Variablen im Modell.

UNFALLHÄUFIGKEIT, PW: MODELLZUSAMMENFASSUNG							
Schritt	-2 Log- Likelihood	Chi- Quadrat	df	Sig.	Cox & Snell r^2	Nagel- kerke r^2	Eingegebene Variable
1	526'150.77	2'847.84	1	0.000	0.002	0.006	Alter
2	523'861.83	5'136.78	1	0.000	0.003	0.012	Marktsegment
3	523'308.43	5'690.17	1	0.000	0.004	0.013	Fahrleistung
4	523'045.56	5'953.05	10	0.000	0.004	0.013	Farbe
5	522'863.83	6'134.78	11	0.000	0.004	0.014	ESP
6	522'817.10	6'181.50	11	0.000	0.004	0.014	Leergewicht
7	522'793.44	6'205.16	1	0.000	0.004	0.014	Leistungsgewicht

Abb. III.82 Binäres logistisches Modell der Unfallwahrscheinlichkeit der PW: Modellzusammenfassung.

UNFALLHÄUFIGKEIT, PW: VARIABLEN IM MODELL								
Variable	Regressions- koeffizient B	Standard- fehler	Wald	df	Sig.	Odds Ratio	95%-Konfidenzint.	
							Unterer Wert	Oberer Wert
Leergewicht	-0.000	0.000	48.93	1	0.000	0.99986	0.99982	0.99990
Alter	0.052	0.001	1,247.93	1	0.000	1.05375	1.05070	1.05682
Leistungsgewicht	0.785	0.159	24.26	1	0.000	2.19191	1.60403	2.99523
Weiss (Referenz)	-	-	234.68	15	0.000	-	-	-
Beige	-0.323	0.048	44.68	1	0.000	0.72404	0.65863	0.79594
Blau	-0.079	0.017	21.17	1	0.000	0.92447	0.89405	0.95592
Braun	-0.131	0.053	5.99	1	0.014	0.87754	0.79041	0.97428
Bunt	-1.539	0.217	50.13	1	0.000	0.21467	0.14021	0.32867
Effektlack	-0.405	0.459	0.78	1	0.378	0.66685	0.27097	1.64112
Feldgrau	-18.170	10,693.664	0.00	1	0.999	0.00000	-	.
Fleckentarnung	-18.724	31,367.598	0.00	1	1.000	0.00000	-	.
Gelb	-0.134	0.046	8.40	1	0.004	0.87444	0.79861	0.95747
Grau	-0.124	0.016	63.08	1	0.000	0.88349	0.85689	0.91092
Grün	-0.123	0.022	30.64	1	0.000	0.88447	0.84685	0.92376
Orange	-0.147	0.075	3.82	1	0.051	0.86328	0.74494	1.00042
Rot	-0.056	0.020	7.69	1	0.006	0.94565	0.90902	0.98375
Schwarz	-0.006	0.017	0.15	1	0.699	0.99363	0.96197	1.02632
Unbekannt	-18.168	7,734.371	0.00	1	0.998	0.00000	-	.
Violett	-0.194	0.056	11.96	1	0.001	0.82381	0.73812	0.91944
Fzkm_spez	0.000	0.000	473.96	1	0.000	1.00006	1.00005	1.00006
Microklasse (Referenz)	-	-	1,811.50	10	-	-	-	-
Kleinwagen	-0.790	0.024	1,058.20	1	0.000	0.45377	0.43267	0.47589
Untere Mittelklasse	-0.907	0.026	1,254.24	1	0.000	0.40362	0.38385	0.42440
Mittelklasse	-0.813	0.028	859.87	1	0.000	0.44354	0.42009	0.46831
Obere Mittelklasse	-0.825	0.034	598.54	1	0.000	0.43822	0.41019	0.46816
Luxusklasse	-0.833	0.058	208.14	1	0.000	0.43485	0.38834	0.48694
Coupé/Sportwagen	-0.867	0.040	480.37	1	0.000	0.42003	0.38868	0.45391
Van	-1.048	0.029	1,297.73	1	0.000	0.35077	0.33133	0.37134
SUV	-1.006	0.030	1,094.58	1	0.000	0.36564	0.34449	0.38810
Cabriolet/Roadster	-1.349	0.042	1,042.80	1	0.000	0.25944	0.23904	0.28158
Transporter	-18.886	13,101.916	0.00	1	0.999	0.00000	-	.
ESP vorhanden	-0.138	0.011	158.91	1	0.000	0.87070	0.85216	0.88965
Konstante	-3.118	0.051	3,681.51	1	-	0.04424	-	-

Abb. III.83 Binäres logistisches Modell der Unfallwahrscheinlichkeit der PW: Variablen im Modell.

UNFALLHÄUFIGKEIT, LIEFERWAGEN: MODELLZUSAMMENFASSUNG							
Schritt	-2 Log- Likelihood	Chi- Quadrat	df	Sig.	Cox & Snell r^2	Nagel- kerke r^2	Eingegebene Variable
1	38'077.49	359.05	1	0.000	0.002	0.011	Leergewicht
2	37'858.91	577.63	1	0.000	0.004	0.017	Fahrleistung
3	37'654.89	781.65	2	0.000	0.005	0.023	Farbe
4	37'524.33	912.21	2	0.000	0.006	0.027	Alter
5	37'519.09	917.45	15	0.000	0.006	0.027	Leistungsgewicht

Abb. III.84 Binäres logistisches Modell der Unfallwahrscheinlichkeit der Lieferwagen: Modellzusammenfassung.

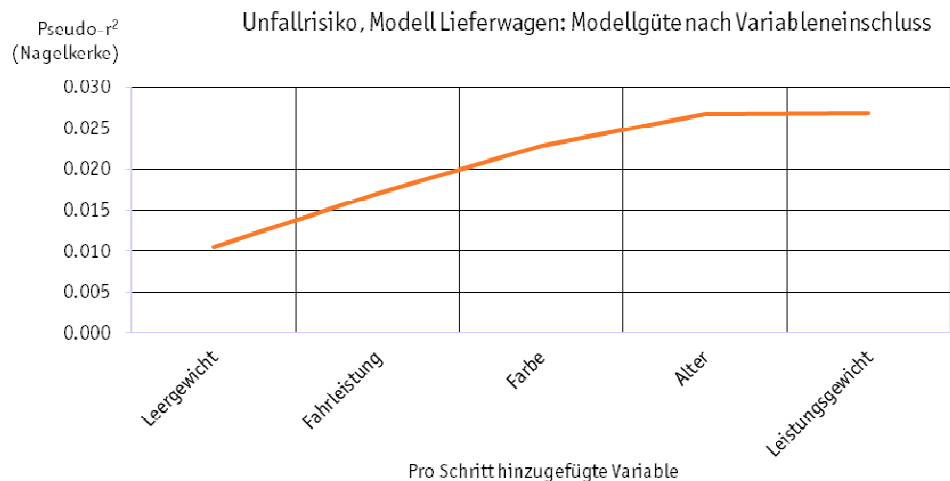


Abb. III.85 Modellgüte des binären logistischen Modells der Unfallwahrscheinlichkeit von Lieferwagen nach Variableneinschluss.

UNFALLHÄUFIGKEIT, LIEFERWAGEN: VARIABLEN IM MODELL								
Variable	Regressions- koeffizient B	Standard- fehler	Wald	df	Sig.	Odds Ratio	95%-Konfidenzint.	
							Unterer Wert	Oberer Wert
Leergewicht	0.000	0.000	161.28	1	0.000	1.00046	1.00039	1.00054
Alter	0.065	0.006	117.05	1	0.000	1.06681	1.05439	1.07939
Leistungsgewicht	3.608	1.340	7.25	1	0.007	36.90967	2.67048	510.14254
Weiss (Referenz)	-	-	165.33	15	0.000	-	-	-
Beige	-0.736	0.212	12.02	1	0.001	0.47893	0.31585	0.72620
Blau	-0.181	0.061	8.93	1	0.003	0.83445	0.74104	0.93964
Braun	0.631	0.252	6.27	1	0.012	1.87932	1.14678	3.07979
Bunt	0.008	0.296	0.00	1	0.978	1.00816	0.56456	1.80031
Effektlack	-18.094	19,478.900	0.00	1	0.999	0.00000	-	.
Feldgrau	-17.938	1,731.109	0.00	1	0.992	0.00000	-	.
Fleckentarnung	-18.222	47,911.200	0.00	1	1.000	0.00000	-	.
Gelb	0.113	0.064	3.10	1	0.078	1.11977	0.98734	1.26996
Grau	-0.734	0.077	91.09	1	0.000	0.47978	0.41261	0.55789
Grün	-0.176	0.087	4.07	1	0.044	0.83870	0.70693	0.99503
Orange	-0.426	0.135	10.03	1	0.002	0.65306	0.50170	0.85009
Rot	-0.349	0.066	28.12	1	0.000	0.70574	0.62044	0.80277
Schwarz	-0.596	0.152	15.31	1	0.000	0.55108	0.40887	0.74275
Unbekannt	-17.622	16,818.759	0.00	1	0.999	0.00000	-	.
Violett	-1.465	1.004	2.13	1	0.145	0.23118	0.03228	1.65541
Jährl. Fahrleistung	0.000	0.000	261.31	1	0.000	1.00012	1.00011	1.00014
Konstante	-6.558	0.159	1,693.17	1	-	0.00142	-	-

Abb. III.86 Binäres logistisches Modell der Unfallwahrscheinlichkeit der Lieferwagen: Variablen im Modell.

UNFALLHÄUFIGKEIT, REISEBUSSE: MODELLZUSAMMENFASSUNG							
Schritt	-2 Log-Likelihood	Chi-Quadrat	df	Sig.	Cox & Snell r^2	Nagelkerke r^2	Eingegebene Variable
1	290.99	6.87	1	0.009	0.030	0.041	Leergewicht

Abb. III.87 Binäres logistisches Modell der Unfallwahrscheinlichkeit der Reisebusse: Modellzusammenfassung.

UNFALLHÄUFIGKEIT, REISEBUSSE: VARIABLEN IM MODELL								
Variable	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Wald	df	Sig.	Odds Ratio	95%-Konfidenzint.	
							Unterer Wert	Oberer Wert
Leergewicht	0.000	0.000	6.46	1	0.011	1.00008	1.00002	1.00014
Konstante	-1.510	0.401	14.16	1	0.000	0.22083	-	-

Abb. III.88 Binäres logistisches Modell der Unfallwahrscheinlichkeit der Reisebusse: Variablen im Modell.

UNFALLHÄUFIGKEIT, LINIENBUSSE: MODELLZUSAMMENFASSUNG							
Schritt	-2 Log-Likelihood	Chi-Quadrat	df	Sig.	Cox & Snell r^2	Nagelkerke r^2	Eingegebene Variable
1	1'824.53	82.00	1	0.000	0.038	0.064	Leergewicht
2	1'770.77	135.76	13	0.000	0.062	0.105	Farbe
3	1'751.36	155.18	14	0.000	0.071	0.119	Leistungsgewicht
4	1'746.17	160.36	14	0.000	0.073	0.123	Fahrleistung

Abb. III.89 Binäres logistisches Modell der Unfallwahrscheinlichkeit der Linienbusse: Modellzusammenfassung.

UNFALLHÄUFIGKEIT, LINIENBUSSE: VARIABLEN IM MODELL								
Variable	Regressions- koeffizient B	Standard- fehler	Wald	df	Sig.	Odds Ratio	95%-Konfidenzint.	
							Unterer Wert	Oberer Wert
Leergewicht	0.000	0.000	10.21	1	0.001	1.00009	1.00003	1.00014
Leistungsgewicht	-76.892	18.774	16.77	1	0.000	0.00000	0.00000	0.00000
Weiss (Referenz)	-	-	35.61	13	0.001	-	-	-
Beige	-0.173	0.774	0.05	1	0.823	0.84104	0.18453	3.83318
Blau	-0.397	0.233	2.90	1	0.089	0.67219	0.42551	1.06190
Braun	-18.845	28,744.694	0.00	1	0.999	0.00000	-	.
Bunt	0.245	0.185	1.76	1	0.185	1.27808	0.88938	1.83665
Effektlack	0.678	1.243	0.30	1	0.586	1.96930	0.17238	22.49765
Gelb	-0.566	0.200	8.05	1	0.005	0.56767	0.38386	0.83948
Grau	-1.432	0.753	3.61	1	0.057	0.23885	0.05457	1.04546
Grün	-0.388	0.310	1.56	1	0.212	0.67854	0.36923	1.24696
Orange	-1.297	0.631	4.22	1	0.040	0.27341	0.07932	0.94237
Rot	-0.215	0.263	0.67	1	0.413	0.80642	0.48154	1.35048
Schwarz	1.688	1.711	0.97	1	0.324	5.41121	0.18926	154.71175
Unbekannt	-18.588	52,335.403	0.00	1	1.000	0.00000	-	.
Violett	-19.783	24,347.465	0.00	1	0.999	0.00000	-	.
Jährl. Fahrleistun	0.000	0.000	5.08	1	0.024	1.00002	1.00000	1.00003
Konstante	-2.050	0.508	16.27	1	0.000	0.12869	-	-

Abb. III.90 Binäres logistisches Modell der Unfallwahrscheinlichkeit der Linienbusse: Variablen im Modell.

UNFALLHÄUFIGKEIT, MOTORRÄDER: MODELLZUSAMMENFASSUNG							
Schritt	-2 Log- Likelihood	Chi- Quadrat	df	Sig.	Cox & Snell r^2	Nagel- kerke r^2	Eingegebene Variable
1	48'340.12	2'811.22	1	0.000	0.019	0.065	Leistungsgewicht
2	46'993.30	4'158.05	1	0.000	0.028	0.095	Alter
3	46'476.01	4'675.33	2	0.000	0.032	0.107	Fahrleistung
4	46'183.74	4'967.60	-	0.000	0.034	0.113	Farbe
5	45'937.00	5'214.34	0	0.000	0.035	0.119	Leergewicht

Abb. III.91 Binäres logistisches Modell der Unfallwahrscheinlichkeit der Motorräder: Modellzusammenfassung.

