



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 2-M:

Massnahmen und Potenziale im Bereich Infrastruktur

**Paquet de recherche VeSPA, SP 2-M: Mesure et potentiel
dans le domaine de l'infrastructure**

**Research Package VeSPA, SP 2-M: Measures and
potentials in the field of road infrastructure**

PTV Transport Consult GmbH
Hagen Schüller
Kai Fehren-Schmitz
Andreas Rühle

Ernst Basler + Partner AG
Markus Deublein
Ralph Straumann
Mathias Ulmer

**Forschungsprojekt SVI 2014/009 auf Antrag der Schweizerischen
Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)**

Dezember 2016

1598

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 2-M:

Massnahmen und Potenziale im Bereich Infrastruktur

**Paquet de recherche VeSPA, SP 2-M: Mesure et potentiel
dans le domaine de l'infrastructure**

**Research Package VeSPA, SP 2-M: Measures and potentials
in the field of road infrastructure**

PTV Transport Consult GmbH
Hagen Schüller
Kai Fehren-Schmitz
Andreas Rühle

Ernst Basler + Partner AG
Markus Deublein
Ralph Straumann
Mathias Ulmer

**Forschungsprojekt SVI 2014/009 auf Antrag der Schweizerischen
Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)**

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

Projektleitung
Hagen Schüller

Mitglieder

Markus Deublein
Andreas Rühle
Kai Fehren-Schmitz
Ralph Straumann
Mathias Ulmer

Gesamtpaketleitung

SNZ Ingenieure und Planer AG
Martin Buck

Begleitkommission

Präsidentin
Anja Simma

Mitglieder

Allenbach, Roland
Angermann, Roman
König, Arnd
Bodenmann, Balz
Brucks, Wernher
Buck, Martin
Häberli, Christian
Kamenik, Christian
Reber, Heinz
Schwab, Patrick

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	13
	Summary	19
1	Einleitung	25
1.1	Ausgangslage	25
1.2	Zielsetzung	25
1.3	Abgrenzung	26
2	Daten	29
2.1	Einleitung	29
2.2	Unfalldaten	29
2.3	Netzdaten	31
2.4	Verkehrsdaten	32
2.5	Infrastruktur- und Signalisationsdaten	33
2.6	Fahrzeuge	35
2.7	Administrativmassnahmen	35
2.8	Wetter	36
3	Methodik	37
3.1	Einleitung & Ziel	37
3.2	Datenaufbereitung und Netzeinteilung	38
3.2.1	Aktualisierung und Ergänzung der Analysenetze	38
3.2.2	Unfälle auf Netzebene	39
3.3	Analysekonzept	41
3.3.1	Unfallstruktur	41
3.3.2	Auffälligkeiten	41
3.3.3	Unfallmodelle	41
3.3.4	Massnahmen	44
4	Analyseergebnisse	47
4.1	Einordnung	47
4.2	Autobahnen und Autostrassen im Nationalstrassennetz (NS)	49
4.3	Strecken ausserorts (aOvN)	52
4.4	Strecken innerorts (iOvN)	55
4.5	Knoten	63
4.5.1	Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA (VF)	63
4.5.2	Kreuzungen und Einmündungen mit LSA (LSA)	67
4.5.3	Kreisel (KVP)	70
4.5.4	Vergleich Knotenformen/Verkehrsregelungen	73
4.6	Fussgängerstreifen	77
4.7	Siedlungsgebiete (SG)	79
4.8	Fazit	84
5	Massnahmendiskussion	87
5.1	Einleitung	87
5.2	Infrastruktur	89
5.3	Kampagnen und Überwachung	115
5.4	Organisation	119
5.5	Fahrzeugtechnik	130
5.6	Priorisierung	135
5.7	Massnahmenansätze ohne Bewertung	136

6	Zusammenfassung	143
6.1	Erkenntnisse	143
6.1.1	Analyse	143
6.1.2	Massnahmen	144
6.2	Forschungsbedarf	145
6.3	Schlussfolgerungen für die Praxis	146
	Anhänge.....	147
	Abkürzungsverzeichnis.....	289
	Glossar.....	291
	Literaturverzeichnis.....	293
	Projektabschluss	305
	Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen.....	309
	SVI Publikationsliste.....	311

Zusammenfassung

Die zweite Phase des Forschungspakets VeSPA (Verkehrssicherheitsgewinne aus Erkenntnissen aus Datapooling und strukturierten Datenanalysen) im Bereich Strasseninfrastruktur vertieft die Analysen der ersten Phase, leitet darauf aufbauend Massnahmenansätze her und bewertet diese. Grundlage stellen die Analysekollektive der Strassennetze aus den Kantonen Bern, Basel-Stadt und Zürich sowie die Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes dar. Unfalldaten werden mit weiteren Datensätzen verknüpft, die ergänzende Informationen enthalten (Strasseninfrastruktur, Verkehr, Wetter, Fahrzeuge und Administrativmassnahmen).

Bereits in der ersten Phase des Forschungspakets wurden Erfahrungen zur Datenverknüpfung und den Datenkonsistenzen gesammelt. Erste Analysen zeigten Zusammenhänge zwischen dem Unfallgeschehen und den Verkehrsstärken des motorisierten Individualverkehrs auf. Parallel dazu wurden Erkenntnisse zum Einfluss der Temperatur und Witterung auf das Unfallgeschehen hergeleitet.

Die zweite Phase führt die Erkenntnisse aus den vorhergehenden fünf Teilprojekten zusammen (Mensch, Infrastruktur, Fahrzeuge, Wetter und Unfallschwere). Die Untersuchungen werden in zwei Teilprojekten durchgeführt: *Massnahmen und Potenziale im Bereich Verkehrsteilnehmende (TP1-M)* und *Bereich Infrastruktur (TP2-M)*. Es werden jeweils unterschiedliche Analyseebenen gewählt. In TP1-M wird das Unfallgeschehen auf Ebene des Unfalls und der beteiligten Objekte analysiert, analog zu Auswertungen der Unfallstatistik. In TP2-M wird das Unfallgeschehen auf Ebene des Strassennetzes mit aggregierten Unfallzahlen analysiert, analog zur Ermittlung von Unfallkennzahlen wie Unfallraten für Wirtschaftlichkeitsanalysen. Ergebnisse beider Teilprojekte werden abgeglichen und die Erkenntnisse des jeweils anderen Teilprojekts für die Interpretation der Analyse berücksichtigt.

Der vorliegende Bericht thematisiert den Einfluss der Infrastruktur auf das Unfallgeschehen. Die Strasseninfrastruktur wird eingeteilt in Netzbereiche mit grundsätzlich unterschiedlichen Verkehrsverhalten und dem daraus resultierenden Unfallgeschehen: Autobahnen/Autostrassen, Strecken ausserorts, Strecken innerorts, Kreuzungen und Einmündungen mit LSA, Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA, Kreisell, Siedlungsgebiete und Fussgängerstreifen.

Ziele der Arbeit sind:

- Charakterisierung des Unfallgeschehens unter Berücksichtigung weiterer Datensätze differenziert nach den Netzbereichen
- Beschreibung von Auffälligkeiten (Abweichungen vom durchschnittlichen Unfallgeschehen), Risikofaktoren sowie Unfalldichte- und Unfallkostendichtefunktionen der zentralen Unfalltypengruppen differenziert nach Netzbereichen
- Identifizierung potenzieller Infrastrukturdefizite in Abhängigkeit der Netzbereiche
- Identifizierung von Massnahmenansätzen auf Basis aktueller Literaturquellen
- Bewertung und Priorisierung der Massnahmenansätze
- Ableitung von Empfehlungen für Praxis und Forschung

Zentrale Problematik der Analyse stellt das Fehlen von umfangreicheren und detaillierteren Infrastrukturdaten sowie Expositionsdaten des Fuss- und Veloverkehrs dar. Beides wird über eine mehrstufige Analysemethodik aufgefangen, die folgende Arbeitsschritte beinhaltet:

- *Unfallstruktur* – deskriptive Analyse zentraler Unfallattribute wie Unfalltyp, Unfallbeteiligung oder Unfallschwerekategorie
- *Auffälligkeiten* – Charakterisierung der Unfallkollektive der Netzbereiche durch Identifizierung von Abweichungen zum Gesamtunfallgeschehen

- *Unfallmodelle* – Analyse potenzieller Einflussgrössen unter Berücksichtigung zentraler Expositionsdaten, wie Verkehrsstärke des motorisierten Individualverkehrs (MIV) oder Strukturgrössen
 - *Safety Performance Funktionen* – Unfalldichte und Unfallkostendichtefunktionen verschiedener Unfalltypengruppen in Abhängigkeit des durchschnittlich täglichen Verkehrs (DTV) oder der Bevölkerungs-/Beschäftigtendichte für die Netzbereiche
 - *Signifikante Einflussgrössen* – Identifizierung signifikanter Verkehrs-, Struktur- oder Infrastrukturvariablen für die Häufigkeiten von Unfällen je Netzbereich
 - *Auffälligkeiten der Ausreisser* – Charakterisierung von Unfallkollektiven der Netzbereiche mit überdurchschnittlichem Unfallniveau im Vergleich zu den restlichen Netzbereichen
 - *Einzelfallanalysen* – manuelle Begutachtung von einzelnen Netzabschnitten mit überdurchschnittlichem Unfallniveau anhand von Luftbildern und Befahrungsdaten
- *Abgleich mit TP1-M* – Abgleich der Analyseergebnisse der beiden Teilprojekte TP1-M und TP2-M

Zentrales Unfallattribut für die Einteilung der Analysekollektive sind die Unfalltypengruppen. Deren hohe Relevanz ergibt sich aus dem direkten Zusammenhang mit der sicherheitsrelevanten Verkehrs- und Verhaltenssituation. Massnahmen werden für eine Verbesserung dieser Situation abgeleitet. Es kann nicht direkt bestimmt werden, welche Einflüsse kausal unfallbegünstigend sind. Daher sind die Ergebnisse immer im Sinne potenzieller (aber hoch wahrscheinlicher) Einflüsse zu interpretieren.

Folgender Auszug aus den Ergebnissen gibt einen Überblick zu potenziellen infrastrukturellen Defiziten differenziert nach den untersuchten Netzbereichen:

Netzbereich	Auffälligkeiten Strasseninfrastruktur
Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes	<ul style="list-style-type: none"> • nicht angepasste Geschwindigkeiten in Kurven, auf Rampen, in Gefällestrecken und Bereichen mit mehr als zwei Fahrstreifen je Richtung • hohe Streuungen der Geschwindigkeiten in Einfahrt- und Ausfahrtbereichen • Überlastungsbereiche (Abschnitte, welche häufig im Bereich der Kapazitätsgrenze operieren) • Defizite bei Ausstattung von Baustellen, (älteren) Tunneln, Ausfahrten (hinsichtlich Orientierung) sowie in Bereichen mit hohen Anschlussdichten (kurze Folgen von Anschlüssen)
Ausserortsstrecken	<ul style="list-style-type: none"> • ungünstige Relationstrassierung (z. B. enge Kurve nach längerer Gerade oder einer weiten Kurve) sowie nicht angepasste Geschwindigkeiten in unterschiedlichen Situationen • hohe Erschliessungsdichte; nicht signalisierte Knoten/Anschlüsse in Kurven, Steigungsstrecken entlang „schnell befahrener“ Strecken sowie an hoch frequentierten Erschliessungen, ungenügend projektierte oder ausgestattete (untergeordnete) Knoten • ungenügende Sichtbedingungen vor und in Kurven sowie an Knoten • „typische“ Motorradstrecken wie z. B. Passstrassen (hier spielt auch die ungünstige Relationstrassierung eine Rolle)
Innerortsstrecken	<ul style="list-style-type: none"> • Strecken mit erhöhten Geschwindigkeiten aufgrund des Querschnitts (u. a. breite Fahrbahnen) und der Streckencharakteristik (u. a. Ausserortscharakter) <ul style="list-style-type: none"> • auch unfallbegünstigend in Kombination mit einem hohen Erschliessungsgrad (d. h. Vielzahl an Knoten und Grundstückszufahrten) • untergeordnete Knoten und Grundstückszufahrten mit ungenügender Ausstattung, erhöhte Abbiegegeschwindigkeiten aufgrund der Trassierung, in Kurven oder bei eingeschränkten Sichtweiten • Velos: zusätzlich Tramgleise in der Fahrbahn, Zweirichtungsradwege (bzw. generell Bereiche mit linksfahrenden Velos), Sichtbehinderungen an Knoten durch Hindernisse im Seitenraum sowie durch den MIV im fließenden und ruhenden Verkehr, Kreisel, Gefällestrecken (hohe Geschwindigkeiten der Velos, vor allem in Knotenzufahrten) • Fussverkehr: zusätzlich Fahrbahnbreiten > 7.75 m, Tramhaltestellen, Fussgängerstreifen am Ortsrand, zügige Streckenführung und/oder ungenügende Ausstattung, Sichtbehinderungen in unübersichtlichen Ortskernen sowie zügig trassierte Knoten (z. B. weite Eckausrundung)

Netzbereich	Auffälligkeiten Strasseninfrastruktur
Einmündungen und Kreuzungen ohne LSA	<p><i>Ergänzend sind die Hinweise und Ausführungen zu den Knoten und den Fussgängerstreifen zu berücksichtigen.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • in Kurven und Gefällestrecken (Gefälle vorrangig bei hohen Velogeschwindigkeiten) • Kreuzungen und komplexe Knoten, teilweise mit Tram • Rechtsvortritt im verkehrsorientierten Netz • hohe Verkehrsbelastung • unfallbegünstigende Knotenelemente: weite Eckausrundungen (schnelles Abbiegen), abknickende Vortrittsstrassen, überbreite und mehrstreifige vortrittsbelastete Zufahrten, spitzwinklige Knotenarme, Ausfahrkeile, fehlende Linksabbiegefahrstreifen, „zügig“ trassierte Knotenzufahrten (u. a. an Autobahn-Ausfahrten), Sichtbehinderungen in vortrittsbelasteten Zufahrten • Fussgängerstreifen zwischen zwei versetzten Einmündungen • Zweirichtungsradwege (links fahrende Velos)
Einmündungen und Kreuzungen mit LSA	<ul style="list-style-type: none"> • freie Rechtsabbiegefahrstreifen (vor allem auch bei mehrstreifigen Führungen) sowie zügig trassierte Abbiegebeziehungen generell (vor allem beim Rechtsabbiegen) • in Kurven und auf Fahrbahnen mit hohem Geschwindigkeitsniveau • Sichteinschränkungen auf Signalgeber, fehlende Überkopfsignalgeber und mit der Wegweisung kombinierte Signalgeber • Sonderformen (u. a. grosse mehrstreifige Kreisel mit Signalisierung) • Tram-Haltestellen in Mittellage sowie Tramführung im Mischverkehr für Zweiräder • abgesetzte Fussgängerfurten
Kreisel	<ul style="list-style-type: none"> • ungenügende Ablenkung durch Kreisinsel (Resultat: ungenügende Geschwindigkeitsdämpfung), auch begünstigt durch breite Kreisfahrbahnen oder das Fehlen eines angehobenen Innenkreisrings • zweistreifige Elemente • Sonderformen (u. a. mit ÖV-Haltestellen in Kreiselmittle) • Grundstückszufahrten im Kreisel, eng beieinanderliegende Knotenarme, eingeschränkte Erkennbarkeit des Kreisels • vereinzelt ölige oder verschmutzte Kreisfahrbahn (relevant für Zweiräder) und Kollisionen mit Einbauten • Sichtbehinderungen an Fussgängerstreifen • Gefälle in der Zufahrt (vorrangig bei Velounfällen) <p><i>Generell sind besonders Zweiräder (Velo, Töff) im Unfallgeschehen betroffen. Dabei dominiert die Konfliktsituation zwischen Zweirad mit Vortritt auf der Kreisfahrbahn und motorisierten Fahrzeug aus der vortrittsbelasteten Zufahrt.</i></p>
Fussgängerstreifen (FGS)	<ul style="list-style-type: none"> • FGS an Strassen mit erhöhten Geschwindigkeiten (u. a. Tempo 60, lokal bei schwachen Verkehrsbelastungen, Gefälle-/Steigungsstrecken), breiten und mehrstreifigen Querschnitten und an ÖV-Haltestellen • FGS auf der freien Strecke mit erhöhter Häufigkeit und Unfallschwere • ungenügende Sichtbeziehungen zum Fussgänger in den Seitenraum hinein sowie in Kombination mit FGS in der direkten Wegeverbindungen des Fussverkehrs • ungenügende Erkennbarkeit von FGS z. B. in Kurven, bei (vermutet) unzureichender Beleuchtung, geringer Ausstattungsgrad (u. a. nicht vorhandene Überkopfbeschilderung) • FGS an Knoten mit typischen Knotendefiziten (siehe oben) <p><i>Nicht nur Fussgängerunfälle spielen eine Rolle an FGS. Auch Auffahrunfälle (teilweise auch Schleuder-/Selbstunfälle) ereignen sich in nicht unerheblicher Anzahl an FGS, ohne dass ein Fussgänger als direkter Unfallbeteiligter in den Unfalldaten aufgeführt wird (eine indirekte Beteiligung aber sehr wahrscheinlich ist).</i></p>
Siedlungsgebiete	<ul style="list-style-type: none"> • Siedlungsgebiete mit geringer Netzdichte (d. h. langgestreckte Strassen mit geringer Knotendichte), mit Tempo 50 oder mit hohem Anteil an gewerblichen Flächen • Routen zu und Anschlüsse an hochfrequentierte Ziele (u. a. Parkplätze und Parkhäuser, sonstige Gewerbegrundstücke mit hohem Publikumsverkehr) • Sichteinschränkungen an Knoten durch parkende Fahrzeuge (aber auch weitere – bereits genannte – Ausstattungsdefizite an Knoten)

Netzbereich	Auffälligkeiten Strasseninfrastruktur
	<ul style="list-style-type: none"> neuralgische Punkte, an denen es zu lokal erhöhtem Aufkommen des Veloverkehrs kommt (z. B. an Brückenköpfen oder entlang bevorzugter Routen des Veloverkehrs) Fussverkehr: zusätzlich Mischverkehrsbereiche (u. a. Bahnhofsvorplätze), Parkflächen, aber auch Fussgängerstreifen in Gefällestrassen (Konfliktgegner Velo)

Aus den Analysen wird deutlich, dass tendenziell eher ein Umsetzungs- statt ein Innovationsproblem im Sicherheitsmanagement der Strasseninfrastruktur besteht. Es bedarf erhöhter Anstrengungen, bestehende Regelungen sowie aktuelle Erkenntnisse zur Sicherheitswirkungen von Infrastrukturmassnahmen konsequenter umzusetzen. Verbesserungen im Bestandsnetz müssen noch stärker im Fokus des Sicherheitsmanagements stehen. Massnahmen zur Ausbildung von Fachleuten, zu Mindeststandards sowie die Hinweise zur Finanzierung dienen u. a. einer besseren Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten in der Projektierung. Sonderprogramme, die Standardisierung von Strassen auch im Bestand sowie Hinweise zu Grenzwerten von Fussgängerunfallschwerpunkten dienen u. a. der Sicherung des Verkehrs im bestehenden Strassennetz. Der Fokus der Sonderprogramme auf Knoten berücksichtigt auch die zukünftig höheren Anteile älterer Personenwagen-Lenkender am Verkehrskollektiv, welche besonders auffällig bei typischen Knotenunfallsituationen sind. Zahlreiche Ansätze zur Verbesserung der Fussverkehrs- und Velosicherheit berücksichtigen deren hohe Unfallschwere sowie die weiter wachsende Bedeutung dieser Verkehrsbeteiligung aufgrund zukünftiger Entwicklungen.

Code	Massnahmen	Ein- sparung $U_{(G+SV+LV)/a}$	Prio
INF-M1-	Sonderprogramme Verbesserung Verkehrssicherheit im Bestandsnetz		
	KU Kurven Ausserortsstrassen	260	A
	VF Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA hoch belastete Grundstückszufahrten	200	B
	LSA Kreuzungen und Einmündungen mit LSA	30	C
	KVP Kreisel	60	B
	VELO Velos an Knoten	165	A
	TÖFF Motorräder	220	B
INF-M2	Standardisierung von Strassen in Entwurfsklassen sowie der Umsetzung in Planung und Bestand („selbsterklärende Strasse“)	385	A
INF-M3	Ausbau Verkehrsbeeinflussungsanlagen auf HLS	20	B
INF-M4	verkehrstechnische Ausstattung von Tunneln intensivieren	10	B
INF-M5	Entflechtung von Fahrstreifenwechsellvorgängen auf HLS	20	B
INF-M6	Überprüfung und Optimierung Wegweisung auf HLS	<5	C
INF-M7	Erschliessungsgrad an Ausserortsstrassen reduzieren bzw. sicherer gestalten	40	B
INF-M8	Wildunfallmassnahmen	<5	C
INF-M9	Kreisel an Haupttrouten des Zweiradverkehrs vermeiden, Velorouten von Kreiseln abgrenzen	25	B
INF-M10	Intensivierung der Sicherung von Querungsanlagen für Fussgänger	35	B
INF-M11	Reduzierung vortrittsberechtigter nichtsignalisierter Querungshilfen (FGS)	10	A
INF-M12	automatische Fussgängererkennung und dynamische Signalisation	5	C
INF-M13	Strassennetzhierarchie prüfen und nach Sicherheitskriterien anpassen	80	A
INF-M14	Veloroutenplanung nach Sicherheitsaspekten optimieren	290	A

Code	Massnahmen	Ein- sparung $U_{(G+SV+LV)/a}$	Prio
INF-M15	Weiterentwicklung und Umsetzung bestehender Sicherheitsanforderungen für Gewerbe- und Industriegebiete	90	A
INF-M16	Sicherung der Fussgängerquerung von Tramgleisen	8	C
ÜW-M1	Intensivierung stationärer Geschwindigkeitsüberwachung auf HLS	60	B
ÜW-M2	Kampagnen und schwerpunktmässige Überwachung + Aufklärung zur Reduzierung linksfahrender Velos	20	B
ÜW-M3	Intensivierung punktueller Alkoholkontrollen innerorts	5	B
ÜW-M4	Administrativmassnahmen und Sanktionierung hinsichtlich der Verkehrssicherheitsrelevanz optimieren	-	B
ORG-M1	Mindeststandard für sichere Gestaltung definieren (Planung und Bestand)	940	A
ORG-M2	Verbesserung der Sicherung von Autobahnbaustellen	15	B
ORG-M3	Überprüfung angeordneter zulässiger Höchstgeschwindigkeiten und Ableitung von Empfehlungen zu angepassten Geschwindigkeiten	-	A
ORG-M4	Intensivierung der Aus- und Weiterbildung von Fachleuten im Strassenverkehrswesen	-	A
ORG-M5	Grenzwerte für Fussgängerunfälle festlegen ("Fussgänger-USP")	55	A
ORG-M6	Erhöhung der Anforderungen zur Gestaltung von Fussgängerstreifen	10	A
ORG-M7	(Mit-)Finanzierung einer verkehrssicheren Strasseninfrastruktur	70	B
ORG-M8	Anpassung der Klassifizierung der Unfalltypen	-	B
FAS-M1	Förderung und/oder Sanktionierung des Einsatzes von ISA	40-160	A
FAS-M2	Förderung Fahrerassistenzsysteme FAS – Fokus Abstand, Bremsen und Car-to-X-Kommunikation	130	C
FAS-M3	Förderung Fahrerassistenzsysteme FAS – Fokus Rückwärts-Ausparken (Ausparkhilfe)	35	B

Die konsequente Umsetzung von Erkenntnissen zur Verkehrssicherheit von Infrastrukturmassnahmen besitzt das höchste Verbesserungspotenzial. Folgende Praxishinweise unterstützen die Ausschöpfung dieses Potenzials:

- unfallbasierte Zuweisung von Ressourcen
- klare Abgrenzung von Unterhalts- und Erhaltungsbudgets für Verkehrssicherheitsbelange
- Förderung der flächendeckenden Aus- und Weiterbildung von Fachleuten im Strassenverkehrswesen
- Aufbau und Förderung des integrierten Sicherheitsmanagements (u. a. Anwendung Infrastruktur-Sicherheitsinstrumente ISSI)
- Entwicklung und Förderung von sicherheitsrelevanten Normen für das Bestandsnetz
- Förderung stärker verpflichtender (sicherheitsrelevanter) Standards und Regeln
- Prüfung und Anpassung der Strassennetzhierarchie nach Sicherheitsaspekten
- verbesserte Abstimmung zwischen Kantonen und Gemeinden im Sicherheitsmanagement

Résumé

La seconde phase du paquet de recherche «Gains de sécurité routière par datapooling et analyses structurées de données» (VeSPA) dans le domaine de l'infrastructure routière livre une analyse approfondie de la première phase, dégage des approches de mesures à partir de cette dernière et procède à leur évaluation. Cette démarche s'appuie sur les collectifs d'analyse des réseaux routiers fournis par les cantons de Berne, de Bâle-Ville et de Zurich, ainsi que sur les données des autoroutes et semi-autoroutes du réseau routier national. Les données accidento-logiques sont combinées avec d'autres enregistrements relatifs à l'infrastructure routière, aux transports, aux conditions météorologiques, aux véhicules et aux mesures administratives.

Dès la première phase du paquet de recherche, des expériences ont été recueillies en matière d'interconnexion et de cohérence des données. Des analyses initiales ont mis en lumière les rapports entre la statistique des accidents et les densités de trafic du transport individuel motorisé (TIM). Parallèlement, des conclusions quant à l'influence de la température et des conditions météorologiques sur les accidents de la route ont pu être dégagées.

La deuxième phase résume l'état des connaissances issues des cinq sous-projets préalables (individus, infrastructure, véhicules, conditions météorologiques et gravité des accidents). Les enquêtes sont menées dans le cadre de deux sous-projets: *Mesures et potentiels dans le domaine des usagers de la route (TP1-M)* et *dans le domaine de l'infrastructure (TP2-M)*. Dans chacun des cas, des niveaux d'analyse différents sont retenus. Le sous-projet TP1-M analyse l'accidentologie sous l'angle de l'accident et des objets impliqués, de la même manière que pour les évaluations de la statistique des accidents. Le sous-projet TP2-M analyse l'accidentologie sous l'angle du réseau routier à l'aide de chiffres d'accidents cumulés, de la même manière que pour le calcul des indicateurs d'accidents tels que les taux d'accidents utilisés dans le cadre d'analyses de rentabilité. Les résultats des deux sous-projets sont mis en regard et pour chacun d'eux, les conclusions de l'autre sous-projet sont prises en compte pour l'interprétation de l'analyse.

Le présent rapport s'attarde sur la question de l'influence de l'infrastructure sur les accidents de la route. L'infrastructure routière est divisée en zones de réseau, chacune caractérisée par un comportement fondamentalement différent en matière de transports et par une accidentologie correspondante: autoroutes/semi-autoroutes, tronçons hors des localités, tronçons dans les localités, jonctions et débouchés avec signalisation tricolore, jonctions et débouchés sans signalisation tricolore, ronds-points, zones d'habitation et passages pour piétons.

Les objectifs des travaux sont les suivants:

- Caractérisation de l'accidentalité avec prise en compte de données supplémentaires, différenciée selon les zones du réseau
- Description des aspects problématiques (écarts par rapport à l'accidentologie moyenne), des facteurs de risque ainsi que des fonctions de densité d'accidents et de densité des coûts d'accidents pour les principaux types particuliers d'accident, différenciés selon les différentes zones de réseau
- Identification des déficits d'infrastructure potentiels en fonction des zones de réseau
- Identification d'approches de mesures sur la base des sources de documentation actuelles
- Évaluation et hiérarchisation des approches de mesures
- Déduction de recommandations pour la pratique et la recherche

La problématique centrale de l'analyse réside dans le manque de données complètes et détaillées sur l'infrastructure ainsi que de données sur l'exposition de la mobilité douce

(cyclistes + piétons). Ces deux aspects sont abordés au moyen d'une méthodologie analytique multiniveau articulée autour des étapes suivantes:

- *Structure des accidents* – analyse descriptive des attributs d'accidents centraux tels que le type d'accident, le niveau d'implication dans l'accident ou encore la catégorie de gravité de l'accident
- *Aspects problématiques* – Caractérisation des collectifs d'accidents des zones de réseau au travers de l'identification d'écarts par rapport à l'accidentologie globale
- *Modèles d'accidents* – analyse des facteurs d'influence potentiels sur la base de données d'exposition centrales telles que la densité de trafic du transport individuel motorisé (TIM) ou la taille des structures
 - *Fonctions de performance de sécurité (Safety Performance)* – densité d'accidents et fonctions de densité des coûts d'accidents pour les différents types particuliers d'accident en fonction du trafic journalier moyen ou de la densité de la population / de l'emploi dans les différentes zones du réseau
 - *Facteurs d'influence significatifs* – identification des variables de trafic, de structure ou d'infrastructure significatives pour la fréquence des accidents par zone de réseau
 - *Observations aberrantes* – caractérisation de collectifs d'accidents dans les zones du réseau présentant un taux d'accidents supérieur à la moyenne par rapport aux autres zones
 - *Analyse de cas isolés* – évaluation manuelle de tronçons de réseau isolés présentant un taux d'accidents supérieur à la moyenne, à l'aide de vues aériennes et de données du trafic
- *Comparaison avec TP1-M* – mise en regard des résultats d'analyse des deux sous-projets TP1-M et TP2-M

Les types particuliers d'accidents constituent un attribut d'accident crucial pour la répartition des collectifs d'analyse. Leur pertinence élevée découle du rapport direct avec la situation du trafic et du comportement en matière de sécurité. Des mesures d'amélioration sont élaborées dans ce sens. On ne peut pas déterminer directement les facteurs accidentogènes ayant un lien de causalité. C'est pourquoi les résultats doivent être systématiquement interprétés dans le sens d'influences potentielles (mais néanmoins hautement probables).

L'extrait suivant tiré des résultats offre un aperçu des déficits infrastructurels potentiels, en fonction des zones de réseau sous étude:

Zone de réseau	Aspects problématiques de l'infrastructure routière
Autoroutes et semi-autoroutes du réseau routier national	<ul style="list-style-type: none"> • Vitesses non adaptées dans les virages, sur les bretelles, sur les pentes descendantes et sur les tronçons avec plus de deux files par sens de circulation • Fortes dispersions des vitesses au niveau des zones d'entrée et de sortie • Zones de surcharge (tronçons souvent à la limite de leurs capacités) • Déficiences en matière d'équipements de chantier, de tunnels (anciens), de sorties (en matière d'orientation), ainsi que dans les zones présentant des densités de raccordements élevées (successions rapprochées de raccordements)
Tronçons hors des localités	<ul style="list-style-type: none"> • Alignements défavorables de virages à rayons variés (p. ex. virage serré après une longue ligne droite ou un virage large) et vitesses non adaptées dans différentes situations • Nombre de dessertes élevé; carrefours non signalés dans les virages, présence de pentes ascendantes le long de tronçons "à grande vitesse", ainsi qu'au niveau des dessertes à forte fréquentation, nœuds (secondaires) insuffisamment planifiés ou équipés • Visibilité insuffisante avant et dans les virages, de même qu'au niveau des nœuds • Tronçons "typiques pour les motos", p. ex. routes de col (l'alignement de virages à rayons variés joue également un rôle défavorable)
Tronçons dans les localités	<ul style="list-style-type: none"> • Tronçons avec vitesses élevées dues à la coupe transversale (notamment, chaussées élargies) et aux caractéristiques du tronçon (p. ex. ressemblant à un tronçon hors des localités)

Zone de réseau	Aspects problématiques de l'infrastructure routière
	<ul style="list-style-type: none"> • Également accidentogène en combinaison avec une densité de raccordements élevée (présence de nombreux nœuds et accès à des terrains) • Nœuds secondaires et accès aux terrains sous-équipés, vitesses de changement de direction élevées en raison de l'alignement, dans les virages, ou en cas de visibilité réduite • Un certain nombre de problématiques supplémentaires concernent les vélos : voies de tram sur la chaussée, pistes cyclables avec circulation dans les deux sens (ou, d'une manière générale, zones avec vélos circulant à gauche), visibilité réduite au niveau des carrefours en raison de la présence d'obstacles aux abords de la chaussée et du TIM (véhicules en mouvement ou en stationnement), ronds-points, pentes descendantes (vitesses élevées des vélos; surtout au niveau des accès aux nœuds) • D'autres problématiques concernent les piétons : largeurs des chaussées >7,75 m, arrêts de tram, passages pour piétons aux abords des localités, tronçons rapides et/ou niveau d'équipement insuffisant, visibilité réduite dans les centres des localités où il est difficile de se repérer, nœuds avec tracés «rapides» (p. ex. larges arrondis d'angles) <p><i>En complément, les préconisations et explications concernant les nœuds et les passages pour piétons doivent être prises en considération.</i></p>
Débouchés et carrefours sans signalisation tricolore	<ul style="list-style-type: none"> • Dans les virages et sur les pentes descendantes (les pentes descendantes représentent la configuration la plus accidentogène pour les cyclistes roulant à vitesses élevées) • Carrefours et nœuds complexes, parfois avec ligne(s) de tram • Priorité de droite sur le réseau à orientation trafic • Charge de trafic élevée • Éléments de nœud accidentogènes: larges arrondis d'angles (changement rapide de direction), routes prioritaires en coude, accès sans priorité hors gabarit et à voies multiples, embranchements de nœuds à angles aigus, bretelles de sortie, absence de file gauche, accès aux nœuds avec tracés "rapides" (notamment sorties d'autoroutes), visibilité réduite au niveau des sorties sans priorité • Passages pour piétons entre deux débouchés décalés • Pistes cyclables bidirectionnelles (vélos circulant à gauche)
Débouchés et carrefours avec signalisation tricolore	<ul style="list-style-type: none"> • Files droites libres (avant tout en présence de tracés à voies multiples), ainsi que tournants avec tracés "rapides" d'une manière générale (surtout pour obliquer à droite) • Dans les virages et sur les chaussées présentant un niveau de vitesse élevé • Restrictions de visibilité sur les boîtes à feux, absence de boîtes à feux aériennes et boîtes à feux combinées avec la signalisation routière • Formes spéciales (notamment rond-points à voies multiples avec signalisation) • Arrêts de tram sur la position médiane du nœud et ligne de tram en trafic mixte pour les deux-roues • Gués de franchissement décalés pour piétons
Ronds-points	<ul style="list-style-type: none"> • Effet de déviation insuffisant de l'îlot du giratoire (résultat: ralentissement insuffisant), favorisé entre autre par des chaussées de rond-point larges ou l'absence de terre-plein central surélevé • Éléments à deux voies • Formes spéciales (notamment avec arrêt TP au milieu du rond-point) • Accès aux terrains au niveau du rond-point, embranchements de nœud resserrés, visibilité restreinte du rond-point • Chaussée de rond-point huileuse ou encrassée par endroits (sensible pour les deux-roues) et collision avec des obstacles • Visibilité réduite sur les passages pour piétons • Pentes descendantes au niveau de l'accès (première cause d'accidents de vélo) <p><i>D'une manière générale, les deux-roues (vélos, motos) sont particulièrement représentés dans les statistiques d'accidents. Le scénario d'accident dominant est celui où le deux-roues prioritaire sur la chaussée du rond-point entre en conflit avec le véhicule motorisé arrivant de l'accès sans priorité.</i></p>
Passages pour piétons	<ul style="list-style-type: none"> • Les passages pour piétons situés sur des tronçons à vitesse élevée (p. ex. 60 km/h, localement en présence d'un trafic faible et de pentes descendantes/ ascendantes), sur des coupes transversales larges et à multiples voies, et près des arrêts TP.