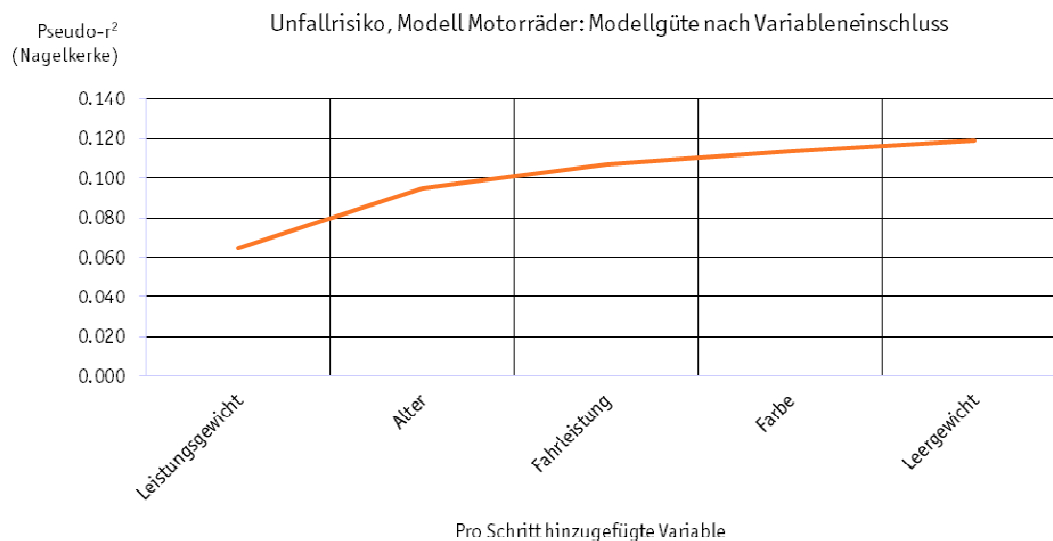


Abb. III.92 Modellgüte des binären logistischen Modells der Unfallwahrscheinlichkeit von Motorrädern nach Variableneinschluss.

UNFALLHÄUFIGKEIT, MOTORRÄDER: VARIABLEN IM MODELL								
Variable	Regressions- koeffizient B	Standard- fehler	Wald	df	Sig.	Odds Ratio	95%-Konfidenzint.	
							Unterer Wert	Oberer Wert
Leergewicht	-0.002	0.000	239.99	1	0.000	0.99752	0.99721	0.99784
Alter	-0.100	0.002	1,708.52	1	-	0.90487	0.90059	0.90917
Leistungsgewicht	-4.181	0.203	425.41	1	0.000	0.01528	0.01027	0.02273
Weiss (Referenz)	-	-	320.85	15	0.000	-	-	-
Beige	-0.330	0.219	2.27	1	0.132	0.71909	0.46812	1.10463
Blau	0.028	0.054	0.26	1	0.609	1.02805	0.92456	1.14313
Braun	-0.056	0.203	0.08	1	0.783	0.94550	0.63473	1.40843
Bunt	-0.330	0.135	5.97	1	0.015	0.71928	0.55223	0.93686
Effektlack	-0.446	0.607	0.54	1	0.463	0.64044	0.19476	2.10599
Feldgrau	-17.602	33,113.113	0.00	1	1.000	0.00000	-	.
Fleckentarnung	-17.340	46,837.904	0.00	1	1.000	0.00000	-	.
Gelb	-0.137	0.085	2.57	1	0.109	0.87233	0.73811	1.03095
Grau	0.238	0.054	19.48	1	0.000	1.26880	1.14150	1.41031
Grün	-0.406	0.087	21.61	1	0.000	0.66661	0.56184	0.79091
Orange	-1.075	0.092	135.16	1	0.000	0.34122	0.28465	0.40904
Rot	-0.266	0.056	22.87	1	0.000	0.76641	0.68723	0.85470
Schwarz	-0.178	0.048	13.67	1	0.000	0.83698	0.76164	0.91977
Unbekannt	-18.057	25,572.419	0.00	1	0.999	0.00000	-	.
Violett	-0.532	0.188	7.97	1	0.005	0.58733	0.40591	0.84982
Jährl. Fahrleistung	-0.000	0.000	167.13	1	0.000	0.99980	0.99977	0.99983
Konstante	-0.154	0.059	6.85	1	0.009	0.85701	-	-

Abb. III.93 Binäres logistisches Modell der Unfallwahrscheinlichkeit der Motorräder: Variablen im Modell.

UNFALLHÄUFIGKEIT, SNF: MODELLZUSAMMENFASSUNG							
Schritt	-2 Log-Likelihood	Chi-Quadrat	df	Sig.	Cox & Snell r^2	Nagelkerke r^2	Eingegebene Variable
1	15'776.31	82.87	1	0.000	0.004	0.007	Alter
2	15'670.24	188.94	14	0.000	0.009	0.017	Farbe
3	15'621.76	237.42	15	0.000	0.011	0.021	Leergewicht
4	15'600.83	258.35	15	0.000	0.012	0.023	Leistungsgewicht

Abb. III.94 Binäres logistisches Modell der Unfallwahrscheinlichkeit der Schwere Nutzfahrzeuge: Modellzusammenfassung.

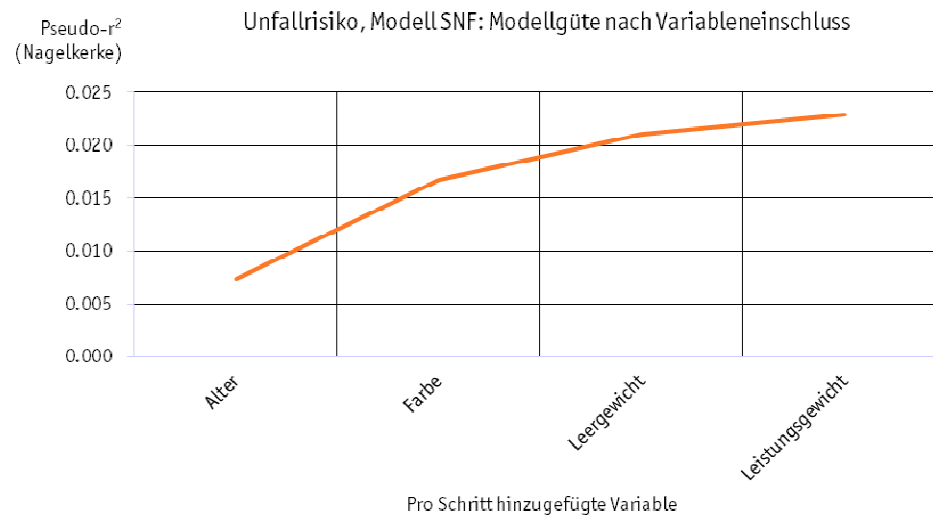


Abb. III.95 Modellgüte des binären logistischen Modells der Unfallwahrscheinlichkeit von SNF nach Variableneinschluss.

UNFALLHÄUFIGKEIT, SNF: VARIABLEN IM MODELL								
Variable	Regressions- koeffizient B	Standard- fehler	Wald	df	Sig.	Odds Ratio	95%-Konfidenzint. Odds	
							Unterer Wert	Oberer Wert
Leergewicht	0.000	0.000	68.07	1	0.000	1.00005	1.00004	1.00006
Alter	-0.027	0.005	35.46	1	0.000	0.97353	0.96497	0.98216
Leistungsgewicht	11.541	2.598	19.73	1	0.000	102'895	632	16'751'070
Weiss (Referenz)	-	-	71.61	14	0.000	-	-	-
Beige	-0.496	0.205	5.83	1	0.016	0.60924	0.40740	0.91108
Blau	0.008	0.065	0.02	1	0.897	1.00849	0.88699	1.14664
Braun	0.376	0.226	2.77	1	0.096	1.45651	0.93517	2.26848
Bunt	-0.063	0.145	0.19	1	0.665	0.93908	0.70629	1.24861
Effektlack	-19.383	18'318.803	0.00	1	0.999	0.00000	-	.
Feldgrau	-2.232	0.452	24.36	1	0.000	0.10729	0.04421	0.26033
Gelb	-0.136	0.085	2.56	1	0.110	0.87290	0.73901	1.03106
Grau	-0.378	0.086	19.34	1	0.000	0.68537	0.57917	0.81104
Grün	-0.065	0.070	0.87	1	0.350	0.93665	0.81655	1.07442
Orange	-0.448	0.104	18.65	1	0.000	0.63907	0.52156	0.78305
Rot	-0.002	0.069	0.00	1	0.980	0.99822	0.87139	1.14351
Schwarz	-0.373	0.259	2.08	1	0.149	0.68834	0.41430	1.14366
Unbekannt	-19.171	51'820.379	0.00	1	1.000	0.00000	-	.
Violett	-0.336	0.402	0.70	1	0.403	0.71427	0.32481	1.57070
Konstante	-2.563	0.136	355.56	1	0.000	0.07711	-	-

Abb. III.96 Binäres logistisches Modell der Unfallwahrscheinlichkeit der Schweren Nutzfahrzeuge: Variablen im Modell.

III.6.2 Unfallschwere

UNFALLSCHWERE, ALLE FZKAT: MODELLZUSAMMENFASSUNG	
-2 Log-Likelihood	66'336.50
Chi-Quadrat	4'224.14
df	10
Sig.	0.000
Cox & Snell r^2	0.066
Nagelkerke r^2	0.081

Abb. III.97 Ordinales logistisches Modell der Unfallschwere aller Fahrzeugkategorien: Modellzusammenfassung.

UNFALLSCHWERE, ALLE FZKAT: VARIABLEN IM MODELL								
Variable	Regressions- koeffizient B	Standard- fehler	Wald	df	Sig.	Odds Ratio	95%-Konfidenzint.	
							Unterer Wert	Oberer Wert
Leergewicht	-0.000	0.000	36.751	1	0.000	0.99992	0.99990	0.99995
Alter	0.004	0.001	6.312	1	0.012	1.00372	1.00082	1.00663
Leistungsgewicht	0.107	0.213	0.252	1	0.616	1.11264	0.73344	1.68788
PW (Referenz)	-	-	-	0	-	1.00000	-	-
Lieferwagen	0.005	0.037	0.017	1	0.897	1.00488	0.93372	1.08146
Reisebus	0.194	0.331	0.342	1	0.559	1.21355	0.63425	2.32197
Linienbus	1.188	0.216	30.227	1	0.000	3.27905	2.14727	5.00737
Motorrad	1.793	0.035	2'569.823	1	-	6.00525	5.60313	6.43623
SNF	0.194	0.120	2.601	1	0.107	1.21440	0.95904	1.53776
Übrige Mf	1.590	0.287	30.595	1	0.000	4.90206	2.79093	8.61011
Nonroad	0.472	0.128	13.510	1	0.000	1.60341	1.24655	2.06244

Abb. III.98 Ordinales logistisches Modell der Unfallschwere aller Fahrzeugkategorien: Variablen im Modell.

UNFALLSCHWERE, PW: MODELLZUSAMMENFASSUNG	
-2 Log-Likelihood	50'292.37
Chi-Quadrat	262.22
df	3
Sig.	0.000
Cox & Snell r^2	0.005
Nagelkerke r^2	0.006

Abb. III.99 Ordinales logistisches Modell der Unfallschwere der PW: Modellzusammenfassung.

UNFALLSCHWERE, PW: VARIABLEN IM MODELL								
Variable	Regressions- koeffizient B	Standard- fehler	Wald	df	Sig.	Odds Ratio	95%-Konfidenzint.	
							Unterer Wert	Oberer Wert
Leergewicht	-0.000	0.000	221.636	1	0.000	0.99954	0.99948	0.99960
Alter	-0.004	0.002	4.272	1	0.039	0.99640	0.99300	0.99981
Leistungsgewicht	-0.724	0.398	3.307	1	0.069	0.48492	0.22227	1.05792

Abb. III.100 Ordinales logistisches Modell der Unfallschwere der PW: Variablen im Modell.

UNFALLSCHWERE, LIEFERWAGEN: MODELLZUSAMMENFASSUNG	
-2 Log-Likelihood	4'978.36
Chi-Quadrat	26.98
df	3
Sig.	0.000
Cox & Snell r^2	0.007
Nagelkerke r^2	0.009

Abb. III.101 Ordinales logistisches Modell der Unfallschwere der Lieferwagen: Modellzusammenfassung.

UNFALLSCHWERE, LIEFERWAGEN: VARIABLEN IM MODELL								
Variable	Regressions- koeffizient B	Standard- fehler	Wald	df	Sig.	Odds Ratio	95%-Konfidenzint. Odds	
							Unterer Wert	Oberer Wert
Leergewicht	-0.000	0.000	23.791	1	0.000	0.99960	0.99944	0.99976
Alter	-0.001	0.007	0.026	1	0.871	0.99883	0.98480	1.01306
Leistungsgewicht	0.481	3.615	0.018	1	0.894	1.61698	0.00135	1'932.11280

Abb. III.102 Ordinales logistisches Modell der Unfallschwere der Lieferwagen: Variablen im Modell.

UNFALLSCHWERE, REISEBUSSE: MODELLZUSAMMENFASSUNG	
-2 Log-Likelihood	79.16
Chi-Quadrat	4.08
df	3
Sig.	0.253
Cox & Snell r^2	0.059
Nagelkerke r^2	0.083

Abb. III.103 Ordinales logistisches Modell der Unfallschwere der Reisebusse: Modellzusammenfassung.

UNFALLSCHWERE, REISEBUSSE: VARIABLEN IM MODELL								
Variable	Regressions- koeffizient B	Standard- fehler	Wald	df	Sig.	Odds Ratio	95%-Konfidenzint.	
							Unterer Wert	Oberer Wert
Leergewicht	-0.000	0.000	3.478	1	0.062	0.99979	0.99956	1.00001
Alter	-0.050	0.077	0.420	1	0.517	0.95157	0.81884	1.10581
Leistungsgewicht	-201.593	130.003	2.405	1	0.121	0.00000	0.00000	1.28E+23

Abb. III.104 Ordinales logistisches Modell der Unfallschwere der Reisebusse: Variablen im Modell.

UNFALLSCHWERE, LINIENBUSSE: MODELLZUSAMMENFASSUNG	
-2 Log-Likelihood	334.70
Chi-Quadrat	1.51
df	3
Sig.	0.679
Cox & Snell r^2	0.006
Nagelkerke r^2	0.008

Abb. III.105 Ordinales logistisches Modell der Unfallschwere der Linienbusse: Modellzusammenfassung.