Zone de réseau	Aspects problématiques de l'infrastructure routière
	<ul style="list-style-type: none"> • Passages pour piétons hors des carrefours avec fréquence et gravité d'accidents élevées • Vue insuffisante sur le piéton aux abords de la chaussée, de même qu'en combinaison avec les passages pour piétons au niveau des jonctions de chemin directes du trafic piétonnier • Visibilité insuffisante des passages pour piétons, p. ex. dans les virages, dans les lieux avec éclairage (supposé) insuffisant, avec un faible taux d'équipement (notamment, signalisation aérienne absente) • Passages pour piétons au niveau des nœuds caractérisés par des déficits de nœuds typiques (voir plus haut) <p><i>Les accidents de piétons ne sont pas les seuls à jouer un rôle au niveau des passages pour piétons. Un nombre non négligeable de carambolages (parfois aussi des accidents par dérapage et des accidents sans tiers) se produisent également au niveau des passages pour piétons, sans que des piétons soient directement impliqués dans l'accident, comme le montrent les données d'accidents consultées (une implication directe reste toutefois un cas très probable).</i></p>
Zones d'habitation	<ul style="list-style-type: none"> • Les zones d'habitation avec une faible densité de réseau (routes étirées avec faible densité de nœuds), avec une vitesse de 50 km/m ou avec une part élevée de surfaces commerciales • Trajets conduisant vers et raccordements à des destinations très fréquentées (p. ex. places de stationnement et parkings couverts, autres terrains à usage commercial avec forte fréquentation du public) • Réduction de la visibilité au niveau des nœuds due aux véhicules parkés (d'autres déficits d'équipement - déjà mentionnés - sont aussi des points sensibles au niveau des nœuds) • Points névralgiques sujets localement à de fortes densités de circulation cycliste (p. ex. têtes de pont ou le long des itinéraires cyclistes très prisés) • En ce qui concerne le mode de déplacement à pied, d'autres zones présentent des problématiques : zones de circulation mixtes (p. ex. parvis de gares), surfaces de stationnement, mais aussi passages pour piétons sur les pentes descendantes (conflit avec les vélos venant en sens inverse)

Il ressort clairement de ces analyses que la problématique réside tendanciellement dans la mise en œuvre plutôt que dans l'innovation au niveau de la gestion de la sécurité. Premièrement, ce constat exige le renforcement des efforts sur le front des réglementations existantes, ainsi qu'une application plus cohérente des connaissances actuelles relatives aux effets des mesures d'infrastructure sur la sécurité. Deuxièmement, les améliorations sur le réseau existant doivent être traitées avec une priorité accrue au niveau de la gestion de la sécurité. Les mesures concernant la formation, les standards minimaux ainsi que les conseils de financement servent, entre autres, à une meilleure prise en compte des considérations de sécurité dans la planification des projets. Les programmes spéciaux, la normalisation des routes, y compris sur le réseau existant, ainsi que les préconisations concernant les valeurs limites sur les points noirs accidentologiques impliquant les piétons, servent entre autre à la sécurisation du trafic sur le réseau routier existant. La priorité accordée aux nœuds dans les programmes spéciaux prend en considération la part des conducteurs âgés dans le trafic, une part vouée à croître à l'avenir chez cette population particulièrement impliquée dans les accidents au niveau des nœuds de circulation. De nombreuses pistes d'amélioration en matière de sécurité des piétons et des cyclistes prennent en compte le haut niveau de gravité des accidents chez ces catégories d'usagers, ainsi que l'importance croissante de ces types de déplacement eu égard aux évolutions futures.

Code	Mesures	Économies	Prio
		$U_{(G+SV+LV)/a}$	
INF-M1-	Programmes spéciaux pour l'amélioration de la sécurité routière sur le réseau existant		
	VHL Virages sur les routes hors des localités	260	A
	NP Nœuds prioritaires + nœuds très chargés au niveau des biens-fonds / terrains	200	B
	ST Nœuds ST	30	C
	RP Ronds-points	60	B

Code	Mesures	Économies $U_{(G+SV+LV)}/a$	Prio
	VÉLO Vélos au niveau des nœuds	165	A
	MOTOS Motos	220	B
INF-M2	Normalisation des routes en planification et existence («routes explicites»)	385	A
INF-M3	Extension des dispositifs de régulation du trafic sur les RGD	20	B
INF-M4	Intensification des équipements techniques pour le trafic dans les tunnels	10	B
INF-M5	Simplification des manœuvres de changement de files sur les RGD	20	B
INF-M6	Contrôle + optimisation de la signalisation routière des RGD	<5	C
INF-M7	Réduction/sécurisation accrue du niveau de desserte sur les routes hors des localités	40	B
INF-M8	Mesures en cas de collision avec du gibier	<5	C
INF-M9	Éviter les ronds-points sur les itinéraires cyclistes principaux	25	B
INF-M10	Intensification de la sécurisation des dispositifs de franchissement pour les piétons	35	B
INF-M11	Réduction des aides au franchissement prioritaires non signalées (passages pour piétons)	10	A
INF-M12	Détection automatique des piétons + signalisation dynamique	5	C
INF-M13	Vérification et adaptation de la hiérarchie du réseau routier sur la base de critères de sécurité	80	A
INF-M14	Optimisation de la planification d'itinéraires cyclistes sur la base de considérations de sécurité	290	A
INF-M15	Développement continu + mise en œuvre des exigences de sécurité existantes pour les zones commerciales et industrielles	90	A
INF-M16	Sécurisation des traversées de voies de tram pour les piétons	8	C
ÜW-M1	Intensification des contrôles de vitesse stationnaires sur les RGD	60	B
ÜW-M2	Campagnes et surveillances des points noirs + sensibilisation à la réduction des vélos roulant à gauche	20	B
ÜW-M3	Intensification des contrôles d'alcoolémie ponctuels dans les localités	5	B
ÜW-M4	Optimisation des mesures administratives et des sanctions dans le sens de la sécurité du trafic	-	B
ORG-M1	Définition d'un standard de sécurité minimum pour les aménagements (en projet et/ou existants)	940	A
ORG-M2	Amélioration de la sécurité sur les chantiers d'autoroute	15	B
ORG-M3	Contrôle des limites de vitesse autorisées par la loi + déduction de recommandations sur les vitesses adaptées	-	A
ORG-M4	Intensification de la formation de base et de la formation continue des ingénieurs	-	A
ORG-M5	Définition des valeurs limites pour les accidents impliquant des piétons (point noir accident «Piétons»)	55	A
ORG-M6	Renforcement des exigences en matière d'aménagement des passages pour piétons	10	A
ORG-M7	Financement d'une infrastructure routière axée sur la sécurité du trafic	70	B
ORG-M8	Adaptation de la classification des types d'accidents	-	B
FAS-M1	Encouragement à et/ou sanctionnement de l'utilisation du régulateur de vitesse intelligent (ISA)	40-160	A
FAS-M2	Encouragement des systèmes d'aide à la conduite (SAC) – principalement: distance, freinage et communication Car-to-X	130	C

Code	Mesures	Économies $U_{(G+SV+LV)/a}$	Prio
FAS-M3	Encouragement des systèmes d'aide à la conduite (SAC) – sortie d'une place de stationnement en marche arrière (assistance de sortie de stationnement)	35	B

L'application cohérente des connaissances actuelles sur la sécurité du trafic dans le cadre de mesures d'infrastructures recèle indéniablement le potentiel d'amélioration le plus élevé. Les conseils suivants pour la pratique vont dans le sens de l'exploitation de tels potentiels:

- Affectation des ressources fondée sur l'accidentologie
- Distinction claire entre le budget d'entretien et le budget alloué à la conservation pour les aspects relevant de la sécurité du trafic
- Encouragement, sur tout le territoire, à la formation de base et à la formation continue de spécialistes dans le domaine du transport routier
- Développement et promotion du système de sécurité intégré (notamment, mise en œuvre d'instruments en faveur de la sécurité de l'infrastructure)
- Développement et promotion de normes de sécurité pour le réseau existant
- Promotion de normes et de règles plus contraignantes (en matière de sécurité)
- Révision de la hiérarchisation du réseau routier sur la base des considérations de sécurité
- Amélioration de la concertation entre les cantons et les communes dans le cadre de la gestion de la sécurité

Summary

The research package VeSPA (road safety gains resulting from datapooling and structured data analysis) continues with a more detailed and comprehensive analysis in the second stage regarding road infrastructure. The analysis is supplemented with the development and assessment of approaches for safety measures. The evaluations are carried out based on datasets from the cantons of Basel-City, Bern and Zurich as well as the Swiss federal road network. Accident data (crashes) are linked to other datasets like road infrastructure, traffic, weather, vehicles and administrative sanctions.

The first stage of the VeSPA-project came up with insights to the linking of datasets and the analysis of data quality. Pilot analysis showed different kinds of relationships or rather correlations between accident frequencies and the volume of motorized traffic. Additional results refer to correlations between temperature as well as climate attributes and accident occurrence.

The aim of the second stage is to combine the results of the five preceding sub-projects (including topics like people and society, road infrastructure, vehicles, weather and accident severity). The second stage is set up with two sub-projects: *Measures and potentials in the field of road users (TP1-M)* and *in the field of road infrastructure (TP2-M)*. Two different analytical levels are chosen. TP1-M focuses on single accidents and the involved road users, in line with the analysis of crash statistics. TP2-M uses aggregated accident figures on network level, in line with the estimation of crash figures like accident rates for economic assessments. The results of both sub-projects are cross-validated and used as an input for interpretation.

The present report is based on the analysis of the influences of road infrastructure on accident occurrence and (partly) accident severity. The road infrastructure is divided into areas with generally different road user behavior and resulting accidents: High-speed roads (federal motorways), rural links, urban links, junctions and intersections without traffic signals, junctions and intersections with traffic signals, roundabouts, residential areas and pedestrian crossings (“zebras”).

Main goals of the project are:

- Identification of characteristics of accident situations in different network areas regarding additional datasets
- Documentation of “conspicuous features” (deviations from the average accident situation/level), risk factors as well as safety performance functions (also regarding accident costs) for the main accident type groups differentiated by network areas
- Identification of potential road infrastructure deficits
- Identification of approaches on (state-of-the-art) safety measures mainly based on current literature
- Assessment and prioritization of the proposed safety measures
- Proposing recommendations for practice and research

The main difficulty of the analysis is missing data regarding detailed infrastructure features or exposure data for pedestrian and bicycle traffic. This is addressed by a multi-level analysis procedure which integrates the following aspects:

- *Composition of accident situations* – descriptive analysis of relevant accident attributes like accident type, road user group involvement or accident severity category
- *Conspicuous features* – characterization of the analysis sample by identifying derivations from the average accident situation
- *Accident prediction models* – analysis of potential influence factors regarding main exposition data like annual daily motorized traffic or parameters like network length, population or number of working places:

- *Safety performance functions* – functions of accident density and accident cost density for different accident type groups
- *Significant influence factors* – Identification of significant influence variables for accident occurrence regarding traffic or infrastructure
- *Characteristic of cases with below average safety level* – analysis of the characteristic of a sample that is defined by a more than average accident occurrence
- *Single cases analysis* – manual assessment of single network areas with an above average accident occurrence based on areal views and visual documentations of road assessments
- *Cross-validation with TP1-M* – comparing the results of both sub-projects with the aim of identifying similarities and differences

Main accident attribute for dividing the analytical samples are the accident type groups. Their high relevance results from the direct relationship to the preceding traffic situation. Measures are developed for improving these situations. It has to be noted that it is not possible to identify causal influences. The results should be interpreted as potential (but highly probable) influences.

The following table shows an extract of the results regarding potential deficits of the existing road infrastructure:

Network areas	Conspicuous features of road infrastructure
Motorways and main roads of the federal road network	<ul style="list-style-type: none"> • Inappropriate speeds on curves, ramps, inclines and roadways with more than two lanes per direction • High variability of speeds in entering and exit areas • "Congestions" areas (links that often operate near to the capacity) • Deficits regarding the equipment of road works, (older) tunnels, exit areas (regarding orientation), as well as areas with high density of connections (short distances between connections)
Rural links	<ul style="list-style-type: none"> • Inappropriate balanced alignment (e.g. sharp curves follows long straight section or wide curve) as well as inappropriate speeds in several situations • High density development along rural roads; non-signalized junctions and access roads in curves, incline high-speed roads as well as access roads with above average traffic volumes; insufficient planned or equipped junctions with access roads • Insufficient sight distances before and within curves as well as at junctions • „typical“ motorcycle roads like e.g. mountain pass roads (insufficient balanced alignment is also relevant here)
Urban links	<ul style="list-style-type: none"> • Roads with higher speeds resulting from wider cross sections (wide roadways) and the road characteristic (e. g. rural surrounding and character) <ul style="list-style-type: none"> • also contributing to accident occurrence in combination with a high density development along the road (e. g. high number of access road connections) • Minor and access road junctions with insufficient equipment, higher turning speeds resulting from alignment, in curves or in combination with insufficient sight distances • Bicycles: light rail tracks in the roadway, two-directional cycle paths (or rather generally areas with two-directional cycle traffic), visual or sight obstructions at junctions resulting from obstacles next to the roadway as well as driving or parking vehicles, roundabouts, incline roads (high bicycle speeds in approaches to junctions) • Pedestrians: roadway width above 7.75m; public light rail stops; pedestrian crossings (zebras) at the edges of towns, on higher-speed roads and/or insufficient equipment; sight obstructions in historical narrow town centers, "higher-speed alignment" (e. g. wide corner roundings) <p><i>Additional remarks can be found in the table rows regarding junctions and pedestrian crossings.</i></p>

Network areas	Conspicuous features of road infrastructure
Junctions and intersections without traffic signals	<ul style="list-style-type: none"> • In curves and incline roads (incline roads refer to higher bicycle speeds) • Intersections and complex junctions (sometimes with light rail) • Priority from the right on major roads • High traffic volumes • Additional accident-contributing junction elements are wide corner roundings, bending priority road, oversized or multi-lane minor approaches, sharp-angled approaches, wedge-shaped exits, missing left-turning lanes, high-speed approaches (e.g. exits from motorway), sight obstructions in minor approaches • Pedestrian crossings between an offset of T-junctions • Two-directional cycle paths
Junctions and intersections with traffic signals	<ul style="list-style-type: none"> • Separate non-signalized right-turn lanes, high-speed alignment in right turn lanes • In curves and on roadways with above average speed levels • Sight obstructions referring to signals, missing overhead signals, or signals combined with direction signs • Special shapes of junctions (e. g. huge multi-lane roundabouts with traffic signals) • Public light rail stops in the roadway at junctions as well as light rail tracks in the roadway (bicycles) • Offset of pedestrian crossings from parallel road
Roundabouts	<ul style="list-style-type: none"> • Insufficient deviation by the middle island (resulting in an insufficient speed reduction) which is additionally encouraged by wide circle lanes or a missing raised inner circle ring • Multi-lane elements • Special shapes (e. g. public stop in the middle) • Access road connection to circle lane, approaches that are located close to each other, insufficient perceptibility of the roundabout • Occasionally oily or dirty road surfaces (relevant for two-wheelers) and collision with installations (like middle island in the approaches) • Sight obstructions at pedestrian crossings • Inclining approaches (high bicycle speeds) <p data-bbox="598 1178 1369 1279"><i>Accidents with two-wheelers (motorcycles, bicycles) do show above average risks compared to other junction types. This is dominated by the accident situation where a two-wheeler with priority on the circle lane is hit by a vehicle that enters from an approaching road.</i></p>
Pedestrian crossings (refers to mainly priority crossings with „zebras“)	<ul style="list-style-type: none"> • Pedestrian crossings on roads with higher speeds (e.g. speed limit of 60 km/h, sometimes with low traffic volumes, in slopes), on wide or multi-lane roadways and at public transport stops • Pedestrian crossing on links show higher accident occurrence and severity than at junctions • Insufficient sight distances to the approaching pedestrian next to the road as well as (sometimes) pedestrians crossings in the direct walking lines of pedestrian streams • Insufficient perceptibility of pedestrian crossing e. g. in curves, with (presumable) insufficient lighting, low level of equipment (e. g. missing overhead signs) • Pedestrian crossing at junctions with deficits <p data-bbox="598 1626 1369 1697"><i>Not only pedestrian collisions play a role at pedestrian crossings. Rear-end crashes (sometimes even driving accidents – loss of control) are happening in relevant numbers at pedestrian crossings.</i></p>
Residential areas (zones of minor roads separated from major road network)	<ul style="list-style-type: none"> • Areas with low network density (e. g. long stretched roads with low junctions density), speed limits of 50 km/h or a high share of industrial and commercial land use • Routes to highly frequented destinations inside residential areas (e. g. car parks, shopping malls) • Sight obstructions because of closely parking vehicles at junctions (and additionally already mentioned junction deficits) • Important spots with high volumes of bicycles traffic (e. g. bridgeheads, typical bicycles routes) • Pedestrians: additionally in mixed-traffic surroundings (e.g. train station forecourt), parking places but also pedestrian crossings at inclined links (conflicts with bicycles)

It becomes obvious from the results, that there is more a problem in road safety management regarding the application of best practice rather than knowing what to do. This means that there is an implementation problem rather than an innovational issue. Therefore, it needs more action to consequently bring existing regulations and state-of-the-art knowledge into practice. Additionally improvements in the existing road network need to be more in the focus of safety management. Measures like education of traffic officials (engineers), minimum level standards and advices on financing of safety improvements will support an advanced consideration of safety aspects in the process of planning and design. Special safety improvement programs, the standardization of new and existing roads (self-explaining) as well as thresholds for defining pedestrian accident black spots can support a safer road transportation. Safety improvement programs that focus on junctions and intersections are giving more respect to the fact that elder people will have a higher share in the traffic in the future (elder vehicle drivers show an above average involvement in intersections accidents). Several approaches on improving safety of pedestrians and bicyclists are considering the fact that they have the highest severity as well as a growing relevance in future transportation.

Code	Measures	Reduction $A_{(fat+si+li)}/a$	Prio
INF-M1-	Safety improvement programs for the existing road network		
	KU Curves in the rural road network	260	A
	VF Junctions without traffic signals and high volume access road connections (to private properties or parking spaces)	200	B
	LSA Junctions and intersections with traffic signals	30	C
	KVP Roundabouts	60	B
	VELO Bicycles at junctions	165	A
	TÖFF Motorcycles	220	B
INF-M2	Standardization of roads („self-explaining roads“)	385	A
INF-M3	Further development of traffic control systems on motorways	20	B
INF-M4	Improve technical traffic equipment in (older) tunnels	10	B
INF-M5	Unbundling of lane changes at exits and entries on motorways	20	B
INF-M6	Review and optimization of way guidance signs on motorways	<5	C
INF-M7	Reduction of access road density on rural road networks / safety improvement of access road connections	40	B
INF-M8	Countermeasures for game accidents	<5	C
INF-M9	Avoidance/separation of roundabouts along/to main bicycle routes	25	B
INF-M10	Intensification of safety equipment at pedestrian crossings	35	B
INF-M11	Withdrawal of unsignalized priority pedestrian crossings („zebras“)	10	A
INF-M12	Automatic detection of pedestrians + dynamic signalization	5	C
INF-M13	Evaluation of road network hierarchy and modifying it regarding safety aspects	80	A
INF-M14	Optimization of bicycle route planning regarding safety aspects	290	A
INF-M15	Further improvement and application of safety recommendations for commercial and industrial areas	90	A
INF-M16	Securing pedestrian crossings over light rail tracks	8	C
ÜW-M1	Intensification of local speed enforcement on motorways	60	B
ÜW-M2	Campaigns and local enforcement plus educational clarification regarding bicycles irregularly driving on the left side	20	B
ÜW-M3	Intensification of local drink and drive enforcement measures (alcohol controls) in urban areas	5	B
ÜW-M4	Optimization of administrative sanctions regarding relevance for safety improvement	-	B

ORG-M1	Definition of a minimum standard for safer design (planned and existing roads)	940	A
ORG-M2	Improvement of safety equipment for road works on motorways	15	B
ORG-M3	Review of speed limits + recommendations on adapted speeds for certain local conditions	-	A
ORG-M4	Intensification of primary and further education for traffic engineers and transportation officials	-	A
ORG-M5	Thresholds for pedestrian accidents (pedestrian black spots)	55	A
ORG-M6	Enhancement of requirements for the design and operation of pedestrian crossings	10	A
ORG-M7	Financing a safe road infrastructure	70	B
ORG-M8	Modification of classifications in accident registration regarding type (transforming collision to conflict type)	-	B
FAS-M1	Promotion of and/or sanctioning with intelligent speed adaption systems (ISA)	40-160	A
FAS-M2	Promotion of driver assistance systems – focus on following distance, braking and Car-to-X-communication	130	C
FAS-M3	Promotion of driver assistance systems – focus on rear cross traffic alert	35	B

The consistent implementation of existing knowledge on the safety effects of infrastructure and organizational measures has the highest improvement potential for road safety. The following advices should support the road safety management:

- Accident-based allocation of resources
- Clear assignment of parts of the maintenance budgets to road safety measures and safety improvement programs
- Promotion of road safety education programs for future and current engineers in the field of road transportation
- Setup and further promotion of an integrated road safety management (e.g. application of the standard road safety management procedures)
- Development and promotion of standards with safety relevance for the improvement of the existing road network
- Promotion of more binding/compulsory (safety relevant) standards and regulations
- Assessment and modification of hierarchical road network regarding safety aspects
- Improvement of coordination in road safety management between cantons and municipal administrations

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Mit der Phase 1 des Forschungspakets VeSPA wurden erste Grundlagen, Erkenntnisse und Erfahrungen für die hier vorgelegte Untersuchung gewonnen. Wesentliche Daten Grundlagen wurden in den Teilprojekten TP-2 „Einflüsse von Situation und Infrastruktur auf das Strassenunfallgeschehen“ ([272]) und TP-4 „Einflüsse des Wetters auf das Strassenunfallgeschehen“ ([274]) beschafft und für die empirische Datenanalyse aufbereitet. Dies betrifft vorrangig die Datensätze:

- polizeilich erhobener Einzelunfälle (Strassenverkehrsunfallregister VU),
- kantonaler Netz- und Verkehrsdaten (Gesamtverkehrsmodelle GVM der Analyse-kantone),
- kantonale Infrastrukturdaten (Datensätze der Tiefbauämter) sowie
- Wetterdaten (Modelldaten COSMO-2 von Meteo Schweiz).

Ziel der Phase 1 war die Analyse von Möglichkeiten der Datenverknüpfung und Datenauswertung. Erste Ergebnisse zeigten Zusammenhänge zwischen dem Unfallgeschehen und den Verkehrsstärken des motorisierten Individualverkehrs (MIV) auf. Parallel wurden Erkenntnisse zum Einfluss der Temperatur und Witterung auf das Unfallgeschehen hergeleitet.

Die Praxisrelevanz der Ergebnisse ergab sich vorrangig aus der aufbereiteten Literatur, den Hinweisen zur Datenaufbereitung und -verknüpfung für zielgerichtete Unfallanalysen sowie aus einer ersten Interpretation der Unfallanalysen. Es blieben offene Fragen hinsichtlich bisher nicht untersuchter Netzbereiche, nicht mit dem Unfallgeschehen verknüpfter Datensätze sowie aus den Ergebnissen abgeleitete praxisrelevante Empfehlungen (Massnahmen). Diese Punkte werden im hier vorliegenden Folgeprojekt aufgegriffen, vertieft und übersichtlich dokumentiert.

1.2 Zielsetzung

Das übergeordnete Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Identifizierung von (vorrangig) infrastrukturellen Massnahmen, die zu einer Erhöhung der Strassenverkehrssicherheit beitragen. Hierzu gehört auch eine abschätzende Bewertung der Massnahmen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit sowie deren Umsetzungsmöglichkeiten.

Die Grundlagen werden durch die Verknüpfung und Auswertung verschiedener Datenquellen auf Strassennetzebene mit einer Differenzierung nach Netzbereichen geschaffen (z. B. Strecken, Knoten, Siedlungsgebiete). Die Betrachtung auf Netzebene und deren Differenzierung in Netzbereiche stellt eine methodische Weiterentwicklung der bisherigen Forschungsprogramme VESIPO ([275]) bzw. Via sicura ([276]) dar.

Das übergeordnete Forschungsziel wird durch die folgenden Untersuchungsziele konkretisiert:

- Möglichkeiten und Grenzen der verknüpften Unfallauswertung (Kapitel 3 und Kapitel I im Anhang)
- Auslegeordnung von Auffälligkeiten und Sicherheitsdefiziten auf Basis verknüpfter Unfalldaten als objektive Argumentationsgrundlage für Entscheidungen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit (Kapitel 4 und Kapitel III im Anhang)
- Ableitung ausgewählter Massnahmenansätze zur Verbesserung der Strasseninfrastruktur (Kapitel 5.2)
- Ergänzung der Infrastrukturmassnahmen mit Ansätzen aus den Bereichen Verhalten, Überwachung und Fahrzeugtechnik, da dem Infrastruktureinflusses Grenzen gesetzt sind (Kapitel 5.2 bis 5.5)

- Bewertung der Massnahmenansätze zur Einordnung und Priorisierung im übergeordneten Sicherheitsmanagement sowie als Hinweise für die lokale Sicherheitsarbeit auf verschiedenen Zuständigkeitsebenen (Kapitel 5)

1.3 Abgrenzung

Die Untersuchung orientiert sich an den Anforderungen der Begleitkommission nach einer möglichst umfassenden Analyse. Das heisst, es werden sämtliche Netzbereiche, Unfalltypen und z. T. auch Unfallbeteiligungsarten differenziert betrachtet. Gleichzeitig erfordert die Identifikation zielgerichteter Massnahmen auf Ebene der Infrastruktur eine entsprechende Detailtiefe. Diese Vorgaben bedingen aufgrund von Restriktionen im Zeit- und Projektbudget, der Verfügbarkeit und Qualität von Daten sowie dem existierenden – und im internationalen Vergleich hohen – Strassenverkehrs-Sicherheitsniveau der Schweiz folgende Einschränkungen:

in Bezug auf die Daten

- Verkehrsdaten beschränken sich auf das mittlere tägliche Aufkommen des motorisierten Individualverkehrs (MIV) ohne Differenzierungen der Fahrzeugarten. Dies bedingt eine makroskopische Betrachtung mit einer zeitlichen Auflösung von ein oder mehreren Jahren. Die makroskopische Ebene wird aber durch tiefergehende Teilauswertungen spezifischer Unfallsituationen ergänzt.
- Verhaltensdaten der Verkehrsteilnehmenden stehen nicht zur Verfügung. Der Einfluss des Verhaltens auf das Unfallgeschehen wird deshalb über Analogieschlüsse hergeleitet (z. B. hohe Unfallschwere bei MIV-Beteiligung deutet auf hohe Geschwindigkeiten hin) und/oder über Annahmen von Experten festgelegt.
- Infrastrukturdaten stellen eine Augenblicksbetrachtung dar. Veränderungen der Infrastruktur geschehen laufend, werden aber nicht immer nachvollziehbar dokumentiert. Diese Tatsache muss bei der Interpretation der Analyseergebnisse berücksichtigt werden. Möglichst umfangreiche Datenkollektive sorgen dafür, dass der Einfluss von Ungenauigkeiten in den erhobenen Daten auf das Gesamtergebnis verringert wird.
- Die Qualität der analysierten Datensätze ist abhängig von der Genauigkeit ihrer Erhebung und Weiterbearbeitung. Die Datenqualität der Unfälle ist zum Beispiel abhängig:
 - von der externen Genauigkeit aufgrund der geo-referenzierten Lokalisierung der Unfälle vor Ort aber auch
 - der internen Genauigkeit aufgrund der räumlichen Unfallreferenzierung auf Elemente des Strassennetzes.

in Bezug auf die Massnahmenansätze

- Die dokumentierten Massnahmenansätze stellen eine zielgerichtete Auswahl dar. Eine erschöpfende Übersicht national und international bekannter Massnahmen ist selbst für den Bereich der Infrastruktur kaum möglich und hier nicht angedacht. Es wird in diesem Zusammenhang auf die Veröffentlichungen der bfu verwiesen. Die Auslegung der Auffälligkeiten und Sicherheitsdefizite aus der verknüpften Unfallanalyse im vorliegenden Bericht stellen aber eine umfassende Grundlage für externe Argumentationen zu weiteren Massnahmenansätzen dar.
- Von der Begleitkommission dieses Forschungsprojekt wurde eine Erwartungshaltung hinsichtlich innovativer Massnahmenansätze geäussert. Diese kann nur bedingt erfüllt werden. Ein Grossteil der in der Literatur dokumentierten (auch innovativen) Massnahmen wurden bereits in anderen Forschungsprojekten bezüglich ihrer Umsetzbarkeit und Effizienz in der Schweiz diskutiert, teilweise aber (noch) nicht umgesetzt. Es mangelt somit eher an den Umsetzungsmöglichkeiten als an der Kenntnis innovativer Massnahmen.
- Die Massnahmenbewertung erfolgt im besten Fall über Vorher-Nachher-Vergleiche. Umsetzungsmöglichkeiten sind aber in der Praxis eingeschränkt und der Aufwand ist vergleichsweise hoch. Innovative Massnahmen können somit meist nur auf Basis der Literatur bewertet werden.
- Es stellt sich die Frage der Übertragbarkeit der Ergebnisse. Dies besitzt eine besondere Relevanz in einem Land mit sehr hohem Sicherheitsniveau wie der

Schweiz. Analysen zu Massnahmenwirksamkeiten aus anderen Ländern mit ungünstigeren Sicherheitsniveaus überschätzen u. U. den Nutzen in Bezug auf eine Schweizer Umsetzung.

2 Daten

2.1 Einleitung

Die Grundlagen für die empirischen Analysen im vorliegenden Projekt bestehen aus:

1. Datensätzen, die bereits in Phase 1 des Forschungspakets zusammengestellt und aufbereitet wurden sowie
2. ergänzenden und aktualisierten Datensätzen.

Eine ausführliche Dokumentation der Daten und Einschränkungen der Datenqualität findet sich in den Berichten der Phase 1 des Forschungspakets (siehe [272] und [277]).

In den folgenden Kapiteln werden sämtliche Datengrundlagen dokumentiert, die in den Analysen der Phase 2 verwendet werden.

Die Analysenetze umfassen die vollständigen Strassennetze der drei Kantone Bern, Basel-Stadt und Zürich sowie die Hauptachsen der Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes. Es wird angenommen, dass diese Auswahl einen ausgewogenen Kompromiss darstellt, zwischen:

- Datenumfang bzw. Aufbereitungsaufwand (Aufwand für ganze Schweiz wäre zu gross) und
- der Repräsentativität der Analysenetze (Ergebnisse sollen für die ganze Schweiz gültig sein).

2.2 Unfalldaten

Die wesentliche Grundlage der Unfallanalysen stellen die polizeilich erhobenen Unfalldaten aus dem Strassenverkehrsunfallregister (VU) im Zeitraum vom 01.01.2009 bis 31.12.2014 auf den Analysenetzen dar. Die Untersuchung berücksichtigt sowohl Unfälle mit Personenschaden $U_{(G+SV+LV)}$ als auch Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden $U_{(SS)}$.

Die Unfalldaten im VU sind in die drei Ebenen Unfall, (beteiligte) Objekte und (betroffene) Personen gegliedert. Es werden Unfallattribute aus allen drei Ebenen berücksichtigt. Dafür werden die Unfallattribute der Ebenen Objekt und Person auf die Ebene Unfall übertragen.

In Tab.1 sind die Unfallattribute auf der Ebene Unfall dokumentiert.

Tab.1 Unfallattribute aus dem VU auf der Ebene „Unfall“

Attribut	Ausprägung / Aggregation in Analyse
Datum	Monat [Januar, Februar, ..., Dezember]
Wochentag	[Montag, Dienstag, ..., Sonntag]
Uhrzeit	Stundengruppen [0-6, 6-9, 9-12, 12-16, 16-19, 19-24]
Unfalltyp	Unfalltypengruppen (UTG) [0, 1, 2, ..., 9, 00], (Definition siehe Glossar und [278]) Unfalltyp (UT) für Einzelfallanalysen (Definition siehe [278])
Hauptursache	Ursachengruppen (sechs Gruppen und 23 Untergruppen, siehe Abb.II.4 im Anhang und [279]) Ursachen für Einzelfallanalysen
innerorts / ausserorts	innerorts [ja, nein]
x-y-Koordinaten	Grundlage für die Unfallreferenzierung auf das Analysenetz
Total Objekte	Anzahl Objekte [1, 2, >2]
Anzahl Tote (G),	Unfallschwerekategorie (Definition über schwerste Folge)

Schwerverletzte (SV), Leichtverletzte (LV)	Unfälle mit schwerem Personenschaden $U_{(G+SV)}$ / Unfälle mit leichtem Personenschaden $U_{(LV)}$ / Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden $U_{(SS)}$
Strassenart Zusatz	[Einfahrt AB/AS, Ausfahrt AB/AS, Rampe in Verzweigung, Einbahnstrasse, andere]
Verkehrsbedingungen	[schwach, rege, stark, stockende Kolonne, stehende Kolonne, andere]
Höchstgeschwindigkeit	Geschwindigkeitsgruppen [≤ 30 , 31-50, 51-80, 81-100, >100] (km/h)
Unfallstelle	[gerade Strecke, Kurve, Platz, Parkplatz + Rastplatz, Kreuzung + Einmündung, Kreisverkehrsplatz, andere]
Unfallstelle Zusatz	[Ein-/Ausfahrt Parkplatz/Liegenschaft, Einmündung Feldweg, Einmündung Fussweg, Einmündung Radweg, Pannestreifen, Streifen in der Fahrbahnmitte, Radweg, Radstreifen, Trottoir, Parkfeld, Verkehrsberuhigung, Schutzinsel, Fussgängerstreifen, Haltestelle, andere]
Strassenzustand	[trocken, feucht + nass, Schnee + Eis, andere]
Strassenzustand Zusatz	[ölig/schmierig, verschmutzt, Rollsplit/Sand, reduzierter Winterdienst, Schlaglöcher, Spurrinnen, andere]
Bahnübergang	[kein, unbewacht, nur Blinklicht, Blinklicht und Schranke, andere]
Witterung	[schön + bedeckt, Regen, Schneefall + vereisender Regen + Hagel, andere]
Witterung Zusatz	[starker Wind, Nebel, Sonnenblendung]
Verkehrsregelung	[keine, LSA in Betrieb, LSA gelbblinkend + LSA nicht in Betrieb, "Kreuzstich" in Betrieb, "Kreuzstich" nicht in Betrieb, Handzeichengebe, andere]
Lichtverhältnis	[Tag, Dämmerung, Nacht, unbekannt]
Sicht	[keine Beeinträchtigung, Sichtbehinderung, unbekannt]

In Tab.2 und Tab.3 sind die Unfallattribute auf den Ebenen Objekt und Personen aufgeführt. In den Analysen werden häufig die Attribute des „zuerst genannten“ Objekts (Hauptverursacher) oder Person (Lenkender) verwendet. Für die Darstellung von Unfallverteilungen über die Beteiligungsarten werden diejenigen der ersten beiden genannten Objekte (01 und 02) verwendet. Diese Objekte bestimmen massgeblich die dem Unfall zugrunde liegende Konfliktsituationen.

Tab.2 Unfallattribute aus dem VU auf der Ebene „Objekt“

Attribut	Ausprägung / Aggregation in Analyse
Fahrzeugart	[PW (PW+LI), SNF, MR, BUS (LBUS+RBUS), TRAM, Rf (FR+FR _e), Fg] Fahrzeugartengenaue Einteilung, Definitionen der Abkürzungen siehe Glossar
E-Bikes	Anteile an allen Velo-Unfällen (FR _e)
Anprall (auf Hindernis)	[Insel/Inselpfosten + Schild/Mast/Pfosten, Zaun/Geländer/Mauer, Baum, korrekt parkiertes Fahrzeug, Bahnschranke + steigende Böschung + fallende Böschung + andere, Tier]
Fahrzweck	Wirtschaftsverkehr [Taxi + Arbeitnehmertransport + öffentlicher Verkehr + Land, Forstwirtschaft + SDR-/ADR-Transport + Geschäftsverkehr + Gütertransport + Schulweg + Schülertransport + Kurierdienst] Freizeitverkehr [Freizeit/Einkauf + Ferien-/Tagesreise] Arbeitsweg Unbekannt
Führerausweis seit	Jahresgruppen [0-2, 3-5, 6-9, 10-19, ≥ 20]
Verdacht Alkohol	[nein, ja]
Verdacht Arzneimittel Verdacht Betäubungsmittel	[nein: weder noch, ja: mindestens eines von beiden zutreffend]

Tab.3 Unfallattribute aus dem VU auf der Ebene „Personen“

Attribut	Ausprägung / Aggregation in Analyse
Geschlecht	[männlich, weiblich, unbekannt]
Alter	Altersgruppen [0-13, 14-17, 18-24, 25-64, 65-79, ≥80]
Nationalität	[Schweizer, nicht Schweizer]
Wohnland	[Schweiz, ausserhalb Schweiz]

Folgende Einschränkungen sind hinsichtlich der Unfalldaten zu berücksichtigen:

- Eine umfassende Qualitätssicherung der Unfalldaten durch das ASTRA erfolgte erst ab dem Jahr 2011. Hierdurch ergeben sich Einschränkungen, welche bereits in Phase 1 thematisiert wurden. Davon sind aber einerseits die Kollektive der ausgewählten Analyse Kantone in geringerem Masse betroffen, andererseits wird dies durch die Analysemethodik berücksichtigt. Zum Beispiel erfolgt der Vergleich von Unfallteilkollektiven über den gesamten Zeitraum, wodurch die Dateneinschränkungen in den Vergleichskollektiven gleichermassen auftreten und sich gegenseitig neutralisieren.
- In den einzelnen Kantonen existiert ein unterschiedliches Vorgehen zur Erhebung der Unfalldaten. Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden $U_{(SS)}$ werden nicht in allen Kantonen in gleichem Umfang polizeilich festgehalten. Dies führt zu unterschiedlichen Anteilen der $U_{(SS)}$ am Gesamtunfallgeschehen (siehe auch [272]). Das gilt sowohl für die Analysenetze der Kantone, als auch für das Nationalstrassennetz. Diese Unterschiede können nur zum Teil über die Methodik der Analysen kompensiert werden (siehe Kapitel 3). Die kantonalen Unterschiede in der Erhebung der $U_{(SS)}$ sind deshalb bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen.
- Jeder Unfall wird vor Ort durch die aufnehmenden Polizeibeamten lokalisiert (z. B. über Adressangaben). Im Nachgang wird der Einzelunfall über eine geografische Koordinate verortet. Bei der nachträglichen Verortung können Ungenauigkeiten hinsichtlich des exakten Unfallorts entstehen. Darauf aufbauend erfolgen dann je nach Aufgabenstellung weitere geografische Zuordnungen auf die Analysenetze (Unfallreferenzierung). In der hier vorliegenden Untersuchung werden in einem iterativen Verfahren die Einzelunfälle vorrangig über die geografische Koordinate einem lokalen Netzbereich zugewiesen. In diesem Schritt können erneut Ungenauigkeiten hinsichtlich der Unfallverortung entstehen. Eine 100%ige Genauigkeit ist daher nicht zu gewährleisten. Dies wird über den vergleichsweise langen Analysezeitraum von sechs Jahren und den daraus folgenden umfangreichen Stichproben der Unfälle kompensiert. Das bedeutet im Umkehrschluss, dass bei kleinen Unfallteilkollektiven Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren sind.

2.3 Netzdaten

Mit Ausnahme des Nationalstrassennetzes stammen die Netzgrundlagen aus den Gesamtverkehrsmodellen (GVM) der Kantone. Diese GVM bieten netzweite Informationen mit einer hohen Auflösung. Zudem enthalten sie ein routenfähiges Netzknotensystem, welches zahlreiche Möglichkeiten hinsichtlich einer zielgerichteten Netzeinteilung ermöglicht. Die übrigen Informationsgrundlagen werden entweder direkt von den Tiefbauämtern der Kantone oder aus anderen Forschungsprojekten übernommen. Dadurch kann der Aufwand für die Datenaufbereitung reduziert werden.

Tab.4 Datengrundlagen Analysenetze der Kantone (Abbildung des Strassennetzes)

Netzbereich / Kanton	Datenquelle / Netzgrundlagen
Autobahnen & Autostrassen des Nationalstrassennetzes	Datengrundlage aus dem ASTRA-Projekt PURNA ([280], Achsen MISTRA Basissystem)
Kanton Basel-Stadt	Unterhaltsnetz Tiefbaumt Basel-Stadt
Kanton Bern	Gesamtverkehrsmodell GVM Kanton Bern (Netz Stand 2007, Aktualisierung 2012)
Kanton Zürich	Gesamtverkehrsmodell GVM Kanton Zürich (Netz Stand 2011)
Anlysekantone ZH / BE	Open Street Map (Quelle: www.openstreetmap.org):

Strassenachsen zur Abbildung von Erschliessungsstrassen und Anschlussknoten

1. Kategorie: „residential“ / „tertiary“ / „unclassified“

2. Kategorie: „track“ / „service“

Ergänzende Strukturdaten stammen aus den Geodatenätzen des Bundesamt für Raumentwicklung ARE sowie des Bundesamtes für Statistik BFS (siehe Tab.5). Diese Daten dienen als Grundlage für die Ableitung von Stellvertreter-Kenngrössen¹ zur Abbildung des Verkehrsaufkommens des Fuss- und Veloverkehrs. Zusätzlich werden Bauzonen-Polygone als Grundlage für die Ermittlung der Siedlungsgebietsflächen herangezogen.

Tab.5 Strukturdaten (Stellvertreter-Kenngrössen für Fuss- und Veloverkehr)

Art	Datenquelle / Strukturdaten
ÖV-Haltestellen	ÖV-Haltestellen-Punkte und ÖV-Güteklassen (ARE) (http://www.aren.admin.ch/themen/verkehr/00256/04271/index.html?lang=de)
Bevölkerungsdaten	Statistik der Bevölkerung und der Haushalte STATPO 2013 (BFS): Ständige Wohnbevölkerung
Wirtschaftsdaten	Statistik der Unternehmensstruktur STATENT 2012 (BFS): Arbeitsstätten Beschäftigte Vollzeitäquivalente
Bauzonen	Bauzonenstatistik Schweiz 2012 (ARE): (http://www.aren.admin.ch/themen/raumplanung/00236/04878/index.html?lang=de) Geodatenatz (Polygone) Einteilung in: Wohnzonen / Arbeitszonen / Mischzonen / Zentrumszonen / Zonen öffentlicher Nutzung / eingeschränkte Bauzonen / Tourismus- und Freizeitzone / Verkehrszonen innerhalb Bauzonen / weitere Bauzonen

2.4 Verkehrsdaten

Die Daten der Verkehrsbelastungen auf den Analysenetzen stammen ausschliesslich aus Verkehrsnachfragemodellen, die anhand von Zählstellen kalibriert werden. Ein Vorteil dieser Daten ist deren flächendeckende Verfüg- und Vergleichbarkeit. Ein Nachteil liegt in einer gewissen Unschärfe bei der zugrundeliegenden Abschätzung der Verkehrsbelastungen in den „Randbereichen“ (Netzbereiche mit sehr hoher bzw. sehr niedriger Verkehrsbelastung). In solchen Netzbereichen werden die tatsächlichen Verkehrsstärken erfahrungsgemäss tendenziell über- oder unterschätzt.

Für die vorliegende Untersuchung werden Werte des auf ein Jahr bezogen durchschnittlichen Tagesverkehrs (DTV) verwendet. Grund hierfür ist die Betrachtung des gesamten Unfallgeschehens über alle Wochentage hinweg (Montag bis Sonntag). Liegen nur DWV-Werte vor, werden diese anhand von globalen Faktoren auf den DTV umgerechnet (siehe auch [272]).

Tab.6 Datengrundlage Verkehrsaufkommen

Netzbereich / Kanton	Datenquelle	Verkehrsdaten
Autobahnen & Autostrassen des Nationalstrassennetzes	Bundesweites UVEK-Verkehrsmodell des ARE, Stand 2005 (inklusive Hochrechnung DTV-Werte auf Stand 2010)	DTV _{MIV} Schwerverkehrsanteil

¹ Für den Fuss- und Veloverkehr liegen nur selten verwertbare Verkehrsdaten vor. Deshalb werden so genannte Stellvertreter-Kenngrössen ausgewählt, um indirekt durch die Ausprägung dieser Kenngrössen eine Abschätzung des Fuss- und Veloverkehrs abzuleiten (z.B. Bevölkerungsdichte, Arbeitsplatzdichte → je höher, umso mehr Fuss- und Veloverkehr ist zu erwarten).

Kanton Basel-Stadt	Gesamtverkehrsmodell GVM Basel Stadt, Stand 2010	DWV / DTV zu PW / Lieferwagen / SNF DWV Velo Anzahl Fussgänger Zu-/Abgang ÖV (keine Umlegung)
Kanton Bern	Gesamtverkehrsmodell GVM Kanton Bern, Stand 2012	DWV zu MIV inklusive Schwerverkehrsanteil Kapazität MIV
Kanton Zürich	Gesamtverkehrsmodell GVM Kanton Zürich, Stand 2011	DTV zu MIV inklusive Schwerverkehrsanteil Kapazität MIV ÖV-Personenkilometer

2.5 Infrastruktur- und Signalisationsdaten

Daten zur Gestaltung und dem Betrieb der Strasseninfrastruktur stammen aus unterschiedlichen Quellen. Hierzu gehören kantonale GIS-Datenbanken (z. B. LOGO), die GVMs aber auch eigene Erhebungen aus Luftbildern und Befahrungsdaten.

Tab.7 *Datengrundlagen Infrastruktur (Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes)*

Datenquelle	Daten (Attribute)
ASTRA Projekt PURNA Daten aus MISTRA-Basissystem, TRASSEE, KUBA und Berechnungen der Projektbearbeiter	Unterteilung der Hauptfahrbahnen in äquidistante 20m-Abschnitte: [offene Strecke, Brücke (> 50 m), Tunnel oder Galerie (> 200 m)] Anzahl Fahrstreifen Tempolimit Radius Längs- / Querneigung Zustand Fahrbahnoberfläche Index [0, 2, 3, 4] (Durchschnittswerte 2009-2013)
eigene Erhebungen aus Luftbildern	räumliche Abgrenzung Anschlüsse (Beginn Ausfahrt bis Ende Einfahrt)

Tab.8 *Datengrundlagen Infrastruktur (Kanton Bern)*

Datenquelle	Daten (Attribute)
GVM Kt. Bern	Strassentypisierung [AB, AS, Hauptstrasse, Verbindungsstrasse, lokale Verbindungsstrasse, Sammelstrasse, Erschliessungsstrasse] Einbahnstrasse Knoten: [LSA, Fussgänger-LSA, Kreisel]
LOGO-Datensätze	<i>Kantonsstrassen:</i> Fahrbahnbreite Strassentypisierung [kantonale Autobahn, Hauptverkehrsstrasse, regionale Verbindungsstrasse, lokale Verbindungsstrasse, Rampen] Breiten von Verkehrsanlagen links / rechts neben der Fahrbahn Fahrbahnquerschnitt [FB mit Mittellinie, FB mit asymmetrischer Mittellinie, Kernfahrbahn, FB mit Abbiege-/Mehrzweckstreifen] Radverkehrsanlagen [Radstreifen, Radweg (einseitig/beidseitig), getrennter Rad-/Fussweg, gemeinsamer Rad-/Fussweg, Fussweg (Velos gestattet), Bus-/Radspur kombiniert] Index 2 (Längsebenheit) Index 3 (Querebenheit) Fiktive Wassertiefe Griffigkeit
Fussgängerstreifen-Datensatz	<i>nur ausgewählte Attribute:</i> Typisierung FGS [mit LSA, mit Mittelinsel gebaut, mit Mittelinsel markiert, ohne Markierung (kein FGS nur Übergang), ohne Mittelinsel, mit Mittelinsel durch Pfosten] Anzahl Fahrstreifen je Fahrtrichtung Sichtweite auf FGS je Fahrtrichtung

	Sichtweite auf Warteflächen (in 0,5 m Entfernung zum Fahrbahnrand) linke und rechte Fahrbahnseite
	Tempolimit
	ÖV-Haltestellentyp [Busbucht / Fahrbahnrand]
eigene Berechnung	Längsneigung
	Kurvigkeit
	Radius (alle 10 m basierend auf drei Punkten im Abstand von 10 m)

Tab.9 Datengrundlagen Infrastruktur (Kanton Basel-Stadt)

Datenquelle	Daten (Attribute)
Unterhalts-Datenbank Tiefbaunt Kt. Basel-Stadt	Tempolimit Fahrbahnbreite Anzahl Fahrstreifen Einbahnstrasse bauliche Mitteltrennung Tram vorhanden / ÖV-Fahrstreifen Radweg oder Radstreifen Touristische Bedeutung [keine, mittel, hoch, besonders hoch] Wirtschaftliche Bedeutung [wenig, mittel, hoch, sehr hoch, extrem hoch]
manuelle Erhebungen aus Luftbildern	<i>Validierung/Anpassung Daten aus Datenbank (soweit möglich):</i> Knoten [Kreuzung/Einmündung ohne LSA, Kreuzung/Einmündung mit LSA, Kreisel, grosse Plätze] Mittelinseln Tramführung [Mischverkehr, besonderer Bahnkörper, Seitenraum] Tram-Haltestelle [Fahrbahnrand, Mittellage] Parkieren am Fahrbahnrand [einseitig, beidseitig] Intensität geschäftliche Nutzung Vorhandensein zentraler Ziele vorrangig für den Langsamverkehr (z. B. Schule, Bahnhof)

Tab.10 Datengrundlagen Infrastruktur (Kanton Zürich)

Datenquelle	Daten (Attribute)
GVM Kt. Zürich	Strassentypisierung GVM v_0 Anzahl Fahrstreifen Einbahnstrasse Knotenform/Verkehrsregelung [LSA, Fussgänger-LSA, Rechtsvortritt, Kreisel, Verzweigung, LSA innerhalb Koordinierung]
LOGO-Datensatz	<i>Kantonsstrassen:</i> Fahrbahnbreite Breiten von Verkehrsanlagen links/rechts neben der Fahrbahn Radweg [einseitig, beidseitig] Radstreifen [einseitig, beidseitig] <i>Kreisverkehre Kantonsstrassen:</i> Breite Kreisfahrbahn Breite angehobener Innenkreisring Innendurchmesser Aussendurchmesser <i>LSA Kantonsstrassen:</i> Abschaltzeiten / Gelblinken LSA mit Blinkpfeil LSA mit Trixi-Spiegel LSA mit Rotlichtüberwachung
manuelle Nacherhebung Stadt Zürich (verkehrsorientierte Strassen)	Tempolimit Anzahl Fahrstreifen Parkieren [einseitig, beidseitig]

	Radweg [einseitig, beidseitig]
	Radstreifen [einseitig, beidseitig]
Fussgängerstreifen-Datensatz Stadt Zürich	<i>Lokalisierung</i> Einbahnstrasse [ja/nein] Tram Trasse [ja/nein] Verkehrszone [T30 ja/nein] Tempolimit
Fussgängerstreifen-Datensatz Kantonsstrassen Zürich	<i>analog zu Tab.8 (Kanton Bern)</i>
eigene Berechnung	Längsneigung Kurvigkeit Radius (alle 10 m basierend auf drei Punkten im Abstand von 10 m)

2.6 Fahrzeuge

Fahrzeugdaten stammen aus dem Fahrzeug- und Fahrzeughalterregister MOFIS. Darin sind alle in der Schweiz sowie im Fürstentum Lichtenstein zugelassenen Fahrzeuge sowie Angaben zu den Fahrzeughaltern erfasst (u. a. Entzug Führerausweis, Verwarnungen, Anordnung von medizinischen Untersuchungen). Die aus diesem Datensatz verwendeten Attribute sind in Tab.11 dokumentiert.

Tab.11 Datengrundlagen Fahrzeuge

Datenquelle	Daten (Attribute)
MOFIS (nur für Unfälle aus 2011-2014)	Fahrzeugklasse Leistung [kw] Leergewicht [kg] Achszahl Inverkehrsetzungsdatum

2.7 Administrativmassnahmen

Das Register der Administrativmassnahmen ADMAS enthält alle Massnahmen, welche von schweizerischen oder liechtensteinischen Behörden im Strassenverkehr verfügt werden. Die aus diesem Datensatz verwendeten Attribute sowie eine TP2-M-spezifische Kategorisierung der ADMAS-Gründe sind in Tab.12 dokumentiert.

Tab.12 Datengrundlagen Administrativmassnahmen

Datenquelle	Daten (Attribute)
ADMAS (nur für Unfälle aus 2011-2014)	Anzahl Massnahmen im gesamten Zeitraum Anzahl Gründe für Massnahmen nach Kategorien ADMAS TP2-M: <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Fahrfehler“ [Unaufmerksamkeit, Missachtung der Vorfahrt, Nichtbeachten von Signalen, Überholen, Anderer Fahrfehler, Ungenügender Abstand, Ablenkung/Nebentätigkeit] ▪ „Fahren unter Einfluss“ [Angetrunkenheit, Alkoholabhängigkeit/ Missbrauch, Vereitlung Blutprobe, Drogeneinfluss, Drogensucht, Vereitlung, Atemprobe, Vereitelung Drogenschnelltest, Fahrnfähigkeit (Medikamente)] ▪ „Bewusste Missachtung“ [Fahren ohne Ausweis, Fahren trotz Entzug, Lernfahrt ohne Begleitung, Pflichtwidriges Verhalten bei Unfall, Missachten von Auflagen, Nichtbestehen der Prüfung, Entwendung zum Gebrauch, Umgehung der Zuständigkeit] ▪ „Geschwindigkeit“ [Geschwindigkeit] ▪ „Fahrzeug“ [Unerlaubte Fahrzeugänderung, Nichtbetriebsberechtigtes Fahrzeug] ▪ „Übermüdung“ [Übermüdung / Sekundenschlaf]

-
- „Sonstiges“ [Nichteignung Charakter, Nichteignung (psychisch/leistungsfähig), Nichteignung (Krankheit/Gebrechen), Annullierung Führerausweis auf Probe, Andere Gründe]
-

2.8 Wetter

Wetterdaten werden aus dem COSMO-2-Modell von Meteo Schweiz abgeleitet. Darin sind schweizweite Prognosedaten zum Klima enthalten. Die aus diesem Datensatz verwendeten Attribute sind in Tab.13 dokumentiert. Weiterführende Erläuterungen finden sich im Bericht zu TP-4 des VeSPA-Forschungspakets ([274]).

Tab.13 Datengrundlagen Wetter

Datenquelle	Daten (Attribute)
COSMO-2 (nur für Unfälle aus 2011-2014)	Taupunkttemperatur 2 m über dem Grund [°C] (Stundenwert; Tages-Minimal-, Maximal- und Mittelwert) Niederschlagsmenge – gesamt [mm] (Stundenwert und Tagesmittelwert) Niederschlagsmenge – nur Schnee [mm] (Stundenwert und Tagesmittelwert) Schneehöhe [cm] (Stundenwert und Tagesmittelwert)

3 Methodik

3.1 Einleitung & Ziel

Die Aufbereitung der Daten baut ebenfalls auf den in der Phase 1 erstellten Analysenetzen der Kantone Basel-Stadt, Bern und Zürich auf (siehe [272]). Diese werden mit ergänzenden oder neueren Daten aktualisiert, erweitert (z. B. Siedlungsgebiete) und zusätzlich validiert. Das Nationalstrassennetz (Hauptachsen der Autobahnen und Autostrassen) wird aus einem ASTRA-internen Projekt (PURNA [280]) übernommen und weiter bearbeitet.

Es werden im Folgenden zusätzliche Arbeitsschritte dokumentiert, welche über die Arbeiten in Phase 1 hinausgehen.

Ziel der Datenaufbereitung ist die Bereitstellung von auswertbaren Teilnetzen (→ Netzbereiche) für verschiedene Strasseninfrastrukturbereiche sowie eines mit den Netzbereichen verknüpften Unfalldatensatzes (siehe Tab.14).

Tab.14 aufbereitete und auswertbare Datensätze (Unfälle und Netzbereiche)

Datensatz	Räumlicher Bezug	Analyseebene	Umfang
Unfälle	Punkt	Unfall inklusive Objekt- und Personenattribute, welche auf Ebene Unfälle aggregiert sind	Gesamtschweiz (2009-2014)
Strecken	Linie	Hauptachsen Autobahnen und Autostrassen	Gesamtschweiz (Nationalstrassennetz)
		Klassifiziertes Strassennetz ausserorts (aOvN) Verkehrsorientiertes Strassennetz innerorts (iOvN)	Kt. BS / BE / ZH
Knoten	Punkt	Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA (VF) Kreuzungen und Einmündungen mit LSA (LSA) Kreisverkehrsplätze (→ Kreisel) (KVP) <i>Es werden nur Knoten mit mind. drei Armen aus dem verkehrsorientierten Netz betrachtet. Alle anderen Knoten sind Bestandteil der Strecken (untergeordnete Knoten, Anschlussknoten).</i>	Kt. BS / BE / ZH
		Siedlungsgebiete	Flächen mit Bebauung und siedlungsorientierten Strecken innerorts (SG)
Fussgängerstreifen	Punkt	Fussgängerstreifen auf Strecken und in Knotenamen verkehrsorientierter Strassen (FGS)	Kt. BE / ZH

Eine grafische Darstellung der Netzeinteilung findet sich in Abb.1.

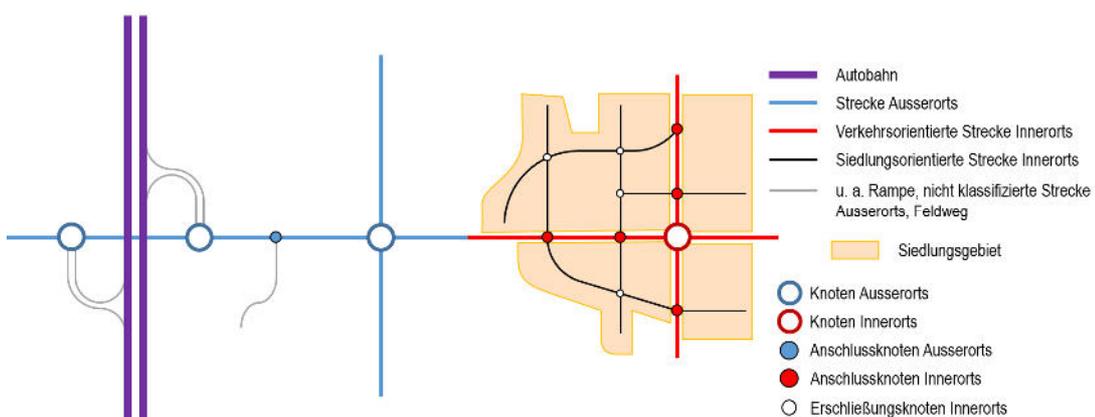


Abb.1 Netzeinteilung der Analysenetze

In Abb.2 ist eine Übersicht dokumentiert, in der die Analyseschritte und die zugehörigen Kapitel (in Bezug auf Methodikbeschreibung und Ergebnisdokumentation) aufgelistet sind.

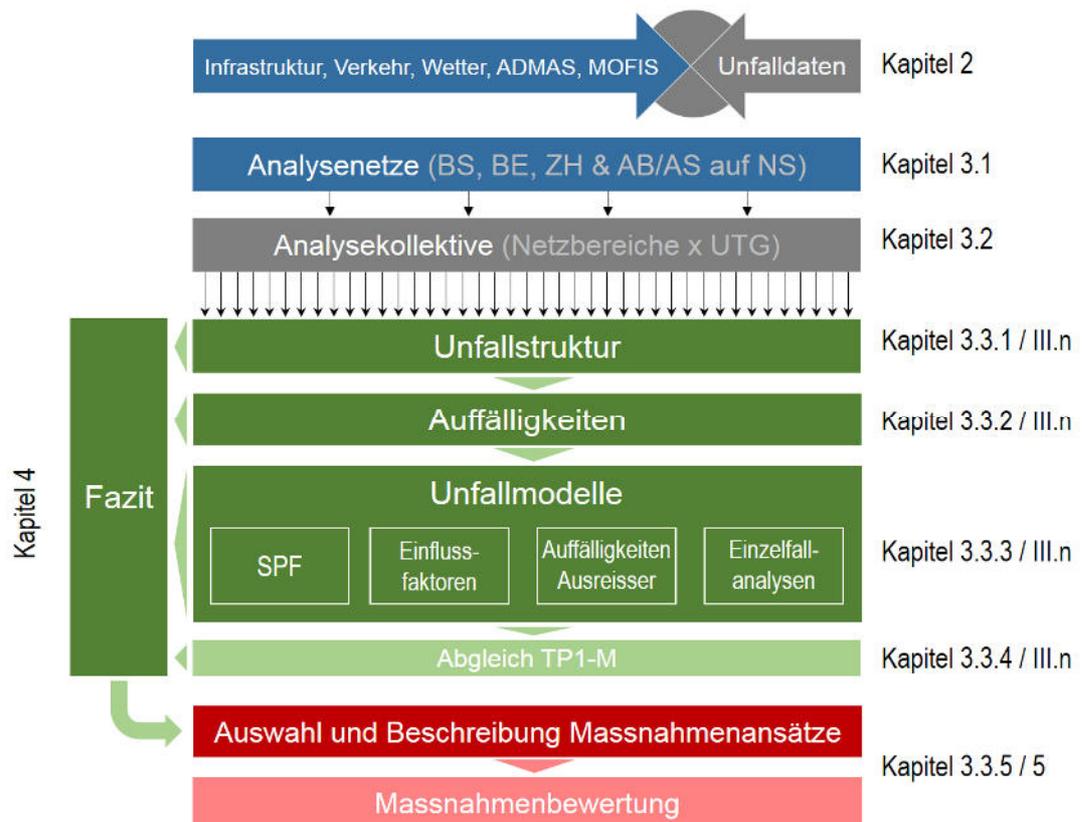


Abb.2 Übersicht Daten- und Analysekonzept TP2-M

3.2 Datenaufbereitung und Netzeinteilung

3.2.1 Aktualisierung und Ergänzung der Analysenetze

In Ergänzung zu Phase 1 des VeSPA-Forschungspakets werden folgende Arbeitsschritte bei der Aufbereitung der Analysenetze vorgenommen:

- Die Daten der Gesamtverkehrsmodelle (GVM) in den Kantonen Basel-Stadt und Bern werden neu aufbereitet (Aktualisierung Verkehrsdaten, Ergänzung Daten zum Aufkommen des Fuss- und Veloverkehrs in Basel-Stadt).
- Auf Basis der Bebauungszonenlayer sowie der als siedlungsorientiert klassifizierten Innerortsstrecken werden Siedlungsgebiete abgegrenzt und mit Strukturdaten versorgt (u. a. Strassennetzlänge, Fläche, Anteile Nutzungen).
- Den Knoten, die aufgrund der differenzierten Einteilung des GVM-Netzes aus mehreren Teilknoten bestehen, wird jeweils ein Schwerpunkt aus den Radienkreisen der Teilknoten zugewiesen. Um diesen Schwerpunkt wird das Knotenpolygon mit einem Radius von 50 m erstellt. Knotenarme werden innerorts nach verkehrs- und siedlungsorientierten Strecken unterschieden.
- Knoten mit mindestens drei Armen, welche eine Trennung oder Zusammenführung von Fahrstreifen darstellen (z. B. Beschleunigungsstreifen oder physische Trennung von Fahrstreifen bzw. Fahrbahnachsen bei Mittelinseln), werden manuell aus dem Analysedatensatz der Knoten entfernt.
- Anschlussknoten werden anhand der Zu- und Ausfahrten des siedlungsorientierten Netzes ermittelt. Hierfür werden zwei Kategorien von Strassen aus dem OSM-Netz verwendet (siehe Tab.4).

- Strecke, Knoten und Siedlungsgebiete werden mit sozio-ökonomischen und politisch-administrativen Daten aus den Hektaren angereichert (siehe ergänzende Erläuterungen im Kapitel I.1 im Anhang).
- Fussgängerstreifen werden als Punkte in den Analysenetzen verortet und auf die Streckenachsen und Knotenpunkte referenziert (Möglichkeit der Übertragung ausgewählter Strecken- oder Knotenattribute auf die FGS).
- Die Ausserortsstrecken im Kanton Bern werden mit Daten zum Zustand der Fahrbahnoberfläche angereichert:
 - Griffigkeit: niedrigster Wert und längengewichteter Mittelwert je Segment
 - Theoretische Wassertiefe (Querebenheit): höchster Wert und längengewichteter Mittelwert je Segment
 - Längsebenheit: höchster Wert und längengewichteter Mittelwert je Segment
- Geodaten der ÖV-Haltestellen des ARE werden auf Strecken und Knoten des Analysenetzes referenziert (siehe ergänzende Erläuterungen im Kapitel I.2 im Anhang).
- Die Aufbereitung der Wetterdaten wird um die Jahre 2013 und 2014 ergänzt. Ausserdem werden zusätzlich die Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden mit Wetterattributen angereichert. Der Unfalldatensatz erhält Stunden- und Tagesmittelwerten der Wetterzustände.
- Die Aggregation der Strecken zu homogenen Abschnitten wird verbessert, so dass längere Abschnitte mit vergleichsweise homogenen Attributen für die Analyse zur Verfügung stehen. Auf diese Weise wird der Einfluss sehr kurzer Streckenlängen reduziert und die Qualität der Analyseergebnisse verbessert.
- Ergänzend zu Kurvigkeit, Längsneigung und Hügeligkeit werden auf Basis der aggregierten Streckenabschnitte auch Kurvenradien ermittelt. Diese Werte stellen eine Abschätzung dar und sind ihrerseits die Grundlage für die Beurteilung der Relationstrassierung (Abfolge von Gerade und Kurven sowie Kurven mit unterschiedlichen Radien). Siehe hierzu auch Erläuterungen im Kapitel I.3 im Anhang.

3.2.2 Unfälle auf Netzebene

Unfälle werden auf Strecken, Knoten, Siedlungsgebiete und/oder Fussgängerstreifen referenziert. Hierbei werden räumliche (u. a. Korridorbreite um Strecken oder Radius um Knotenschwerpunkte) und inhaltliche (u. a. Angaben zum Strassentyp im Unfalldatensatz) Kriterien für die Referenzierung verwendet. Die Referenzierung erfolgt iterativ:

- Am Beginn steht eine sehr strenge Auslegung von Referenzierungskriterien (z. B. Unfall innerhalb eines engen Korridors um Strecken und Abgleich mit Fahrtrichtung, Strassentyp sowie weiteren Kriterien im Unfall- und Infrastrukturdatensatz).
- Anschliessend erfolgt die visuelle Überprüfung im GIS.
- Schliesslich werden die Referenzierungskriterien für bisher nicht oder falsch referenzierte Unfälle angepasst und erneut auf das Netz referenziert.

Unfälle sind mit Ausnahmen der Fussgängerstreifen immer nur einem Netzbereich zugewiesen. Für die Zuweisung der Unfälle an Knoten wird ein einheitlicher Radius von 50 m, an Fussgängerstreifen ein Radius von 5 m verwendet.

Jeder Unfall erhält eine Verlinkung zum referenzierten Netzbereich inklusive eines Abstandswertes (z. B. Entfernung zur Streckenachse). Für die Unfallmodellierung werden Unfallzahlen auf die Datensätze der Netzbereiche differenziert nach Unfallschwerekategorie, Unfalltypengruppe und Unfallbeteiligung aggregiert (siehe Tab.15).

Die Einteilung der Unfallkollektive für die Analyse orientiert sich an inhaltlichen Aspekten und ausreichend grossen Stichprobenumfängen. Sehr kleine Stichproben von Unfalltypengruppen werden entweder zu einem grösseren Teilkollektiv zusammengefasst oder nicht in die Auswertung einbezogen.

In der Auswertung werden Objekt- und Personenattribute des Unfalldatensatzes jeweils nur von den ersten beiden Unfallbeteiligten auf die Unfallebene übertragen. Der dem Unfall vorausgehende Konflikt wird massgeblich durch diese Objekte bestimmt.

Tab.15 Aggregationskonzept Unfälle auf Netzebene (Unfallkollektive)

	Schleuder-/ Selbstunfälle	Überholunfall, Fahrstreifen- wechsel	Auffahrunfall	Abbiegeunfall	Einbiegeunfall	Überqueren der Fahrbahn	Frontalkollision	Parkierunfall	Fussgänger- unfall	Tierunfall	Andere
AB / AS (NS)	0	1	2	-							
Strecken (aOvN)	0	Rest	2345				Rest				
Strecken (iOvN)	0	12	3	45	Rest		8	Rest			
Krzt./Einm. ohne LSA (VF)	0	12	3	45	-		8	-			
Krzt./Einm. mit LSA (LSA)	0	12	3	45	-		8	-			
Kreisel (KVP)	0	12	345			-		8	-		
Siedlungs- gebiete (SG)	0	-	345			-	7	8	-		
FGS	0	-	2	-				8	-		

Alle Unfallkollektive werden getrennt nach Unfällen mit Personenschaden $U_{(G+SV+LV)}$ und Unfällen mit ausschliesslich Sachschaden $U_{(SS)}$ aufbereitet (Ausnahme: Unfalltypengruppe 8 – Fussgängerunfälle).

Alle Unfallkollektive in **fett** (bzw. hellblau unterlegt) werden getrennt nach der Unfallbeteiligung MIV (motorisierter Individualverkehr) und Veloverkehr (mindestens ein Velo beteiligt) ausgewertet.

Die Zahlen und Farben in der Tabelle entsprechen den Codierungen der Unfalltypengruppen (siehe Glossar für Definitionen).

Es gilt zu berücksichtigen, dass:

- in den Streckenkollektiven innerorts und ausserorts (iOvN und aOvN) auch Knoten (Anschlussknoten siehe Abb.1) und damit Knotenunfälle enthalten sind,
- Knoten ausserorts und Knoten innerorts letztendlich gemeinsam analysiert werden, da einerseits das Kollektiv der Knoten ausserorts für isolierte Analysen nicht sehr gross ist und andererseits in der Modellierung häufig keine signifikanten Unterschiede zwischen den Unfallhäufigkeiten innerorts und ausserorts festgestellt werden konnten²,
- Siedlungsgebiete als Flächen analysiert werden (Fläche, Länge siedlungsorientierte Strecke und Anzahl Erschliessungs- sowie anliegende Anschlussknoten sind Attribute des Siedlungsgebiets),
- aufgrund der pragmatischen Abgrenzung verkehrsorientierter Strassen (Abschätzung aufgrund fehlender Datengrundlagen) in den Siedlungsgebieten mit hoher Wahrscheinlichkeit vereinzelt noch verkehrsorientierte Strassenabschnitte enthalten sind,
- Rampen an Anschlüssen zu Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes sowie nicht klassifizierte Strecken ausserorts nicht analysiert werden und
- in nahezu allen Netzbereichen auch die Unfälle an Fussgängerstreifen enthalten sind.

² Unabhängig davon werden signifikante Unterschiede zwischen Knoten Ausserorts und Innerorts immer in den Ergebnistabellen der Unfallmodelle im Anhang in Kapitel III dokumentiert.

3.3 Analysekonzept

Die Reihenfolge der im Folgenden beschriebenen Analyseschritte wird auch bei der Dokumentation in Kapitel 4 beibehalten.

3.3.1 Unfallstruktur

Die Unfallstruktur stellt eine deskriptive Auswertung des Unfallgeschehens in den einzelnen Netzbereichen dar. Das Unfallgeschehen wird hinsichtlich der Unfalltypengruppen, Verkehrsbeteiligungen und Konfliktgegner charakterisiert. Anhand von absoluten Häufigkeiten wird verdeutlicht, wo das meiste Potenzial für eine Reduktion der Unfallhäufigkeiten steckt (aus einer gesellschaftlichen beziehungsweise volkswirtschaftlichen Perspektive). Eine expositionsbereinigte Auswertung in Bezug auf den Modal Split ist nicht möglich, da keine Angaben zu einem netzbereichs-spezifischen Modal Split zur Verfügung stehen. Auf den Nationalstrassen wird beispielhaft die Aufteilung des DTV auf die Fahrzeugarten anhand von zwei Zählstellen den Unfallanteilen vergleichend gegenübergestellt.

Es wird zwischen Unfällen mit Personenschaden $U_{(G+SV+LV)}$ sowie Unfällen mit ausschliesslich Sachschaden $U_{(SS)}$ unterschieden. In der Darstellung zu den Konfliktgegnern werden die Unfallschwerekategorien anhand von Unfallkostensätzen gewichtet. Die Kostensätze stammen aus der Norm zum Road Safety Impact Assessment ([273]). Die Ergebnisse dieses Arbeitsschrittes finden sich jeweils am Anfang der Beschreibungen zu den Netzbereichen in Kapitel 4 und in Kapitel III im Anhang.

3.3.2 Auffälligkeiten

Die Auffälligkeiten verdeutlichen, welche Charakteristik das Unfallgeschehen innerhalb eines Netzbereichs aufweist (Beispiel: Die Unfalltypengruppe der Schleuder- und Selbstunfälle UTG 0 ist bei Dunkelheit auf Autobahnen auffällig, weil sich ein erhöhter Anteil an Unfällen dieser Unfalltypgruppe bei Dunkelheit auf Autobahnen im Vergleich zum gesamten Unfallkollektiv ereignet).

Um solche Auffälligkeiten zu identifizieren, werden die relativen Häufigkeitsverteilungen der zentralen Unfallattribute (siehe Kap. 2.2) innerhalb eines Netzbereichs mit den relativen Häufigkeitsverteilungen der gleichen Unfallattribute aller Analysenetze verglichen (Nationalstrassen sowie Analysenetze der Kantone Basel-Stadt, Bern und Zürich). Dabei wird zwischen den verschiedenen Unfalltypengruppen unterschieden und teilweise nach MIV und Veloverkehr differenziert. Statistisch signifikante Abweichungen³ zwischen den Häufigkeitsverteilungen im Netzbereich und im Gesamtnetz werden in Ergebnistabellen aufgelistet (siehe Kapitel III). Grundlage für diese Bewertung ist der Chi-Quadrat-Test. Abweichungen, welche aufgrund der Stichprobengrösse als nicht signifikant aber von Seiten der Bearbeiter als relevant eingestuft werden, sind in Klammern aufgeführt.

Für die Einordnung der Abweichungen bzw. Auffälligkeiten anhand von Zahlen dienen die Diagramme in Kapitel II im Anhang. Dort finden sich die Häufigkeitsverteilungen der Unfallattribute in Bezug auf die Analysenetze im Vergleich zum gesamtschweizerischen Unfallgeschehen. Daraus können ausserdem Schlussfolgerungen zur schweizweiten Repräsentativität der Analysenetze und zugehöriger Unfallkollektive gezogen werden.