UNFALLSCHWERE, LINIENBUSSE: VARIABLEN IM MODELL								
Variable	Regressions- koeffizient B	Standard- fehler	Wald	df	Sig.	Odds Ratio	95%-Konfidenzint.	
							Unterer Wert	Oberer Wert
Leergewicht	0.000	0.000	1.178	1	0.278	1.00006	0.99995	1.00017
Alter	0.026	0.038	0.487	1	0.485	1.02685	0.95319	1.10619
Leistungsgewicht	20.664	44.164	0.219	1	0.640	9.42E+08	0.00000	3.69E+46

Abb. III.106 Ordinales logistisches Modell der Unfallschwere der Linienbusse: Variablen im Modell.

UNFALLSCHWERE, MOTORRÄDER: MODELLZUSAMMENFASSUNG	
-2 Log-Likelihood	7'330.50
Chi-Quadrat	34.92
df	3
Sig.	0.000
Cox & Snell r^2	0.008
Nagelkerke r^2	0.009

Abb. III.107 Ordinales logistisches Modell der Unfallschwere der Motorräder: Modellzusammenfassung.

UNFALLSCHWERE, MOTORRÄDER: VARIABLEN IM MODELL								
Variable	Regressions- koeffizient B	Standard- fehler	Wald	df	Sig.	Odds Ratio	95%-Konfidenzint.	
							Unterer Wert	Oberer Wert
Leergewicht	-0.002	0.000	14.170	1	0.000	0.99830	0.99741	0.99918
Alter	0.006	0.004	2.068	1	0.150	1.00586	0.99788	1.01391
Leistungsgewicht	1.626	0.303	28.782	1	0.000	5.08530	2.80723	9.21203

Abb. III.108 Ordinales logistisches Modell der Unfallschwere der Motorräder: Variablen im Modell.

UNFALLSCHWERE, SNF: MODELLZUSAMMENFASSUNG	
-2 Log-Likelihood	2'368.05
Chi-Quadrat	7.44
df	3
Sig.	0.059
Cox & Snell r^2	0.004
Nagelkerke r^2	0.006

Abb. III.109 Ordinales logistisches Modell der Unfallschwere der Schweren Nutzfahrzeuge: Modellzusammenfassung.

UNFALLSCHWERE, SNF: VARIABLEN IM MODELL								
Variable	Regressions- koeffizient B	Standard- fehler	Wald	df	Sig.	Odds Ratio	95%-Konfidenzint.	
							Unterer Wert	Oberer Wert
Leergewicht	0.000	0.000	0.588	1	0.443	1.00001	0.99998	1.00005
Alter	0.012	0.011	1.081	1	0.299	1.01159	0.98985	1.03379
Leistungsgewicht	-8.909	6.351	1.968	1	0.161	0.00014	0.00000	34.43910

Abb. III.110 Ordinales logistisches Modell der Unfallschwere der Schweren Nutzfahrzeuge: Variablen im Modell.

Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
ABS	Antiblockiersystem
ACS	Automobil-Club Schweiz
ADMAS	Register der Administrativmassnahmen
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
ASTAC	Schweizerischer Nutzfahrzeugverband
ASTRA	Bundesamt für Strassen
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BAG	Bundesamt für Gesundheit
BASt	Bundesanstalt für Strassenwesen
BFS	Bundesamt für Statistik
bfu	Beratungsstelle für Unfallverhütung
BIOGEME	Bierlaire's Optimization Toolbox for GEV Model Estimation
BK	Begleitkommission
BS	Basissystem von MISTRA
BStatG	Bundesstatistikgesetz
bzw.	beziehungsweise
DSG	Datenschutzgesetz
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
DVR	Deutscher Verkehrssicherheitsrat
ESP/ESC	Elektronisches Stabilitätsprogramm / electronic stability control
etc.	etcetera
FABER	Fahrberechtigungsregister
FäG	Fahrzeugähnliche Geräte (Kickboards, Inline Skates, etc.)
FEDRO	Bundesamt für Strassen (Federal Roads Office)
FERSI	Forum of European Road Safety Research Institutes
Fg	Fussgänger
FOKO	Kommission für Forschung im Strassenwesen des UVEK
FP	Forschungspaket
FVS	Fonds für Verkehrssicherheit
Fz	Fahrzeug
i.d.R.	in der Regel
ICD	International Statistical Classification of Diseases
IDAweb	Datenportal der MeteoSchweiz für Lehre und Forschung
IG-Velo	Interessengemeinschaft Velo
IRM	Integriertes Risikomanagement
IRTAD	International Traffic Safety Data and Analysis Group
KfV	Kuratorium für Verkehrssicherheit
KOFO	Kommission Forschung SVI
KUBA	Fachapplikation Kunstbauten und Tunnel in MISTRA
LBUS	Linienbus
LI	Lieferwagen (<3.5 t Gesamtgewicht)

Abkürzung	Bedeutung
Limdep	Ökonometrie-Software (Statistik)
LSA	Lichtsignalanlage
LV	Langsamverkehr
MISTRA	Management-Informationssystem Strasse und Strassenverkehr
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MOFIS	Fahrzeug- und Halterdatenregister
MR	Motorrad
MSK	Medizinische Statistik der Krankenhäuser
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
OFROU	Bundesamt für Strassen (Office fédéral des routes)
öV	Öffentlicher Verkehr
PW	Personenwagen
RBUS	Reisebus (Car)
SAS	Software zur statistischen Datenanalyse
SNF	Schwere Nutzfahrzeuge
SPSS	Statistik- und Analyse Software
STRADA	Sammlung der IT-Werkzeuge der Strassendatenbank STRADA-DB
SURV	Verordnung über das Strassenverkehrsunfall-Register
SUV	Sport Utility Vehicle: PW mit einem Erscheinungsbild eines Geländewagens
SUVA	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
SVI	Schweiz. Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten
TBA	Tiefbauamt
TCS	Touring Club Schweiz
TLM3D	Topographisches Landesmodell 3D
TP	Teilprojekt
TRA	Fachapplikation Trasse in MISTRA (Verwaltung von Strassendaten)
UAP	Unfallaufnahme-Protokoll
usw.	und so weiter
UVEK	Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
UVG	Bundesgesetz über die Unfallversicherung
VBZ	Verkehrsbetriebe Zürich
VCS	Verkehrs-Club der Schweiz
VD SG	Verordnung zum Bundesgesetz über den Datenschutz
VEKTOR 25	Digitales Landschaftsmodell der Schweiz (basiert auf Landeskarte 1:25'000)
vgl.	vergleiche
VMON	Fachapplikation Verkehrsmonitoring in MISTRA
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute
VU	Strassenverkehrsunfall-Register
VU+	Datenbank Strassenverkehrsunfall-Register (ergänzt mit weiteren Daten)
VUSTA	Verkehrsunfallstatistik des Kantons Zürich
WHO	World Health Organization

Glossar

Im Rahmen des Forschungspakets VeSPA wurde für sämtliche Teilprojekte eine gemeinsame Nomenklatur entwickelt. Die für TP3 relevanten Begriffe sind in untenstehender Tabelle enthalten:

Begriff	Bedeutung
ESP	Elektronisches Stabilitätsprogramm. System, das durch gezieltes Abbremsen einzelner Räder und Eingriff in das Motor- und Getriebe- Management versucht ESP ein Schleudern des Fahrzeuges zu verhindern. Synonym für unterschiedliche Hersteller-Bezeichnungen wie VSC, DSC, VSA, MASC, VDC, DSTC, PSM, etc.
Exposition	Faktor, dem die untersuchten Fahrzeuge ausgesetzt sind. Hier bezogen auf das Strassenunfallgeschehen bzw. den Verkehr.
Fahrzeugart	Fahrzeugart [VU Nr. 20], "Fahrzeugklasse" [MOFIS MF_FARKL] bzw. [MF_FARZ1] und Karosserieform (MF_KFO1)
Fahrzeugeigenschaften	Allgemeiner Begriff für verschiedene Fahrzeug-bezogenen Merkmale (synonymer Begriff zu "Fahrzeugausstattung"), wie z.B: Gewicht, Farbe, Marke, Leistung, Stosstangenhöhe, etc.
Fahrzeugkategorie	Aggregation der Fahrzeugklassen in: - motorisierter Verkehr: • Personenwagen (PW), • Lieferwagen (LI), • Motorräder (MR), • ÖV-Busse (LBus), • Reisebusse (RBus), • Schwere Nutzfahrzeuge (SNF), • Non-Road • übrige MFZ - nicht motorisierter Verkehr: • zu Fuss, • Fahrrad konventioneller Antrieb, • Fahrrad elektrischer Antrieb (Tretunterstützung), • Fahrzeugähnliche Geräte
Fahrzeugsegment	Weitere Differenzierung der Fahrzeugkategorie (siehe oben), insbesondere derjenigen Kategorien mit den grössten Unfallhäufigkeiten, z.B. PW
Hochleistungsfahrzeug (PW, LI)	Fahrzeug mit einer Leistungskennzahl (in kg/PS), die kleiner als 7.5 kg/PS (d.h. grösser als 0.1 kW/kg) ist.
Leistungskennzahl	Kennwert, ausgedrückt mit einem Quotient aus Fahrzeuggewicht und Leistung (in kg/PS).
Marktsegment	Einteilung der Personenwagen in Gruppen, die bezüglich Zielgruppe, Preis, Leistung, Einsatzzweck, etc. ähnliche Fahrzeuge zusammenfassen.
Pseudo- r^2 (nach Nagelkerke)	Approximation des r^2 (Bestimmtheitsmass) für logistische Regressionsmodelle. Nimmt auch Werte zwischen 0 und 1 an und stellt somit ein Mass des Erklärungsgehalts eines Modells dar.
Odds Ratio	Die Odds Ratio („Chancenverhältnis“) einer Variable in einem logistischen Regressionsmodell besagt, um welchen Faktor die Chance, einen bestimmten Wert der abhängigen Variablen zu erhalten, zu- oder abnimmt, wenn die entsprechende Variable um eine Einheit zu- oder abnimmt.
Unfallfolgen	Angaben zu den am Unfall beteiligten Personen bezüglich Körperverletzung und Verletzungsschwere.
Unfallrate	Quotient aus Unfallzahl und Fahrleistung einer Strecke in Mio. Fz · km (in der Regel pro Jahr).
Unfallrisiko	Quotient "Unfallrate" [SN] zu einem spezifischen Einflussfaktor
Unfallursache	Hauptursache [VU Nr. 10]

Begriff	Bedeutung
verletzt	Als «leicht verletzt» gelten Personen mit geringer Beeinträchtigung, z.B. mit oberflächlichen Hautverletzungen ohne nennenswerten Blutverlust, leichter Einschränkung der Bewegung (die aber das Verlassen der Unfallstelle aus eigener Kraft erlaubt) oder eventuell Personen, die eine ambulante Behandlung im Spital oder durch einen Arzt benötigen.
	Als «schwer verletzt» gelten Personen, die schwere, sichtbare Beeinträchtigungen aufweisen, welche normale Aktivitäten zu Hause für mindestens 24 Stunden verhindern (z.B. Bewusstlosigkeit oder Knochenbruch [ohne Fingerbruch] oder eine andere Beeinträchtigung, die einen Spitalaufenthalt von mehr als 1 Tag erfordert).
	Als «getötet» sind Personen anzuführen, die an der Unfallstelle ihr Leben verloren haben oder innert 30 Tagen nach der Kollision an den Unfallfolgen gestorben sind.

Literaturverzeichnis

ARE 2002: Fahrleistungen der Schweizer Fahrzeuge. Ergebnisse der periodischen Erhebung Fahrleistungen (PEFA) 2000. Bundesamt für Raumentwicklung (ARE), Bern.

ASTRA 2012: Unfallursache „Unaufmerksamkeit und Ablenkung“: Was macht der Mensch am Steuer? Bern.

BAFU 2010: Handbuch Emissionsfaktoren Strassenverkehr HBEFA. Version 3.1. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern.

Bahrenberg, G., Giese, E., Nipper, J. 2008: Statistische Methoden in der Geographie. Band 2: Multivariate Statistik. Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin.

Bartl, G., Hager, B. 2006: Autofarben und Unfallrisiko. alles-fuehrerschein.at GmbH, Wien. [<http://www.alles-fuehrerschein.at/dokumente/Autofarben%2006.pdf>].

BfS 2010: Erhebungen, Quellen - Strassenfahrzeuge. [http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/erhebungen__quellen/blank/blank/sfz/01.html].

BFS 2012: Mobilität in der Schweiz. Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2010. Bundesamt für Statistik (BfS), Neuchâtel.

BFS 2013: Unfälle nach Verkehrsträgern. [<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/11/06/blank/01.Document.21309.xls>].

bfu 2010a: bfu-Faktenblatt Nr. 04 – Elektrofahrräder (E-bikes). Bern.

bfu 2010b: bfu-Sicherheitsdossier Nr. 06 – Der Faktor Geschwindigkeit im motorisierten Strassenverkehr. Bern.

bfu 2012a: bfu-Sicherheitsdossier Nr. 08 - Fahrradverkehr. Beratungsstelle für Unfallforschung (bfu), Bern.

bfu 2012b: Sicherheitsniveau und Unfallgeschehen im Strassenverkehr 2011 - Sinus-Report 2012. Bern.

Bodenmann, B. R. 2012: Verkehrssicherheitsgewinne aus Erkenntnissen aus Datapooling und strukturierten Datenanalysen. Forschungsauftrag SVI 2011/001 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI). regioConcept AG, Herisau.

Bodenmann, B. R., Ohnmacht, T., Schüller, H., Balmberger, M., Frick, R., Wüthrich, P., Notter, B., Eichholzer, T., Baumgartner, L., Schmitt, K. U. 2013: Forschungspaket VeSPA: Datenlage und -qualität, Arbeitsbericht, Forschungsauftrag SVI 2012/001 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI). Bern.

Casutt, G., Martin, M., Jäncke, L. 2013: Alterseffekte auf die Fahrsicherheit bei Schweizer Kraftfahrern im Jahr 2010. Zeitschrift für Verkehrssicherheit 59(Nr. 2), S. 84.

DEKRA 2010: Verkehrssicherheitsreport Motorrad 2010. DEKRA, Stuttgart.

Eurostat 2003: Methodological Documents: Definition of Quality in Statistics. Working group „Assessment of quality in Statistics“, Luxemburg. [<http://epp.eurostat.ec.europa.eu>].

Folksam 2009: How safe is your car? Folksam Mutual Insurance Company, Stockholm. [http://www.folksam.se/polopoly_fs/1.11226!/webbversioneng_R6546.pdf].