3.3.3 Unfallmodelle

Für jeden Netzbereich und die gewählten Unfallteilkollektive (bestimmt über Fahrzeugart und Unfalltypengruppe, siehe auch Tab.15) werden anhand von Regressionsanalysen multikriterielle Unfallmodelle analog zur Methodik in Phase 1 ([272]) berechnet. Hierzu werden schrittweise zuerst die „typischen“ Expositionsgrössen des Unfallgeschehens

³ Statistische Signifikanz bedeutet nicht zwingend, dass die absolute Abweichung zahlenmässig besonders hoch ist.

berücksichtigt (u. a. DTV_{MIV} , Länge von Abschnitten, Anzahl Knotenarme, Stellvertretergrössen für Aufkommen des Fuss- und Veloverkehrs wie Bevölkerungsdichte oder ÖV-Haltestellendichte). Im Anschluss werden potenzielle Einflussfaktoren auf signifikante Zusammenhänge hin überprüft.

Im Rahmen des vorliegenden Projektes werden die Unfallmodelle vorrangig mit folgender Zielrichtung berechnet:

- Ermittlung von Safety Performance Funktionen (Zusammenhang Unfallhäufigkeit und Expositionsgrössen)
- Identifizierung von signifikanten Einflussgrössen (expositionsbereinigt)
- Berechnung von Abweichungsresiduen (Differenz Unfallhäufigkeit zum Erwartungswert des Unfallmodells), um Einzelbereiche als Ausreisser abzugrenzen⁴

Aus diesen Ergebnissen werden die folgenden Analyseschritte abgeleitet:

Safety Performance Funktionen (SPF) bzw. Dichtfunktionen der Unfalltypgruppen

Für die einzelnen Unfalltypengruppen werden Dichtfunktionen der erwarteten Unfallhäufigkeiten (und der damit verbundenen Unfallkosten) über die jeweiligen Expositionsgrössen (z. B. DTV^5) dargestellt. Daraus lässt sich ableiten, ob und wie stark bei zunehmender Exposition auch das Unfallgeschehen zunimmt. Die Funktionsverläufe der verschiedenen Unfalltypengruppen können dann für verschiedene Netzbereiche miteinander verglichen werden. Daraus lässt sich abschätzen, wie sich das Unfallgeschehen bei einer Veränderung der Verkehrsbelastung in den verschiedenen Netzbereichen verändern würde beziehungsweise welche Unfalltypgruppen bei welchen Belastungsbereichen das Unfallgeschehen dominieren.

Die Ergebnisse finden sich jeweils am Ende in den Kapiteln 4.n.

Signifikante Einflussgrössen

Im Rahmen der Entwicklung der Unfallmodelle werden jene Einflussgrössen identifiziert, die eine statistische Signifikanz aufweisen. Das heisst, für diese Einflussgrössen kann ausgeschlossen werden, dass ihr (positiver oder negativer) Zusammenhang mit dem Unfallgeschehen rein zufällig ist. Die resultierende Auswahl an statistisch signifikanten Einflussgrössen pro Netzbereich und Unfalltypgruppe wird in Form einer Übersicht in Kapitel III.n im Anhang dargestellt. Zusätzlich wird deren Effektrichtung im Hinblick auf das Unfallgeschehen indiziert (d. h. Einflussgrösse steht im Zusammenhang mit Unfallzunahme oder Unfallabnahme). Dies gibt auf einer übergeordneten Flughöhe bereits ein Indiz für die relevanten Einflussgrössen und deren Wirkungsrichtung auf das Unfallgeschehen.

Die Ergebnistabellen lassen sich folgendermassen interpretieren:

- Einflussgrössen in der Spalte mit der Überschrift „+“: Mit dem Vorhandensein der Einflussgrösse bzw. deren Anstieg (bei stetigen Variablen) werden im Vergleich höhere Unfallhäufigkeiten festgestellt.
- Einflussgrössen in der Spalte mit der Überschrift „-“: Mit dem Vorhandensein der Einflussgrösse bzw. deren Anstieg (bei stetigen Variablen) werden im Vergleich niedrigere Unfallhäufigkeiten festgestellt

⁴ Hier spielen vor allem die Ausreisser nach oben eine Rolle. Das sind diejenigen Abschnitte, welche eine überdurchschnittlich hohe Unfallhäufigkeit aufweisen.

⁵ Die Randbereiche (vor allem bei sehr kleinem DTV) sind mit Vorsicht zu interpretieren. Der DTV wird aus Verkehrsmodellen abgeleitet. Diese sind zwar weitestgehend kalibriert, es kommen aber auch sehr geringe bzw. nicht nachvollziehbare DTV vor. Damit können nur bedingt Aussagen zu typischen Einsatzgrenzen für Strassenverkehrsanlagen gemacht werden. Aus diesem Grund werden die Dichtfunktionen bis zum Nulldurchgang durchgezogen, da keine verlässliche untere Grenze auf Basis der zur Verfügung stehenden Daten abgeleitet werden kann.

Es kann aktuell keine abschliessende Aussage dazu getroffen werden, ob die jeweils signifikante Einflussgrösse auch im kausalen Zusammenhang mit dem Unfallgeschehen steht. Aus diesem Grund wird im Text anstatt von „Risiken“, von erhöhten oder niedrigeren Unfallhäufigkeiten gesprochen.

Auf eine ausführliche Dokumentation der Unfallmodelle analog zu Phase 1 wird hier verzichtet. Zentrale Gründe sind:

- die grosse Menge an Unfallmodellen (>100),
- die zahlreichen Modellierungsstufen aufgrund der Abdeckungsunterschiede, die aus den zur Verfügungen stehenden Variablen resultieren (siehe hierzu auch Kapitel 5.2.1 in Bericht zu Phase 1, [272]) und
- die „ungewollte“ Andeutung aussagekräftiger Modelle für die Unfallprognose. Aufgrund der Zielsetzung dieses Projektes und des Analyseumfangs werden die Modelle nur für eine grobe Abschätzung potenzielle signifikanter Einflussgrössen verwendet. Für die Verwendung dieser Modelle für Prognosezwecke zum Beispiel in den Infrastruktur-Sicherheitsinstrumenten bedarf es ergänzende Anpassungen und Weiterentwicklungen.

Auffälligkeiten der Ausreisser

Alle Einzelnetzbereiche (Streckenabschnitte, Knoten, etc.), die aufgrund ihrer Unfallhäufigkeit Ausreisser nach oben darstellen (also im Vergleich „unsicherer“ sind), werden in einem sogenannten «Ausreisser-Kollektiv» zusammengefasst. Die Häufigkeitsverteilungen der zentralen Unfallattribute dieses Ausreisser-Kollektivs werden dann mit den Häufigkeitsverteilungen der zentralen Unfallattribute der restlichen Netzabschnitte («Referenz-Kollektiv») verglichen. Das Ziel besteht in der Analyse signifikanter Unterschiede in den Häufigkeitsverteilungen zwischen beiden Kollektiven. Auffälligkeiten aus diesen Analysen deuten auf Sicherheitsdefizite hin, die eher an lokalen Schwerpunkten entlang der Analyseabschnitte auftreten. Im Gegensatz zur Analyse der Auffälligkeiten in Kapitel 3.3.2 wird hier nicht der Netzbereich als Ganzes gegenüber dem generellen Unfallgeschehen, sondern lokal auffällige Einzelabschnitte in Bezug auf Auffälligkeiten bewertet. Die Ergebnisse sind in den Kapiteln Kapitel III.n im Anhang dargestellt.

Einzelfallanalysen

Lokale Netzbereiche, wie zum Beispiel eine einzelner Abschnitt mit sehr starken Abweichungen⁶ zwischen erwarteter und beobachteter Unfallhäufigkeit, werden stichprobenhaft anhand von Luftbildern und Befahrungen im Sinne einer Situationsanalyse überprüft. In diesem Analyseschritt können potenzielle Sicherheitsdefizite identifiziert werden, welche aufgrund fehlender oder ungenügender Daten nicht über modellbasierte Analysen beurteilt werden können. Die Ergebnisse sind in den Kapiteln Kapitel III.n im Anhang dargestellt.

Abgleich mit dem Teilprojekt TP1-M

Die Charakterisierung der Netzbereiche wird mit den Resultaten des Teilprojekts TP1-M verglichen. Gemeinsamkeiten und auffällige Unterschiede in den Ergebnissen aus TP1-M und TP2-M werden aufgezeigt. Hierfür wird eine Rangfolge der häufigsten Risikokonstellationen aus TP1-M verwendet (siehe Kapitel III.n im Anhang).

Fazit

Auf Grundlage der vorhergehenden Analyseschritte werden die unterschiedenen Netzbereiche hinsichtlich der Analyseergebnisse charakterisiert. Hierzu wird ein Überblick zu den wichtigsten und als relevant eingeordneten Ergebnissen dokumentiert. Diese Ausführungen finden sich in Kapitel 4.

⁶ Die Abweichungen werden anhand der Pearsonresiduen bewertet. Ein Ausreisser liegt dann vor, wenn die Residuen ausserhalb des Konfidenzintervalls der Modellschätzung liegen.

3.3.4 Massnahmen

In Kapitel 5 werden aufbauend auf den Analyseergebnissen Massnahmen diskutiert. Hierzu werden Steckbriefe zu Massnahmenvorschlägen entwickelt, welche nach den folgenden Einflussbereichen unterteilt sind:

- ❖ Infrastruktur (**INF**) – Massnahmen zur Verbesserung der Gestaltung und Signalisation der Strasseninfrastruktur
- ❖ Kampagnen und Überwachung (**ÜW**) – Massnahmen aus den Bereichen Education und Enforcement
- ❖ Organisation (**ORG**) – Massnahmenansätze, welche generelle Ansätze z. B. in Bezug auf das Normenwesen oder die Organisation der Arbeit der Strasseneigentümer und anderer Akteure des Sicherheitsmanagements umfassen
- ❖ Fahrzeugtechnik (**FAS**) – Massnahmenansätze aus dem Bereich der Fahrzeugtechnik generell bzw. der Fahrerassistenzsysteme im Speziellen

Die Steckbriefe setzen sich aus den folgenden Informationen zusammen:

Tab.16 Bewertungskonzept Massnahmenansätze

Bereich Steckbrief	Erläuterung
Nummer und Massnahmenbezeichnung	Einordnung und Übersicht der Massnahmen
betroffene Unfallsituation	von der Massnahme potenziell adressiertes Teilkollektiv des Unfallgeschehens (z. B. Schleuder-/Selbstunfälle auf Autobahnen)
Hintergrund	Problemstellung auf Basis der Analyseergebnisse beziehungsweise der identifizierten Sicherheitsdefizite
Diskussion	Übersicht zum Stand der Forschung und Praxis aus der Literatur (als Ausgangspunkt für vertiefte Analyse und teilweise als Grundlage für Abschätzungen der Wirksamkeit)
Ansatz	Beschreibung des vorgeschlagenen Massnahmenansatzes
Potenzial	Umfang des potenziell adressierten, jährlichen Unfallkollektivs (polizeilich registrierten Unfälle, grobe Hochrechnung auf Gesamtschweiz, ohne Berücksichtigung der Dunkelziffer) Unfälle mit Personenschaden und ausschliesslich Sachschaden <i>Die Grundlagen bzw. Definitionen für die Massnahmenabschätzung finden sich im Anhang in Kapitel IV.5.</i>
Wirkungsbereich	Anteil der Unfälle in den Netzbereiche, welche von der Massnahmenumsetzung potenziell profitieren könnten (z. B. Anteil der Unfälle an Knoten mit Sicherheitsdefiziten und erhöhter Unfallhäufigkeit, welche im Rahmen eines Sonderprogramms saniert werden würden)
Wirksamkeit	Einsparpotenzial an Unfällen bei Umsetzung des Massnahmenansatzes (relativ [%] und absolut [U/a]; es werden vorrangig Unfälle mit Personenschaden bewertet)
Zeithorizont	Abschätzung der möglichen zeitlichen Umsetzung ausgehend von heute
Umsetzung	Hinweise zur praktischen Umsetzung des Massnahmenansatzes (teilweise auch in der Zeile „Ansatz“ enthalten)
Trends	Unter Umständen zu erwartende Trends, welche die Relevanz und Umsetzung der Massnahmen betreffen bzw. beeinflussen
Effizienz	qualitative und kategoriale Abschätzung der Wirksamkeit in Relation zum Aufwand für die Umsetzung
Bestehende Massnahmen	Bezug zu bereits in VESIPO und Via sicura dokumentierten Massnahmenansätzen

Die Bewertung der Massnahmenansätze erfolgt in den meisten Fällen anhand einer groben Abschätzung auf Basis der qualitativen und quantitativen Erkenntnisse aus der Literatur sowie der hier vorliegenden Analyseergebnisse. Sind Aussagen zu Massnahmenwirksamkeiten in der Literatur vorhanden, werden diese für Schweizer Verhältnisse angepasst. Es

werden in den meisten Fällen niedrigere Wirksamkeiten für Schweiz erwartet, da schon ein sehr hohes Sicherheitsniveau vorhanden ist. In Einzelfällen können Wirksamkeiten aus den ermittelten Unfallmodellen abgeleitet werden. Erläuterungen hierzu finden sich dann im Kapitel IV im Anhang.

Die bewerteten Massnahmenansätze werden in einer tabellarischen Übersicht in Kapitel 5.6 zusammengefasst und in drei Prioritätskategorien klassifiziert, um eine leichtere Strukturierung der Ansätze zu ermöglichen.

Weitere Massnahmenansätze, welche nicht vertieft behandelt und bewertet werden, sind im Kapitel 5.7 als Ideen skizziert. Damit sollen weitere Ausarbeitungen von Massnahmen initiiert oder Diskussionen angestossen werden.

4 Analyseergebnisse

4.1 Einordnung

In Abb.3 erfolgt eine Einordnung von Grösse und Relevanz der Unfallkollektive der jeweiligen Netzbereiche. Hierzu werden die Anteile der jeweiligen Unfalltypengruppen am gesamtschweizerischen Unfallgeschehen differenziert nach den einzelnen Netzbereichen dargestellt.

Die Anteile der Nationalstrassen beziehen sich auf das Gesamtunfallgeschehen auf Nationalstrassen der Schweiz. Die restlichen Anteile beziehen sich auf das Gesamtunfallgeschehen der betrachteten Analysenetze. Die kantonalen Netze der Analysestichprobe werden als weitestgehend repräsentativ für die Gesamtschweiz eingeschätzt (u. a. Verteilung innerörtliche und ausserörtliche Strassennetzbereiche). Dies kann in Bezug auf die einzelnen Unfallattribute im Anhang in Kapitel II nachgeprüft werden. Aus diesem Grund können die Anteile analog in Bezug auf das gesamtschweizerische Unfallgeschehen interpretiert werden (mit Ausnahmen, siehe folgender Absatz).

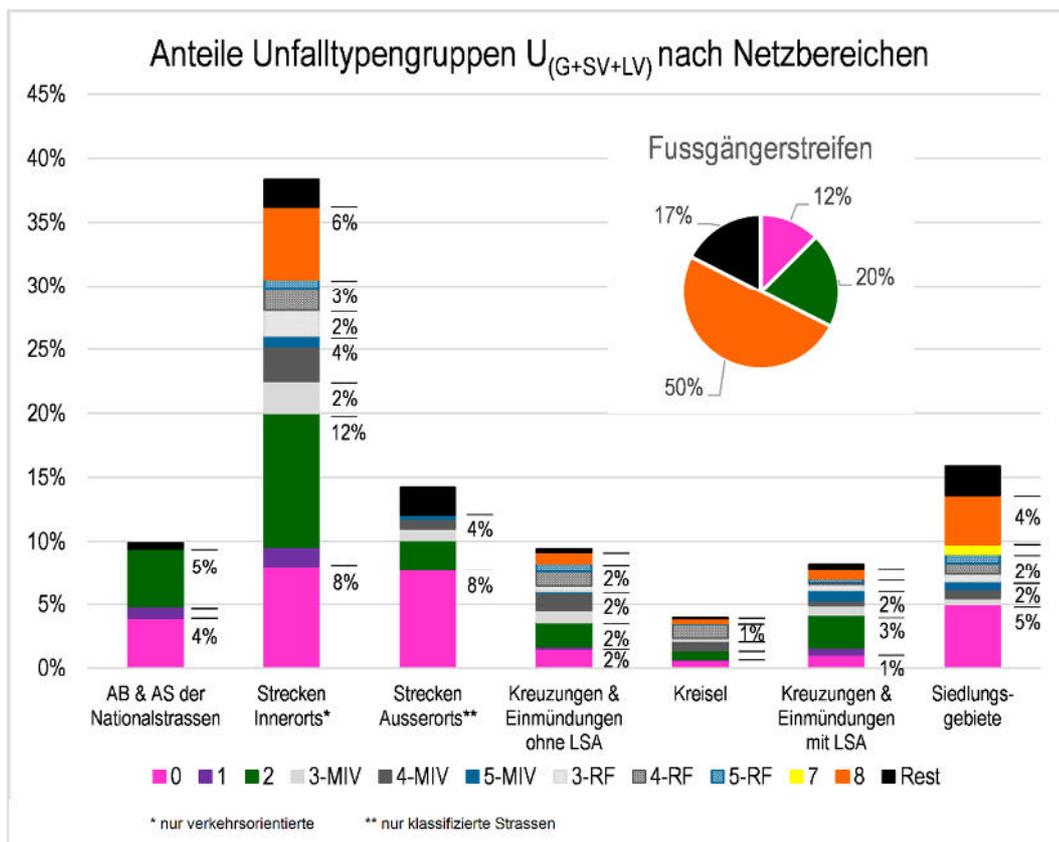


Abb.3 Abschätzung Anteile Unfalltypengruppen UTG am Gesamtunfallgeschehen der Unfälle mit Personenschaden $U_{(G+SV+LV)}$ der Schweiz (UTG mit einem Anteil von < 1% ohne Angabe der Prozente; Gesamtzahl der Unfälle $U_{(G+SV+LV)} = 112.530 / 6a$; Fussgängerstreifen sowie dessen Unfallanteile sind separat dargestellt, da diese auch in den anderen Unfallkollektiven enthalten sind)

Erwähnenswerte Unterschiede zwischen der Struktur des Unfallgeschehens der Analysenetze und in der Gesamtschweiz sind im Folgenden aufgelistet und sind bei der Interpretation der Analyseergebnisse zu berücksichtigen:

- Der Analysedatensatz wird anteilmässig stark durch das Unfallgeschehen auf Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes dominiert. Dadurch ergeben sich Abweichungen vor allem bei den Überholunfällen und Unfällen beim

Fahrstreifenwechsel (UTG 1) sowie den Auffahrunfällen (UTG 2). Weiterhin sind die folgenden Attribute betroffen: *Strassenart Zusatz* (u. a. Einfahrt Autobahn), *Strassenanlage Zusatz* (Baustellen, Brücken und Tunnel sind damit u. a. aus methodischen Gründen nur auf den Autobahnen auffällig⁷), *Verkehrsbedingungen*, *Höchstgeschwindigkeit* und *ADMAS-Kategorie Übermüdung*.

- Die Unterschiede bei den Unfallattributen *Hauptursachen* und *Verkehrsregelung* werden auf Erhebungsunterschiede bzw. bestimmte Tendenzen bei der polizeilichen Unfallaufnahme vor Ort zurückgeführt. Dies wird vor allem an dem hohen Anteil von „leeren Datensätzen“ (d. h. Polizei hat Feld nicht ausgefüllt) deutlich.
- Die zahlreichen Unterschiede bei Betrachtung der Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden ist eine Folge der unterschiedlichen Erhebungspraxis bei dieser Unfallschwerekategorie. Dieses Thema wurde bereits in der Phase 1 des VeSPA-Forschungspakets ausführlich thematisiert (siehe hierzu [272] und [277]). Die Analysenetze werden dominiert durch den Kanton Zürich, welcher mit die höchste Erhebungsquote dieser Unfallschwerekategorie in der gesamten Schweiz aufweist.

Eine weitere regionale Besonderheit zeigt sich beim Vergleich der deutschsprachigen Analyse Kantone mit ausgewählten Kantonen der Romandie (siehe Abb.II.16 im Anhang). Der Anteil der Unfälle mit Velobeteiligung ist in der Romandie nur halb so gross (rund 12 - 15%) wie in den Analyse Kantonen Bern, Basel-Stadt und Zürich. Dafür treten in den Kantonen der Analysekollektive nur rund zwei Drittel der Unfälle mit Motorradbeteiligung im Vergleich zu den ausgewählten Kantonen der Romandie auf (rund 32% - 42%).

⁷ Tatsächlich spielen diese Unfallattribute nur auf Autobahnen eine relevante Rolle (in Bezug auf den Umfang der Nennungen in polizeilichen Unfalldaten).

4.2 Autobahnen und Autostrassen im Nationalstrassennetz (NS)

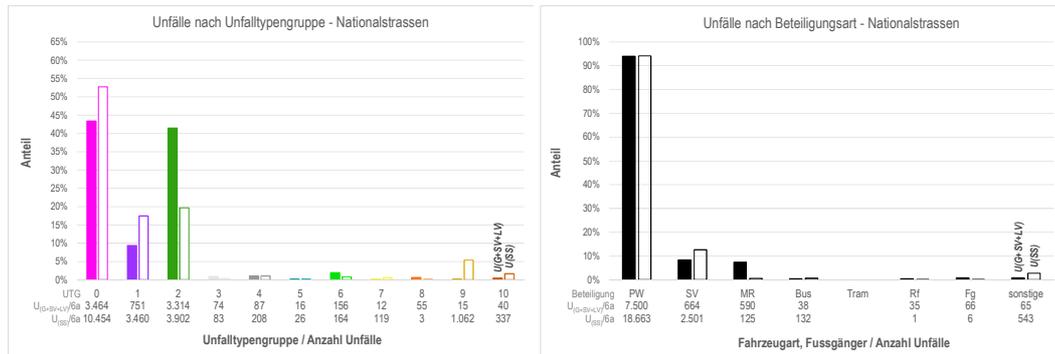


Abb.4 absolute und relative Verteilung der Unfalltypengruppen (links) und der Unfallbeteiligungen (rechts)⁸ auf Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes (ausgefüllte Balken beschreiben Unfälle mit Personenschaden, leere Balken beschreiben Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden, Unfälle nach Beteiligungsart ergeben zusammen >100% aufgrund von Doppelnennungen)

Die Grundlagen für die hier zusammengefassten Ergebnisse finden sich in Kapitel III.2 im Anhang).

UTG 0 – Schleuder- und Selbstunfälle

Die Schleuder- und Selbstunfälle stellen die massgebliche Unfallsituation mit den schwersten Unfallfolgen auf den Autobahnen bis zu einem DTV von 20.000 Fz/d dar (siehe Unfalldichtefunktionen in Abb.5). Dabei stehen die Alleinunfälle der Personenwagen im Vordergrund. Mehr als zwei Drittel der Kollisionen erfolgen beim Abkommen von der Fahrbahn und einer anschliessenden Kollision mit Hindernissen ausserhalb der Fahrbahn (Erläuterung hierzu siehe Tab.2 Unfallattribut „Anprall“).

Die Unfalltypengruppe 0 zeigt Auffälligkeiten im Vergleich zum gesamten Analysekollektiv

- in den Wintermonaten (Dezember bis Februar),
- am Wochenende,
- in den Abend- und Nachtstunden (19-6 Uhr) bzw. bei Dunkelheit (Attribut Lichtverhältnisse),
- bei nassem und glattem Strassenzustand (Auffälligkeit tritt gleichzeitig auch bei Regen und Schneefall auf) sowie bei Temperaturen um den Nullpunkt,
- bei Fahrzeuglenkern im Freizeitverkehr,
- in der Altersgruppe 18-24 Jahre,
- in tendenziell älteren Fahrzeugen,
- beim Fahren unter Einfluss von Alkohol sowie
- bei Fahrzeuglenkenden aus dem Ausland oder mit Migrationshintergrund (betrifft alle UTG auf Nationalstrassen)
- sowie bei Fahrzeuglenkenden mit Administrativmassnahmen aufgrund Missachtungen in den Bereichen Geschwindigkeit, Fahren unter Einfluss und Übermüdung.

Die Ergebnisse sind für die Unfälle mit Personen- und ausschliesslich Sachschaden deckungsgleich.

Erhöhte relative Häufigkeiten von Unfällen werden für Netzabschnitte

- auf der freien Strecke ausserhalb von Tunneln,

⁸ Die relativen Unfallanteile werden beispielhaft dem Durchschnitt des Modal Split aus den Zählstellen Wuerenlos (ZH) und Niederbipp (BE) der A1 in Bezug auf den DTV 2013 gegenüber gestellt (Anteil DTV / Anteil U_(G+SV+LV)): PW 91,3% / 88,2%; SNF 7,3% / 5,2%; MR 1,1% / 5,2%; Bus 0,3% / 0,2%; Rest unbek. / 1,2%. Die Unfallanteile beziehen sich auf die Hauptverursacher, da sonst kein Vergleich möglich ist.

- in engen Kurven (u. a. auch Rampen und Fahrbahnen in Autobahnkreuzen),
- auf Gefälle- und Steigungsstrecken (Gefällestrecken sind stärker auffällig als Steigungsstrecken) oder
- auf mehrstreifigen Richtungsfahrbahnen mit im Vergleich höheren Tempolimits festgestellt.

Es handelt sich dabei um eher niedrig verkehrsbelastete Abschnitte (degressiver Zusammenhang der Unfallhäufigkeit mit dem DTV, siehe Funktion für UTG 0 in Abb.5), welche zusätzlich einen im Vergleich geringen Schwerverkehrsanteil aufweisen.

Ausreisser sind Abschnitte mit zulässigen Höchstgeschwindigkeiten $\leq 80\text{km/h}$, in Kurven sowie in Gefälle- und Steigungsstrecken. Ausreisserabschnitte mit Unfällen bei Nässe sind ebenfalls auffällig (Hinweis auf entwässerungsschwache Zonen u. a. wegen ungünstig platzierter Querneigungswechsel).

In den Einzelfallbetrachtungen fallen Anschlüsse

- in Kurven,
- in Kurven in Kombination mit Gefälle- und Steigungsstrecken (v. a. bei Dunkelheit und Nässe aber nicht bei Schnee und Glatteis),
- auf eng trassierten Rampen sowie
- in Bereichen kurz vor und/oder entlang von Einfahrten auf.

UTG 1 – Fahrstreifenwechsel, Überholunfälle

Unfälle beim Fahrstreifenwechsel (Überholen spielt auf Autobahnen nur eine untergeordnete Rolle) stehen an dritter Stelle der Unfalltypengruppen auf Autobahnen und Autostrassen, führen aber vor allem zu leichteren Unfallfolgen (d. h. Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden). Bei den Verkehrsteilnehmenden spielt neben der Gruppe der Personenwagen vor allem der Schwerverkehr eine zentrale Rolle (>40%, bedeutendste UTG für Schwerverkehr über alle Netzbereiche hinweg). Die häufigste Kollisionsart ist mit rund 45% der Fahrstreifenwechsel nach rechts, gefolgt mit rund 20% vom Fahrstreifenwechsel nach links. Das können entweder Fahrstreifenwechsel im Bereich von Aus- und Einfahrten (Aus- oder Auffahren) oder Fahrstreifenwechsel beim Vorbeifahren an langsameren Fahrzeugen auf der freien Strecke sein. Im Vergleich weist die zuerst genannte Kollisionsart leicht schwerere Folgen auf.

Die Unfalltypengruppe 1 zeigt Auffälligkeiten

- an Wochentagen,
- im Zeitbereich 6-12 Uhr ($U_{(SS)}$) auch in den späten Spitzenstunden von 16-19 Uhr, d. h. bei sehr hohem temporärem Verkehrsaufkommen sinkt die Unfallschwere, was auch durch die Auffälligkeiten beim Unfallattribut Verkehrsbedingungen bestätigt wird),
- auf Brücken, in Baustellen, an Einfahrten und auf Rampen sowie
- bei Lenkenden des Wirtschaftsverkehrs (z. B. Güterverkehr), der mittleren Altersgruppe von 25-64 Jahren und mit Führerausweisen älter als zehn Jahre.

Auffällig im Zusammenhang mit der UTG 1 sind vor allen die Bereiche der Anschlussstellen (auch in Autobahnkreuzen) und dort vorrangig die Einfahrtbereiche (Bereiche um die Beschleunigungstreifen).

Besonders kritische Anschlussstellen befinden sich in Steigungsstrecken, Bereichen mit drei und mehr Fahrstreifen sowie in kurvigen Streckenabschnitten⁹. Es sind im Vergleich eher höher belastete Abschnitte betroffen. Strecken mit einem geringeren Schwerverkehrsanteil sind bei den Unfällen mit Personenschaden auffällig (Zunahme Schwerverkehrsanteil steht im Zusammenhang mit einer reduzierten Unfallhäufigkeit, siehe Tab. III.3 im Anhang). Im Gegensatz dazu sind Strecken mit einem höheren Schwerverkehrsanteil bei

⁹ Wie bei allen hier durchgeführten Analysen (mit Ausnahme der Einzelfallbetrachtungen) kann nicht abschliessend geklärt werden, ob diese Merkmale jeweils isoliert oder in Kombination auftreten.

den Unfällen mit ausschliesslich Sachschaden auffällig (Zunahme Schwerverkehrsanteil steht im Zusammenhang mit einer erhöhten Unfallhäufigkeit, siehe Tab. III.3 im Anhang).

Ausreisser stellen vor allem Abschnitte mit erhöhten Unfallbeteiligungen des Schwerverkehrs dar.

In den Einzelfallbetrachtungen fallen

- Einfahrten generell (vor allem bei Streckenabschnitten mit mehrstreifigen Fahrbahnen),
- Einfahrten in Steigungsstrecken,
- mehrstreifige Fahrbahnen generell (> 2 Fahrstreifen je Fahrtrichtung) sowie
- hohe Dichten von Anschlüssen (kurze Abstände Anschlüsse sowie kurze Verflechtungsbereiche) auf.

UTG 2 – Auffahrunfälle

Die Auffahrunfälle stellen die zweitbedeutendste Unfallsituation auf Nationalstrassen dar. Auf Abschnitten mit einem DTV von mehr als 25.000 Fz/d dominieren sie das Unfallgeschehen. Diese Unfalltypengruppe ist massgeblich durch die Beteiligung von Personenwagen bestimmt (unabhängig ob als Hauptverursacher oder als Opfer; andere Fahrzeugarten sind unterdurchschnittlich oft beteiligt). Die Kollisionsarten teilen sich jeweils zur Hälfte auf den Aufprall auf ein stehendes sowie den Aufprall auf ein fahrendes Fahrzeug auf.

Die Unfalltypengruppe 1 zeigt Auffälligkeiten

- bei Abschnitten mit hohem Auslastungsgrad bzw. vor allem in den Spitzenstunden an den Wochentagen Mittwoch bis Freitag,
- Tunnel- und Baustellenbereichen,
- Ausfahrten an Anschlüssen,
- bei Beteiligung von mehr als zwei Objekten (Verkehrsteilnehmende) sowie
- bei Lenkenden auf dem Arbeitsweg und in der Altersgruppe zwischen 25 und 64 Jahre.

Unterschiede in der Unfallschwere zeigen sich bei den Tempolimits. Unfälle mit Personenschaden sind bei $v_{zul} > 100\text{km/h}$ und Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden bei $80\text{km/h} < v_{zul} \leq 100\text{km/h}$ auffällig (→ Verschiebung der Unfallhäufigkeit hin zu leichteren Folgen).

Erhöhte relative Häufigkeiten von Unfällen sind für Abschnitte mit einem oder zwei Fahrstreifen je Fahrtrichtung (höhere Wahrscheinlichkeit für Überlastung), Anschluss- und Tunnelbereiche festzustellen. Nur bei den Unfällen mit ausschliesslich Sachschaden sind im Vergleich Strecken mit einer hohen Längsneigung auffällig.

Ausreisser stellen vor allem Abschnitte mit Unfällen am Wochenende, im Zeitbereich 12-19 Uhr, in Gefällestrecken (nur Personenschaden) sowie mit Lenkenden im Freizeitverkehr und Schweizern¹⁰ dar.

In den Einzelfallbetrachtungen sind Tunnel (mit Tendenz zu geringer sowie veralteter Ausstattung), Bereiche mit Kapazitätsengpässen (u. a. Zusammenführung von Autobahnen) sowie Abschnitte im Vorlauf zu und an Anschlussstellen auffällig (im Gegensatz zu UTG 1 dominieren hier die Ausfahrten).

¹⁰ Ansonsten weist das Unfallgeschehen auf AB/AS vorrangig Auffälligkeiten mit Ausländern auf.

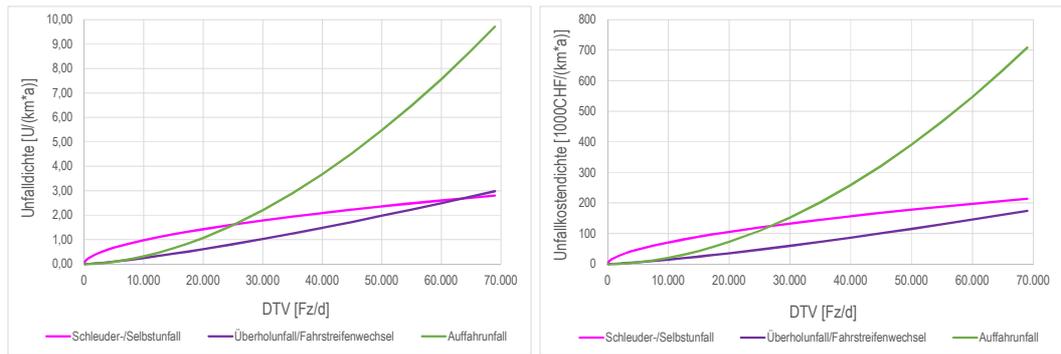


Abb.5 Unfalldichte- (links) und Unfallkostendichtefunktionen (rechts) für Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes für verschiedene Unfalltypgruppen

4.3 Strecken ausserorts (aOVN)

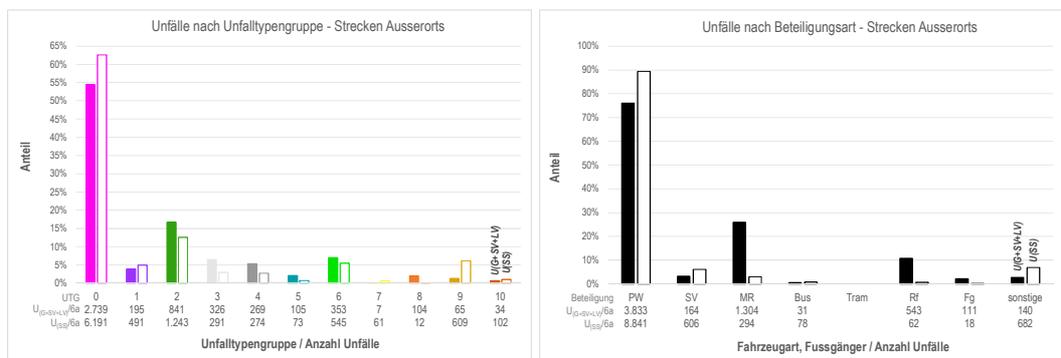


Abb.6 absolute und relative Verteilung der Unfalltypengruppen (links) und der Unfallbeteiligungen (rechts) auf Strecken ausserorts (ausgefüllte Balken beschreiben Unfälle mit Personenschaden, leere Balken beschreiben Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden, Unfälle nach Beteiligungsart ergeben zusammen >100% aufgrund von Doppelnennungen)

UTG 0 – Schleuder- und Selbstunfälle

Die UTG 0 stellt mit Abstand die bedeutendste Unfallsituation auf Ausserortsstrecken dar. Personenwagen sind die am häufigsten beteiligte Fahrzeugart. An zweiter Stelle rangieren die Motorräder mit ca. 30% bei den Unfällen mit Personenschaden. Velofahrende sind an 10% der Unfälle mit Personenschaden beteiligt. Zentrale Kollisionsart bei rund zwei Drittel der Unfälle ist das Abkommen von der Fahrbahn und die anschliessende Kollision mit einem Hindernis neben der Fahrbahn.

Die UTG 0 zeigt Auffälligkeiten

- in den Monaten Dezember bis Februar ($U_{(G+SV+LV)}$ auch Juni-August → Motorräder),
- am Wochenende,
- bei Unfällen in den Nachtstunden (19-6 Uhr) bzw. bei Dunkelheit,
- bei glatten Strassenzustand (analog auch bei Schneefall),
- in Gefälle und Steigungsstrecken (Gefälle häufiger) und
- Temperaturen um den Nullpunkt.