GDV 2012: Sport Utility Vehicles im Unfallgeschehen. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV), Berlin. [<http://udv.de/download/file/fid/3627>].

GDV 2009: Untersuchung zur Verfügbarkeit von ESP in PKW 2009. Berlin.

GDV 2011: Untersuchung zur Verfügbarkeit von ESP in PKW 2011. Berlin.

Von Glasner, C. 2010: Driver Assistance Systems Status 2010. EVU, Prague.

Gwehrenberger, J., Schwaben, I., Alexander Sporer, Jörg Kubitzki 2004: Schwerstunfälle mit Motorrädern - Analyse der Unfallstruktur und der Wirksamkeit von ABS. Ismaning.

IMPROVER 2006: Impact on road safety due to the increasing of sports utility and multi-purpose vehicles. IMPROVER Subproject 1 final report. Impact Assessment of Road Safety Measures for Vehicles and Road Equipment (IMPROVER). European Commission (EC), Brussels.

INFRAS 2010: Strassenverkehrsunfallstatistik Schweiz - Diffusionskonzept (i.A. des ASTRA). ASTRA, Bern.

Kaufmann-Hayoz, R., Hofmann, H., Haefeli, U., Oetterli, M., Steiner, R., Albisser, R. 2010: Der Verkehr aus Sicht der Kinder: Schulwege von Primarschulkindern in der Schweiz. Bundesamt für Strassen (ASTRA), Bern.

Lindenmann, H. P., Laube, M., Burger, H. M. 2003: Auswirkungen passivbeleuchteter Fussgängerstreifen auf die Verkehrssicherheit. IVT ETH Zürich, Zürich.

Margaritis, D., Hoogvelt, B., de Vries, Y., Klootwijk, C., Mooi, H. 2005: An analysis of sport utility vehicles involved in road accidents. TNO Automotive, Delft, Netherlands.

Newstead, S., D'Elia, A. 2007: An investigation into the relationship between vehicle colour and crash risk. Monash University Accident Research Centre, Clayton, Australia.

Ross, M., Wenzel, T. 2002: An Analysis of Traffic Deaths by Vehicle Type and Model. Michigan.

Strandroth, J., Rizzi, M. 2009: In-depth analysis of accidents with heavy goods vehicles – Effects of measures promoting safe heavy goods traffic. Swedish Road Administration (Vägverket), Borlänge, Sweden.

UVEK 2010: Dossier: Sicherheit im Strassenverkehr, www.uvek.admin.ch. Bern.

VDA, bast, GDV, DEKRA 2012: Gemeinsamer Forschungsbericht zur Sicherheit von Kleintransportern. VDA (Verband der Automobilindustrie), Berlin.

Walter, E., Cavegn, M., Allenbach, R., Scaramuzza, G. 2005: Fahrradverkehr. Unfallgeschehen, Risikofaktoren und Prävention. Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (BfU), Bern.

Projektabschluss

Formular 3 ARAMIS SBT



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

Version vom 09.10.2013

Formular Nr. 3: Projektabschluss

erstellt / geändert am: 10.1.2014

Grunddaten

Projekt-Nr.: SVI 2012/004

Projekttitel: Einflüsse der Fahrzeuge auf das Strassenunfallgeschehen

Enddatum: 10.1.2014

Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

In Teilprojekt 3 wird der Einfluss von Fahrzeugeigenschaften auf das Unfallgeschehen untersucht. Die zu bearbeitenden Forschungsfragen und Hypothesen werden aus Expertengesprächen und einer eingehenden Literaturliteratur hergeleitet. Die Forschungsfragen lassen sich in drei Fragenkategorien gruppieren: 1) Analyse der Rolle im Unfallgeschehen (Unfallverursacher-opfer), 2) Analyse der Unfallursachen und 3) Analyse der Fahrzeugeigenschaften. Ausserdem werden die Daten vor der Analyse einer eingehenden Qualitätsanalyse unterworfen und hinsichtlich ihrer Relevanz, Vollständigkeit und Plausibilität charakterisiert. Der Datenpool VU+ mit den Daten des Strassenverkehrsunfall- (VU) und des Fahrzeug- und Fahrzeughalterregisters (MOPIS) bildet die zentrale Grundlage für die Unfallanalysen im vorliegenden Teilprojekt. Daneben wurden weitere Datenquellen abgeklärt und integriert, die zusätzliche für die Beantwortung der Forschungsfragen notwendige Angaben enthalten, namentlich Daten für die Marktsegmentierung der Personenkraftwagen (Daten von AutoSchweiz und Eurotax) bzw. zur Ausstattung mit elektronischen Stabilitätskontrollprogrammen ESP (Daten des Gesamtverbands der Deutschen Versicherungswirtschaft GOV).

Es bestehen signifikante Unterschiede zwischen den Fahrzeugkategorien bezüglich Unfallbeteiligung und Unfallraten (fahrleistungskorrigierte Unfallbeteiligung), aber auch hinsichtlich der Unfallchancen, der Rolle im Unfall (Verursacher, Opfer) und den Hauptursachen für die Unfälle:

- Ein Personenkraftwagen (PKW) wird durchschnittlich alle rund 900'000 km in einen Unfall verwickelt (Unfallrate = 0.11 Unfälle/100'000 Fahrm). Unabhängig von der Rolle als Verursacher sind die PKW in weitaus den meisten Unfällen beteiligt (rund 71% der Unfälle mit Fahrzeugen) und treten dementsprechend auch am häufigsten als Hauptverursacher auf (in rund 70% aller Unfälle).
- Die Unfallrate ist verhältnismässig hoch bei Trams, die durchschnittlich alle rund 120'000 km in einen Unfall verwickelt sind. Allerdings sind Trams fast ausschliesslich in verkehrsstarken, städtischen Räumen unterwegs, wo Interaktionen mit anderen Verkehrsteilnehmern häufig auftreten. Als Verursacher von Verkehrsunfällen treten Trams aber nur sehr selten auf. Bezüglich der Verletzungsschwere von Fahrzeuginsassen können mit den vorliegenden Daten Grundlagen auf der Ebene von Fahrzeugkategorien keine vergleichbaren Aussagen getroffen werden, da nur die jeweils schwerstverletzten Personen in einem Fahrzeug erfasst werden.
- Ebenfalls verhältnismässig hohe Unfallraten weisen E-Bikes auf: ein Unfall pro 100'000 gefahrene Kilometer. Im Vergleich zu den konventionellen Fahrrädern sind die Unfallraten von E-Bikes deutlich höher. Ebenfalls hoch ist bei E-Bikes der Anteil (polizeilich erfasst) Selbstunfälle. Die Verletzungsschwere von mit E-Bikes Verunfallten ist hingegen vergleichbar zu den konventionellen Fahrrädern. Generell ist bei Fahrradfahrern wie auch bei Fussgängern das Risiko verletzt oder getötet aus einem Unfall hervorzugehen deutlich höher als bei anderen Fahrzeugkategorien.
- Motorräder weisen eine mehr als doppelt so hohe Unfallrate (0.25 Unfälle/100'000 Fahrm) auf wie die PKW und fallen auch bezüglich der Unfallfolgen auf. Diesbezüglich zeigen sie vergleichbare Werte wie die Fahrräder.

Im Fokus der Untersuchungen zu den Fahrzeugeigenschaften steht der motorisierte Strassenverkehr, da die Verknüpfung der Unfalldaten mit dem Motorfahrzeugregister neu entsprechende Möglichkeiten für die Auswertung bietet. Folgende Erkenntnisse können aus der Datenanalyse gewonnen werden:

- Fahrzeuggewicht: Schwere Fahrzeuge führen bei den meisten Fahrzeugkategorien nicht generell zu Unfällen mit gravierenden Folgen. Insbesondere bei den PKW zeigt sich kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Fahrzeuggewicht und Unfallchance. Gegebenenfalls vorhandene Abhängigkeiten zwischen Fahrzeuggewicht und Unfallfolgen werden vermutlich durch andere Faktoren wie Unfallsituation (Aufprallwinkel, Frontalkollisionen, etc.), Verkehrsverhalten des Lenkers (aggressiv/defensiv), etc. übersteuert.
- Fahrzeugalter und Assistenzsysteme: Neuere PKW verursachen weniger Unfälle und schützen ihre Insassen besser als ältere. Ab einem Fahrzeugalter von ca. 10 Jahren steigen die Unfallraten an, sehr alte Fahrzeuge (>20 Jahre) weisen mehr als doppelt so hohe Unfallraten auf wie die neuen Fahrzeuge. In der Schweiz sind mehr als zwei Drittel der PKW jünger als 10 Jahre. Ältere Fahrzeuge findet man im Schweizer Strassenverkehr deutlich seltener. Eng verknüpft mit dem Alterseffekt ist die Ausrüstung der PKW mit Fahrerassistenzsystemen, namentlich elektronischen Stabilitätskontrollprogrammen (ESP). Rund drei Viertel der Neufahrzeuge sind mit ESP ausgerüstet, bei den 10-jährigen PKW ist es lediglich rund ein Viertel. Der positive Effekt von ESP in PKW-Unfällen zeigt sich in deutlich tieferen Unfallraten von mit ESP ausgerüsteten PKW.
- Motorleistung: Die Fahrzeugleistung alleine beeinflusst bei PKW, Lieferwagen und Motorrädern das Unfallgeschehen kaum. Wird jedoch die Leistung ins Verhältnis zum Fahrzeuggewicht gesetzt, so zeigt sich, dass die Unfallraten von sog. "Hochleistungsfahrzeugen" (Fahrzeuge mit einer Leistungskennzahl von mehr als 0.1 kW/kg Fahrzeuggewicht bzw. weniger als 7.5 kg/PS) in den Kategorien PKW und LI signifikant höher sind als diejenigen der übrigen Fahrzeuge.
- Marktsegmente Personenkraftwagen: Die Unfallraten und die Unfallschwere der Unfälle mit „Sports Utility Vehicles“ (SUV) als Hauptverursacher unterscheiden sich nicht signifikant von denjenigen der übrigen Marktsegmente. Die Insassen von SUV sind signifikant besser geschützt als in anderen Marktsegmenten. Diese Aussagen sind jedoch aus folgenden Gründen mit Vorsicht zu interpretieren: Die sog. „Marktsegmente“ von Personenkraftwagen entsprechen keiner objektiven, eindeutig operationalisierbaren Zuteilung. Zudem muss die Zuteilung der PKW zu den Marktsegmenten im Rahmen des vorliegenden Projekts über Textbausteine in den Marken/Typbezeichnungen hergeleitet werden. Beides zusammen führt zu Unsicherheiten was die Marktsegmentierung der Datenbasis betrifft. Ausserdem sind die modernen SUV bezüglich Konstruktion und Gewicht immer weniger von Fahrzeugen anderer Marktsegmente zu unterscheiden und müssen diesen Sicherheitsstandards erfüllen.
- Fahrzeugfarbe: Die Unfallraten von unterschiedlich lackierten Fahrzeugen unterscheiden sich signifikant voneinander. Allerdings ist kein kausaler Zusammenhang zwischen Fahrzeugfarbe erkennbar: helle oder Signalfarben (rot, gelb, etc.) sind nicht weniger in Unfälle verwickelt als andere Farben.

Die Frage nach dem Erklärungsgehalt der Fahrzeugeigenschaften hinsichtlich des Unfallrisikos respektive der Unfallschwere bestimmter Fahrzeuge werden mit Hilfe von bi-nominalen statistischen Modellen abgeschätzt. Die Analyse der Modellgüte zeigt, dass sich das Unfallgeschehen nur zu einem kleinen Teil rein mit Hilfe der Fahrzeugeigenschaften erklären lässt. Der systematische Vergleich aller Teilaspekte des Unfallgeschehens wird allerdings Gegenstand der Untersuchungen in Phase 2 des Forschungspakets sein. Die Fahrzeugkategorie, das Fahrzeugalter aber auch die Fahrzeugfarbe haben innerhalb der Fahrzeugeigenschaften den höchsten Erklärungsgehalt für das Unfallgeschehen. Dagegen lässt sich mit Einbezug der Leistung bzw. der Leistungskennzahl, Fahrleistung und Gewicht das Bestimmtheitsmass der Modelle nur noch unwesentlich steigern.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

Zielerreichung:

Phase 1 hat zum Ziel, Hypothesen zum Einfluss der Fahrzeugeigenschaften auf das Strassenunfallgeschehen zu formulieren und mittels multivariaten Analysen auf der Basis des Strassenunfall-Registers, ergänzt mit weiteren Datenquellen, zu quantifizieren. Diese Ziele wurden im Rahmen des Projekts vollumfänglich erfüllt (siehe Projektergebnisse).

Folgerungen und Empfehlungen:

Das TP3 ist nach der ersten Projektphase des Forschungspakets VeSPA abgeschlossen. Für Phase 2 sind die in TP3 identifizierten, das Unfallgeschehen massgeblich beeinflussenden Fahrzeugeigenschaften systematisch zu überkreuzen mit den entsprechenden Einflussfaktoren aus den anderen Teilprojekten und ursächliche Zusammenhänge aufzuzeigen. Weiterer, über das Forschungspaket hinaus gehender Forschungsbedarf wird bei den Datengrundlagen geortet. Namentlich bei den Expositionsgrundlagen (Fahrleistungsdaten), der expliziten Zuweisung der Personenwagen zu Marktsegmenten, Informationen zur Ausrüstung mit Assistenzsystemen und der Kennzeichnung von Unfallfahrzeugen im Gesamtfahrzeugbestand.

Publikationen:

INFRAS/AXA Winterthur 2014: Einflüsse von Fahrzeugeigenschaften auf das Strassenunfallgeschehen - Schlussbericht Phase 1, Januar 2014.

Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Frick

Vorname: Roman

Amt, Firma, Institut: INFRAS AG

Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:



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

Formular Nr. 3: Projektabschluss

Beurteilung der Begleitkommission:

Beurteilung:

Aufgrund der grossen Erfahrung der Forschungsgestelle mit den Fahrzeugdaten konnte diese die entsprechenden Zusammenhänge gut abbilden. Insbesondere die deskriptiven Analysen und der Einbezug der eurotax-Daten sind eine Bereicherung des bestehenden Wissens. Da die Zusammenhänge zwischen Fahrzeugen und Unfallgeschehen allerdings weniger stark sind als die zwischen anderen Faktoren und dem Unfallgeschehen, waren die Ergebnisse der guten Modellierung weniger spannend als in den anderen Teilprojekten.

Umsetzung:

Die Forschungsstelle überzeugte die BK mit ihrem Wissen im Bereich Fahrzeuge, mit ihrer Bereitschaft, neue Ideen aufzunehmen und zu bearbeiten, sowie mit der stets zeitgerechten Lieferung der notwendigen Inputs.

weitergehender Forschungsbedarf:

Das Teilprojekt wird wie geplant abgeschlossen; Integration der Ergebnisse in TP 1 und 2

Einfluss auf Normenwerk:

-

Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: Simma

Vorname: Anja

Amt, Firma, Institut: Bundesamt für Strassen ASTRA, Abteilung Strassenverkehr

Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission:

Anja Simma

Anja Si —

Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

Stand: 31.10.2013

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1422	ASTRA 2011/006_OBF	Fracture processes and in-situ fracture observations in Gipskeuper	2013
1421	VSS 2009/901	Experimenteller Nachweis des vorgeschlagenen Raum- und Topologiemodells für die VM-Anwendungen in der Schweiz (MDATrafo)	2013
1420	SVI 2008/003	Projektierungsfreiräume bei Strassen und Plätzen	2013
1419	VSS 2001/452	Stabilität der Polymere beim Heisseinbau von PmB-haltigen Strassenbelägen	2013
1416	FGU 2010/001	Sulfatwiderstand von Beton: verbessertes Verfahren basierend auf der Prüfung nach SIA 262/1, Anhang D	2013
1415	VSS 2010/A01	Wissenslücken im Infrastrukturmanagementprozess "Strasse" im Siedlungsgebiet	2013
1414	VSS 2010/201	Passive Sicherheit von Tragkonstruktionen der Strassenausstattung	2013
1413	SVI 2009/003	Güterverkehrsintensive Branchen und Güterverkehrsströme in der Schweiz Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz Teilprojekt B1	2013
1412	ASTRA 2010/020	Werkzeug zur aktuellen Gangliniennorm	2013
1411	VSS 2009/902	Verkehrstelematik für die Unterstützung des Verkehrsmanagements in ausserordentlichen Lagen	2013
1410	VSS 2010/202_OBF	Reduktion von Unfallfolgen bei Bränden in Strassentunneln durch Abschnittsbildung	2013
1409	ASTRA 2010/017_OBF	Regelung der Luftströmung in Strassentunneln im Brandfall	2013
1408	VSS 2000/434	Vieillissement thermique des enrobés bitumineux en laboratoire	2012
1407	ASTRA 2006/014	Fusion des indicateurs de sécurité routière : FUSAIN	2012
1406	ASTRA 2004/015	Amélioration du modèle de comportement individuel du Conducteur pour évaluer la sécurité d'un flux de trafic par simulation	2012
1405	ASTRA 2010/009	Potential von Photovoltaik an Schallschutzmassnahmen entlang der Nationalstrassen	2012
1404	VSS 2009/707	Validierung der Kosten-Nutzen-Bewertung von Fahrbahn-Erhaltungsmassnahmen	2012
1403	SVI 2007/018	Vernetzung von HLS- und HVS-Steuerungen	2012
1402	VSS 2008/403	Witterungsbeständigkeit und Durchdrückverhalten von Geokunststoffen	2012
1401	SVI 2006/003	Akzeptanz von Verkehrsmanagementmassnahmen-Vorstudie	2012
1400	VSS 2009/601	Begrünte Stützgitterböschungssysteme	2012
1399	VSS 2011/901	Erhöhung der Verkehrssicherheit durch Incentivierung	2012
1398	ASTRA 2010/019	Environmental Footprint of Heavy Vehicles Phase III: Comparison of Footprint and Heavy Vehicle Fee (LSVA) Criteria	2012
1397	FGU 2008/003_OBF	Brandschutz im Tunnel: Schutzziele und Brandbemessung Phase 1: Stand der Technik	2012
1396	VSS 1999/128	Einfluss des Umhüllungsgrades der Mineralstoffe auf die mechanischen Eigenschaften von Mischgut	2012
1395	FGU 2009/003	KarstALEA: Wegleitung zur Prognose von karstspezifischen Gefahren im Untertagbau	2012
1394	VSS 2010/102	Grundlagen Betriebskonzepte	2012
1393	VSS 2010/702	Aktualisierung SN 640 907, Kostengrundlage im Erhaltungsmanagement	2012
1392	ASTRA 2008/008_009	FEHRL Institutes WIM Initiative (Fiwi)	2012
1391	ASTRA 2011/003	Leitbild ITS-CH Landverkehr 2025/30	2012
1390	FGU 2008/004_OBF	Einfluss der Grundwasserströmung auf das Quellverhalten des Gipskeupers im Belchentunnel	2012

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1389	FGU 2003/002	Long Term Behaviour of the Swiss National Road Tunnels	2012
1388	SVI 2007/022	Möglichkeiten und Grenzen von elektronischen Busspuren	2012
1387	VSS 2010/205_OBF	Ablage der Prozessdaten bei Tunnel-Prozessleitsystemen	2012
1386	VSS 2006/204	Schallreflexionen an Kunstbauten im Strassenbereich	2012
1385	VSS 2004/703	Bases pour la révision des normes sur la mesure et l'évaluation de la planéité des chaussées	2012
1384	VSS 1999/249	Konzeptuelle Schnittstellen zwischen der Basisdatenbank und EMF-, EMK- und EMT-DB	2012
1383	FGU 2008/005	Einfluss der Grundwasserströmung auf das Quellverhalten des Gipskeupers im Chien-bergtunnel	2012
1382	VSS 2001/504	Optimierung der statischen Eindringtiefe zur Beurteilung von harten Gussasphaltsorten	2012
1381	SVI 2004/055	Nutzen von Reisezeiteinsparungen im Personenverkehr	2012
1380	ASTRA 2007/009	Wirkungsweise und Potential von kombinierter Mobilität	2012
1379	VSS 2010/206_OBF	Harmonisierung der Abläufe und Benutzeroberflächen bei Tunnel-Prozessleitsystemen	2012
1378	SVI 2004/053	Mehr Sicherheit dank Kernfahrbahnen?	2012
1377	VSS 2009/302	Verkehrssicherheitsbeurteilung bestehender Verkehrsanlagen (Road Safety Inspection)	2012
1376	ASTRA 2011/008_004	Erfahrungen im Schweizer Betonbrückenbau	2012
1375	VSS 2008/304	Dynamische Signalisierungen auf Hauptverkehrsstrassen	2012
1374	FGU 2004/003	Entwicklung eines zerstörungsfreien Prüfverfahrens für Schweissnähte von KDB	2012
1373	VSS 2008/204	Vereinheitlichung der Tunnelbeleuchtung	2012
1372	SVI 2011/001	Verkehrssicherheitsgewinne aus Erkenntnissen aus Datapooling und strukturierten Datenanalysen	2012
1371	ASTRA 2008/017	Potenzial von Fahrgemeinschaften	2011
1370	VSS 2008/404	Dauerhaftigkeit von Betonfahrbahnen aus Betongranulat	2011
1369	VSS 2003/204	Rétention et traitement des eaux de chaussée	2012
1368	FGU 2008/002	Soll sich der Mensch dem Tunnel anpassen oder der Tunnel dem Menschen?	2011
1367	VSS 2005/801	Grundlagen betreffend Projektierung, Bau und Nachhaltigkeit von Anschlussgleisen	2011
1366	VSS 2005/702	Überprüfung des Bewertungshintergrundes zur Beurteilung der Strassengriffigkeit	2010
1365	SVI 2004/014	Neue Erkenntnisse zum Mobilitätsverhalten dank Data Mining?	2011
1364	SVI 2009/004	Regulierung des Güterverkehrs Auswirkungen auf die Transportwirtschaft Forschungspaket UVEK/ASTRA Strategien zum wesensgerechten Einsatz der Verkehrsmittel im Güterverkehr der Schweiz TP D	2012
1363	VSS 2007/905	Verkehrsprognosen mit Online -Daten	2011
1362	SVI 2004/012	Aktivitätenorientierte Analyse des Neuverkehrs	2012
1361	SVI 2004/043	Innovative Ansätze der Parkraumbewirtschaftung	2012
1360	VSS 2010/203	Akustische Führung im Strassentunnel	2012
1359	SVI 2004/003	Wissens- und Technologientransfer im Verkehrsbereich	2012
1358	SVI 2004/079	Verkehrsanbindung von Freizeitanlagen	2012
1357	SVI 2007/007	Unaufmerksamkeit und Ablenkung: Was macht der Mensch am Steuer?	2012
1356	SVI 2007/014	Kooperation an Bahnhöfen und Haltestellen	2011
1355	FGU 2007/002	Prüfung des Sulfatwiderstandes von Beton nach SIA 262/1, Anhang D: Anwendbarkeit und Relevanz für die Praxis	2011
1354	VSS 2003/203	Anordnung, Gestaltung und Ausführung von Treppen, Rampen und Treppenwegen	2011
1353	VSS 2000/368	Grundlagen für den Fussverkehr	2011
1352	VSS 2008/302	Fussgängerstreifen (Grundlagen)	2011
1351	ASTRA 2009/001	Development of a best practice methodology for risk assessment in road tunnels	2011
1350	VSS 2007/904	IT-Security im Bereich Verkehrstelematik	2011
1349	VSS 2003/205	In-Situ-Abflussversuche zur Untersuchung der Entwässerung von Autobahnen	2011
1348	VSS 2008/801	Sicherheit bei Parallelführung und Zusammentreffen von Strassen mit der Schiene	2011

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1347	VSS 2000/455	Leistungsfähigkeit von Parkierungsanlagen	2010
1346	ASTRA 2007/004	Quantifizierung von Leckagen in Abluftkanälen bei Strassentunneln mit konzentrierter Rauchabsaugung	2010
1345	SVI 2004/039	Einsatzbereiche verschiedener Verkehrsmittel in Agglomerationen	2011
1344	VSS 2009/709	Initialprojekt für das Forschungspaket "Nutzensteigerung für die Anwender des SIS"	2011
1343	VSS 2009/903	Basistechnologien für die intermodale Nutzungserfassung im Personenverkehr	2011
1342	FGU 2005/003	Untersuchungen zur Frostkörperbildung und Frosthebung beim Gefrierverfahren	2010
1341	FGU 2007/005	Design aids for the planning of TBM drives in squeezing ground	2011
1340	SVI 2004/051	Aggressionen im Verkehr	2011
1339	SVI 2005/001	Widerstandsfunktionen für Innerorts-Strassenabschnitte ausserhalb des Einflussbereiches von Knoten	2010
1338	VSS 2006/902	Wirkungsmodelle für fahrzeugseitige Einrichtungen zur Steigerung der Verkehrssicherheit	2009
1337	ASTRA 2006/015	Development of urban network travel time estimation methodology	2011
1336	ASTRA 2007/006	SPIN-ALP: Scanning the Potential of Intermodal Transport on Alpine Corridors	2010
1335	VSS 2007/502	Stripping bei lärmmindernden Deckschichten unter Überrollbeanspruchung im Labor-massstab	2011
1334	ASTRA 2009/009	Was treibt uns an? Antriebe und Treibstoffe für die Mobilität von Morgen	2011
1333	SVI 2007/001	Standards für die Mobilitätsversorgung im peripheren Raum	2011
1332	VSS 2006/905	Standardisierte Verkehrsdaten für das verkehrsträgerübergreifende Verkehrsmanagement	2011
1331	VSS 2005/501	Rückrechnung im Strassenbau	2011
1330	FGU 2008/006	Energiegewinnung aus städtischen Tunneln: Systemevaluation	2010
1329	SVI 2004/073	Alternativen zu Fussgängerstreifen in Tempo-30-Zonen	2010
1328	VSS 2005/302	Grundlagen zur Quantifizierung der Auswirkungen von Sicherheitsdefiziten	2011
1327	VSS 2006/601	Vorhersage von Frost und Nebel für Strassen	2010
1326	VSS 2006/207	Erfolgskontrolle Fahrzeugrückhaltesysteme	2011
1325	SVI 2000/557	Indices caractéristiques d'une cité-vélo. Méthode d'évaluation des politiques cyclables en 8 indices pour les petites et moyennes communes.	2010
1324	VSS 2004/702	Eigenheiten und Konsequenzen für die Erhaltung der Strassenverkehrsanlagen im überbauten Gebiet	2009
1323	VSS 2008/205	Ereignisdetektion im Strassentunnel	2011
1322	SVI 2005/007	Zeitwerte im Personenverkehr: Wahrnehmungs- und Distanzabhängigkeit	2008
1321	VSS 2008/501	Validation de l'odéomètre CRS sur des échantillons intacts	2010
1320	VSS 2007/303	Funktionale Anforderungen an Verkehrserfassungssysteme im Zusammenhang mit Lichtsignalanlagen	2010
1319	VSS 2000/467	Auswirkungen von Verkehrsberuhigungsmassnahmen auf die Lärmimmissionen	2010
1318	FGU 2006/001	Langzeitversuche an anhydritführenden Gesteinen	2010
1317	VSS 2000/469	Geometrisches Normalprofil für alle Fahrzeugtypen	2010
1316	VSS 2001/701	Objektorientierte Modellierung von Strasseninformationen	2010
1315	VSS 2006/904	Abstimmung zwischen individueller Verkehrsinformation und Verkehrsmanagement	2010
1314	VSS 2005/203	Datenbank für Verkehrsaufkommensraten	2008
1313	VSS 2001/201	Kosten-/Nutzenbetrachtung von Strassenentwässerungssystemen, Ökobilanzierung	2010
1312	SVI 2004/006	Der Verkehr aus Sicht der Kinder: Schulwege von Primarschulkindern in der Schweiz	2010
1311	VSS 2000/543	VIABILITE DES PROJETS ET DES INSTALLATIONS ANNEXES	2010
1310	ASTRA 2007/002	Beeinflussung der Luftströmung in Strassentunneln im Brandfall	2010
1309	VSS 2008/303	Verkehrsregelungssysteme - Modernisierung von Lichtsignalanlagen	2010
1308	VSS 2008/201	Hindernisfreier Verkehrsraum - Anforderungen aus Sicht von Menschen mit Behinderung	2010