Es sind dabei vor allem Fahrzeuglenkende¹¹

- des Freizeitverkehrs,
- der Altersgruppe 18-24 Jahre,
- in tendenziell älteren Fahrzeugen,

¹¹ Auch wenn ein Zusammenhang zwischen den ersten vier genannten Charakteristiken vermutet werden könnte, so weist nur ein kleiner Anteil der Unfälle der Junglenker auf Ausserortsstrecken gleichzeitig die Attribute Freizeitverkehr, Fahren unter Alkohohl und Fahren in älteren Fahrzeugen (>10 Jahre) auf.

- beim Fahren unter Einfluss (neben Alkohol spielen hier auch Drogen eine – wenn auch kleine – Rolle),
- mit einem Führerausweis nicht älter als fünf Jahre,
- aus und wohnhaft in der Schweiz (betrifft alle UTG auf Ausserortsstrecken) sowie
- mit Administrativmassnahmen aufgrund Missachtungen in den Bereichen Geschwindigkeit, Fahren unter Einfluss und Übermüdung auffällig.

In Bezug auf die verhängten Administrativmassnahmen kann im Vergleich zu den anderen UTG hier eine Auffälligkeit hinsichtlich Wiederholungstätern festgestellt werden (nur Unfälle mit Personenschaden).

Erhöhte relative Häufigkeiten von Unfällen können bei der UTG 0 im Zusammenhang mit Abschnitten mit geringer Verkehrsbelastung, erhöhter Kurvigkeit und Hügeligkeit, engen Kurven (Kurvenradius kleiner 400 m), Defiziten in der Relationstrassierung (Abfolge Trassierungselemente) sowie in Steigungs- und Gefällestrecken (nur bei $U_{(SS)}$, Gefällestrecke auffälliger als Steigungstrecken) festgestellt werden. Positiv auf das Unfallgeschehen wirken sich geringe Fahrbahnbreiten (Indikator für geringere Geschwindigkeiten) sowie Fahrbahnen mit baulicher Mitteltrennung (Indikator für hohen Ausstattungsgrad) aus.

Ausreisser stellen vor allem Abschnitte (in Bezug auf Unfälle mit Personenschaden) mit Unfällen am Ende der Woche (Mittwoch bis Freitag), in Kurven, bei höheren Temperaturen ($>20^{\circ}$) sowie mit Beteiligung von Motorrädern und Velos dar.

In den Einzelfallbetrachtungen sind

- Defizite in der Relationstrassierung,
- Motorradfahrende auf Passstrassen,
- schlecht einsehbare Kurven,
- Zufahrten zu Park- und Halteplätze in Aussen und Innenkurven sowie
- ungeschützte Hindernisse im Seitenraum auffällig.

UTG 2345 – Auffahrunfall, Abbiegeunfall, Einbiegen-/Überquerenunfall

Die Unfalltypengruppen 2, 3, 4 und 5 werden zu einem Analysekollektiv zusammengefasst und als typische Unfälle im Zusammenhang mit untergeordneten Anschlüssen und Knoten interpretiert. Neben den Personenwagen stellen die Motorräder mit rund 25% bei den Unfällen mit Personenschaden die zweitwichtigste Fahrzeugart dar. Auch Velofahrende mit einem Anteil von 13% an den Unfällen mit Personenschaden spielen eine Rolle. Das gesamte Unfallkollektiv wird ca. zur Hälfte von Unfällen beim Auffahren dominiert. Davon ist der Aufprall auf stehende Fahrzeuge am häufigsten, gefolgt vom Aufprall auf fahrende Fahrzeuge. Bei der UTG 3 dominieren das Linksabbiegen und die Kollision mit Gegenverkehr oder nachfolgendem Fahrzeug. Das Einbiegen und Überqueren der Fahrbahn weist die höchsten Anteile für Kollisionen zwischen Linkseinbieger und einem von links kommenden Fahrzeug auf.

Die Analysekollektive der UTG 2345 zeigen Auffälligkeiten in den Zeitbereichen 12-19 Uhr ($U_{(SS)}$ zusätzlich auch 6-12 Uhr), an Grundstückszufahrten und in Steigungstrecken (nur Unfälle mit Personenschaden). Auffälligkeiten zeigen sich bei den Lenkenden der Altersgruppen 65+ Jahre (nur Unfälle mit Personenschaden), der Altersgruppen 18-64 Jahre (vorrangig Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden) sowie bei Lenkenden auf dem Arbeitsweg. Administrativmassnahmen werden vorrangig aufgrund von Fahrfehlern verhängt (z. B. Missachtung des Vortritts).

Erhöhte relative Häufigkeiten von Unfällen finden sich im Zusammenhang mit dem Analysekollektiv UTG 2345 bei erhöhten Anschlussdichten von untergeordneten Strassen und von Grundstückszufahrten, Feldwegen sowie Parkplätzen. Auffahrunfälle ereignen sich eher in höher belasteten Abschnitten, Unfälle beim Abbiegen und Einbiegen dagegen eher in geringer belasteten Abschnitten.

Ausreisser stellen vor allem Abschnitte mit Unfällen in den Spitzenstunden dar. Die erhöhte Verkehrsbelastung begünstigt Auffahrunfälle und erschwert das sichere Befahren von Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA.

Bei den Auffahrunfällen sind in den Einzelfallbetrachtungen

- Bereiche mit hoher Erschliessungsdichte oder hoch frequentierten Zufahrten (Gewerbe, Parkplätze),
- Abschnitte mit Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA auf zügig befahrenen Strecken, in Kurven, in Steigungen, mit separate Rechtsabbiegefahrstreifen, spitzwinkligen Zufahrten, ungenügenden Sichtbedingungen und nicht einsehbaren Zufahrten sowie
- Bahnübergänge, Bushaltestellen und Fussgängerstreifen auffällig.

UTG 169 Rest – Überholunfall/FS-Wechsel, Frontalkollision, Tierunfall, Rest

Die restlichen Unfalltypgruppen sind in einem gemeinsamen Analysekollektiv zusammengefasst. Dieses ist sehr heterogen. Bei den Unfällen mit Personenschaden dominieren allerdings die Unfälle mit Frontalkollision. Bei den Sachschadensunfällen dominieren die Tierunfälle. Am häufigsten sind neben den Personenwagen, Motorräder mit ca. 30% sowie Fussgänger und Velofahrende mit jeweils 14% an den Unfällen mit Personenschaden beteiligt. Zentrale Unfallsituationen bei den Unfällen mit Personenschaden sind Frontalkollisionen und Streifen des Gegenverkehrs, unabhängig davon, ob es sich um eine Überholsituation gehandelt hat oder nicht. Wesentliche Kollisionsarten bei den Unfällen mit ausschliesslich Sachschaden sind das Streifen des Gegenverkehrs ohne Überholvorgang sowie die Kollisionen mit Wildtieren.

Die Unfalltypengruppen 1, 6, 9 und der Rest weisen Auffälligkeiten an den Wochenenden (nur $U_{(G+SV+LV)}$), in den Abend- und Nachtstunden, bei Dunkelheit sowie glattem Strassenzustand und Schneefall auf. Bei den Fahrzeuglenkenden sind vor allem männliche Jung- und Neulenker auffällig (vorrangig Unfälle mit Personenschaden).

Aus den Unfallmodellen (erhöhte relative Unfallhäufigkeiten) sind folgende Ergebnisse festzustellen:

- UTG 1 mit einer höheren Unfallschwere bei geringeren Verkehrsbelastungen und kurvige Streckenabschnitte,
- UTG 6 mit wesentlich erhöhten Häufigkeiten auf schwächer belasteten und kurvenreichen Abschnitten (im Gegensatz zu UTG 1 deutet sich bei engen Kurven eine Tendenz zu weniger schweren Unfallfolgen an) sowie
- UTG 9 mit erhöhten Häufigkeiten auf geraden Abschnitten sowie bei einer hohen v_0 (Indikator für erhöhten Ausbaustandard).

Ausreisser stellen vor allem Abschnitte mit Unfällen in den Wintermonaten sowie am Tag dar (vorrangig Unfälle mit Personenschaden).

In den Einzelfallbetrachtungen sind schmale, kurvige und nicht einsichtige Fahrbahnen sowie das Überholen von Velos bei UTG 1 auffällig. Bei UTG 6 sind ähnliche Bereiche wie bei UTG 0 auffällig und zusätzlich noch Abschnitte mit schmalen Fahrbahnen. Fussgängerunfälle sind in Bereichen mit erhöhter Erschliessungsdichte, Bushaltestellen und Fussgängerstreifen sowie potenziellen Querungen von Wanderwegen auffällig.

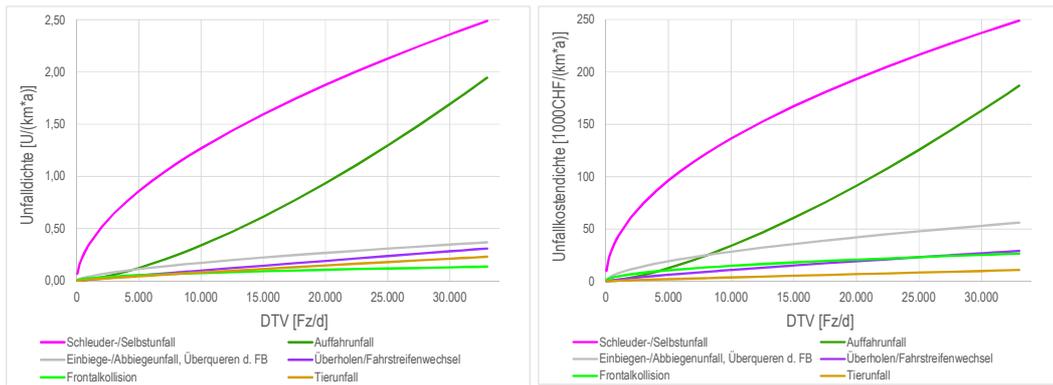


Abb.7 Unfalldichte- (links) und Unfallkostendichtefunktionen (rechts) auf Strecken ausserorts für verschiedene Unfalltypgruppen

4.4 Strecken innerorts (iOVN)

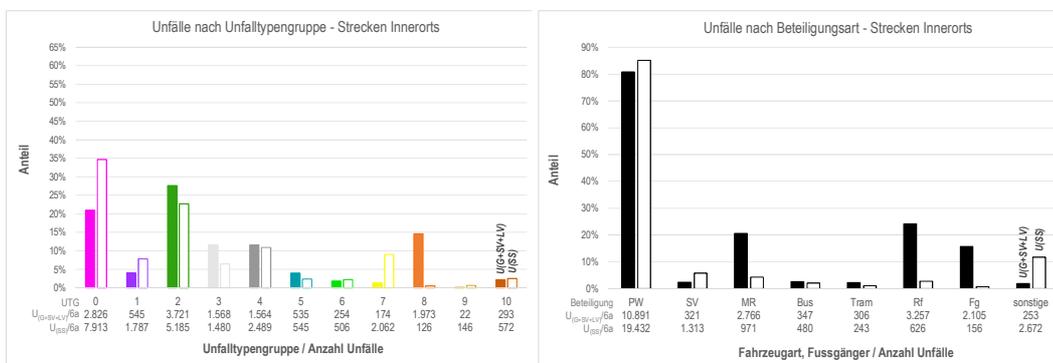


Abb.8 Verteilung der Unfalltypengruppen (links) und der Unfallbeteiligungen (rechts) auf Strecken innerorts (ausgefüllte Balken beschreiben Unfälle mit Personenschaden, leere Balken beschreiben Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden, Unfälle nach Beteiligungsart ergeben zusammen >100% aufgrund von Doppelnennungen)

UTG 0 – Schleuder- und Selbstunfälle

Die UTG 0 stellt bei den Unfällen mit Personenschaden die zweithäufigste und bei den Unfällen mit ausschliesslich Sachschaden die häufigste Unfallsituation auf Innerortsstrecken dar. Dabei sind neben den Personenwagen massgeblich Velos (mit ca. 34%) und Motorräder (ca. 26%) beteiligt. Am häufigsten ereigneten sich Unfälle ohne Kollision (Velo) gefolgt von Kollisionen mit Hindernissen neben und auf der Fahrbahn. Bei den Sachschadensunfällen dominieren Personenwagen sowie die Kollisionen mit Hindernissen ausserhalb und auf der Fahrbahn zu fast gleichen Anteilen.

Die UTG 0 zeigt Auffälligkeiten bei Unfällen

- in den Nachtstunden (19-6 Uhr) sowie bei Dunkelheit,
- am Wochenende,
- bei glattem Strassenzustand,
- in Gefälle- und Steigungsstrecken (Gefälle > Steigung),
- bei hohen Temperaturen (Radfahrer, nur $U_{(G+SV+LV)}$) sowie
- der Beteiligung von E-Bikes.

Die $U_{(G+SV+LV)}$ sind im Sommer (Juli) auffällig. Bei den $U_{(SS)}$ bestehen Auffälligkeiten in den Wintermonaten (Dezember-Februar) sowie bei Temperaturen um den Nullpunkt und starken Schneefällen.

Fahrzeuglenkende bei UTG 0 sind auffällig hinsichtlich

- des Freizeitverkehrs,

- dem Fahren unter Einfluss (Alkohol, leichte Tendenz bei Drogen¹²),
- Verkehrsteilnehmenden wohnhaft in der Schweiz (wie alle UTG auf Innerortsstrassen, Schweizer sind nicht speziell auffällig),
- der Altersgruppe der 65-79-Jährigen (nur $U_{(G+SV+LV)}$) sowie einer leichten aber nicht signifikanten Tendenz bei den Altersgruppen der Jugendlichen und 18-24-Jährigen (nur $U_{(SS)}$) sowie
- Administrativmassnahmen aufgrund von Missachtungen in den Bereichen „bewusste“ Missachtung¹³ und Fahren unter Einfluss

Erhöhte relative Häufigkeiten von Unfällen mit Personenschaden können bei

- breiten Fahrbahnen,
- vorhandenen Radverkehrsanlagen (nur Velos),
- Querschnitten ohne parkende Fahrzeuge am Fahrbahnrand¹⁴,
- der Führung einer Tram im Querschnitt,
- geringer Auslastung bzw. geringer Verkehrsbelastung,
- bei intensiver Randnutzung,
- dem Vorhandensein von Mittelinseln,
- Tramhaltestellen in Mittellage (nur Radfahrer) sowie
- erhöhten Kurvigkeiten¹⁵ festgestellt werden.

Im Vergleich geringere Risiken finden sich für Velofahrende bei Berücksichtigung des Verkehrsaufkommens der Velofahrenden auf Radstreifen. Auf schmalen Fahrbahnen mit weniger als 6 m Breite besteht ein geringeres Risiko für motorisierte Fahrzeuge.

Erhöhte Häufigkeiten für Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden finden sich

- auf Fahrbahnen mit Breiten zwischen 7,75 und 10 m,
- bei Querschnitten mit parkende Fahrzeugen am Fahrbahnrand,
- geringer Auslastung bzw. geringer Verkehrsbelastung sowie
- erhöhter Kurvigkeit und Hügeligkeit.

Auf schmalen Fahrbahnen ≤ 6 m Breite sowie an Querschnitten mit mehr als zwei Fahrstreifen (Indikator für bessere Ausstattung sowie geringere Randnutzung) besteht eine geringere Unfallhäufigkeit für motorisierte Fahrzeuge.

Ausreisser stellen Abschnitte mit Unfällen von Verkehrsteilnehmenden dar, welche aufgrund von Administrativmassnahmen wegen dem Fahren unter Einfluss und (überhöhten oder nicht angepassten) Geschwindigkeiten auffällig sind.

In den Einzelfallanalysen sind

- enge unübersichtliche Kurven in Ortsdurchfahrten,
- Kurven mit Einmündungen,
- Steigungs-/Gefällestrecken,
- Strecken mit Ausserortscharakter,
- Tramgleise in der Fahrbahn bei Beteiligung von Zweiradfahrern,
- Mittelinseln am Ortsrand,
- ungenügend ausgestattete Fussgängerstreifen sowie

¹² Unfallattribut „...Betäubungsmittel“

¹³ u. a. Fahren ohne Ausweis oder Missachten von Auflagen

¹⁴ Querschnitte mit parkierten Fahrzeuge am Rand finden sich vor allem in Bereichen mit erhöhten Nutzungsdichten. Dort sind dann meist auch geringere Geschwindigkeiten festzustellen. Das Ergebnis ist daher im Sinne einer Auffälligkeit bei Strecken mit im Vergleich höheren tatsächlichen Geschwindigkeiten zu interpretieren.

¹⁵ Erhöhte Kuvigkeiten werden hier vor allem mit eingeschränkten Sichtbeziehungen interpretiert, da das Geschwindigkeiteniveau auf Innerortsstrassen nur selten ein Niveau erreicht, bei dem Fahrzeuge aus der Kurve „getragen“ werden.

- Engstellen und Knoten mit grosszügigen Eckausrundungen auffällig.

UTG 12 – Überholen/Fahstreifenwechsel, Auffahrunfall

Dieses Unfallkollektiv wird durch die Auffahrunfälle dominiert, wobei bei den $U_{(G+SV+LV)}$ fast drei Viertel durch den Aufprall auf stehende Fahrzeuge beschrieben werden. An zweiter Stelle mit nur noch rund 15% rangiert der Aufprall auf fahrende Fahrzeuge. Bei den beteiligten Verkehrsteilnehmern handelt es sich am häufigsten um Personewagen, bei den Unfällen mit Personenschaden auch um Motorräder (ca. 16%) sowie Velos (11%).

Die UTG 1 und 2 zeigen Auffälligkeiten

- in der Woche,
- im Zeitraum 12-19 Uhr ($U_{(G+SV+LV)}$ auch 9-12 Uhr),
- für Unfälle mit mehr als zwei beteiligten Objekten,
- bei Verkehrsbedingungen von rege bis stehender Kolonne,
- an Fussgängerstreifen und Schutzinseln sowie
- auf geraden Streckenabschnitten mit Tempolimits grösser 50 km/h (höchste Anteile bei Abschnitten mit $v_{zul} > 50\text{km/h}$ innerorts)¹⁶.

Bei den $U_{(SS)}$ ist die Beteiligung von Bussen auffällig.

Lenkende bei den UTG 1 und 2 sind hinsichtlich des Fahrtzwecks Arbeitsweg sowie bei der Administrativmassnahmengruppe der Fahrfehler¹⁷ auffällig.

Erhöhte relative Unfallhäufigkeiten für UTG 1 finden sich auf Strassen mit einem Tempolimit von mehr als 50km/h, mit baulicher Mittelrennung und mehr als einem Fahstreifen je Fahrtrichtung, bei Fahrbahnbreiten über 10 m sowie höher klassifizierten Strassen (z. B. Hauptverkehrsstrassen HVS, Klassifikation laut GVM). Im Vergleich geringere Unfallhäufigkeiten finden sich auf Strassen mit Radwegen sowie bei erhöhter Hügeligkeit. Mit zunehmender Verkehrsbelastung sinkt die Wahrscheinlichkeit für schwere Unfallfolgen.

Erhöhte Unfallhäufigkeiten für UTG 2 (Auffahrunfälle) finden sich auf hoch belasteten Strecken, mit ansteigender Fahrbahnbreite (ab 7,75 m), bei Tram-Haltestellen in Mittellage und auf höher klassifizierten Strassen (z. B. HVS). Im Vergleich geringere Unfallhäufigkeiten finden sich auf Strassen mit erhöhter Hügeligkeit.

In den Einzelfallanalysen sind für die UTG 1 überbreite/mehrestreifige Fahrbahnen, mehrstreifige Zufahrten grosser Knoten, sowie Fangstreifen¹⁸ auffällig. Bei den UTG 2 sind

- vermehrt Fussgängerstreifen,
- hoch frequentierte Grundstückszufahrten (z. B. zu Tankstellen oder grösseren Parkplätzen) und untergeordnete Einmündungen bzw. Kreuzungen ohne LSA,
- Knoten in Kurven,
- langgestreckte bzw. „zügige“ Radialstrassen am Ortsrand mit hohem Erschliessungsgrad sowie
- schlecht einsehbare Zufahrten überlasteter Knoten (Rückstaus) auffällig.

¹⁶ Im Analysekollektiv ereigneten sich immerhin rund 8% der Unfälle mit Personenschaden (alle UTG) auf Innerortsstrassen entlang von Strassen mit einem Tempolimit von $>50\text{km/h}$ (ohne Berücksichtigung der Nationalstrassen).

¹⁷ u. a. Unaufmerksamkeit oder Ablenkung

¹⁸ Als „Fangstreifen“ werden Geradeaus-Fahstreifen bezeichnet, welche ohne Ausklüfung direkt in einen Abbiegefahrstreifen übergehen (der Fahrzeuglenkende befindet sich plötzlich auf einem Abbiegefahrstreifen und muss – meist sehr plötzlich – den Fahstreifen wechseln).

UTG 3 – Abbiegeunfälle

Unfälle der UTG 3 sind auf Innerortsstrecken vorrangig an Anschlussknoten (zum siedlungsorientierten Netz) sowie im Perimeter von Grundstückszufahrten (u. a. Parkplätze) zu finden. Neben den Personenwagen stellen Velo- und Motorradfahrende die häufigsten Konfliktgegner dar: 45 % der Abbiegeunfälle finden unter Beteiligung eines Velos statt, an knapp 36% der Abbiegeunfälle sind Motorräder beteiligt. Zentrale Unfall-situation ist die Kollision zwischen Linksabbiegern und dem Gegenverkehr. Bei den Velounfällen sind Kollisionen von motorisierten Rechtsabbiegern mit parallel und geradeaus-fahrenden Velofahrenden mit einem Anteil von knapp 30% auffällig.

Auffälligkeiten der UTG 3 ohne Beteiligung von Velofahrenden sind

- im Zeitraum 16-19 Uhr $U_{(G+SV+LV)}$ bzw. 9-16 Uhr $U_{(SS)}$,
- bei regen Verkehrsbedingungen,
- während der Dämmerung (nur $U_{(G+SV+LV)}$) sowie
- hinsichtlich der Beteiligung von Bus und Tram zu verzeichnen.

Fahrzeuglenkende sind auffällig im Freizeitverkehr (nur signifikant für $U_{(SS)}$) sowie bei einem Führerausweisbesitz seit mehr als 20 Jahren. Als Kollisionsgegner sind auch die Verkehrsteilnehmenden der Altersgruppe 14-17 Jahre auffällig.

Die UTG 3 mit Velobeteiligung zeigt Auffälligkeiten

- in den Sommermonaten,
- während der Woche,
- in den Zeiträumen 6-9 Uhr und 16-19 Uhr ($U_{(G+SV+LV)}$) zusätzlich 9-12 Uhr und $U_{(SS)}$ zusätzlich 12-16 Uhr),
- bei regen Verkehrsbedingungen (zusätzlich starke Verkehrsaufkommen bei $U_{(SS)}$) sowie
- bei Sichtbehinderungen.

Fahrzeuglenkende sind auffällig in den Altersgruppen 0-13 Jahre und 65-79 Jahre (zusätzlich 14-17 Jahre bei $U_{(SS)}$)¹⁹.

Erhöhte Häufigkeiten von Abbiegeunfällen (UTG 3) mit Motorfahrzeugbeteiligung ergeben sich bei (im Vergleich) grösseren Fahrbahnbreiten, einer hohen Anschlussknotendichte sowie einer geringen Auslastung (bei höheren Auslastung werden wahrscheinlich Linksabbiegebeziehungen tendenziell häufiger unterbunden oder signalisiert). Geringere Unfallhäufigkeiten sind auf höher klassifizierten bzw. besser ausgebauten Strassen zu verzeichnen (Interpretation des negativen Zusammenhangs zwischen v_0 sowie den Kantonsstrassen mit dem Unfallgeschehen).

Erhöhte Häufigkeiten für Abbiegeunfälle mit Velobeteiligung finden sich

- bei Fahrbahnbreiten zwischen 7,75 und 10 m,
- einer hohen Anschlussknotendichte,
- einseitigen Radwegen (Indikator Zweirichtungsverkehr),
- beidseitigen Radstreifen sowie
- Strassen mit einer niedrigen Klassifizierung.

Ausreisser stellen vor allem Abschnitte mit Velounfällen in Gefälle-/Steigungsstrecken dar (deutet auf hohe Geschwindigkeiten im Veloverkehr hin).

¹⁹ Personen der Altersgruppe 65+ sind – als Hauptverursacher – dreimal häufiger als Lenkende eines Motorfahrzeuges anstatt als Velofahrende beteiligt.

Bei Berücksichtigung der Verkehrsstärken im Veloverkehr²⁰ zeigt sich eine Tendenz zu einer höheren Sicherheit bei der Führung auf Radwegen.

In den Einzelfallanalysen aller Unfälle der UTG 3 auf Innerortsstrecken ohne Velobeteiligung sind

- hoch frequentierte Grundstückszufahrten und untergeordnete Knoten,
- zügig trassierte Fahrbahnen mit hoher Erschliessungsdichte,
- Knoten in Kurven,
- fehlende gesicherte Linksabbiegersignalisierung,
- ungesichertes Abbiegen über zwei Fahrstreifen im Gegenverkehr und
- das ungesicherte Abbiegen über Tramgleise auffällig.

Bei den Abbiegeunfällen mit Velobeteiligung sind

- Sichtverdeckungen von Velos im Gegenverkehr durch Rückstaus,
- hohe Abbiegegeschwindigkeiten des MIV²¹,
- Fussgängerstreifen-Benutzung durch Velos,
- dichte Erschliessung z. B. mit Parkplätzen am Strassenrand sowie
- Knoten mit Tram auffällig.

UTG 45 – Einbiegeunfälle/Überqueren der Fahrbahn

Das Analysekollektiv der UTG 4 und 5 findet sich vorrangig an Anschlussknoten (zum siedlungsorientierten Netz) sowie an Grundstückszufahrten (auch Parkplätze). Bei den Unfallbeteiligten stellen neben den Personenwagen vor allem Velo- und Motorradfahrende die häufigsten Konfliktgegner dar. 41 % der UTG 4 und 5 finden unter Beteiligung eines Velos statt, knapp 29% finden unter Beteiligung eines Motorrads statt. Zentrale Unfallsituation ist die Kollision zwischen Linkseinbieger und dem von links kommenden Fahrzeug. Bei den Velounfällen macht zusätzlich noch das Rechtseinbiegen von Motorfahrzeugen mit von links kommenden Velos ca. 20% der UTG 4 und 5 aus.

Die UTG 4 und 5 für motorisierte Fahrzeuge zeigen Auffälligkeiten

- in den Monaten April bis Juni,
- während der Woche,
- im Zeitraum 9-16 Uhr ($U_{(SS)}$) auch 16-19 Uhr → Hinweis auf sinkende Unfallschwere mit steigender Verkehrsbelastung),
- bei regen Verkehrsbedingungen ($U_{(SS)}$) auch starkes Verkehrsaufkommen → siehe Hinweis auf sinkende Unfallschwere zuvor),
- bei nasser Fahrbahn (nur $U_{(SS)}$) und Sichtbehinderungen sowie
- der Beteiligung von Motorrädern (als Objekt 02 bzw. „Opfer“).

Fahrzeuglenkende zeigen Auffälligkeiten in der Altersgruppe 65+ sowie bei den Schweizern.

Die Unfalltypengruppen 4 und 5 mit Velobeteiligung zeigen Auffälligkeiten

- in den Sommermonaten,
- während der Woche,
- in der Frühspitze 6-9 Uhr ($U_{(SS)}$) auch 16-19 Uhr),
- bei regen Verkehrsbedingungen,
- an Kreiseln,
- bei Unfällen bei denen das Velo das Trottoir benutzt sowie

²⁰ Aus diesen Analysen „deutet“ sich an, dass bei gemeinsamer Berücksichtigung des DTV_{MIV} und des DTV_{Velo} kein Safety-in-Numbers-Effekt festzustellen ist (leichte Tendenz zu höheren Regressionskoeffizienten bei DTV_{Velo} im Vergleich zu DTV_{MIV} ; laut [248] kann eine Safety-in-Numbers Effekt nur bei umgekehrter Relation festgestellt werden). Das bedeutet, eine Erhöhung des Radverkehrsanteils führt nicht zwangsläufig zu einer Reduzierung des Risikos für Velounfälle (zumindest in den hier untersuchten Grössenordnungen).

²¹ aufgrund zügig trassierter Abbiegebeziehungen

- bei Sichtbehinderungen.

Auffällig sind Velofahrende in der Altersgruppe von 0-17 und 65-79 Jahre (Hauptverursacher und Kollisionsgegner). In Kreiseln spielen Einbiegeunfälle mit Velobeteiligung eine wesentlich grössere Rolle als Abbiegeunfälle. Vortrittsberechtigten Velos auf der Kreiselfahrbahn wird dabei der Vortritt durch einbiegende Personenwagen genommen.

Erhöhte relative Unfallhäufigkeiten für UTG 4 und 5 ohne Velobeteiligung sind im Zusammenhang mit

- hohen Anschlussknotendichten,
- ansteigender Fahrbahnbreite,
- erhöhten Anteilen des ruhenden Verkehrs bzw. der parkierten Fahrzeuge entlang eines Abschnitts und
- hoher Kurvigkeit zu verzeichnen.

Geringere Unfallhäufigkeiten ergeben sich entlang von Tramstrecken (Indikator: dort werden tendenziell häufiger das Linkseinbiegen und Überqueren unterbunden) sowie bei erhöhter Hügeligkeit.

Erhöhte Unfallhäufigkeiten für Abbiegeunfälle mit Beteiligung des Veloverkehrs finden sich bei

- ansteigender Fahrbahnbreite,
- einer hohen Anschlussknotendichte,
- einseitigen Radwegen (Indikator Zweirichtungsverkehr),
- erhöhter Kurvigkeit und niedriger Hügeligkeit,
- Strassen mit zwei oder weniger Fahrstreifen (Indikator: nur dort findet auch Überqueren statt) sowie
- Strassen mit einer niedrigen Klassifizierung.

Ausreisser stellen bei Unfällen ohne Velobeteiligung vor allem Abschnitte mit Unfällen unter Beteiligung von Neulenkern dar. Bei den Unfällen mit Velobeteiligung sind Abschnitte in Gefälle-/Steigungsstrecken als Ausreisser auffällig (deutet auf hohe Geschwindigkeiten im Veloverkehr hin).

In den Einzelfallanalysen der UTG 4 und 5 ohne Velobeteiligung sind vorrangig

- Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA sowie vereinzelt Knoten mit Rechtsvortritt,
- Knoten mit ungenügender Erkenn-/Begreifbarkeit vortrittsbelasteter Zufahrten,
- Knoten in Kurven,
- Hauptfahrbahnen mit hohen Geschwindigkeiten und/oder hoher Erschliessungsdichte auffällig.

Bei den Unfällen mit Velobeteiligung sind

- vergleichsweise häufig Kreiseln,
- Zweirichtungsradwege (aufgrund linksfahrender Velos),
- abknickende Vortrittsregelungen,
- Gefällestrecken,
- Knoten in Kurven sowie
- teilweise Fussgängerstreifenbenutzung durch Velos,
- das Vorhandensein einer Tram oder
- eine hohe Erschliessungsdichte auffällig.

UTG 8 – Fussgängerunfälle

Die UTG 8 stellt die dritthäufigste Unfallsituation der Unfälle mit Personenschaden dar. Zentrale Konfliktgegner sind Personenwagen. Velos sind in rund 8% der Fälle Konfliktgegner. Mit über 80% dominiert die Kollision zwischen geradeausfahrenden Fahrzeug und querendem Fussgänger.

Die UTG 8 zeigt Auffälligkeiten

- in den Monaten November und Dezember (frühzeitig einsetzende Dunkelheit),
- während der Woche,
- in den Spitzenstunden und in den Abend hinein (6-9 Uhr, 16-24 Uhr),
- zu rund 50% an Fussgängerstreifen,
- bei regen Verkehrsbedingungen,
- bei nasser Fahrbahn sowie bei Regen und leichtem Schneefall (Schneefall nur in Meteodaten und nicht bei den polizeilichen Unfallattributen feststellbar),
- hinsichtlich einer leichten Tendenz zur Sonnenblendung,
- bei Sichtbehinderungen und
- Temperaturen um den Nullpunkt.

Fahrzeuglenkende bzw. Fussgänger sind auffällig in den Altersgruppen 0-13 Jahre und 65+ Jahre. In Bezug auf den Kollisionsgegner (nicht Hauptverursacher) ist auch die Altersgruppe 14-17 Jahre auffällig.

Erhöhte relative Unfallhäufigkeiten für Fussgängerunfälle finden sich bei

- Strecken mit Fahrbahnbreiten zwischen 7,75 und 10 m,
- erhöhter Anschlussknotendichte,
- erhöhter Randnutzung (z. B. durch Geschäftsbesatz),
- Tramhaltestellen in Mittel- und Seitenlage sowie
- niedrig klassifizierten Strassen (Beschreibung über v_0 , HVS und Kantonsstrasse → beide negative Korrelation).

Im Vergleich geringere Risiken finden sich auf Strecken mit Mitteltrennung (indirekt auch Strassen mit mehr als zwei Fahrstreifen sowie einem Tempolimit von mehr als 50km/h) und erhöhter Hügeligkeit.²²

In den Einzelfallanalysen sind häufig

- ÖV-Haltestellen, Geschäftsstrassen und Bahnhofsvorplätze,
- das Rückwärtsfahren aus Schräg- oder Senkrechtsstellplätzen auf das Trottoir am Fahrbahnrand,
- Fussgängerstreifen mit ungenügender Ausstattung,
- Fussgängerstreifen am Ortsrand oder bei zügiger Streckenführung,
- vereinzelt enge und unübersichtliche Strassen in Stadtkerngebieten sowie
- weite Eckausrundungen bei Abbiegeunfällen auffällig.

²² Es „deutet“ sich an, dass bei gemeinsamer Berücksichtigung des DTV_{MIV} und des $DTV_{Fussverkehr}$ (nicht kalibriert im Modell) ein kleiner Safety-in-Numbers-Effekt festzustellen ist. Das bedeutet, eine Erhöhung des Fussgängeranteils führt ggf. zu einer Reduzierung des Risikos für Fussgängerunfälle (diese Feststellung ist allerdings mit erhöhter Vorsicht zu interpretieren).

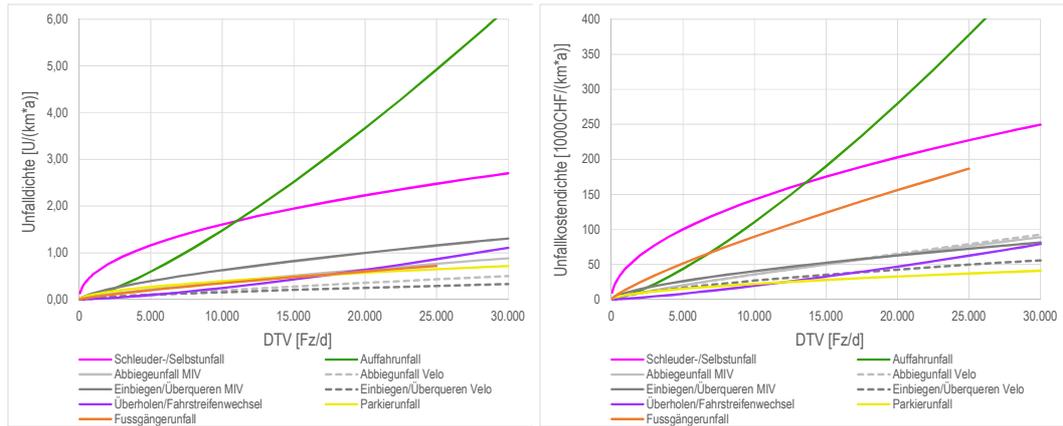


Abb.9 Unfalldichte- (links) und Unfallkostendichtefunktionen (rechts) Strecken innerorts für verschiedene Unfalltypengruppen

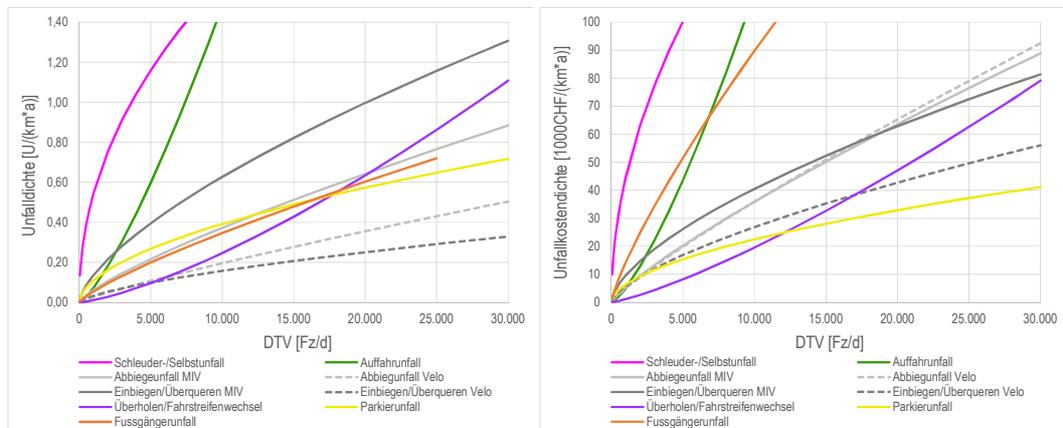


Abb.10 Unfalldichte- (links) und Unfallkostendichtefunktionen (rechts) Strecken innerorts (Ausschnitt) für verschiedene Unfalltypengruppen

4.5 Knoten

4.5.1 Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA (VF)

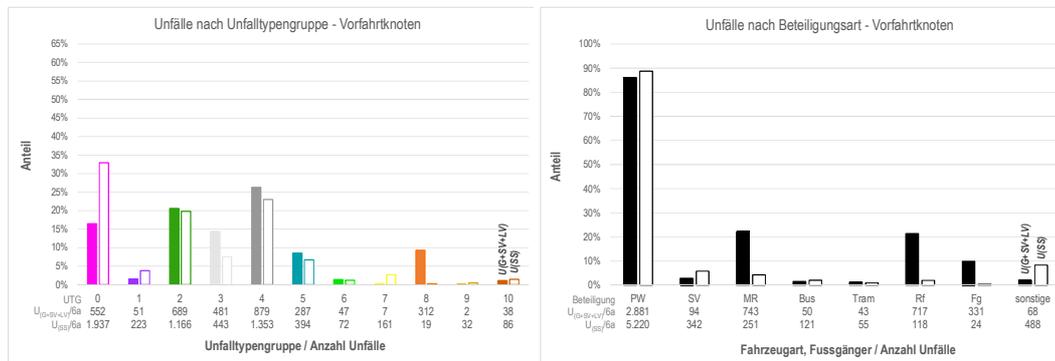


Abb.11 Verteilung der Unfalltypengruppen (links) und der Unfallbeteiligungen (rechts) an Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA (ausgefüllte Balken beschreiben Unfälle mit Personenschaden, leere Balken beschreiben Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden, Unfälle nach Beteiligungsart ergeben zusammen >100% aufgrund von Doppelnennungen)

UTG 0 – Schleuder- und Selbstunfälle

Die UTG 0 stellt die häufigste Unfallsituation bei den Unfällen mit ausschliesslich Sachschaden dar und rangiert auf dem dritten Platz bei den Unfällen mit Personenschaden. Neben den Personenwagen sind Motorräder (33%) und Radfahrer (24%) am häufigsten an dieser Unfalltypengruppe beteiligt. Unfälle ohne Kollision sowie Unfälle mit Kollision mit einem Hindernis ausserhalb der Fahrbahn sind zu je einem Drittel die häufigsten Kollisionsarten bei den Unfällen mit Personenschaden. Kollisionen mit Hindernissen auf und neben der Fahrbahn dominieren mit jeweils fast 40% die U_(SS).