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1307	ASTRA 2006/002	Entwicklung optimaler Mischgüter und Auswahl geeigneter Bindemittel; D-A-CH - Initialprojekt	2008
1306	ASTRA 2008/002	Strassenglätte-Prognosesystem (SGPS)	2010
1305	VSS 2000/457	Verkehrserzeugung durch Parkieranlagen	2009
1304	VSS 2004/716	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen	2008
1303	ASTRA 2009/010	Geschwindigkeiten in Steigungen und Gefällen; Überprüfung	2010
1302	VSS 1999/131	Zusammenhang zwischen Bindemittleigenschaften und Schadensbildern des Belages?	2010
1301	SVI 2007/006	Optimierung der Strassenverkehrsunfallstatistik durch Berücksichtigung von Daten aus dem Gesundheitswesen	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	2010
1299	VSS 2008/502	Projet initial - Enrobés bitumineux à faibles impacts énergétiques et écologiques	2009
1298	ASTRA 2007/012	Griffigkeit auf winterlichen Fahrbahnen	2010
1297	VSS 2007/702	Einsatz von Asphaltbewehrungen (Asphalteinlagen) im Erhaltungsmanagement	2009
1296	ASTRA 2007/008	Swiss contribution to the Heavy-Duty Particle Measurement Programme (HD-PMP)	2010
1295	VSS 2005/305	Entwurfgrundlagen für Lichtsignalanlagen und Leitfaden	2010
1294	VSS 2007/405	Wiederhol- und Vergleichspräzision der Druckfestigkeit von Gesteinskörnungen am Haufwerk	2010
1293	VSS 2005/402	Détermination de la présence et de l'efficacité de dope dans les bétons bitumineux	2010
1292	ASTRA 2006/004	Entwicklung eines Pflanzenöl-Blockheizkraftwerkes mit eigener Ölmühle	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	2010
1290	VSS 1999/209	Conception et aménagement de passages inférieurs et supérieurs pour piétons et deux-roues légers	2008
1289	VSS 2005/505	Affinität von Gesteinskörnungen und Bitumen, nationale Umsetzung der EN	2010
1288	ASTRA 2006/020	Footprint II - Long Term Pavement Performance and Environmental Monitoring on A1	2010
1287	VSS 2008/301	Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit von komplexen ungesteuerten Knoten: Analytisches Schätzverfahren	2009
1286	VSS 2000/338	Verkehrsqualität und Leistungsfähigkeit auf Strassen ohne Richtungstrennung	2010
1285	VSS 2002/202	In-situ Messung der akustischen Leistungsfähigkeit von Schallschirmen	2009
1284	VSS 2004/203	Evacuation des eaux de chaussée par les bas-cotés	2010
1283	VSS 2000/339	Grundlagen für eine differenzierte Bemessung von Verkehrsanlagen	2008
1282	VSS 2004/715	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen: Zusatzkosten infolge Vor- und Aufschiebung von Erhaltungsmassnahmen	2010
1281	SVI 2004/002	Systematische Wirkungsanalysen von kleinen und mittleren Verkehrsvorhaben	2009
1280	ASTRA 2004/016	Auswirkungen von fahrzeuginternen Informationssystemen auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit Verkehrspsychologischer Teilbericht	2010
1279	VSS 2005/301	Leistungsfähigkeit zweistreifiger Kreisel	2009
1278	ASTRA 2004/016	Auswirkungen von fahrzeuginternen Informationssystemen auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit - Verkehrstechnischer Teilbericht	2009
1277	SVI 2007/005	Multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Strassenverkehr - Vorstudie	2010
1276	VSS 2006/201	Überprüfung der schweizerischen Ganglinien	2008
1275	ASTRA 2006/016	Dynamic Urban Origin - Destination Matrix - Estimation Methodology	2009
1274	SVI 2004/088	Einsatz von Simulationswerkzeugen in der Güterverkehrs- und Transportplanung	2009

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1273	ASTRA 2008/006	UNTERHALT 2000 - Massnahme M17, FORSCHUNG: Dauerhafte Materialien und Verfahren SYNTHESE - BERICHT zum Gesamtprojekt "Dauerhafte Beläge" mit den Einzelnen Forschungsprojekten: - ASTRA 200/419: Verhaltensbilanz der Beläge auf Nationalstrassen - ASTRA 2000/420: Dauerhafte Komponenten auf der Basis erfolgreicher Strecken - ASTRA 2000/421: Durabilité des enrobés - ASTRA 2000/422: Dauerhafte Beläge, Rundlaufversuch - ASTRA 2000/423: Griffigkeit der Beläge auf Autobahnen, Vergleich zwischen den Messergebnissen von SRM und SCRIM - ASTRA 2008/005: Vergleichsstrecken mit unterschiedlichen oberen Tragschichten auf einer Nationalstrasse	2008
1272	VSS 2007/304	Verkehrsregelungssysteme - behinderte und ältere Menschen an Lichtsignalanlagen	2010
1271	VSS 2004/201	Unterhalt von Lärmschirmen	2009
1270	VSS 2005/502	Interaktion Strasse Hangstabilität: Monitoring und Rückwärtsrechnung	2009
1269	VSS 2005/201	Evaluation von Fahrzeugrückhaltesystemen im Mittelstreifen von Autobahnen	2009
1268	ASTRA 2005/007	PM10-Emissionsfaktoren von Abriebsparkeln des Strassenverkehrs (APART)	2009
1267	VSS 2007/902	MDAinSVT Einsatz modellbasierter Datentransfernormen (INTERLIS) in der Strassenverkehrstelematik	2009
1266	VSS 2000/343	Unfall- und Unfallkostenraten im Strassenverkehr	2009
1265	VSS 2005/701	Zusammenhang zwischen dielektrischen Eigenschaften und Zustandsmerkmalen von bitumenhaltigen Fahrbahnbelägen (Pilotuntersuchung)	2009
1264	SVI 2004/004	Verkehrspolitische Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung	2009
1263	VSS 2001/503	Phénomène du dégel des sols gélifs dans les infrastructures des voies de communication et les pergélisols alpins	2006
1262	VSS 2003/503	Lärmverhalten von Deckschichten im Vergleich zu Gussasphalt mit strukturierter Oberfläche	2009
1261	ASTRA 2004/018	Pilotstudie zur Evaluation einer mobilen Grossversuchsanlage für beschleunigte Verkehrslastsimulation auf Strassenbelägen	2009
1260	FGU 2005/001	Testeinsatz der Methodik "Indirekte Vorauserkundung von wasserführenden Zonen mittels Temperaturdaten anhand der Messdaten des Lötschberg-Basistunnels	2009
1259	VSS 2004/710	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen - Synthesebericht	2008
1258	VSS 2005/802	Kaphaltestellen Anforderungen und Auswirkungen	2009
1257	SVI 2004/057	Wie Strassenraumbilder den Verkehr beeinflussen Der Durchfahrtswiderstand als Arbeitsinstrument bei der städtebaulichen Gestaltung von Strassenräumen	2009
1256	VSS 2006/903	Qualitätsanforderungen an die digitale Videobild-Bearbeitung zur Verkehrsüberwachung	2009
1255	VSS 2006/901	Neue Methoden zur Erkennung und Durchsetzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit	2009
1254	VSS 2006/502	Drains verticaux préfabriqués thermiques pour la consolidation in-situ des sols	2009
1253	VSS 2001/203	Rétention des polluants des eaux de chaussées selon le système "infiltrations sur les talus". Vérification in situ et optimisation	2009
1252	SVI 2003/001	Nettoverkehr von verkehrsintensiven Einrichtungen (VE)	2009
1251	ASTRA 2002/405	Incidence des granulats arrondis ou partiellement arrondis sur les propriétés d'adhérence des bétons bitumineux	2008
1250	VSS 2005/202	Strassenabwasser Filterschacht	2007
1249	FGU 2003/004	Einflussfaktoren auf den Brandwiderstand von Betonkonstruktionen	2009
1248	VSS 2000/433	Dynamische Eindringtiefe zur Beurteilung von Gussasphalt	2008
1247	VSS 2000/348	Anforderungen an die strassenseitige Ausrüstung bei der Umwidmung von Standstreifen	2009

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
1246	VSS 2004/713	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen: Bedeutung Oberflächenzustand und Tragfähigkeit sowie gegenseitige Beziehung für Gebrauchs- und Substanzwert	2009
1245	VSS 2004/701	Verfahren zur Bestimmung des Erhaltungsbedarfs in kommunalen Strassennetzen	2009
1244	VSS 2004/714	Massnahmenplanung im Erhaltungsmanagement von Fahrbahnen - Gesamtnutzen und Nutzen-Kosten-Verhältnis von standardisierten Erhaltungsmassnahmen	2008
1243	VSS 2000/463	Kosten des betrieblichen Unterhalts von Strassenanlagen	2008
1242	VSS 2005/451	Recycling von Ausbauphosphat in Heissmischgut	2007
1241	ASTRA 2001/052	Erhöhung der Aussagekraft des LCPC Spurbildungstests	2009
1240	ASTRA 2002/010	L'acceptabilité du péage de congestion : Résultats et analyse de l'enquête en Suisse	2009
1239	VSS 2000/450	Bemessungsgrundlagen für das Bewehren mit Geokunststoffen	2009
1238	VSS 2005/303	Verkehrssicherheit an Tagesbaustellen und bei Anschlüssen im Baustellenbereich von Hochleistungsstrassen	2008
1237	VSS 2007/903	Grundlagen für eCall in der Schweiz	2009
1236	ASTRA 2008/008_07	Analytische Gegenüberstellung der Strategie- und Tätigkeitsschwerpunkte ASTRA-AIPCR	2008
1235	VSS 2004/711	Forschungspaket Massnahmenplanung im EM von Fahrbahnen - Standardisierte Erhaltungsmassnahmen	2008
1234	VSS 2006/504	Expérimentation in situ du nouveau drainomètre européen	2008
1233	ASTRA 2000/420	Unterhalt 2000 Forschungsprojekt FP2 Dauerhafte Komponenten bitumenhaltiger Belagsschichten	2009
651	AGB 2006/006_OBF	Instandsetzung und Monitoring von AAR-geschädigten Stützmauern und Brücken	2013
650	AGB 2005/010	Korrosionsbeständigkeit von nichtrostenden Betonstählen	2012
649	AGB 2008/012	Anforderungen an den Karbonatisierungswiderstand von Betonen	2012
648	AGB 2005/023 + AGB 2006/003	Validierung der AAR-Prüfungen für Neubau und Instandsetzung	2011
647	AGB 2004/010	Quality Control and Monitoring of electrically isolated post-tensioning tendons in bridges	2011
646	AGB 2005/018	Interactin sol-structure : ponts à culées intégrales	2010
645	AGB 2005/021	Grundlagen für die Verwendung von Recyclingbeton aus Betongranulat	2010
644	AGB 2005/004	Hochleistungsfähiger Faserfeinkornbeton zur Effizienzsteigerung bei der Erhaltung von Kunstbauten aus Stahlbeton	2010
643	AGB 2005/014	Akustische Überwachung einer stark geschädigten Spannbetonbrücke und Zustandserfassung beim Abbruch	2010
642	AGB 2002/006	Verbund von Spanngliedern	2009
641	AGB 2007/007	Empfehlungen zur Qualitätskontrolle von Beton mit Luftpermeabilitätsmessungen	2009
640	AGB 2003/011	Nouvelle méthode de vérification des ponts mixtes à âme pleine	2010
639	AGB 2008/003	RiskNow-Falling Rocks Excel-basiertes Werkzeug zur Risikoermittlung bei Steinschlag-schutzgalerien	2010
638	AGB2003/003	Ursachen der Rissbildung in Stahlbetonbauwerken aus Hochleistungsbeton und neue Wege zu deren Vermeidung	2008
637	AGB 2005/009	Détermination de la présence de chlorures à l'aide du Géoradar	2009
636	AGB 2002/028	Dimensionnement et vérification des dalles de roulement de ponts routiers	2009
635	AGB 2004/002	Applicabilité de l'enrobé drainant sur les ouvrages d'art du réseau des routes nationales	2008
634	AGB 2002/007	Untersuchungen zur Potenzialfeldmessung an Stahlbetonbauten	2008
633	AGB 2002/014	Oberflächenschutzsysteme für Betontragwerke	2008
632	AGB 2008/201	Sicherheit des Verkehrssystem Strasse und dessen Kunstbauten Testregion - Methoden zur Risikobeurteilung Schlussbericht	2010
631	AGB 2000/555	Applications structurales du Béton Fibré à Ultra-hautes Performances aux ponts	2008
630	AGB 2002/016	Korrosionsinhibitoren für die Instandsetzung chloridverseuchter Stahlbetonbauten	2010

Bericht-Nr.	Projekt Nr.	Titel	Jahr
629	AGB 2003/001 + AGB 2005/019	Integrale Brücken - Sachstandsbericht	2008
628	AGB 2005/026	Massnahmen gegen chlorid-induzierte Korrosion und zur Erhöhung der Dauerhaftigkeit	2008
627	AGB 2002/002	Eigenschaften von normalbreiten und überbreiten Fahrbahnübergängen aus Polymerbitumen nach starker Verkehrsbelastung	2008
626	AGB 2005/110	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Baustellensicherheit bei Kunstbauten	2009
625	AGB 2005/109	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Effektivität und Effizienz von Massnahmen bei Kunstbauten	2009
624	AGB 2005/108	Sicherheit des Verkehrssystems / Strasse und dessen Kunstbauten / Risikobeurteilung für Kunstbauten	2010
623	AGB 2005/107	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Tragsicherheit der bestehenden Kunstbauten	2009
622	AGB 2005/106	Rechtliche Aspekte eines risiko- und effizienzbasierten Sicherheitskonzepts	2009
621	AGB 2005/105	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten Szenarien der Gefahrenentwicklung	2009
620	AGB 2005/104	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Effektivität und Effizienz von Massnahmen	2009
619	AGB 2005/103	Sicherheit des Verkehrssystems / Strasse und dessen Kunstbauten / Ermittlung des Netzzrisikos	2010
618	AGB 2005/102	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten: Methodik zur vergleichenden Risikobeurteilung	2009
617	AGB 2005/100	Sicherheit des Verkehrssystems Strasse und dessen Kunstbauten Synthesebericht	2010
616	AGB 2002/020	Beurteilung von Risiken und Kriterien zur Festlegung akzeptierter Risiken in Folge aussergewöhnlicher Einwirkungen bei Kunstbauten	2009