Die UTG 0 zeigt Auffälligkeiten

- in den Schwachlastzeiten bei Nacht (19-6 Uhr),
- auf Gefälle- und Steigungsstrecken (Gefälle häufiger als Steigung),
- bei Temperaturen um den Nullpunkt (bei den U_(G+SV+LV) auch bei hohen Temperaturen) sowie
- bei Glätte und Schneefall (vereinzelt auch Nässe und Regen).

Fahrzeuglenkende bzw. Fahrzeuge sind auffällig

- hinsichtlich der Fahrzeuge älter als 15 Jahre,
- im Freizeitverkehr (nur U_(G+SV+LV)),
- beim Fahren unter Einfluss von Alkohol,
- in den Altersgruppen 14-24 Jahre sowie 65-79 Jahre,
- bei Neulenkenden (Führerausweis 0-2 Jahre),
- bei Schweizer/-innen sowie Fahrzeuglenkenden wohnhaft in der Schweiz (wie für fast alle UTG an Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA).

Eine erhöhte Unfallhäufigkeit für die UTG 0 der U_(G+SV+LV) findet sich an gering belasteten Knoten sowie Knoten mit Haltestellen des öffentlichen Verkehrs. Bei den U_(SS) sind erhöhte Unfallhäufigkeiten bei höherem Schwerverkehrsanteil (nur leichte Tendenz) sowie eine erhöhte Beschäftigten- und Arbeitsstätdendichte (Indikator für Stadtkerngebiete oder Städte bzw. eine erhöhtes Aufkommen des Fussverkehrs) im näheren Bereich des Knotens festzustellen.

Ausreisser stellen Knoten mit Unfällen in Kurven, in Gefällestrecken sowie bei Schneefall dar.

In den Einzelfallanalysen sind

- Einmündungen in Kurven (häufig in Form eines abknickenden Vortritts),
- weite Eckausrundungen,
- Strecken mit Ausserortscharakter,
- Innerortseinmündungen mit Rechtsvortritt,
- Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA mit Tramführung,
- unzureichende Ankündigung von Knotenpunkten nach langen Streckenabschnitten sowie
- Knoten mit Dunkelheitsunfällen auffällig.

UTG 12 – Fahrstreifenwechsel, Überholunfälle / Auffahrunfälle

Dieses Unfallkollektiv wird dominiert durch die Auffahrunfälle, welche vorrangig (rund zwei Drittel) dem Aufprall auf ein stehendes Fahrzeug entsprechen. Der Aufprall auf fahrende Fahrzeuge rangiert mit ca. 15% an zweiter Stelle. Neben den Personenwagen spielen vereinzelt Motorräder (15%) und seltener Velos (8%) eine Rolle.

Die UTG 1 und 2 zeigen Auffälligkeiten

- in der Woche,
- im Zeitraum 9-16 Uhr (nur $U_{(G+SV+LV)}$) sowie 6-9 Uhr und 12-19 Uhr (nur $U_{(SS)}$) → Hinweis auf sinkende Unfallschwere bei höherer Verkehrsbelastung) sowie
- regen und starken Verkehrsbedingungen.

Fahrzeuglenker sind auffällig beim Fahrtzweck Arbeitsweg sowie in der Altersgruppe 25-64 Jahre (zusätzlich 18-24 Jahre nur bei den $U_{(G+SV+LV)}$) → Hinweis auf höhere Geschwindigkeiten).

Eine erhöhte relative Unfallhäufigkeit für die UTG 1 und 2 findet sich an im Vergleich höher belasteten Knoten, Knoten mit mehr als drei Knotenarmen (Kreuzungen) sowie in Bereichen mit einer erhöhten ÖV-Haltestellendichte (Stadtkernbereiche).

Ausreisser stellen Knoten in Kurven sowie Knoten mit Unfällen bei schwachen Verkehrsbedingungen dar.

In den Einzelfallanalysen sind für die UTG 1 vereinzelt Knotenpunkte ohne separaten Linksabbiegestreifen sowie an überbreiten untergeordneten Zufahrten auffällig. Bei den UTG 2 sind vermehrt Stellen mit

- weiten Ausfahrkeilen,
- spitzwinkligen Nebenzufahrten ohne Abkröpfung,
- fehlenden Linksabbiegestreifen,
- Sichtbehinderungen in der Hinführung zu untergeordneten Zufahrten,
- zügig trassierte vortrittsbelastete Zufahrten (z. B. Autobahnausfahrten bzw. Anschluss der Rampen an das nachgeordnete Netz),
- schlechter Erkennbarkeit der Vortrittsbelastung in untergeordneten Zufahrten sowie
- Knoten, welche ausserorts oder an Ortsdurchfahrten liegen, auffällig.

UTG 3 – Abbiegeunfälle

Kollisionen beim Linksabbiegen mit dem Gegenverkehr stellen sowohl mit Beteiligung des MIV als auch des Veloverkehrs die häufigste Kollisionsart bei den Abbiegeunfällen dar. Bei den Velofahrenden rangiert mit ca. einem Drittel die Kollision zwischen rechtsabbiegendem Fahrzeug und geradeausfahrendem Velo an zweiter Stelle. Zweiradfahrende stellen die wichtigsten Konfliktgegner neben den Personenwagen dar.

Die UTG 3 ohne Velobeteiligung zeigt Auffälligkeiten bei

- den Zeiträumen 16-19 Uhr ($U_{(G+SV+LV)}$) sowie 6-9 und 12-19 Uhr ($U_{(SS)}$),
- regen und starken Verkehrsbedingungen,
- Steigungsstrecken,
- Schneefall und Dämmerung bei $U_{(SS)}$.

Fahrzeuglenkende sind auffällig hinsichtlich der Fahrtzwecke Arbeitsweg und Freizeit, der Altersgruppe 65+ Jahre sowie mit einem Führerausweis der älter als 20 Jahre ist.

Die UTG 3 mit Velobeteiligung zeigt Auffälligkeiten

- in den Sommermonaten,
- für die Zeiträume 6-9 Uhr und 12-19 Uhr
- bei regen Verkehrsbedingungen und
- Sichtbehinderungen.

Fahrzeuglenkende sind auffällig hinsichtlich der Fahrtzwecke Arbeitsweg, in der Altersgruppe 65-79 Jahre sowie hinsichtlich der Lenkerinnen²³.

Erhöhte relative Unfallhäufigkeiten für die UTG 3 mit ausschliesslich Motorfahrzeugbeteiligung (UTG 3 MIV) ergeben sich an hoch belasteten Knoten, bei Ausserortsknoten (nur $U_{(G+SV+LV)}$ → Geschwindigkeitseinfluss) sowie bei mehr als drei Knotenarmen (Kreuzungen). Die UTG 3 mit Velobeteiligung (UTG 3 Velo) wird für die Modellierung mit den UTG 4 und 5 (mit Velobeteiligung) kombiniert und werden im nächsten Absatz interpretiert. In den Einzelfallbetrachtungen sind Knoten mit zügig trassierten Abbiegebeziehungen (schiefwinklig) sowie komplexere Knoten häufig mit Tramführungen im Mischverkehr auffällig.

Ausreisser stellen Knoten in Gefälle-/Steigungsstrecken sowie mit Unfällen bei Dunkelheit dar.

In den Einzelfallanalysen der UTG 3 ohne Velobeteiligung sind verstärkt

- zügig trassierte Hauptfahrbahnen,
- Einmündungen in Aussenkurven,
- zweistreifiger Gegenverkehr beim Linksabbiegen,
- Knoten mit freiem Rechtsabbiegestreifen oder Rechtsvortritt,
- schiefwinklige Zufahrten für schnelles Abbiegen sowie
- komplexe Knotenpunktformen auffällig.

Bei den UTG 3 mit Velobeteiligung sind vor allem

- Zweirichtungsradwege,
- Knoten mit abknickender Vortrittsregelung,
- Knoten in Kurvenlage oder mit weiter Eckausrundung sowie
- Stellen mit hoher Geschwindigkeit im Abbiegevorgang des MIV auffällig.

UTG 45 – Einbiegen, Überqueren der Fahrbahn

Die UTG 4 und 5 stellen die häufigste Unfallsituation bei den $U_{(G+SV+LV)}$ dar. Ähnlich den Abbiegeunfällen sind neben den Personenwagen erneut Motorräder (28%) und Velos (30%) häufige Konfliktgegner. Häufigste Kollisionsart beim MIV ist das Linkseinbiegen mit von den von links kommenden Fahrzeugen. Bei den Velounfällen treten zu je einem Viertel die Kollisionen beim Links- und Rechtseinbiegen mit von links kommenden Fahrzeugen am häufigsten auf.

Die UTG 45 ohne Velobeteiligung zeigt Auffälligkeiten in den Spitzenstunden (6-9 und 16-19 Uhr; 12-16 Uhr nur für $U_{(SS)}$), bei Nässe sowie regen Verkehrsbedingungen (starke Verkehrsbedingungen bei den $U_{(SS)}$). Fahrzeuglenkende sind auffällig in der Altersgruppe 65+ Jahre, auf dem Arbeitsweg oder in der Freizeit sowie hinsichtlich Lenkerinnen.

Die UTG 345 mit Velobeteiligung zeigt Auffälligkeiten

- in den Sommermonaten,

²³ Frauen sind über alle Knotenformen hinweg immer wieder bei den UTG 345 („Vortrittsunfälle“) auffällig. Auffälligkeiten bei den Männern zeigen sich eher bei den UTG 0 und UTG 12.

- in den Zeiträumen 6-9 Uhr und 12-16 Uhr,
- bei regen Verkehrsbedingungen,
- bei Dämmerung (nur $U_{(SS)}$) sowie
- hohen Temperaturen.

Fahrzeuglenkende sind auffällig beim Fahrtzweck Arbeitsweg (nur $U_{(G+SV+LV)}$), der Altersgruppe 65-79 Jahre, einem Führerausweisalter von 20+ Jahren sowie hinsichtlich Lenkerinnen (nur $U_{(G+SV+LV)}$).

Erhöhte relative Unfallhäufigkeiten für die UTG 45 ohne Velobeteiligung ergeben sich an Ausserortsknoten und bei mehr als drei Knotenarmen (aus verkehrs- oder siedlungsorientiertem Netz, Kreuzungen).

Erhöhte relative Unfallhäufigkeiten für die UTG 345 mit Velobeteiligung ergeben sich bei erhöhter Wohnbevölkerungsdichte und ÖV-Haltestellendichte (indirekte Exposition Radverkehr) sowie bei mehr als 3 Knotenarmen (Kreuzungen).

Ausreisser stellen Knoten mit Unfällen bei schwachen Verkehrsbedingungen dar.

In den Einzelfallanalysen der UTG 45 ohne Velobeteiligung sind vorrangig

- Knoten mit abknickender Vortrittsregelung,
- Einmündungen in Aussenkurven,
- nicht erkennbare Vortrittsbelastungen,
- weite Eckausrundungen sowie
- komplexe Knoten mit schnellen übergeordneten Strassen oder Tramführung auffällig.

Bei den UTG 45 mit Velobeteiligung sind vergleichsweise häufig

- überbreite Nebenstrassenzufahrten mit Sichtverdeckung durch wartende Fahrzeuge,
- weite Eckausrundungen und das damit verbundene zügige Rechtseinbiegen,
- komplexe Knoten mit „schnellem Verkehr“ in der Hauptrichtung,
- abknickende Vortrittsregelungen sowie
- Zweirichtungsradwege (linksfahrende Velos) auffällig.

UTG 8 – Fussgängerunfälle

Die Fussgängerunfälle sind (auch am Knoten) dominiert von der Kollision zwischen geradeaus fahrendem Fahrzeug und querendem Fussgänger. Kollisionen mit abbiegenden Fahrzeugen machen einen Anteil von rund 11% aus. Zentrale Konfliktgegner sind die Personenwagen.

Die UTG 8 zeigt Auffälligkeiten

- in den Wintermonaten November bis Januar sowie im März,
- während der Woche,
- in den Spitzenzeiten und Abendstunden (6-9 Uhr, 16-24 Uhr),
- bei regen Verkehrsbedingungen,
- bei Regen, Dämmerung und Dunkelheit sowie
- bei Temperaturen um den Nullpunkt.

Die Beteiligung von Trams ist auffällig. Fahrzeuglenker bzw. Fussgänger sind auffällig in den Altersgruppen 0-13 sowie 65+ Jahre und mit einem Führerausweis älter als 20 Jahre.

Erhöhte relative Unfallhäufigkeiten der UTG 8 finden sich bei hohen ÖV-Haltestellendichten, ÖV-Haltestellen am Knoten sowie erhöhten Wohnbevölkerungs- und Beschäftigtendichten im Umkreis des Knotens.

In den Einzelfallanalysen sind häufig

- Fussgängerstreifen an versetzten Einmündungen bzw. zwischen zwei Einmündungen,

- Knoten mit Sichtbehinderungen, mehrstreifigen Zufahrten oder weiten Eckausrundungen auffällig.

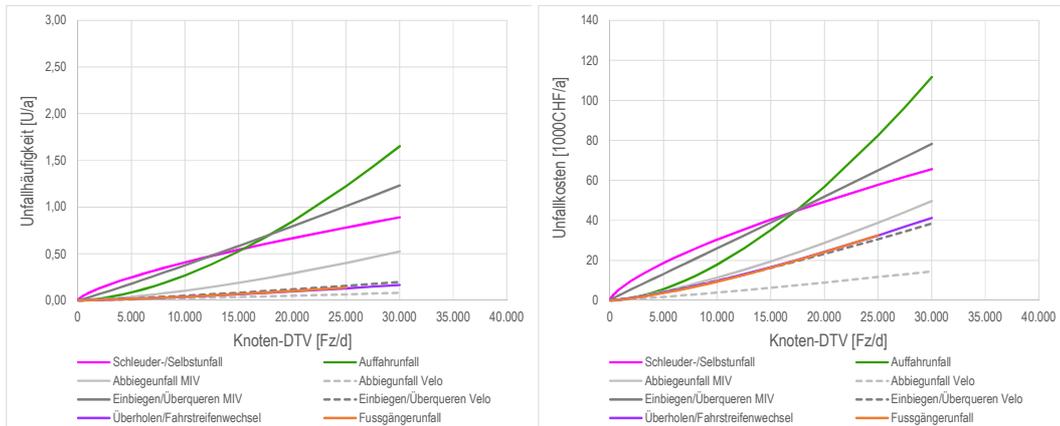


Abb.12 Unfalldichte- (links) und Unfallkostendichtefunktionen (rechts) der Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA für verschiedene Unfalltypengruppen

4.5.2 Kreuzungen und Einmündungen mit LSA (LSA)

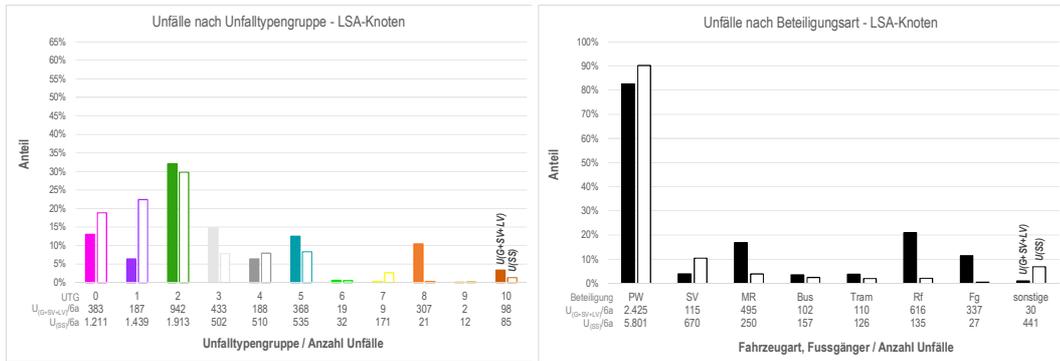


Abb.13 Verteilung der Unfalltypengruppen (links) und der Unfallbeteiligungen (rechts) an Kreuzungen und Einmündungen mit LSA (ausgefüllte Balken beschreiben Unfälle mit Personenschaden, leere Balken beschreiben Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden, Unfälle nach Beteiligungsart ergeben zusammen >100% aufgrund von Doppelnennungen)

UTG 0 – Schleuder- und Selbstunfälle

Die Unfalltypengruppe 0 ist im Wesentlichen durch Unfälle ohne Kollision (40%) sowie Unfälle mit Kollision mit Hindernissen auf und neben der Fahrbahn (jeweils ca. 18%) bei den $U_{(G+SV+LV)}$ geprägt. Motorräder und Radfahrer sind zu je einem Drittel neben den Personenwagen beteiligt. Bei den $U_{(SS)}$ dominieren die Unfälle mit Aufprall auf ein Hindernis. Neben den Personenwagen ist auch der Schwerverkehr mit 10% am Rande beteiligt.

Die UTG 0 zeigt Auffälligkeiten

- am Wochenende,
- in den Zeiträumen 19-6 Uhr (9-12 Uhr nur für $U_{(G+SV+LV)}$),
- bei schwachen und regen Verkehrsbedingungen,
- in Gefällestrecke (nur $U_{(G+SV+LV)}$),
- bei Anprall auf Schutzinseln,
- bei Nässe und Regen (Schneefall nur bei $U_{(SS)}$), Sonnenblendung (nur $U_{(SS)}$) sowie Dunkelheit.

Fahrzeuglenkende sind auffällig im Freizeitverkehr (nur $U_{(G+SV+LV)}$), beim Fahren unter Einfluss von Alkohol, in den Altersgruppen 18-24 Jahre (nur $U_{(SS)}$), bei den Neulenkenden

(Führerausweisalter 0-2 Jahre), bei den Schweizern ohne Migrationshintergrund sowie hinsichtlich der Administrativmassnahmen aufgrund der Kategorien „bewusste“ Missachtung und Fahren unter Einfluss.

Erhöhte relative Unfallhäufigkeiten für UTG 0 treten vorrangig an im Vergleich schwach belasteten Knoten auf, welche gleichzeitig einen geringen Schwerverkehrsanteil aufweisen. Velounfälle sind vor allem an Knoten mit erhöhter ÖV-Haltestellendichte auffällig (Stadtkernbereiche). Bei den $U_{(SS)}$ zeigen sich im Vergleich geringere Unfallhäufigkeiten an Innerortsknoten sowie bei einer erhöhten Wohnbevölkerung im Umkreis des Knotens.

Ausreisser stellen Knoten mit Unfällen mit Velobeteiligung dar.

In den Einzelfallanalysen sind

- Einmündungen in Kurven,
- Knoten mit eingeschränkte Sicht auf die Signalgeber,
- zügig trassierte Abbiegebeziehungen und Hauptfahrbahnen sowie
- Knoten mit Tramführung bei Unfallbeteiligung von Zweirädern auffällig.

UTG 12 – Fahrstreifenwechsel, Überholunfälle / Auffahrunfälle

Dieses Unfallkollektiv stellt den massgeblichen Anteil aller Unfälle an LSA-Knoten dar. Auffahrunfälle weisen dabei jeweils eine höhere Unfallschwere auf. Personenwagen dominieren dieses Unfallkollektiv. Velos spielen nur am Rande mit ca. 11% vor allem bei der UTG 2 eine Rolle. Motorradfahrende sind mit 15% bei beiden UTGs beteiligt. Bei den $U_{(G+SV+LV)}$ dominiert der Aufprall auf ein stehendes Fahrzeug (71%), gefolgt vom Aufprall auf ein fahrendes Fahrzeug (17%). Bei den $U_{(SS)}$ nimmt der Aufprall auf ein stehendes Fahrzeug nur noch 44% ein. Jeweils 15% ereignen sich bei Kollisionen beim Fahrstreifenwechsel nach rechts sowie beim Streifen während es Vorbeifahrens.

Die UTG 1 und 2 zeigen Auffälligkeiten während der Woche, im Zeitraum 9-16 Uhr (16-19 Uhr nur für $U_{(SS)}$) sowie bei regen und starken Verkehrsbedingungen. Fahrzeuge sind auffällig hinsichtlich des Schwerverkehrs und bei einem Fahrzeugalter von weniger als fünf Jahren. Fahrzeuglenker sind auffällig beim Fahrtzweck Arbeitsweg (nur $U_{(G+SV+LV)}$) und Wirtschaftsverkehr, bei Führerausweisalter von > 6 Jahren (nur $U_{(G+SV+LV)}$) bzw. 10-19 Jahren (nur $U_{(SS)}$) sowie nicht in der Schweiz wohnhaften Lenkern (nur $U_{(SS)}$).

Die Modellierung ergibt nur bedingt Ergebnisse zu besonderen Unfallhäufigkeiten in der Infrastruktur. Einzig zeigt sich eine Tendenz zu erhöhten relativen Unfallhäufigkeiten bei koordinierten LSA. Abgeschaltete LSA (nur bei unkritischen LSA möglich bzw. vorgenommen) und Haltestellen am Knoten (ggf. Indikator für geringere Geschwindigkeiten und geringere Anzahl an Fahrstreifen) stehen mit leichter Tendenz im Zusammenhang mit geringeren Unfallhäufigkeiten. Einmündungen weisen eine geringere Unfallhäufigkeit hinsichtlich der $U_{(SS)}$ auf.

Ausreisser stellen Knoten mit Unfällen am Wochenende (nur $U_{(G+SV+LV)}$) sowie in Schwachlastzeiten, in Steigungsstrecken und im Wirtschaftsverkehr dar (nur $U_{(SS)}$).

In den Einzelfallanalysen sind für die UTG 1 zweistreifige Abbiegeströme, kurze Knotenpunktabstände mit Verflechtungsvorgängen, sowie Sonderformen von Knoten auffällig. Bei den UTG2 sind vermehrt Stellen ohne Überkopfsignalgeber, Integration von Überkopfsignalgebern in Wegweisungsbeschilderung, freie Rechtsabbiegestreifen, geringe LSA-Dichte im Streckenverlauf, kurvige Zufahrten mit Sichteinschränkungen auf den Knoten (z. B. bei Abkröpfung), sowie ein hohes Geschwindigkeitsniveau²⁴ auffällig.

²⁴ Diese Vermutung wird aus den Auffälligkeiten hinsichtlich breiter Fahrbahnen mit geringer Randnutzung und hohem Ausstattungsgrad abgeleitet.

UTG 345 – Abbiegen, Einbiegen, Überqueren der Fahrbahn

Im Gegensatz zu den anderen Knotentypen dominieren an den LSA die Abbiege- und Überqueren-Unfälle. Einbiegeunfälle sind in Bezug auf die $U_{(G+SV+LV)}$ seltener. An 33% der Unfälle sind Velos beteiligt. Ca. 28% sind Unfälle mit Motorradbeteiligung. Bei den MIV-Unfällen dominiert die Kollision beim Linksabbiegen mit dem Gegenverkehr, gefolgt von der Kollision mit von rechts kommenden Überquerer und Linkseinbieger mit von links kommenden Fahrzeugen. Bei den Velounfällen steht das Rechtsabbiegen mit geradeausfahrenden Velo an erster Stelle, Kollision mit von rechts kommenden Überquerer an zweiter Stelle und Kollision beim Linksabbiegen mit dem Gegenverkehr an dritter Stelle.

Die UTG 345 ohne Velobeteiligung zeigen Auffälligkeiten

- am Wochenende,
- in den Abend- und Nachtstunden ($U_{(G+SV+LV)}$) sowie bei Dämmerung und Dunkelheit,
- in den Zeiträumen 9-12 Uhr / 16-24 Uhr ($U_{(SS)}$),
- bei regen und starken Verkehrsbedingungen,
- bei Regen und leichtem Schnee (nur Meteo) sowie
- beim Abschalten der LSA (UTG3~8%, UTG45~19%).

Lenkende sind auffällig im Freizeitverkehr sowie in den Altersgruppen 18-64 Jahre (UTG 45 bei $U_{(SS)}$ und 25-79 Jahre).

Die UTG 345 mit Velobeteiligung zeigen Auffälligkeiten von Mai bis Oktober, in der Woche, bei regen und starken Verkehrsbedingungen, bei abgeschalteter LSA sowie bei hohen Temperaturen. Fahrzeuglenkende sind auffällig im Wirtschaftsverkehr.

Erhöhte relative Unfallhäufigkeiten bei UTG 345 ohne Velobeteiligung ergeben sich bei mehr als drei Knotenarmen (Kreuzungen) sowie einer leichten Tendenz bei abgeschalteten LSA. Im Vergleich geringere Risiken ergeben sich an Innerortsknoten bzw. bei höheren ÖV-Haltstellendichten.

Erhöhte Unfallhäufigkeiten bei UTG 345 mit Velobeteiligung ergeben sich bei mehr als drei Knotenarmen (Kreuzungen), erhöhter Wohnbevölkerungs- und Beschäftigtendichte, Innerortsknoten, niedrigem SV-Anteil sowie Sonderformen von Knoten (komplex, keine Standardform).

Ausreisser stellen Knoten mit Velounfällen bei Sichtbehinderungen, bei regen Verkehrsbedingungen, mit Beteiligung von E-Bikes sowie im Wirtschaftsverkehr und auf dem Arbeitsweg dar.

In den Einzelfallanalysen ohne Velobeteiligung sind vorrangig Knoten

- bei Abschaltung auf Signalprogramm „Gelb Blinken“,
- Rotlichtmissachtungen wegen (vermutlich) fehlenden Überkopfsignalgebern und langen Räumwegen sowie
- in Form von signalisierte Kreisel und
- mit fehlendem Linksabbiegerschutz auffällig.

Bei den Unfällen mit Velobeteiligung sind

- bedingt verträgliche Linksabbiegeführungen,
- Rotlichtmissachtungen durch Velofahrende,
- weite Eckausrundungen bei Abbiegeunfällen sowie
- vereinzelt linksfahrende Velos und
- separate freie Rechtsabbiegestreifen auffällig.

UTG 8 – Fussgängerunfälle

Die Fussgängerunfälle weisen neben den Personenwagen als Kollisionsgegner auch einen kleinen Anteil der Velofahrenden (10%) sowie einen im Vergleich hohen Anteil der Tram mit 9% auf. Dominierende Kollisionsart sind querende Fussgänger mit geradeaus-fahrenden Fahrzeugen. Abbiegende Fahrzeuge machen ca. 23 % der Kollisionsarten aus.

Die UTG 8 zeigt Auffälligkeiten in den Wintermonaten sowie im Juni, bei regen und starken Verkehrsbedingungen, bei Nässe, Sichtbehinderungen sowie Temperaturen um den Nullpunkt. Beteiligte Personen sind hinsichtlich der Altersgruppe 0-17 Jahre sowie wohnhaft im Ausland auffällig.

Erhöhte relative Unfallhäufigkeiten ergeben sich bei mehr als drei Knotenarmen (Kreuzungen), erhöhter Arbeitsstätdendichte sowie ÖV-Haltestellen am Knoten.

In den Einzelfallanalysen sind vermehrt

- Rechtsabbiegeunfälle bei weiten Eckausrundungen,
- Unfälle im Bereich von ÖV-Haltestellen (vorrangig bei Tram-Mittellagehaltestellen²⁵),
- Rotlichtmissachtung (teilweise bei Dunkelheit) sowie
- teilweise abgesetzte Furten und mehrstreifige Zufahrten auffällig.

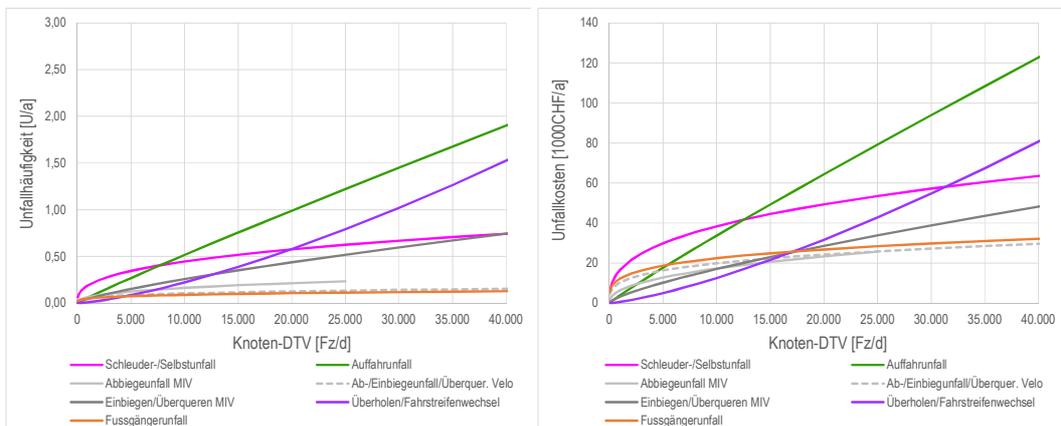


Abb.14 Unfalldichte- (links) und Unfallkostendichtefunktionen (rechts) der Einmündungen und Kreuzungen mit LSA für verschiedene Unfalltypengruppen

4.5.3 Kreisel (KVP)

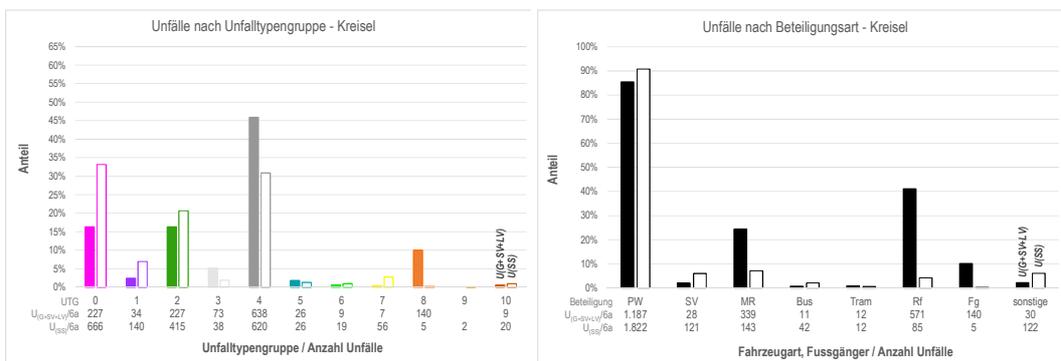


Abb.15 Verteilung der Unfalltypengruppen (links) und der Unfallbeteiligungen (rechts) an Kreiseln (ausgefüllte Balken beschreiben Unfälle mit Personenschaden, leere

²⁵ Haltestellen in Mittellage befinden sich auf der Fahrbahn zwischen den entgegengesetzten Fahrstreifen des MIV. Der Grossteil der Mittellagehaltestellen ermöglicht den Ausstieg in Fahrtrichtung nach rechts auf einen Perron zwischen den Gleisen und dem parallel verlaufenden Fahrstreifen des MIV.

Balken beschreiben Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden, Unfälle nach Beteiligungsart ergeben zusammen >100% aufgrund von Doppelnennungen)

UTG 0 – Schleuder- und Selbstunfälle

Die Unfalltypengruppe 0 stellt den grössten Anteil der Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden $U_{(SS)}$ sowie mit den Auffahrunfällen die zweitbedeutendste Gruppe der Unfälle mit Personenschaden $U_{(G+SV+LV)}$. Bei den $U_{(G+SV+LV)}$ sind neben den Personenwagen vor allem die Motorräder (45%) sowie die Velos (27%) beteiligt. Wichtigste Unfallsituation sind die Unfälle ohne Kollision gefolgt von den Unfällen mit Kollision mit Hindernis auf oder neben der Fahrbahn. Bei den $U_{(SS)}$ dominieren die Personenwagen sowie die Kollisionsarten mit Aufprall auf Hindernis neben und auf der Fahrbahn.

Die UTG 0 zeigt zusätzliche Auffälligkeiten in den Sommermonaten (nur $U_{(G+SV+LV)}$), am Wochenende, im Zeitraum 19-6 Uhr, bei schwachen Verkehrsbedingungen, öligen/schmierigen Fahrbahnzustand (Motorräder), bei Dämmerung/Dunkelheit und Regen/Schneefall (nur $U_{(SS)}$). Lenkende sind auffällig im Freizeitverkehr, in den Altersgruppen 65-79 (nur $U_{(G+SV+LV)}$) sowie 18-24 (nur $U_{(SS)}$), als Neulenkende (nur $U_{(SS)}$), als Schweizer ohne Migrationshintergrund und Lenkende wohnhaft in der Schweiz (nur $U_{(SS)}$). Administrativmassnahmen werden vorrangig aufgrund der Missachungskategorien „bewusste Missachtung“, Fahren unter Einfluss und Geschwindigkeit verhängt.

Erhöhte relative Unfallhäufigkeiten bei den $U_{(G+SV+LV)}$ zeigen sich nur für Sonderformen von Kreiseln (u. a. mehr als vier Knotenarme, mit Tramhaltestellen). Erhöhte relative Unfallhäufigkeiten bei den $U_{(SS)}$ zeigen sich für Kreisel an Ausserortsstrassen (leichte Tendenz). Kreiselattribute wie Durchmesser und Breite der Kreiselfahrbahn ergeben keine signifikanten Ergebnisse.

Ausreisser stellen Kreisel mit ölig/schmierigem Fahrbahnzustand dar.

In den Einzelfallanalysen sind vermehrt

- Motorräder und Velos mit tendenziell schweren Folgen,
- schlechte Erkennbarkeit des Kreisels (aufgrund von unzureichender Beschilderung, zügig trassierten Zufahrten oder Sichtbehinderungen bei kurvigen Zufahrt und Sichthindernissen am Fahrbahnrand),
- PW-Kollisionen mit der Mittelinsel, Masten oder Einbauten,
- unfallbegünstigende Umweltfaktoren wie zum Beispiel Dunkelheit, Nässe oder Glätte, sowie
- vereinzelt auffällige Sonderformen mit Tramführung, Alkoholeinfluss und fehlender Ablenkung auffällig.

UTG 12 – Fahrstreifenwechsel, Überholunfälle / Auffahrunfälle

Dieses Unfallkollektiv wird dominiert von den Auffahrunfällen. Die Unfallbeteiligung wird dominiert durch Personenwagen. Motorräder und Velos spielen nur am Rande eine Rolle (jeweils 15% bei $U_{(G+SV+LV)}$). Bei den $U_{(SS)}$ nimmt der Schwerverkehr einen Anteil von 9% ein. Zentrale Kollisionsart ist der Aufprall auf stehende gefolgt vom Aufprall auf fahrende Fahrzeuge.