SVI Publikationsliste

- 1980 **Velo- und Mofaverkehr in den Städten**
(R. Müller)
- 1980 **Anleitung zur Projektierung einer Lichtsignalanlage**
(Seiler Niederhauser Zuberbühler)
- 1981 **Güternahverkehr, Gesetzmässigkeiten**
(E. Stadtmann)
- 1981 **Optimale Haltestellenabstände beim öffentlichen Verkehr**
(Prof. H. Brändli)
- 1982 **Entwicklung des schweizerischen Strassenverkehrs ***
(SNZ Ingenieurbüro AG)
- 1983 **Lichtsignalanlagen mit oder ohne Uebergangssignal Rot-Gelb**
(Weber Angehrn Meyer)
- 1983 **Güternahverkehr, Verteilungsmodelle**
(Emch + Berger AG)
- 1983 **Modèle Transyt 8: Traffic Network Study Tool; Programme Pretrans**
(...)
- 1983 **Parkraumbewirtschaftung als Mittel der Verkehrslenkung ***
(Glaser + Saxer)
- 1984 **Le rôle des taxis dans les transports urbains (franz. Ausgabe)**
(Transitec)
- 1984 **Park and Ride in Schweizer Städten ***
(Balzari & Schudel AG)
- 1986 **Verträglichkeit von Fahrrad, Mofa und Fussgänger auf gemeinsamen Verkehrsflächen ***
(Weber Angehrn Meyer)
- 1986 **Transyt 8 / Pretrans; Modell Programmsystem für die Optimierung von Signalplänen von städtischen Strassennetzen**
(...)
- 1987 **Verminderung der Umweltbelastungen durch verkehrsorganisatorische und -technische Massnahmen ***
(Metron AG)
- 1987 **Provisorischer Behelf für die Umweltverträglichkeits-Prüfung von Verkehrsanlagen ***
(Büro BC, Jenni + Gottardi AG, Scherrer)
- 1988 **Bestimmungsgrössen der Verkehrsmittelwahl im Güterverkehr ***
(Rapp AG)
- 1988 **EDV-Anwendungen im Verkehrswesen**
(IVT, ETH Zürich)
- 1988 **Forschungsvorschläge Umweltverträglichkeitsprüfung von Verkehrsanlagen**
(Büro BC, Jenni & Gottardi AG, Scherrer)
- 1989 **Vereinfachte Methode zur raschen Schätzung von Verkehrsbeziehungen ***
(P. Widmer)
- 1990 **Planungsverfahren bei Ortsumfahrungen**
(Toscano-Bernardi-Frey AG)
- 1990 **Anteil der Fahrzeugkategorien in Abhängigkeit vom Strassentyp**
(Abay & Meyer)
- 1991 **Busbuchten, ja oder nein?***
(Zwicker und Schmid)
- 1991 **EDV-Anwendung im Verkehrswesen, Katalog 1990**
(IVT, ETH Zürich)
- 1991 **Mofa zwischen Velo und Auto**
(Weber Angehrn Meyer)
- 1991 **Erhebung zum Güterverkehr**
(Abay & Meier, Albrecht & Partner AG, Holinger AG, RAPP AG, Sigmaplan AG)

- 1991 **Mögliche Methoden zur Erstellung einer Gesamtbewertung bei Prüfverfahren***
(Basler & Partner AG)
- 1992 **Parkierungsbeschränkungen mit Blauer Zone und Anwohnerparkkarte**
(Jud AG)
- 1992 **Einsatzkonzepte und Integrationsprobleme der Elektromobile***
(U. Schwegler)
- 1992 **UVP bei Strassenverkehrsanlagen, Anleitung zur Erstellung von UVP-Berichten***
(Büro BC, Jenni & Gottardi AG, Scherrer)
erschieden auch als Mitteilungen zur UVP Nr. 7/Mai 1992 des BUWAL
- 1992 **Von Experten zu Beteiligten - Partizipation von Interessierten und Betroffenen beim Entscheiden über Verkehrsvorhaben***
(J. Dietiker)
- 1992 **Fehlerrechnung und Sensitivitätsanalyse für Fragen der Luftreinhaltung: Verkehr - Emissionen - Immissionen ***
(INFRAS)
- 1993 **Indikatoren im Fussgängerverkehr ***
(RAPP AG)1993
- 1993 **Velofahren in Fussgängerzonen***
(P. Ott)
- 1993 **Vernetztes bzw. ganzheitliches Denken bei Verkehrsvorhaben**
(Jauslin + Stebler, Rudolf Keller AG)
- 1993 **Untersuchung des Zusammenhanges von Verkehrs- und Wandermobilität**
(synergo, Jenni + Gottardi AG)
- 1993 **Einsatzmöglichkeiten und Grenzen von flexiblen Nutzungen im Strassenraum**
(Sigmaphan AG)
- 1993 **EIE et infrastructures routières, Guide pour l'établissement de rapports d'impact ***
(Büro BC, Jenni + Gottardi AG, Scherrer)
erschieden als Mitteilungen zur UVP Nr. 7(93) / Juli 1993 des BUWAL/parus comme informations concernant l'étude de l'impact sur l'environnement EIE No. 7(93) / juillet 1993 de l'OFEFP
- 1993 **Handlungsanleitung für die Zweckmässigkeitsprüfung von Verkehrsinfrastrukturprojekten, Vorstudie**
(Jenni + Gottardi AG)
- 1994 **Leistungsfähigkeit beim Fahrstreifenabbau auf Hochleistungsstrassen**
(Rutishauser, Mögerle, Keller)
- 1994 **Perspektiven des Freizeitverkehrs, Teil 1: Determinanten und Entwicklungen***
(R + R Burger AG, Büro Z)
- 1995 **Verkehrsentwicklungen in Europa, Vergleich mit den schweizerischen Verkehrsperspektiven**
(Prognos AG / Rudolf Keller AG)
erschieden als GVF-Auftrag Nr. 267 des GS EVED Dienst für Gesamtverkehrsfragen / paru au SG DFTCE Service d'étude des transports No. 267
- 1996 **Einfluss von Strassenkapazitätsänderungen auf das Verkehrsgeschehen**
(SNZ Ingenieurbüro AG)
- 1997 **Zweckmässigkeitsbeurteilung von Strassenverkehrsanlagen ***
(Jenni + Gottardi AG)
- 1997 **Verkehrsgrundlagen für Umwelt- und Verkehrsuntersuchungen**
(Ernst Basler + Partner AG)
- 1998 **Entwicklungsindices des Schweizerischen Strassenverkehrs ***
(Abay + Meier)
- 1998 **Kennzahlen des Strassengüterverkehrs in Anlehnung an die Gütertransportstatistik 1993**
(Albrecht & Partner AG / Symplan Map AG)
- 1998 **Was Menschen bewegt. Motive und Fahrzwecke der Verkehrsteilnahme**
(J. Dietiker)
- 1998 **Das spezifische Verkehrspotential bei beschränktem Parkplatzangebot ***
(SNZ Ingenieurbüro AG)
- 1998 **La banque de données routières STRADA-DB somme base de modèles de trafic**
(Robert-Grandpierre et Rapp SA / INSER SA / Rosenthaler & Partner AG)
- 1998 **Perspektiven des Freizeitverkehrs, Teil 2: Strategien zur Problemlösung**
(R + R Burger und Partner, Büro Z)
- 1998 **Kombinierte Unter- und Überführung für FussgängerInnen und VelofahrerInnen**
(Büro BC / Pestalozzi & Stäheli)
- 1998 **Kostenwirksamkeit von Umweltschutzmassnahmen**
(INFRAS)
- 1998 **Abgrenzung zwischen Personen- und Güterverkehr**
(Prognos AG)
- 1999 **Gesetzmässigkeiten im Strassengüterverkehr und seine modellmässige Behandlung**
(Abay & Meier / Ernst Basler + Partner AG)

- 1999 **Aktualisierung der Modal Split-Ansätze**
(P. Widmer)
- 1999 **Management du trafic dans les grands ensembles**
(Transportplan SA)
- 1999 **Technology Assessment im Verkehrswesen : Vorstudie**
(RAPP AG Ing. + Planer Zürich)
- 1999 **Verkehrstelematik im Management des Verkehrs in Tourismusgebieten**
(ASIT / IC Infraconsult AG)
- 1999 **„Kernfahrbahnen“ Optimierte Führung des Veloverkehrs an engen Strassenquerschnitten ***
(Metron Verkehrsplanung und Ingenieurbüro AG)
- 2000 **Sensitivitäten von Angebots- und Preisänderungen im Personenverkehr**
(Prognos AG)
- 2000 **Dephi-Umfrage Zukunft des Verkehrs in der Schweiz**
(P. Widmer / IPSO Sozial-, Marketing- und Personalforschung)
- 2000 **Der Wert der Zeit im Güterverkehr**
(Jenni + Gottardi AG)
- 2000 **Floating Car Data in der Verkehrsplanung**
(Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG + Rosenthaler + Partner AG)
- 2000 **Verlässlichkeit als Entscheidungsvariable: Experimente mit verschiedenen Befragungssätzen**
(IVT - ETHZ)
- 2001 **Aktivitätenorientierte Personenverkehrsmodelle, Vorstudie**
(P. Widmer und K.W. Axhausen)
- 2001 **Zeitkostenansätze im Personenverkehr**
(G. Abay und K.W. Axhausen)
- 2001 **Véhicules électriques et nouvelles formes de mobilité**
(Transitec Ingénieurs-Conseils SA)
- 2001 **Besetzungsgrad von Personenwagen: Analyse von Bestimmungsgrößen und Beurteilung von Massnahmen zu dessen Erhöhung**
(RAPP AG Ingenieure + Planer)
- 2001 **Grobkonzept zum Aufbau einer multimodalen Verkehrsdatenbank**
(INFRAS)
- 2001 **Ermittlung der Gesamtleistungsfähigkeit (MIV + OEV) bei lichtsignalgeregelten Knoten**
(büro S-ce Simon-consulting-engineering)
- 2001 **Besteuerung von Autos mit einem Bonus/Malus-System im Kanton Tessin**
(U. Schwegler Büro für Verkehrsplanung)
- 2001 **GIS als Hilfsmittel in der Verkehrsplanung**
(büro widmer)
- 2001 **Umgestaltung von Strassen im Zuge von Erneuerungen**
(Infraconsult AG + Zeltner + Maurer AG)
- 2001 **Piloterhebung zum Dienstleistungsverkehr und zum Gütertransport mit Personenwagen**
(Prognos AG, Emch+Berger AG, IVU Traffic Technologies AG)
- 2002 **Parkplatzbewirtschaftung bei publikumsintensiven Einrichtungen - Auswirkungsanalyse**
(Metron AG, Neosys AG, Hochschule Rapperswil)
- 2002 **Probleme bei der Einführung und Durchsetzung der im Transportwesen geltenden Umweltschutzbestimmungen; unter besonderer Berücksichtigung des Vollzugs beim Strassenverkehrslärm**
(B+S Ingenieur AG)
- 2002 **Nachhaltigkeit und Koexistenz in der Strassenraumplanung**
(Berz Hafner + Partner AG)
- 2002 **Warum steht P. Müller lieber im Stau als im Tram?**
(Planungsbüro Jürg Dietiker / MOVE RAUM P. Regli / Landert Farago Davatz & Partner / Dr. A. Zeyer)
- 2002 **Nachhaltigkeit im Verkehr**
(Jenni + Gottardi AG)
- 2002 **Massnahmen zur Erhöhung der Akzeptanz längerer Fuss- und Velostrecken**
(Arbeitsgemeinschaft Büro für Mobilität / V. Häberli / A. Blumenstein / M. Wälti)
- 2002 **Carreiseverkehr: Grundlagen und Perspektiven**
(B+S Ingenieur AG / Gare Routière de Genève)
- 2002 **Potentielle Gefahrenstellen**
(Basler & Hofmann / Psychologisches Institut der Universität Zürich)
- 2003 **Evaluation kurzfristiger Benzinpreiserhöhungen**
(Infras / M. Peter / N. Schmidt / M. Maibach)
- 2002 **Verlässlichkeit als Entscheidungsvariable, Vorstudie**
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT)
- 2002 **Mischverkehr MIV / ÖV auf stark befahrenen Strassen**
(Verkehrsingenieurbüro TEAMverkehr)