Die UTG 1 und 2 zeigen Auffälligkeiten in der Woche (nur $U_{(SS)}$), im Zeitraum 12-19 Uhr (9-12 Uhr nur bei $U_{(SS)}$) sowie bei regen und starken Verkehrsbedingungen (teilweise Kolonne). Lenkende sind auffällig auf dem Arbeitsweg sowie mit Führerausweisen älter als 10 Jahre.

Erhöhte Unfallhäufigkeiten zeigen sich für Sonderformen von Kreiseln (u. a. viele Zufahrten, mit Tramhaltestellen), Kreisel mit mehr als drei Knotenarmen sowie erhöhte Beschäftigtendichten. Eine leichte Tendenz zu erhöhten Risiken bei $U_{(G+SV+LV)}$ ergeben sich bei schmalen Kreiselfahrbahnen.

In den Einzelfallanalysen sind für die UTG 1 häufig Kreisel mit zweistreifigen oder überbreiten Elementen (Zufahrt und/oder Kreisfahrbahn) sowie überbreiten Kreisfahrbahnen in Bezug auf Velounfälle auffällig. Bei den UTG 2 sind Fussgängerstreifen, Grundstückszufahrten an der Kreisfahrbahn, eingeschränkte Erkennbarkeit der Kreisel, vermutete Rückstaus vor oder im Kreisel, sowie Minikreisel mit Velobeteiligung bei Unfällen auffällig.

UTG 345 – Abbiegen, Einbiegen, Überqueren der Fahrbahn

Einbiegeunfälle sind die häufigsten Unfallsituationen am Kreisel unabhängig von der Unfallschwere. UTG 345 sind in hohem Masse geprägt durch die Beteiligung von Zweirädern. Ca. 60% der UTG 45 sind Velounfälle, ca. 29% sind Unfälle mit Beteiligung von Motorrädern (wobei die Unfälle mit Personenschaden ohne Velobeteiligung zu ca. $\frac{3}{4}$ von Unfällen mit Motorradbeteiligung dominiert werden). Bei den UTG 45 dominiert das Rechtseinbiegen mit von links kommenden Fahrzeugen. Bei den Velounfällen dominieren Konflikte zwischen auf die Kreisfahrbahn einbiegenden Personenwagen und auf der Kreisfahrbahn fahrenden Velos²⁶.

Die UTG 345 ohne Velobeteiligung zeigen Auffälligkeiten in den Zeiträumen 6-12 und 19-24 Uhr, bei regen und starken Verkehrsbedingungen sowie bei Regen (nur $U_{(SS)}$). Lenkende sind auffällig in der Altersgruppe 65-79 Jahre, mit Führerausweisen älter als 20 Jahren sowie Schweizer ohne Migrationshintergrund sowie wohnhaft in der Schweiz (nur $U_{(SS)}$).

Die UTG 345 mit Velobeteiligung zeigen Auffälligkeiten in der Woche, im Zeitraum 6-12 Uhr, bei regen und starken Verkehrsbedingungen, Nässe und Regen sowie Dämmerung (vorrangig für $U_{(G+SV+LV)}$). Lenkende sind auffällig mit Fahrtzweck Arbeitsweg, in der Altersgruppe 65-79 Jahre, mit Führerausweisen älter als 20 Jahre sowie Schweizer ohne Migrationshintergrund und wohnhaft in der Schweiz.

Erhöhte relative Unfallhäufigkeiten zeigen sich für Sonderformen von Kreiseln ($U_{(SS)}$ – MIV) sowie für mehr als drei Knotenarme. Im Vergleich geringe Unfallhäufigkeiten zeigen sich an Strassen mit einer hohen v_0 bzw. einem hohen Schwerverkehrsanteil (beides wird als Indikator für höher klassifizierte und gut ausgebaute Strassen interpretiert).

In den Einzelfallanalysen der Unfälle ohne Velobeteiligung sind vorrangig

- Personenschadensunfälle mit Motorradbeteiligung,
- geringe Ablenkung geradeausfahrender Fahrzeuge,
- überbreite Kreisfahrbahnen,
- Nässe und Dunkelheit,
- eng beieinanderliegende Knotenarme,
- vereinzelt Fehlen eines angehobenen Kreisrings,
- Gefälle im Zulauf,
- ovale Bauformen sowie
- zweistreifige Zufahrten auffällig.

Bei den Einzelfallanalysen der Unfällen mit Velobeteiligung sind

- Velos auf der Kreisfahrbahn,
- Kreisel mit tendenziell geringer Ablenkung,
- überbreite Kreisfahrbahnen und fehlende Kreisringanhebungen,
- Gefälle im Zulauf (Hinweis auf erhöhte Velogeswindigkeiten) sowie
- vereinzelt ÖV-Haltestellen in Kreiselmittle, zweistreifige Elemente, Minikreisel, ovale Bauform und Radfahrstreifen im Kreisel auffällig.

²⁶ Die immer wieder diskutierten Abbiegeunfälle mit Velobeteiligung spielen nur eine untergeordnete Rolle.

UTG 8 – Fussgängerunfälle

Die Fussgängerunfälle werden dominiert durch den Unfallgegner Personenwagen. 74% der Kollision ereignen sich zwischen querendem Fussgänger und geradeausfahrendem Fahrzeug und 13% zwischen querendem Fussgänger und rechtsabbiegenden Fahrzeugen.

Die Unfalltypengruppe 8 zeigt Auffälligkeiten

- in den Wintermonaten,
- im Zeitraum 6-12 Uhr,
- bei regen Verkehrsbedingungen,
- bei Regen und Schneefall (nur Meteo),
- bei Dämmerung und Dunkelheit sowie
- bei Sichtbehinderungen.

Bei den Fahrzeugen zeigt sich eine leichte (nicht signifikante) Tendenz von E-Bikes. Lenker sind auffällig hinsichtlich Fahrtzweck Arbeitsweg, Altersgruppe 65+ Jahre sowie Führerausweise älter als 20 Jahre.

Erhöhte relative Unfallhäufigkeiten zeigen sich bei erhöhter Wohnbevölkerungs- und Arbeitsstätdichte, bei Sonderformen sowie Haltestellen am Kreisel.

Ausreisser stellen Kreisel mit Unfällen in den Wintermonaten, in den Spitzen- und Abendstunden, bei Nässe sowie Dämmerung und Dunkelheit dar.

In den Einzelfallanalysen sind vermehrt fehlende Geschwindigkeitsreduzierung im Kreis mangels ausreichender Ablenkung, Sichteinschränkungen, Nässe und Dunkelheit, sowie vereinzelt ÖV-Haltestellen in Kreiselmittle, zweistreifige Elemente und andere Sonderformen auffällig.

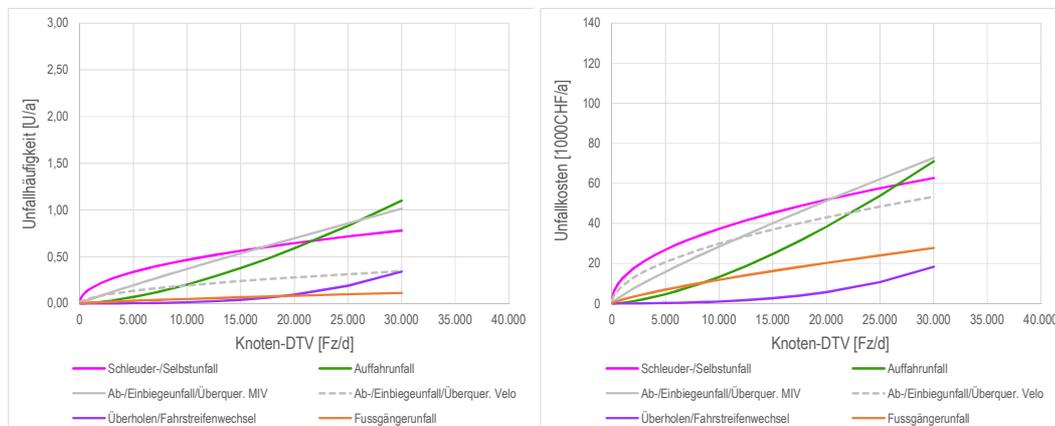


Abb.16 Unfalldichte- (links) und Unfallkostendichtefunktionen (rechts) der Kreisel für verschiedene Unfalltypengruppen

4.5.4 Vergleich Knotenformen/Verkehrsregelungen

In Tab.17 sind die Unterschiede der Unfallhäufigkeiten verschiedener Unfalltypengruppen für die Knotenformen und zugehörige Verkehrsregelungen in Abhängigkeit des Knoten-DTVs dargestellt. In Bezug auf die Modellauswertung signifikanter Unterschiede (nicht im Diagramm dargestellt) können folgende Aussagen getroffen werden:

- LSA-Knoten (das sind Kreuzungen und Einmündungen mit LSA) und Kreisel weisen (ähnlich) erhöhte Häufigkeiten für $U_{(G+SV+LV)}$ der Unfalltypengruppe 0 im Vergleich zu

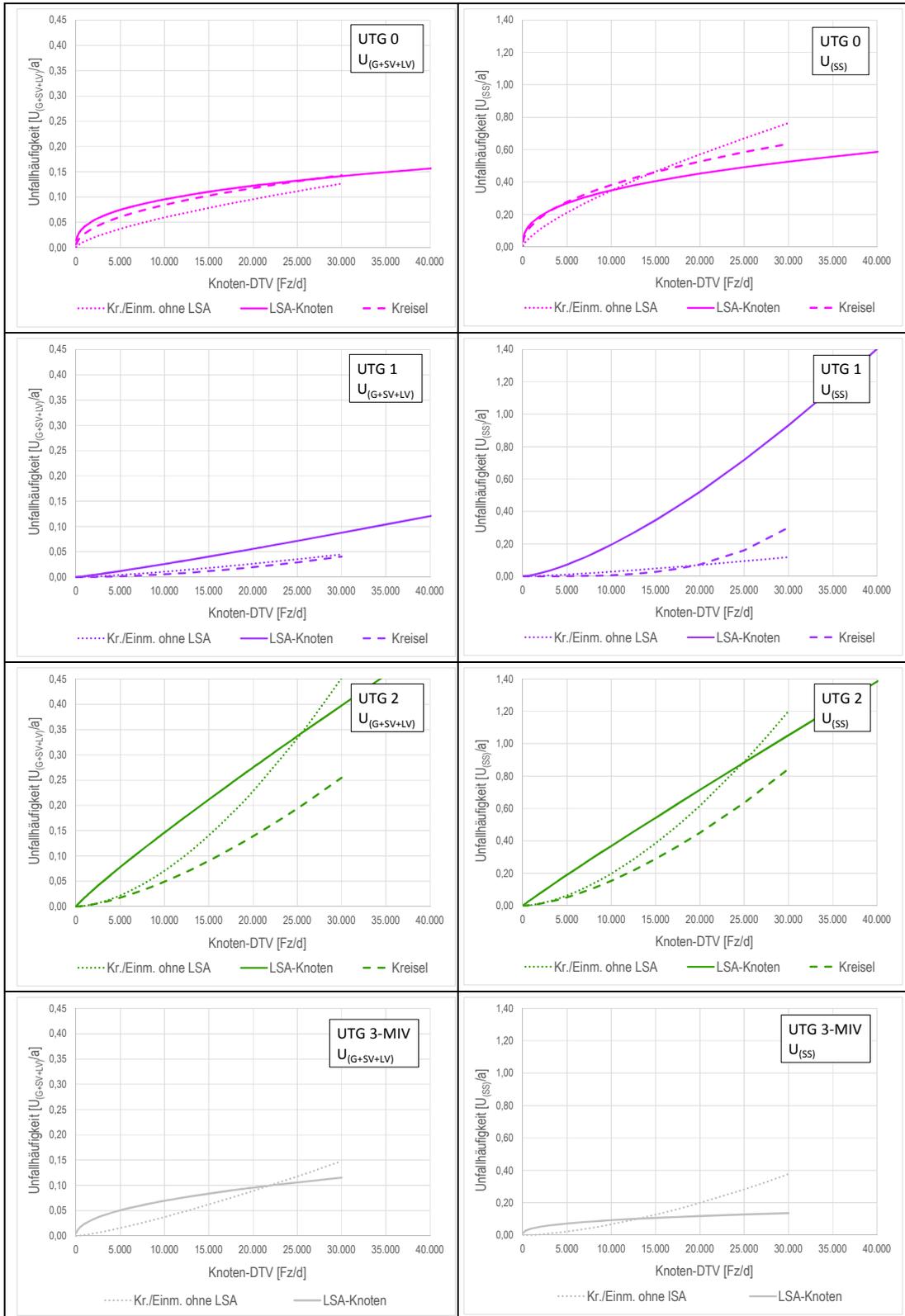
Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA auf. In Bezug auf die $U_{(SS)}$ weist allein der Kreisell eine signifikant erhöhte Häufigkeit für UTG 0²⁷ auf.

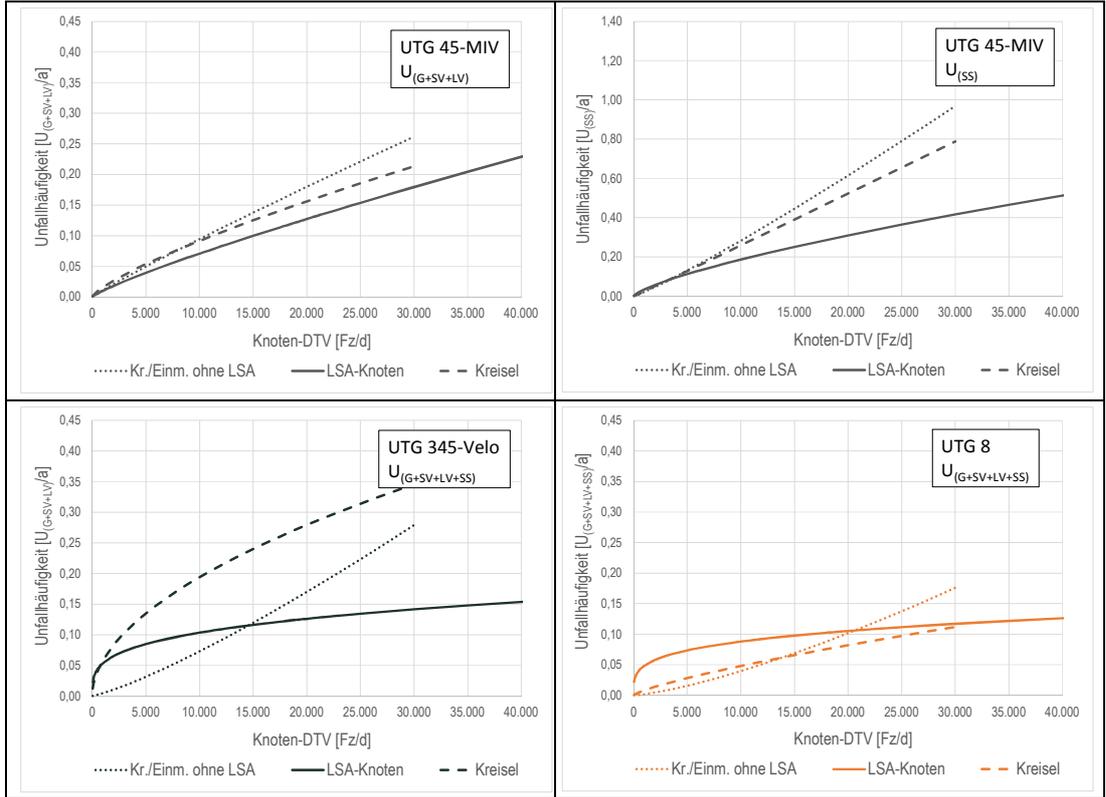
- LSA-Knoten weisen eine erhöhte Häufigkeit für $U_{(G+SV+LV)}$ und $U_{(SS)}$ der UTG 12 gegenüber Knoten ohne LSA und Kreiseln auf. Kreisell weisen in Bezug auf $U_{(G+SV+LV)}$ eine geringere Häufigkeit hinsichtlich der UTG 12 im Vergleich zu den beiden anderen Knotentypen auf (dies ist vor allem auf die Auffahrunfälle zurückzuführen).
- LSA-Knoten weisen sowohl für den Veloverkehr als auch für den MIV eine erhöhte Häufigkeit hinsichtlich der Abbiegeunfälle im Vergleich zu den andern Knotentypen auf. Der Kreisell weist eine (wesentlich) geringere Häufigkeit für Abbiegeunfälle in Bezug auf den MIV (nicht hinsichtlich Velos) auf (Hinweis: Abbiegeunfälle des MIV können per Definition nur im zweistreifigen Kreisell auftreten).
- LSA-Knoten weisen sowohl für den Veloverkehr als auch für den MIV ein geringeres Risiko für die UTG 45 im Vergleich zu den anderen Knotentypen auf. Kreisell weisen eine (deutlich) erhöhte Häufigkeit für Radverkehrsunfälle der UTG 45 im Vergleich zu den anderen Knotentypen auf.
- LSA-Knoten weisen eine geringere Häufigkeit an Fussgängerunfällen (bei Berücksichtigung der ÖV-Haltestellendichte als Stellvertretergrösse für das Fussgängeraufkommen) im Vergleich zu den anderen Knotentypen auf.

Bei allen Aussagen zum Langsamverkehr ist zu beachten, dass keine oder nur indirekte Kenngrössen zur Abbildung der Verkehrsstärken von Velos und Fussgängern berücksichtigt werden konnten. In einer separaten Analyse für Basel-Stadt deutet sich aber eine (bisher nicht signifikante) Tendenz an, dass – bezogenen auf alle Unfalltypengruppe – der Kreisell am ungünstigsten und die LSA am besten in Hinblick auf die Unfallhäufigkeit der Velounfälle abschneidet.

²⁷ Dies sollte als Verschiebung der Personen- zu den Sachschadensunfällen bzw. eine Reduzierung der Unfallschwere im Vergleich zu anderen Knotentypen interpretiert werden.

Tab.17 Vergleich Dichtefunktionen Unfallhäufigkeit für verschiedene Knotenformen/ Verkehrsregelungen differenziert nach den bedeutendsten Unfalltypengruppen; links jeweils „Unfälle mit Personenschaden“, rechts „Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden“





4.6 Fussgängerstreifen

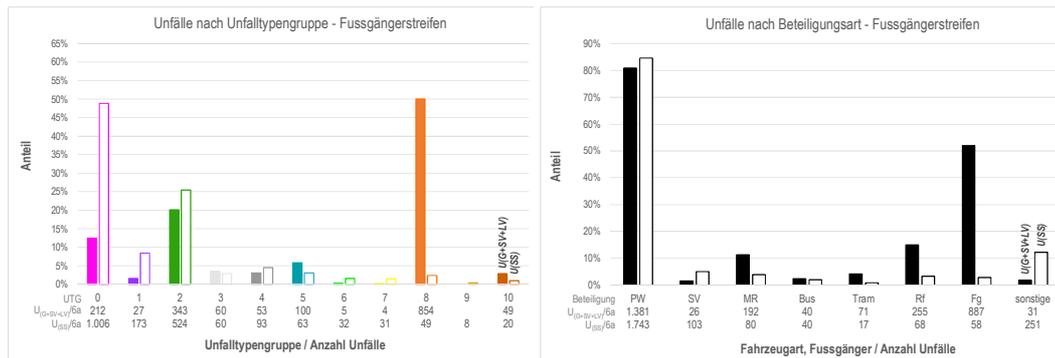


Abb.17 Verteilung der Unfalltypengruppen (links) und der Unfallbeteiligungen (rechts) an Fussgängerstreifen (ausgefüllte Balken beschreiben Unfälle mit Personenschaden, leere Balken beschreiben Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden, Unfälle nach Beteiligungsart ergeben zusammen >100% aufgrund von Doppelnennungen)

UTG 0 – Schleuder- und Selbstunfälle

Die Schleuder- und Selbstunfälle stellen die häufigste Unfalltypengruppe bei den U_(SS) dar. Neben den Personenwagen sind mit 33% die Motorräder und 27% die Velos beteiligt. Bei den U_(G+SV+LV) sind Unfälle ohne Kollision sowie mit Kollision mit einem Hindernis auf der Fahrbahn am häufigsten. Bei den U_(SS) dominieren die Kollisionen mit Hindernissen auf der Fahrbahn. UTG 0 werden vermutlich in einigen Fällen durch querende Fussgänger ausgelöst.

Die UTG 0 zeigt Auffälligkeiten

- in den Monaten November bis Februar (nur U_(SS)),
- am Wochenende,
- im Zeitraum 19-6 Uhr,
- bei schwachen Verkehrsbedingungen,
- bei Dunkelheit,
- bei nasser/glatte Fahrbahn bzw. Regen und Schneefall (nur U_(SS)) sowie
- einer leichten Tendenz bei Temperaturen um den Nullpunkt (nur U_(SS)).

In beiden Unfallschwerekategorien ist der Aufprall auf Insel/Schild/Pfosten auffällig. Bei den U_(G+SV+LV) sind Motorräder und Velos auffällig. Lenkende/Fussgänger sind auffällig im Freizeitverkehr sowie als Neulenker (nur U_(G+SV+LV)) und beim Fahren unter Einfluss von Alkohol. Bei den U_(SS) sind erfahrene bzw. ältere Lenker (65-79 Jahre) auffällig.

Erhöhte relative Unfallhäufigkeiten sind bei Tempolimits oberhalb von 50km/h sowie bei Mittelinseln (vorrangig U_(SS); „Mittelinsel kommt unerwartet“) festzustellen. Im Vergleich niedrigere Unfallhäufigkeiten finden sich bei Strassen mit geringer ÖV-Haltstellendichte (ausserhalb stadtkernnaher Gebiete) sowie Strassen mit einem Tempolimit von 30km/h.

Ausreisser stellen Fussgängerstreifen in Steigungsstrecken sowie mit Unfällen unter Beteiligung von Männern, den Altersgruppen 25-64 und 80+ Jahre sowie Beteiligten wohnhaft im Ausland dar.

In den Einzelfallanalysen werden PW-Unfälle ohne schwere Folgen mit Aufprall auf Mittelinseln begünstigt

- durch FGS in Kurve,
- keine Leitlinienmarkierung,
- ungenügende Ausstattung/Erkennbarkeit des FGS,
- FGS in der Ausfahrt von Knoten bei weiter Eckausrundung,
- zügige Strecken mit Ausserortscharakter,

- sehr engen Abkröpfungen in Knotenzufahrten,
- bei Verbreiterung der Fahrbahn wegen Mittelinsel sowie
- ungenügender Erkennbarkeit von Knoten (vortrittsbelastete Zufahrt).

Bei der Zweiradbeteiligung sind ähnliche Einflüsse festzustellen, allerdings haben die Unfälle schwerere Folgen. Velounfälle sind vor allem in Gefällestrecken auffällig.

UTG 2 – Auffahrunfälle

Auffahrunfälle stellen die zweithäufigste Unfallsituation bei den $U_{(G+SV+LV)}$ dar. UTG 2 wird dominiert von den Personenwagen sowie dem Aufprall auf ein stehendes Fahrzeug. Zahlreiche UTG 2 werden an Fussgängerstreifen auf der Strecke durch querende Fussgänger ausgelöst.

Die Unfalltypengruppe 2 zeigt Auffälligkeiten hinsichtlich

- des Zeitraums 6-19 Uhr (für $U_{(G+SV+LV)}$ auch 6-9 Uhr, für $U_{(SS)}$ auch 16-19 Uhr),
- rege bis starken Verkehrsbedingungen,
- geraden Strecken (nur $U_{(G+SV+LV)}$) sowie
- bei Nässe, Regen und Sonnenblendung (nur $U_{(SS)}$).

Lenkende sind auffällig hinsichtlich dem Fahrtzweck Arbeitsweg, der Altersgruppe 18-64 Jahre sowie Schweizern ohne Migrationshintergrund und wohnhaft in der Schweiz.

Erhöhte relative Unfallhäufigkeiten ergeben sich bei erhöhter Arbeitsstätdichten, FGS an Hauptknoten und dort im Speziellen an LSA-Knoten. Ausreisser stellen Fussgängerstreifen mit Unfällen bei schwach bis regen Verkehrsbedingungen dar.

In den Einzelfallanalysen fällt auf, dass zahlreiche Auffahrunfälle auf knotenspezifische Sicherheitsdefizite zurückgeführt werden können (siehe Ausführungen zu Knoten). Weiterhin sind tendenziell schnellere Strecken (z. B. Tempo 60), eine ungenügende Ausstattung von FGS, FGS an ÖV-Haltstellen oder in Kurven unfallbegünstigend.

UTG 8 – Fussgängerunfälle

Die Fussgängerunfälle als zentraler Unfalltyp an FGS werden dominiert durch Kollisionen mit geradeausfahrenden Fahrzeugen (vorrangig PWs). Trams sind auffällig und an 4% der Unfälle beteiligt.

Die Unfalltypengruppe 8 zeigt Auffälligkeiten

- in den Monaten November bis Februar,
- während der Woche,
- in den Spitzenstunden 6-9 und 16-19 Uhr,
- bei regen bis starken Verkehrsbedingungen,
- bei nassen Fahrbahnzustand und Regen,
- bei Sonnenblendung, Dämmerung und Dunkelheit,
- bei Sichtbehinderungen sowie
- Temperaturen um den Nullpunkt.

Lenkende bzw. Fussgänger sind auffällig in den Altersgruppen 0-13 Jahre sowie 65+ Jahre, bei einem Führerausweisalter von mehr als 20 Jahren sowie bei Schweizern ohne Migrationshintergrund bzw. wohnhaft in der Schweiz.

Erhöhte Unfallhäufigkeiten ergeben sich bei erhöhten Wohnbevölkerungs- und Arbeitsstätdichten sowie ÖV-Haltstellendichten (Exposition) und bei FGS auf der freien Strecke ausserhalb von Hauptknoten. Im Vergleich niedrigere Unfallhäufigkeiten ergeben sich bei Tempo-30-Strassen, FGS mit LSA (starker Einfluss) sowie FGS mit gebauten Mittelinseln (Einfluss weniger deutlich) oder Mittelstreifen.

Ausreisser (Tendenz zu Schwerpunkten) können über schwache Verkehrsbedingungen (höhere Geschwindigkeiten), Gefällestrrecken, bei Tempolimits grösser 50km/h sowie ungünstigen Witterungsbedingungen charakterisiert werden.

In den Einzelfallanalysen waren vor allem Sichthindernisse in einer Entfernung von 1-1,5m zum Fahrbahnrand auffällig, teilweise in Kombination mit der direkten Lage des FGS entlang einer Fussgängerverbindung. Weiterhin waren überbreite und zweistreifige Fahrbahnen (hier: zwei Fahrstreifen in einer Fahrtrichtung), (vermutete) ungenügende Beleuchtung und Einschränkungen der Erkennbarkeit auffällig. Gut ausgestattete FGS waren vor allem in Kombination mit Kinderunfällen auffällig.

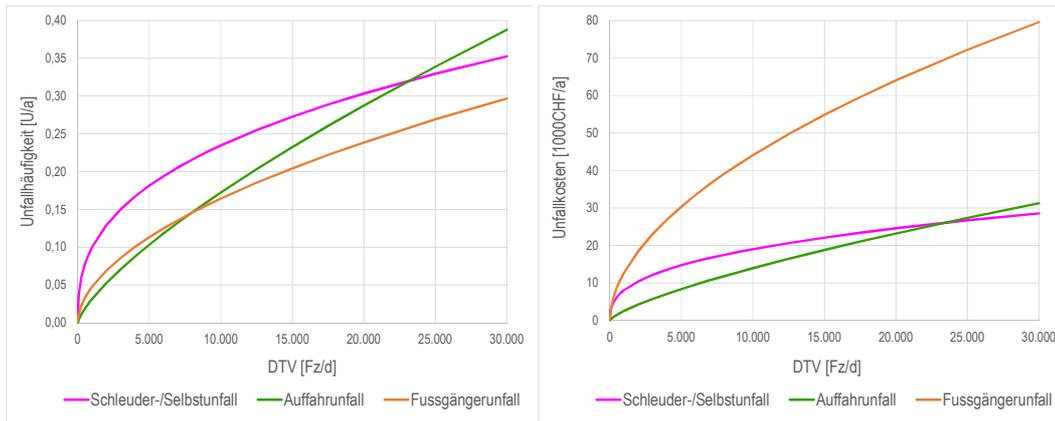


Abb.18 Unfalldichte- (links) und Unfallkostendichtefunktionen (rechts) der Fussgängerstreifen für verschiedene Unfalltypengruppen

4.7 Siedlungsgebiete (SG)

Unter Siedlungsgebieten bzw. Erschliessungsstrassennetzen werden alle Zonen/Netze zwischen den verkehrsorientierten Strassen innerorts verstanden. Siedlungsgebiete beinhalten nach dieser Definition auch Gewerbe- und Industriegebiete.

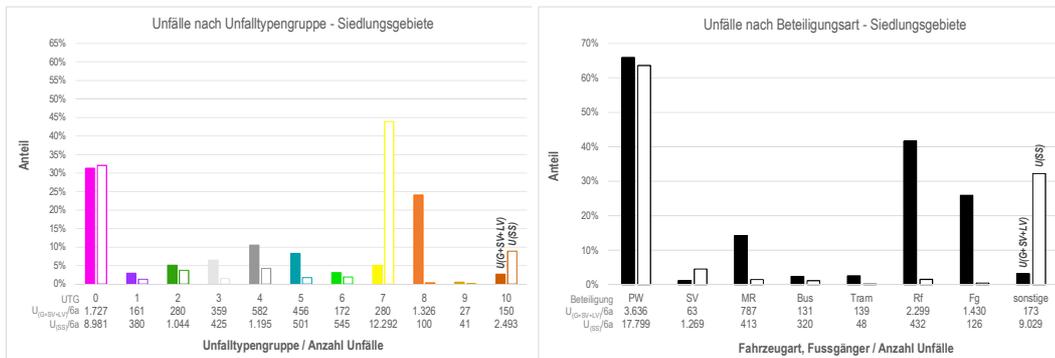


Abb.19 Verteilung der Unfalltypengruppen (links) und der Unfallbeteiligungen (rechts) in Siedlungsgebieten (ausgefüllte Balken beschreiben Unfälle mit Personenschaden, leere Balken beschreiben Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden, Unfälle nach Beteiligungsort ergeben zusammen >100% aufgrund von Doppelnennungen)

Die (modellbasierten) Aussagen zu den Siedlungsgebieten sind mit Vorsicht zu interpretieren, da hier keine direkten Expositionsgrössen des Verkehrsaufkommens berücksichtigt werden und die Strassen innerhalb eines Siedlungsgebiets stark heterogen sind.

UTG 0 – Schleuder- und Selbstunfälle

Die Unfalltypengruppe 0 stellt die häufigste Unfallsituation in Siedlungsgebieten (Zonen siedlungsorientierter Strassen bzw. Erschliessungsstrassen) bei Unfällen mit Personenschaden dar. Bei den Unfällen mit ausschliesslich Sachschaden rangiert die UTG 0 an zweiter Stelle. Velos stellen die häufigste Fahrzeugart gefolgt von den Personenwagen und Motorrädern bei den Unfällen mit Personenschaden dar. Personenwagen und der Schwerverkehr (mit ca. 10%) stellen die häufigste Beteiligung bei den $U_{(SS)}$. Mit über 40% dominieren Schleuder- und Selbstunfälle ohne Kollision die $U_{(G+SV+LV)}$. Kollisionen mit Hindernissen auf und neben der Fahrbahn (je ein Drittel) und die Kollision mit Hindernis nach dem Manövrieren (ca. 20%) sind die häufigsten Folgen der $U_{(SS)}$.

Die Unfalltypengruppe 0 zeigt Auffälligkeiten

- in verkehrsschwachen Zeiten (nachts und 9-12 Uhr) sowie bei Dunkelheit,
- bei hohen Temperaturen (nur $U_{(G+SV+LV)}$, erhöhtes Veloaufkommen) sowie
- in Gefällestrecken.

Lenkende sind bei $U_{(G+SV+LV)}$ auffällig im Freizeitverkehr, beim Fahren unter Einfluss von Alkohol, in den Altersgruppen 0-17 Jahre und 65+ Jahre sowie bei Schweizern wohnhaft in der Schweiz (letzteres betrifft alle UTG in Siedlungsgebieten).

Erhöhte relative Häufigkeiten von Unfällen im Zusammenhang mit der UTG 0 sind Erschliessungsnetze mit einer geringen Netzdichte sowie erhöhten Anteilen von Arbeitszonen (nur $U_{(G+SV+LV)}$). Geringe Häufigkeiten von UTG 0 zeigen sich bei einem hohen Anteil an Tempo-30-Strassen bzw. Tempo-30-Zonen sowie erhöhten Anteilen von Wohnzonen, Arbeitszonen (nur $U_{(SS)}$), Misch- und Zentrumszonen.

Ausreisser (Tendenz zu Schwerpunkten) können über Strecken mit Tempo 50, in Kurven (nur $U_{(G+SV+LV)}$), auf Parkflächen (nur $U_{(SS)}$), bei ungünstigen Witterungsbedingungen (nur $U_{(SS)}$, Glätte, Regen, Schnee), regen Verkehrsbedingungen, der Beteiligung des Schwerverkehrs sowie männlichen Lenkern (alle nur $U_{(SS)}$) charakterisiert werden.

In den Einzelfallanalysen sind vor allem Gewerbegebiete auffällig. Vereinzelt fallen auch hoch frequentierte Ziele in Siedlungsgebieten auf.

UTG 345-MIV – Abbiegeunfall/Einbiegeunfall/Überqueren der Fahrbahn ohne Velobeteiligung

Die knotentypischen Unfalltypengruppen 345 sind geprägt durch Linkseinbieger und Überquerer. Motorräder stellen mit 50% eine der wichtigsten Fahrzeugarten dar.

Die Unfalltypengruppen 345 zeigen Auffälligkeiten

- an Wochentagen,
- im Zeitbereich 9-16 Uhr ($U_{(SS)}$ auch bis 19 Uhr),
- bei geringem Verkehrsaufkommen,
- bei Beteiligung von Motorrädern und Bussen sowie
- beim Vorhandensein von Sichtbehinderungen.

Weiterhin ist der Freizeitverkehr, weibliche Lenkende sowie ältere Verkehrsbeteiligte bei den $U_{(G+SV+LV)}$ auffällig.

Erhöhte relative Unfallhäufigkeiten können – in Bezug auf Netzlänge sowie die Wohnbevölkerungs- und Beschäftigtendichte – in Arbeitszonen; niedrigere relative Unfallhäufigkeiten bei hohen Netzdichten (geringe Knotendichte) und in Wohnzonen (hoher Grad an Verkehrsberuhigung) festgestellt werden.

Ausreisser (Tendenz zu Schwerpunkten von Unfällen) können über Tempo-50-Bereiche, rege Verkehrsbedingungen und Parkflächen (beide nur $U_{(SS)}$) sowie die Beteiligung des Schwerverkehrs charakterisiert werden.

In den Einzelfallanalysen sind

- langgestreckte und schnelle Strassen in Gewerbe-/ Industriegebieten,
- (vermutlich) hoch belastete Anbindungen von Gewerbegrundstücken,
- Parkflächen sowie deren Zu- und Abfahrten und
- vereinzelt Bereiche um hoch frequentierte Ziele in Siedlungsgebieten auffällig.

UTG 345-Velo – Abbiegeunfall/Einbiegeunfall/Überqueren der Fahrbahn mit Velobeteiligung

Die knotentypischen Unfalltypengruppen 345 mit Velobeteiligung sind geprägt durch Linkseinbieger und Überquerer. Personenwagen stellen den zentralen Konfliktgegner der Velos dar.

Die Unfalltypengruppen zeigen Auffälligkeiten

- ausserhalb der Wintermonate,
- an Wochentagen,
- vorrangig in den Spitzenstunden (aber auch von 12-16 Uhr → Schulzeitende),
- in Einbahnstrassen,
- bei schwachen Verkehrsbedingungen sowie
- bei vorhandenen Sichthindernissen.

Junge und jugendliche Velofahrende (insbesondere die 0-13-jährigen) sind ebenfalls auffällig.

Erhöhte relative Unfallhäufigkeiten können – in Bezug auf Netzlänge sowie die Wohnbevölkerungs- und Beschäftigtendichte – in Arbeitszonen und Zonen öffentlicher Nutzung; niedrigere Unfallhäufigkeiten bei hohen Netzdichten (geringe Knotendichte) und erhöhten Dichten an Anschlussknoten (Zufahrten zum Siedlungsgebiet) festgestellt werden.

Ausreisser (Tendenz zu Schwerpunkten von Unfällen) können über Tempo-50-Bereiche, Sichtbehinderungen sowie 18-24- und 80+jährige als Hauptverursacher (unabhängig von der Art des gefahrenen Fahrzeugs; 18-24-Jährige mit rund 45% als Velofahrende sowie 80+-Jährige mit rund 37% als Velofahrende) charakterisiert werden.