- 2003 **Vorstudie zu den Wechselwirkungen Individualverkehr – öffentlicher Verkehr infolge von Verkehrstelematik-Systemen**
(Abay & Meier, Zürich)
- 2003 **Strassen mit Gemischtverkehr: Anforderungen aus der Sicht der Zweiradfahrer**
(WAM Partner, Planer und Ingenieure, Solothurn)
- 2003 **Erfolgskontrolle von Umweltschutzmassnahmen bei Verkehrsvorhaben**
(Metron Landschaft AG, Brugg / Quadra GmbH, Zürich / Metron Verkehrsplanung AG, Brugg)
- 2004 **Perspektiven für kurze Autos**
(Ingenieur- und Planungsbüro Bühlmann, Zollikon)
- 2004 **Lange Planungsprozesse im Verkehr**
(BINARIO TRE, Windisch)
- 2004 **Auswirkungen von Personal Travel Assistance (PTA) auf das Verkehrsverhalten**
(Ernst Basler und Partner AG, Zürich)
- 2004 **Methoden zum Erstellen und Aktualisieren von Wunschlinienmatrizen im motorisierten Individualverkehr**
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT)
- 2004 **Zeitkostenansätze im Personenverkehr**
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT / Rapp Trans AG, Zürich)
- 2004 **Determinanten des Freizeitverkehrs: Modellierung und empirische Befunde**
(ETH Zürich, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme IVT)
- 2004 **Verfahren von Technology Assessment im Verkehrswesen**
(Rapp Trans AG, Zürich / IKAÖ, Bern / Interface, Luzern)
- 2004 **Mobilitätsdatenmanagement für lokale Bedürfnisse**
(SNZ, Zürich / TEAMverkehr, Cham / Büro für Verkehrsplanung, Fischingen)
- 2004 **Auswirkungen neuer Arbeitsformen auf den Verkehr - Vorstudie**
(INFRAS, Bern)
- 2004 **Standards für intermodale Schnittstellen im Verkehr**
(synergo, Zürich / ILS NRW, Dortmund)
- 2005 **Verkehrsumlegungs-Modelle für stark belastete Strassennetze**
(büro widmer, Frauenfeld)
- 2005 **Wirksamkeit und Nutzen der Verkehrsinformation**
(B+S Ingenieure AG, Bern / Ernst Basler + Partner AG, Zürich / Landert Farago Partner, Zürich)
- 2005 **Spezialisierung und Vernetzung: Verkehrsangebot und Nachfrageentwicklung zwischen den Metropolitanräumen des Städtesystems Schweiz**
(synergo, Zürich)
- 2005 **Wirkungsketten Verkehr - Wirtschaft**
(ECOPLAN, Altdorf und Bern / büro widmer, Frauenfeld)
- 2005 **Cleaner Drive**
Hindernisse für die Markteinführung von neuen Fahrzeug-Generationen
(E'mobile, der Schweizerische Verband für elektrische und effiziente Strassenfahrzeuge, Urs Schwegler)
- 2005 **Spezifische Anforderungen an Autobahnen in städtischen Agglomerationen**
(Ingenieur- und Planungsbüro Dr. Walter Berg, Zürich)
- 2005 **Instrumente für die Planung und Evaluation von Verkehrssystem-Management-Massnahmen**
(Jenni + Gottardi AG, Zürich / Universität Karlsruhe)
- 2005 **Trafic de support logistique de grandes manifestations (Betriebsverkehr von Grossanlässen)**
(Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, EPFL)
- 2005 **Verkehrsdosierungsanlagen, Strategien und Dimensionierungsgrundsätze**
(Ingenieurbüro Walter Berg, Zürich)
- 2005 **Angebote und Erfolgskriterien im nächtlichen Freizeitverkehr**
(Planungsbüro Jud, Zürich)
- 2005 **Vor- und Nachlauf im kombinierten Ladungsverkehr**
(Rapp Trans AG, Zürich)
- 2005 **Finanzielle Anreize für effiziente Fahrzeuge - Eine Wirkungsanalyse der Projekte VEL2 (Tessin) und NewRide in Basel und Zürich**
(Rapp Trans AG, Zürich / Interface, Luzern)
- 2006 **Reduktionsmöglichkeiten externer Kosten des MIV am Beispiel des Förderprogramms VEL2 im Kanton Tessin**
(Università della Svizzera Italiana, Lugano / Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich)
- 2006 **Nachhaltigkeit im Verkehr**
Indikatoren im Bereich Gesellschaft
(Ernst Basler + Partner AG, Zollikon / Landert Farago Partner, Zürich)
- 2006 **Früherkennung von Entwicklungstrends zum Verkehrsangebot**
(Interface - Institut für Politikstudien, Luzern)
- 2006 **Publikumsintensive Einrichtungen PE: Planungsgrundlagen und Gesetzmässigkeiten**
(Metron Verkehrsplanung AG, Brugg / Transitec Ingenieurs-Conseils SA, Lausanne / Fussverkehr Schweiz, Zürich)

- 2006 **Erhebung des Fuss- und Veloverkehrs**
(IRAP, Hochschule für Technik, Rapperswil / Fussverkehr Schweiz, Zürich / Pestalozzi & Stäheli, Basel / Daniel Sauter, Urban Mobility Research, Zürich)
- 2006 **Verkehrstechnische Beurteilung multimodaler Betriebskonzepte auf Strassen innerorts**
(S-ce Simon consulting experts, Zürich)
- 2006 **Beurteilung von Busbevorzugungsmassnahmen**
(Metron Verkehrsplanung AG, Brugg)
- 2006 **Error Propagation in Macro Transport Models**
(Systems Consult, Monaco / B+S Ingenieur AG, Bern)
- 2007 **Fussgängerstreifenlose Ortszentren**
(Ingenieurbüro Ghielmetti, Winterthur / IAP, Zürich)
- 2007 **Kernfahrbahnen auf Ausserortsstrecken**
(Frossard GmbH, Zürich)
- 2007 **Road Pricing Modelle auf Autobahnen und in Stadtregionen**
(INFRAS, Zürich / Rapp Trans AG, Basel)
- 2007 **Entkopplung zwischen Verkehrs- und Wirtschaftswachstum**
(INFRAS, Zürich / Università della Svizzera Italiana, Lugano)
- 2007 **Genderfragen in der Verkehrsplanung Vorstudie**
(SNZ Ingenieure und Planer AG, Zürich)
- 2007 **Konfliktanalyse beim Mischverkehr**
(Sigmaplan AG, Bern)
- 2007 **Verfahren zur Berücksichtigung der Zuverlässigkeit in Evaluationen**
(Ernst Basler + Partner AG, Zürich / Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich)
- 2007 **Überlegungen zu einem Marketingansatz im Fuss- und Veloverkehr**
(Büro für Mobilität AG, Bern/Burgdorf / büro für utopien, Burgdorf/Berlin / LP Ingenieure AG, Bern / Masciardi communication & design AG, Bern)
- 2008 **Einbezug von Reisekosten bei der Modellierung des Mobilitätsverhaltens**
(Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) ETH, Zürich / TRANSP-OR EPF Lausanne, Lausanne / IRE USI, Lugano)
- 2008 **Ausgestaltung von multimodalen Umsteigepunkten**
(Metron AG, Brugg / Universität Zürich Sozialforschungsstelle, Zürich)
- 2008 **Überbreite Fahrstreifen und zweistreifige Schmalfahrbahnen**
(IRAP HSR Hochschule für Technik, Rapperswil)
- 2008 **Fahrten- und Fahrleistungsmodelle: Erste Erfahrungen**
(Hesse+Schwarze+Partner, Zürich / büro widmer, Frauenfeld)
- 2008 **Quantitative Auswirkungen von Mobility Pricing Szenarien auf das Mobilitätsverhalten und auf die Raumplanung**
(Verkehrsconsulting Fröhlich, Zürich / TransOptima GmbH, Olten / Ernst Basler + Partner AG, Zürich)
- 2008 **Organisatorische und rechtliche Aspekte des Mobility Pricing**
(Ernst Basler + Partner AG)
- 2008 **Forschungspaket "Güterverkehr", Initialprojekt "Bestandesaufnahme und Konkretisierung des Forschungspakets"**
(Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich - ETH / Università della Svizzera Italiana / Universität St. Gallen)
- 2008 **Freizeitverkehr innerhalb von Agglomerationen**
(Hochschule Luzern - Wirtschaft, Luzern / ISOE, Frankfurt am Main / Interface Politikstudien, Luzern)
- 2008 **Gesetzmässigkeiten des Anlieferverkehrs**
(Sigmaplan AG / Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG)
- 2009 **Modal Split Funktionen im Güterverkehr**
(Rapp Trans AG, Zürich / IVT ETH, Zürich)
- 2009 **Mobilitätsmuster zukünftiger Rentnerinnen und Rentner: eine Herausforderung für das Verkehrssystem 2030?**
(büro widmer Frauenfeld / Institut für Psychologie, Universität Bern)
- 2008 **Mobilitätsmanagement in Berieben - Motive und Wirksamkeit**
(synergo, Zürich / Tensor Consulting AG, Bern)
- 2009 **Monitoring und Controlling des Gesamtverkehrs in Agglomerationen**
(Ecoplan, Altdorf und Bern / Ernst Basler + Partner, Zürich)
- 2009 **Wie Strassenraumbilder den Verkehr beeinflussen**
(Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften zhaw, Winterthur / Jenni + Gottardi AG, Thalwil)
- 2009 **Nettoverkehr von verkehrsintensiven Einrichtungen (VE)**
(Berz Hafner + Partner AG, Bern / Hornung Wirtschafts- und Sozialstudien, Bern / Künzler Bossert + Partner GmbH, Bern / Roduner BSB + Partner AG, Schliern)
- 2009 **Verkehrspolitische Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung**
(synergo, Mobilität - Politik - Raum, Zürich / Institut für Politikwissenschaft/Uni Bern, Bern / Büro Vatter, Bern / Büro für Mobilität AG, Bern)

- 2009 **Einsatz von Simulationswerkzeugen in der Güterverkehrs- und Transportplanung**
(Rapp Trans AG, Zürich / ZHAW, Wädenswil, IAS Institut für Angewandte Simulation)
- 2009 **Multimodale Verkehrsqualitätsstufen für den Strassenverkehr - Vorstudie**
(Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich)
- 2010 **Optimierung der Strassenverkehrsunfallstatistik durch Berücksichtigung von Daten aus dem Gesundheitswesen**
(Rapp Trans AG, Zürich)
- 2010 **Systematische Wirkungsanalysen von kleinen und mittleren Verkehrsvorhaben**
(B,S,S. Volkswirtschaftliche Beratung AG, Basel / Basler & Hofmann AG, Zürich)
- 2011 **Zeitwerte im Personenverkehr: Wahrnehmungs- und Distanzabhängigkeit**
(Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich)
- 2011 **Hindernisfreier Verkehrsraum - Anforderungen aus Sicht von Menschen mit Behinderung**
(Pestalozzi & Stäheli, Basel / Schweiz. Fachstelle für behindertengerechtes Bauen, Zürich)
- 2011 **Der Verkehr aus Sicht der Kinder: Schulwege von Primarschulkindern in der Schweiz**
(Interfakultäre Koordinationsstelle für Allgemeine Ökologie (IKAÖ), Bern / Interface Politikstudien Forschung und Beratung, Luzern / verkehrsteiner, Bern)
- 2011 **Alternativen zu Fussgängerstreifen in Tempo-30-Zonen**
(Ingenieurbüro Ghielmetti, Chur / Pestalozzi & Stäheli, Basel / verkehrsteiner, Bern)
- 2011 **Standards für die Mobilitätsversorgung im peripheren Raum**
(Ecoplan, Bern / Metron, Brugg)
- 2011 **Widerstandsfunktionen für Innerorts-Strassenabschnitte ausserhalb des Einflussbereiches von Knoten**
(büro widmer ag, Frauenfeld / Rudolf Keller & Partner AG, Muttensz)
- 2011 **Indices caractéristiques d'une cité-vélo. Méthode d'évaluation des politiques cyclables en 8 indices pour les petites et moyennes communes**
(ROLAND RIBI & ASSOCIES SA, Genève)
- 2011 **Aggressionen im Verkehr**
(Basler & Hofmann AG, Zürich / Psychologischer Dienst der Psychiatrischen Universitätsklinik PUK, Basel)
- 2011 **Einsatzbereiche verschiedener Verkehrsmittel in Agglomerationen**
(IVT, ETH Zürich)
- 2012 **Kooperation an Bahnhöfen und Haltestellen**
(Ernst Basler + Partner AG, Zürich / Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ) GmbH, Berlin / ETH Zürich - Institut für Umweltentscheidungen, Zürich)
- 2012 **Unaufmerksamkeit und Ablenkung: Was macht der Mensch am Steuer?**
(Universität Zürich, Zürich / Planungsbüro Jud AG, Zürich / Boss et Partenaires SA, Neuchâtel)
- 2012 **Aktivitätenorientierte Analyse des Neuverkehrs**
(IVT, ETH Zürich)
- 2012 **Innovative Ansätze der Parkraumbewirtschaftung**
(Rapp Trans AG)
- 2012 **Neue Erkenntnisse zum Mobilitätsverhalten dank Data Mining?**
(Büro Widmer AG, Frauenfeld / Institut für Datenanalyse und Prozessdesign (idp) Zürcher Hochschule, Winterthur)
- 2012 **Verkehrsanbindung von Freizeitanlagen**
(Hochschule Luzern - Wirtschaft (HSLU), Luzern / Hochschule für Technik (HSR), Rapperswil)
- 2012 **Wissens- und Technologietransfer im Verkehrsbereich**
(Hochschule Luzern, Luzern / Planungsbüro Jud, Zürich)
- 2012 **Regulierung des Güterverkehrs**
Auswirkungen auf die Transportwirtschaft
(INFRAS, Zürich / Rapp Trans AG, Zürich / Moll Advokatur, Bern)
- 2012 **Verkehrssicherheitsgewinne aus Erkenntnissen aus Datapooling und strukturierten Datenanalysen**
(regioConcept AG, Herisau)
- 2013 **Nutzen von Reisezeiteinsparungen im Personenverkehr**
(Metron Verkehrsplanung AG / Sozialforschungsstelle Universität Zürich)
- 2013 **Mehr Sicherheit dank Kernfahrbahnen?**
(ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, IAP Institut für Angewandte Psychologie, Winterthur / Frossard GmbH, Zürich / verkehrsteiner AG, Bern)
- 2013 **Vernetzung von HLS- und HVS-Steuerungen**
(B+S AG, Bern)
- 2013 **Akzeptanz von Verkehrsmanagementmassnahmen – Vorstudie**
(Zentrum für integrierte Verkehrssysteme GmbH / SNZ Ingenieure und Partner AG / Institut für Verkehrspsychologie Aachen)
- 2013 **Güterverkehrsintensive Branchen und Güterverkehrsströme in der Schweiz**
(Lehrstuhl für Logistikmanagement – Universität St Gallen / Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme – ETH Zürich)

- 2013 **Möglichkeiten und Grenzen von elektronischen Busspuren**
(Rapp Trans AG, Basel)
- 2013 **Projektierungsfreiräume bei Strassen und Plätzen**
(ewp AG, Effretikon / Planungsbüro Jürg Dietiker)
- 2013 **Branchenspezifische Logistikkonzepte und Güterverkehrsaufkommen sowie deren Trends**
(ProgTrans AG, Basel)
- 2013 **Einschätzungen der Infrastrukturmutter zur Weiterentwicklung des Regulativs**
(ProgTrans AG, Basel / Neiger GmbH, Basel)
- 2014 **Ortsbezogene Massnahmen zur Reduktion der Auswirkungen des Güterverkehrs – Teil 1**
(Infras AG, Zürich / SBB AG, Bern / PTV, Karlsruhe / Heinz Steven, Heinsberg)
- 2014 **Ortsbezogene Massnahmen zur Reduktion der Auswirkungen des Güterverkehrs – Teil 2**
(Infras AG, Zürich / SBB AG, Bern / PTV, Karlsruhe / Heinz Steven, Heinsberg)
- 2014 **Konzept zur effizienten Erfassung und Analyse der Güterverkehrsdaten**
(Rapp Trans AG, Zürich / Lehrstuhl für Logistikmanagement, Universität St. Gallen / Prog Trans AG, Basel)
- 2014 **Begegnungszonen – eine Werkschau mit Empfehlungen für die Realisierung**
(verkehrsteiner AG, Bern)

* vergriffen: Diese Exemplare können auf Wunsch nachkopiert werden
*épuisé: Selon désir, ces rapports peuvent être copiés

Die Berichte können bezogen werden bei / Les rapports peuvent être commandés au:
VSS, Sihlquai 255, 8005 Zürich,
Tel. 044 / 269 40 20, Fax. 044 / 252 31 30, info@vss.ch