In den Einzelfallanalysen sind

- (offensichtliche) „Velorouten“ durch Siedlungsgebiete (anhand des Unfallgeschehens identifizierbar²⁸),
- Kreisel,
- Knoten an neuralgischen Punkten (z. B. Zufahrten zu Brücken über Trassen/Flüsse mit hoher Trennwirkung),
- Gefällestrecken in Knotenzufahrten sowie
- ungenügend ausgestatteten Knoten (Rechtsvortritt und Vorfahrtregelung) mit Sichteinschränkungen vorrangig durch parkende Fahrzeuge auffällig.

UTG 7 – Parkierunfälle

Die Unfalltypengruppe 7 stellt den grössten Anteil der Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden. Bei den $U_{(G+SV+LV)}$ sind neben den Personenwagen zu 45% auch Velofahrende beteiligt. Rund die Hälfte sind Kollisionen mit anderen Verkehrsteilnehmenden, ca. ein Drittel sind Kollisionen mit offener Wagentür (Velos). Bei den $U_{(SS)}$ handelt es sich häufig um Alleinunfälle der Personenwagen, wobei der Parkierunfall mit „Nichtgenügen der Meldepflicht“ ca. 40% ausmacht und die restlichen Anteile sich jeweils auf die Kollisionen mit parkenden Fahrzeuge oder anderen Verkehrsteilnehmern des fliessenden Verkehrs aufteilen.

²⁸ Das sind Routen, welche sich durch wiederholt auftretende Velounfälle an den Erschliessungsknoten durch das Siedlungsgebiet abzeichnen. Häufig sind diese auch radial auf das Stadtzentrum ausgerichtet.

$U_{(G+SV+LV)}$ sind auffällig an Wochentagen, im Zeitraum 9-19 Uhr, bei Sichtbehinderungen, der Beteiligung von E-Bikes, schwachen Verkehrsbelastungen sowie in Einbahnstrassen. Lenkende bzw. Velofahrende sind auffällig hinsichtlich des Freizeitverkehrs, der Altersgruppe 65+ Jahre sowie einem Führerausweisalter von 20+ Jahren.

$U_{(SS)}$ sind auffällig hinsichtlich des Samstags, im Zeitbereich 0-6 (Vermutung: Unfälle mit ungenügender Meldepflicht) sowie 9-16 Uhr, in Einbahnstrassen und bei geringen Verkehrsbelastungen. Knapp die Hälfte der Unfälle hat sich auf Parkflächen ausserhalb des Strassenraums ereignet. Lenkende sind auffällig hinsichtlich der Altersgruppe 65+ Jahre.

Erhöhte relative Unfallhäufigkeiten für die $U_{(G+SV+LV)}$ können – in Bezug auf Netzlänge sowie die Wohnbevölkerungs- und Beschäftigtendichte – bei Zonen mit öffentlicher Nutzung, niedrigere Unfallhäufigkeiten bei Wohnzonen sowie einem hohem Anteil an Tempo-30-Strassen festgestellt werden. Bei den $U_{(SS)}$ sind ergänzend noch höhere Unfallhäufigkeiten in den Arbeitszonen und niedrigere Unfallhäufigkeiten in Zentrumszonen feststellbar.

Ausreisser (Tendenz zu Schwerpunkten) können bei $U_{(G+SV+LV)}$ vor allem bei geringer Verkehrsbelastung, Tempo 50 sowie im Zusammenhang mit E-Bikes charakterisiert werden. Ausreisser (Tendenz zu Schwerpunkten) können bei $U_{(SS)}$ vor allem am Freitag und Samstag, im Zeitbereich 9-16 Uhr, bei regen/starken Verkehrsbedingungen, auf Parkflächen, bei Regen, im Freizeitverkehr und bei männlichen Lenkern festgestellt werden.

In den Einzelfallanalysen sind Senkrecht- und Schrägparkstände, sehr schmale Strassen sowie Gefällestrassen bei Velobeteiligung auffällig.

UTG 8 – Fussgängerunfälle

Die Unfalltypengruppe 8 rangiert an zweiter Stelle der $U_{(G+SV+LV)}$. Neben den Fussgängern und Personenwagen sind vereinzelt auch Velos beteiligt (12%). Häufigste Kollisionsart sind geradeausfahrende Fahrzeuge und querende Fussgänger. Rund ein Viertel der UTG 8 wird als „Anderer Fussgängerunfall“ klassifiziert (z. T. rückwärtsfahrende Personenwagen).

Die Unfalltypengruppe 8 zeigt Auffälligkeiten

- an Wochentagen,
- im Zeitraum 9-16 Uhr,
- auf Tempo-50-Strassen,
- bei schwacher Verkehrsbelastung und
- bei Sichtbehinderungen.

Auffällig sind weiterhin die Beteiligung von Trams, des Wirtschaftsverkehrs (Unfallgegner der Fussgänger), der weiblichen Verkehrsteilnehmenden sowie die Altersgruppen 0-13 und 65+ Jahre.

Erhöhte relative Unfallhäufigkeiten können bei hoher Arbeitsstätdichte, Mischzonen und Arbeitszonen festgestellt werden. Siedlungsgebiete mit im Vergleich niedrigeren Unfallhäufigkeiten weisen Zentrums- und Wohnzonen sowie einen hohen Anteil an Tempo-30-Strassen auf.

Ausreisser (Tendenz zu Schwerpunkten) können von Juli-September, von Freitag bis Sonntag, bei regen bis starken Verkehrsbelastungen auf Tempo-50-Strassen sowie bei Regen festgestellt werden.

In den Einzelfallanalysen sind

- Bereiche vor wichtigen Fussgängerzielen (Bahnhöfe),
- „Mischverkehrsbereiche“,
- Parkflächen,

- langgestreckte Strassen (ohne Knotenunterbrechung → Tendenz zu höheren Geschwindigkeiten) sowie
- Fussgänger-Velo-Unfällen in Gefällestrassen an FGS auffällig.

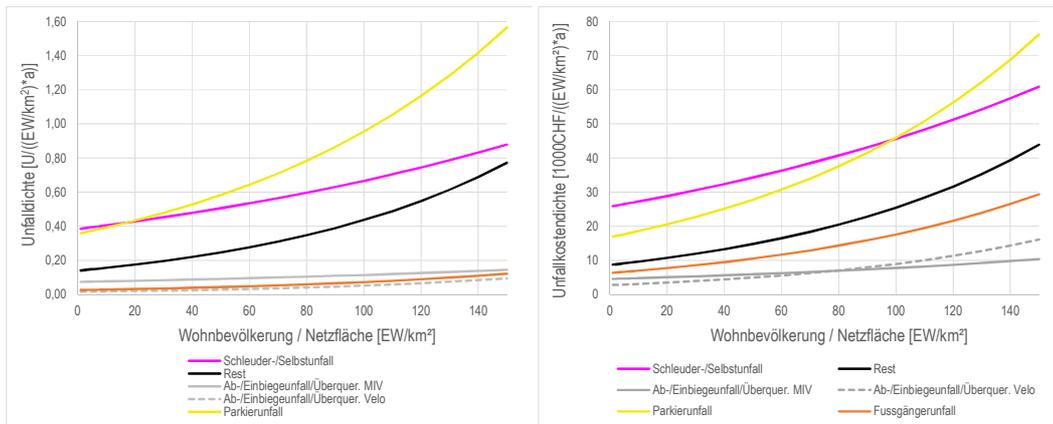


Abb.20 Unfalldichte- (links) und Unfallkostendichtefunktionen (rechts) der Siedlungsgebiete für verschiedene Unfalltypengruppen; Exposition = Wohnbevölkerung / Netzfläche

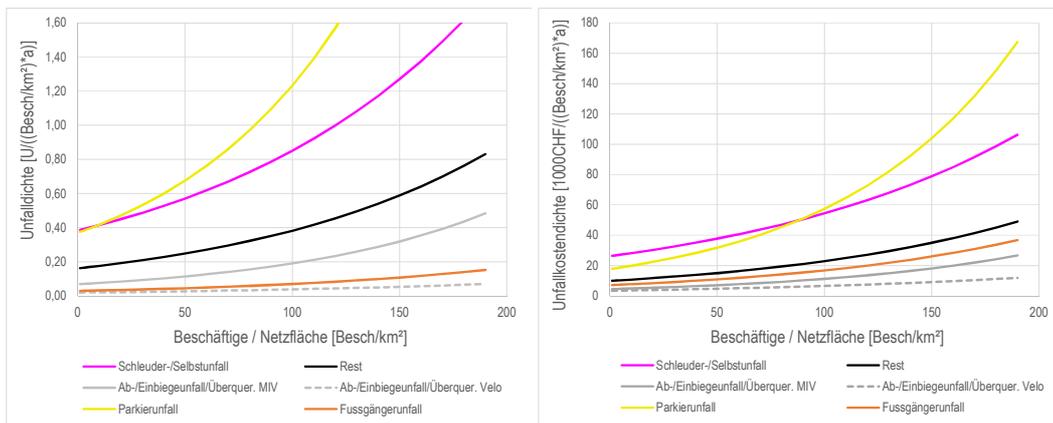


Abb.21 Unfalldichte- (links) und Unfallkostendichtefunktionen (rechts) der Siedlungsgebiete für verschiedene Unfalltypengruppen; Exposition = Beschäftigte / Netzfläche

4.8 Fazit

In der folgenden Tabelle werden die Ergebnisse hinsichtlich potenzieller Auffälligkeiten der Infrastruktur sowie daraus resultierender Verhaltensweisen interpretiert. Bei diesen Auffälligkeiten besteht eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, dass sie als kausal wirkende Sicherheitsdefizite²⁹ bei der Unfallentstehung eine Rolle gespielt haben.

Tab.18 Übersicht zu sicherheitsrelevanten Auffälligkeiten der Strasseninfrastruktur

Netzbereich	Auffälligkeiten Strasseninfrastruktur
Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes	<ul style="list-style-type: none"> • nicht angepasste Geschwindigkeiten in Kurven, auf Rampen, in Gefällestrecken und Bereichen mit mehr als zwei Fahrstreifen je Richtung • hohe Streuungen der Geschwindigkeiten in Einfahrt- und Ausfahrtbereichen • Überlastungsbereiche (Abschnitte, welche häufig im Bereich der Kapazitätsgrenze operieren) • Defizite bei Ausstattung von Baustellen, (älteren) Tunneln, Ausfahrten (hinsichtlich Orientierung) sowie in Bereichen mit hohen Anschlussdichten (kurze Folgen von Anschlüssen)
Ausserortsstrecken	<ul style="list-style-type: none"> • ungünstige Relationstrassierung (z. B. enge Kurve nach längerer Gerade oder einer weiten Kurve) sowie nicht angepasste Geschwindigkeiten in unterschiedlichen Situationen • hohe Erschliessungsdichte; nicht signalisierte Knoten/Anschlüsse in Kurven, Steigungsstrecken entlang „schnell befahrener“ Strecken sowie an hoch frequentierten Erschliessungen, ungenügend projektierte oder ausgestattete (untergeordnete) Knoten • ungenügende Sichtbedingungen vor und in Kurven sowie an Knoten • „typische“ Motorradstrecken wie z. B. Passstrassen (hier spielt auch die ungünstige Relationstrassierung eine Rolle)
Innerortsstrecken	<ul style="list-style-type: none"> • Strecken mit erhöhten Geschwindigkeiten aufgrund des Querschnitts (u. a. breite Fahrbahnen) und der Streckencharakteristik (u. a. Ausserortscharakter) <ul style="list-style-type: none"> • auch unfallbegünstigend in Kombination mit einem hohen Erschliessungsgrad (d. h. Vielzahl an Knoten und Grundstückszufahrten) • untergeordnete Knoten und Grundstückszufahrten mit ungenügender Ausstattung, erhöhte Abbiegegeschwindigkeiten aufgrund der Trassierung, in Kurven oder bei eingeschränkten Sichtweiten • Velos: zusätzlich Tramgleise in der Fahrbahn, Zweirichtungsradwege (bzw. generell Bereiche mit linksfahrenden Velos), Sichtbehinderungen an Knoten durch Hindernisse im Seitenraum sowie durch den MIV im fließenden und ruhenden Verkehr, Kreisel, Gefällestrecken (hohe Geschwindigkeiten der Velos, vor allem in Knotenzufahrten) • Fussverkehr: zusätzlich Fahrbahnbreiten > 7.75 m, Tramhaltestellen, Fussgängerstreifen am Ortsrand, zügige Streckenführung und/oder ungenügende Ausstattung, Sichtbehinderungen in unübersichtlichen Ortskernen sowie zügig trassierte Knoten (z. B. weite Eckausrundung) <p><i>Ergänzend sind die Hinweise und Ausführungen zu den Knoten und den Fussgängerstreifen zu berücksichtigen.</i></p>
Einmündungen und Kreuzungen ohne LSA	<ul style="list-style-type: none"> • in Kurven und Gefällestrecken (Gefälle vorrangig bei hohen Velogeschwindigkeiten) • Kreuzungen und komplexe Knoten, teilweise mit Tram • Rechtsvortritt im verkehrsorientierten Netz • hohe Verkehrsbelastung • unfallbegünstigende Knotenelemente: weite Eckausrundungen (schnelles Abbiegen), abknickende Vortrittsstrassen, überbreite und mehrstreifige vortrittsbelastete Zufahrten, spitzwinklige Knotenarme, Ausfahrkeile, fehlende Linksabbiegefahrstreifen, „zügig“ trassierte Knotenzufahrten (u. a. an Autobahn-Ausfahrten), Sichtbehinderungen in vortrittsbelasteten Zufahrten • Fussgängerstreifen zwischen zwei versetzten Einmündungen • Zweirichtungsradwege (links fahrende Velos)

²⁹ ...oder als Hinweise, wo vermehrt bestimmte Unfallsituationen auftreten können und somit verstärkte Anstrengungen zur Gewährleistung einer hohen Verkehrssicherheit notwendig sind ...

Einmündungen und Kreuzungen mit LSA	<ul style="list-style-type: none"> • freie Rechtsabbiegefahrstreifen (vor allem auch bei mehrstreifigen Führungen) sowie zügig trassierte Abbiegebeziehungen generell (vor allem beim Rechtsabbiegen) • in Kurven und auf Fahrbahnen mit hohem Geschwindigkeitsniveau • Sichteinschränkungen auf Signalgeber, fehlende Überkopfsignalgeber und mit der Wegweisung kombinierte Signalgeber • Sonderformen (u. a. grosse mehrstreifige Kreisel mit Signalisierung) • Tram-Haltestellen in Mittellage sowie Tramführung im Mischverkehr für Zweiräder • abgesetzte Fussgängerfurten
Kreisel	<ul style="list-style-type: none"> • ungenügende Ablenkung durch Kreisinsel (Resultat: ungenügende Geschwindigkeitsdämpfung), auch begünstigt durch breite Kreisfahrbahnen oder das Fehlen eines angehobenen Innenkreisrings • zweistreifige Elemente • Sonderformen (u. a. mit ÖV-Haltestellen in Kreiselmittle) • Grundstückszufahrten im Kreisel, eng beieinanderliegende Knotenarme, eingeschränkte Erkennbarkeit des Kreisels • vereinzelt ölige oder verschmutzte Kreisfahrbahn (relevant für Zweiräder) und Kollisionen mit Einbauten • Sichtbehinderungen an Fussgängerstreifen • Gefälle in der Zufahrt (vorrangig bei Velounfällen) <p><i>Generell sind besonders Zweiräder (Velo, Töff) im Unfallgeschehen betroffen. Dabei dominiert die Konfliktsituation zwischen Zweirad mit Vortritt auf der Kreisfahrbahn und motorisierten Fahrzeug aus der vortrittsbelasteten Zufahrt.</i></p>
Fussgängerstreifen (FGS)	<ul style="list-style-type: none"> • FGS an Strassen mit erhöhten Geschwindigkeiten (u. a. Tempo 60, lokal bei schwachen Verkehrsbelastungen, Gefälle-/Steigungsstrecken), breiten und mehrstreifigen Querschnitten und an ÖV-Haltestellen • FGS auf der freien Strecke mit erhöhter Häufigkeit und Unfallschwere • ungenügende Sichtbeziehungen zum Fussgänger in den Seitenraum hinein sowie in Kombination mit FGS in der direkten Wegeverbindungen des Fussverkehrs • ungenügende Erkennbarkeit von FGS z. B. in Kurven, bei (vermutet) unzureichender Beleuchtung, geringer Ausstattungsgrad (u. a. nicht vorhandene Überkopfbeschilderung) • FGS an Knoten mit typischen Knotendefiziten (siehe oben) <p><i>Nicht nur Fussgängerunfälle spielen eine Rolle an FGS. Auch Auffahrunfälle (teilweise auch Schleuder-/Selbstunfälle) ereignen sich in nicht unerheblicher Anzahl an FGS, ohne dass ein Fussgänger als direkter Unfallbeteiligter in den Unfalldaten aufgeführt wird (eine indirekte Beteiligung aber sehr wahrscheinlich ist).</i></p>
Siedlungsgebiete	<ul style="list-style-type: none"> • Siedlungsgebiete mit geringer Netzdichte (d. h. langgestreckte Strassen mit geringer Knotendichte), mit Tempo 50 oder mit hohem Anteil an gewerblichen Flächen • Routen zu und Anschlüsse an hochfrequentierte Ziele (u. a. Parkplätze und Parkhäuser, sonstige Gewerbegrundstücke mit hohem Publikumsverkehr) • Sichteinschränkungen an Knoten durch parkende Fahrzeuge (aber auch weitere – bereits genannte – Ausstattungsdefizite an Knoten) • neuralgische Punkte, an denen es zu lokal erhöhtem Aufkommen des Veloverkehrs kommt (z. B. an Brückenköpfen oder entlang bevorzugter Routen des Veloverkehrs) • Fussverkehr: zusätzlich Mischverkehrsbereiche (u. a. Bahnhofsvorplätze), Parkflächen, aber auch Fussgängerstreifen in Gefällestrecken (Konfliktgegner Velo)

Im Folgenden werden potenziell relevante Mobilitätstrends (u. a. aus [292] bis [296] abgeleitet) unter dem Blickwinkel der Erkenntnisse zum Unfallgeschehen beschrieben:

- **Demografischer Wandel mit wachsendem Anteil der älteren Bevölkerung:** Ältere Verkehrsteilnehmende weisen Auffälligkeiten im Unfallgeschehen vor allem in Bezug auf komplexe Verkehrssituationen auf. Das trifft vorrangig auf Knoten, auf Fussgängerstreifen und Innerortsstrassen generell zu. In diesen Bereichen muss eine Vielzahl an konfligierenden Verkehrsströmen bewältigt werden, was für ältere Fahrzeuglenkende (aber auch Fussgänger) ein grösseres Problem als für andere Personen darstellt.
- **Stärkere Relevanz des Fuss- und Veloverkehrs:** Die Stärkung des Umweltverbundes ist eines der wesentliche Ziele vieler Kommunen. Während im Ausbau und

Verfügbarkeit des ÖV bereits viel erreicht wurde, besteht bei der Förderung und Verbesserung der Situation für den Fuss- und vor allem den Veloverkehr noch Potenzial. Im Fussverkehr sind im Vergleich zu anderen Unfallsituationen häufiger Kinder und Ältere betroffen. Wesentliche Einflussfaktoren sind zu hohe Geschwindigkeiten, breite Fahrbahnen, Sichthindernisse, komplexe und/oder grossräumig projektierte Knoten (z. B. weite Eckausrundung mit hohen Abbiegegeschwindigkeiten), Sichtbarkeit bei Dunkelheit und Regen, ungenügend ausgestattete Fussgängerstreifen, die Erkennbarkeit der Fussgänger in den Seitenräumen der FGS sowie die generelle Problematik des Verhaltens von Kindern an Fussgängerstreifen³⁰. Im Veloverkehr stellen hohe Geschwindigkeiten der Velos und die damit verbundene (noch) schlechtere Wahrnehmung durch andere Verkehrsteilnehmende ein Problem dar. Diese Problematik wird mit der Zunahme an E-Bikes unter Umständen noch an Bedeutung gewinnen. Auffällig im Zusammenhang mit dem Veloverkehr sind vor allem Kreisel, Zweirichtungsradwege (auch als Hinweis auf das mit erhöhtem Risiko behaftete Linksfahren) sowie abknickende Vortrittsregelungen, Sonderformen von Knoten und „zügig“ trassierte Rechtsabbiegebeziehungen. Der Veloverkehr zeigt weiterhin eine Auffälligkeit in der Frühspitze im Zusammenhang mit der direkten Überlagerung der Frühspitze des MIV.

- **Wachstum im Güterverkehr:** Der Güterverkehr spielt tendenziell eine untergeordnete Rolle im Unfallgeschehen (hier aus Einfachheitsgründen gleichgesetzt mit dem Schwerverkehr). Der Grossteil der Unfälle hat „nur“ Sachschaden zur Folge. Eine erhöhte Relevanz findet sich auf Autobahnen und dort vor allem bei den Überhol- und Fahrstreifenwechselunfällen (UTG 1). Diese treten lokal vor allem in den Einfahrtbereichen auf, wobei Steigungsstrecken, Kurven und Bereiche mit einer hohen Verkehrsbelastung besonders auffällig sind.
- **Kapazitätsengpässe im Strassenverkehr:** Es ist mit einer kurz- und mittelfristigen Zunahme des MIV in der Schweiz zu rechnen (laut [292]), trotz des im Vergleich geringsten Wachstums aller Verkehrsträger und langfristig zu erwartenden Rückgängen. Daraus werden sich Kapazitätsprobleme ergeben. Erhöhte Verkehrsbelastungen (häufig auch im Bereich der Kapazitätsgrenze) bedeuten zwei wesentliche Folgen. Einerseits lassen sich überproportionale Anstiege der Häufigkeiten bei den Auffahrunfällen feststellen (vor allem auf Autobahnen aber auch auf Innerortsstrassen). Andererseits deutet sich ein Rückgang der Unfallschwere aufgrund der geringeren Geschwindigkeiten bei Überlastungserscheinungen an. Bei höheren Verkehrsbelastungen zeigen sich ungünstige Entwicklungen der Unfallhäufigkeiten an Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA sowie an Kreiseln.
- **Weitergehende Urbanisierung mit Siedlungskonzentration:** Diese Entwicklung führt auch zu mehr und kürzeren Wegen auf städtischen Strassen. In Kombination mit dem Ziel die „Kapazität für den MIV nicht“ zu „erhöhen“ (siehe [293]) wird dies vorrangig wohl zu Fuss oder mit dem Velo erfolgen. Bei stagnierender MIV-Belastung führt dies bei gleichbleibender Infrastruktur zu mehr Unfällen aufgrund der erhöhten Exposition (siehe hierzu auch „Stärkere Relevanz des Fuss- und Veloverkehrs“).

Ergänzend zu den Analysen der ersten Phase zum Einfluss des Wetters (siehe [274]) werden die damaligen Erkenntnisse auf Basis einer doppelt so grossen Unfallstichprobe validiert (Zeitraum 2011-2014). Die Ergebnisse finden sich im Anhang in Kapitel III.10. Bereits in Vorgängerprojekt geäusserte Vermutungen konnten bestätigt werden:

- Regenereignisse führen zu einem Rückgang der Unfallschwere. Unter Berücksichtigung des Rückgangs der Verkehrsstärken im Freizeitverkehr führen Regenereignisse auch zu einer leichten Zunahme der Unfallhäufigkeit aller Unfälle (d. h. auch der Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden).
- Regenereignisse führen zu erhöhten Unfallhäufigkeiten auf Strassen mit einem Tempolimit von > 80 km/h (Hochleistungsstrassen), bei Unfällen mit der Beteiligung von Fussgängern sowie bei Dunkelheit.

³⁰ Dies bezieht sich auf die Feststellung, dass auch an (offensichtlich) sehr gut ausgestatteten Fussgängerstreifen Fussgängerunfälle mit Beteiligung von Kindern auffällig waren.

5 Massnahmendiskussion

5.1 Einleitung

In den Veröffentlichungen zu Via sicura, VESIPO sowie der zugehörigen Basisliteratur werden bereits ausführlich Massnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit diskutiert. Diese sind bereits umgesetzt, werden zukünftig umgesetzt oder wurden für die praktische Anwendung verworfen. Eine Wiederholung dieser Massnahmendiskussion soll hier nicht stattfinden.

Ziele der hier vorliegenden Untersuchung in Bezug auf die Massnahmenfindung sind daher:

- Konkretisierung vorliegender Massnahmenansätze (z. B. aus Via sicura; vor allem in Hinblick auf die Infrastruktur)
- Aufgreifen von bisher nicht umgesetzten Massnahmenansätzen, die auch aktuell noch eine hohe Wichtigkeit aufweisen
- Identifizierung „innovativer“ sowie bisher nicht oder nur ungenügend diskutierter Massnahmenansätze

Bezüglich der Verkehrssicherheit der Strasseninfrastruktur wird auf Basis der vorliegenden Analysen festgestellt, dass **eher ein Umsetzungs- als ein Innovationsproblem** besteht. Es existiert eine Vielzahl an Verfahren, Normen, Handbüchern oder sonstigen Veröffentlichungen, welche das Sicherheitsmanagement und verschiedene Massnahmen thematisieren. Mit den 2013 neu aufgesetzten Verfahren zum Sicherheitsmanagement stehen die wesentlichen Werkzeuge für die Organisation der lokalen Sicherheitsarbeit in den Kantonen und Gemeinden zur Verfügung (Infrastruktur-Sicherheitsinstrumente ISSI).

Hier soll die Massnahmendiskussion ansetzen. Die lokalen Anstrengungen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit müssen auf allen Zuständigkeitsebenen gestärkt werden. Gleichzeitig werden vereinzelt (ggf. vermeintlich) neue Ansätze diskutiert, auch wenn diese bereits durch Veröffentlichung beispielsweise der bfu bekannt sind. Als Fazit der Literaturanalyse muss konstatiert werden, dass kaum innovative und in der Schweiz unbekannte Massnahmen mit gleichzeitig nachgewiesener Wirksamkeit existieren. Gerade vermeintlich innovative Massnahmen stellen sich teilweise als unwirksam oder sogar gefährdend für die Verkehrsteilnehmenden im Praxistest heraus (siehe z. B. Einsatz von LED-Blinklichtern vor Fussgängerstreifen und Erfahrungen dazu im Kanton Aargau, [257]). Es existieren wenig fundierte Untersuchungen zu Wirksamkeiten von Infrastrukturmassnahmen im deutschsprachigen aber auch europäischen Raum.

In Nordamerika findet sich ein vielversprechender Ansatz zur Sammlung von Massnahmenwirksamkeiten aus Forschung und Praxis: Im Internet werden auf der Homepage <http://www.cmfclearinghouse.org/> Ergebnisse aus Wirksamkeitsuntersuchungen gesammelt, bewertet und dokumentiert. Eine häufig zitierte Literatur in Europa stellt das „The Handbook of Road Safety Measures“ dar ([18]). Zahlreiche dort genannte Ergebnisse sind aber veraltet oder nur bedingt mit dem verkehrstechnischen Verständnis und Praxiserfahrungen in Mitteleuropa vereinbar. Aktuelle Ansätze in der Schweiz (Erfassung Massnahmenevaluation Strasseninfrastruktur MEVASI; www.bfu.ch) und Deutschland (<https://makau.bast.de/>) befinden sich derzeit noch im Aufbau.

Infrastrukturmassnahmen sind in ihrer Wirksamkeit begrenzt. Dies verdeutlicht das Infrastrukturpotenzial als Indikator der Netzeinstufung NSM. Damit wird ein Sicherheitslevel beschrieben, welcher theoretisch mit einer best-practice-Gestaltung der Infrastruktur erreicht werden kann. Es bleiben somit Unfälle „übrig“, die sich nur bedingt über Infrastrukturmassnahmen adressieren lassen. Ein Beispiel dafür sind „notorische Raser“, die sich kaum von mit einer angepassten Infrastruktur beeinflussen lassen. Aus diesem Grund werden auch Massnahmenansätze aus den Bereichen Mensch, Fahrzeugtechnik und Überwachung diskutiert.

Es ist grundsätzlich die „Flughöhe“ der hier vorliegenden Untersuchungen zu beachten. Es besteht der Anspruch bisherige Massnahmenempfehlungen zu konkretisieren, welche eher auf Basis von Auswertungen der Unfallstatistik erfolgten. Hier wird durch Verknüpfung der Unfälle mit dem Strassennetz der Bezug zur Örtlichkeit hergestellt, was konkretere Aussagen erlaubt. Allerdings sind den Analysen dahingehend Grenzen gesetzt, dass Hintergründe von Einzelunfällen sowie der Einfluss des Fahr- und Bewegungsverhaltens nicht untersucht werden konnten. Damit bleiben die Massnahmendiskussionen zum Teil etwas vage oder unkonkret.

Die Schweiz steht in Bezug auf die Getötetenzahlen im Strassenverkehr im internationalen Vergleich zwar gut da ([243]), rangiert aber noch hinter den sogenannten SUN-Ländern (Schweden, UK, Niederlande). Es besteht also noch Potenzial für Verbesserungen, welches aber nur durch einen erhöhten Aufwand (finanziell, organisatorisch und inhaltlich) ausgeschöpft werden kann. Weiterhin können aufgrund des hohen Sicherheitsniveaus die aus der Literatur bekannten Wirksamkeiten, nur bedingt auf Schweizer Verhältnisse übertragen werden.

Trotzdem werden vor allem für die Strasseninfrastruktur im nachgeordneten Netz Verbesserungspotenziale als wahrscheinlich eingeschätzt. Die übergeordneten Ziele werden folgendermassen formuliert:

- Verkehrssicherheitsbelange sind gegenüber anderen (teilweise konkurrierenden³¹) Zielfeldern höher zu gewichten bzw. zu stärken.
- Die bestehenden Erkenntnisse zu Massnahmen sowie die vorhandenen Instrumente sind konsequenter auf allen organisatorischen Ebenen und für alle Netzbereiche umzusetzen.

Das grösste Potenzial liegt im Bestandsnetz. Das Normenwerk bezieht sich aber vorrangig auf Neu- und Ausbaumassnahmen. Daher bedarf es vor allem Massnahmen die auf die bestehende Strasseninfrastruktur abzielen wie z. B. Sonderprogramme. Gleichzeitig sind auch zukünftige Entwicklungen zu berücksichtigen. Daher werden zum Beispiel Sonderprogramme für Knoten konzipiert, da vorrangig ältere Verkehrsteilnehmende in Knotenunfälle verwickelt sind und aufgrund des demografischen Wandel zukünftig eine noch grössere Rolle spielen. Ausserdem wird der Veloverkehr thematisiert, welcher infrastrukturseitig bisher „am wenigsten“ berücksichtigt wurde.

Aktuell bestehende Defizite beim Kenntnisstand zu Massnahmenwirksamkeiten sowie teilweise Erkenntnislücken bei Detailfragen bedingen weitere Forschungsaktivitäten. Ein zentraler Bestandteil dieser Forschungen müssen umfangreichere Daten zum Aufkommen des Langsamverkehrs (Velo, Fussgänger im Querverkehr) sein. Denn aus dieser Lücke in den Grundlagendaten resultieren häufig nicht eindeutige und manchmal widersprüchliche Ergebnisse in der Literatur.

³¹ Aus diesem Grund werden die folgenden Massnahmenansätze allein aus Sicht der Vorteile für die Verkehrssicherheit diskutiert. Potenzielle, daraus resultierende Nachteile zum Beispiel für die Leistungsfähigkeit werden explizit nicht thematisiert. Diese Einwände kommen von selbst aus der Praxis. Der Umgang damit wird hier nur am Rande thematisiert (z. B. über die eben erwähnte Forderung der höheren Gewichtung von Verkehrssicherheitsbelangen). Weiterhin sollten solche Gegenargumente nicht als Generalablehnung interpretiert werden, da häufig Fälle existieren, bei denen diese nicht zutreffen. Ähnliches gilt für die Finanzierung einer sicheren Strasseninfrastruktur. Eine ungenügende Berücksichtigung von Verkehrssicherheitsbelangen ist nicht ausschliesslich eine Frage des Geldes. In nicht wenigen Fällen kann die Ablehnung auf Unkenntnis von Massnahmen, Sicherheitswirkungen oder der Auswirkungen auf konkurrierende Zielfelder zurückgeführt werden.

5.2 Infrastruktur

INF-M1 *Sonderprogramme zur Verbesserung der Verkehrssicherheit im Bestandsnetz*

Hintergrund und Diskussion Sonderprogramme:

Die grössten Potenziale zur Verbesserung der Verkehrssicherheit aus Infrastruktursicht liegen im bestehenden Strassennetz. Zahlreiche Hinweise dazu konnten in den Einzelfallanalysen auf Basis der Ausreisser ermittelt werden. Hier bedarf es nicht zwingend innovativer Massnahmenansätze sondern einer verstärkten Umsetzung sicherheitsrelevanter Gestaltungsgrundsätze (aus den Normen und Veröffentlichungen z. B. der bfu).

Sonderprogramme sind für solche Fälle übliche Verfahren, um gezielt Finanzierung für Verkehrssicherheitsmassnahmen an unfallauffälligen Bereichen des Strassennetzes umzusetzen. In Deutschland werden solche Sonderprogramme häufig von den Bundesländern eingesetzt (u. a. bei zentralen Institutionen für landesweite Sicherheitsarbeit, siehe [161] oder [162]). Typische Aktionen bzw. folgende Netzbereiche und Unfallsituationen stehen dabei im Fokus:

- Verbesserung der Verkehrssicherheit auf Motorradstrecken ([161], [162])
- Sonderprogramm passive Schutzreinrichtungen zur Vermeidung von Baumunfällen ([161])
- Sonderprogramm Geschwindigkeitsunfälle auf Landstrassen ([161])
- Aktion erkennbare Kreuzung ([162])
- Verhinderung Falschfahrten an Autobahnanschlussstellen ([162], [167])
- Aktion visuelle Hilfen (Rückstrahlwerte der Beschilderung prüfen und verbessern) [162])

Vielen Sonderprogrammen gemein ist die strukturierte und schrittweise Umsetzung, ausgehend von der Auswertung des lokalen Unfallgeschehens, Detailauswertungen, Identifizierung und Bewertung potenzieller Massnahmen, Umsetzung und das kontinuierliche Controlling anhand Zielvorgaben und Wirkungsanalyse ([161], [162]). Vor dem Aufsetzen eines Sonderprogramms können durch die objektive Analyse der unterschiedlichen Unfallrisiken auf verschiedenen Netzelementen, diejenigen mit besonders schweren Unfallfolgen identifiziert werden ([162]).

Ähnliche Programme finden sich auch in Australien ([165]) oder den USA ([166]). Dort eröffnen so genannte nationale Black-Spot-Programme Finanzierungsmöglichkeiten für die Sanierung von Unfallschwerpunkten. Lokale Strassenbauverwaltungen bewerben sich dabei um Bundesmittel. Das HSIP in den USA finanziert bis zu 90 % der Sanierung und verteilt die Gelder zu je einem Drittel auf Stellen mit einer auffälligen Unfalldichte, einer auffälligen Unfallrate sowie einer erhöhten Häufigkeit an Unfällen mit Getöteten. Ähnlich wird auch in einem kommunalen Sonderprogramm in Niedersachsen in Deutschland [164] vorgegangen, bei dem sich Gemeinden auf Landesebene mit Sicherheitsmassnahmen bewerben und mit bis zu 70% gefördert werden.

Ansatz:

Auf Ebene des Bundes, der Kantone aber auch grösserer Gemeinden sind Möglichkeiten zur Konzipierung von Sonderprogrammen zu identifizieren. Hier kommen vorrangig besonders gefährdete und/oder mit vielen Sicherheitsdefiziten behaftete Netzbereiche in Betracht (ggf. auch Infrastrukturelemente wie Kurven oder unzureichende passive Schutzsysteme). Dabei kann der Bund mit dem ASTRA die netzweite Analyse unterstützen. Das NSM oder das EUM sowie der darauf aufbauende Ansatz von InDIRA (InDepth Investigation of Road Accidents [168]) können bei der Grundlagenanalyse hilfreiche Werkzeuge sein. Wurden netzweit, relevante Sicherheitsdefizite identifiziert, können diese priorisiert und durch Massnahmenpakete im Form von Sonderprogrammen saniert werden. Hierfür bedarf es einer Finanzierung, deren effektive Verwendung mit Abschluss des Sonderprogramms nachzuweisen ist.

Im Folgenden werden exemplarisch Sonderprogramme differenziert nach relevanten Netzbereiche oder Fokusgruppen beschrieben.

INF-M1-KU *Sonderprogramm Sicherheitsverbesserung in Kurven auf Ausserortsstrassen*

Betroffene Unfallsituationen:

Schleuder- und Selbstunfälle auf Ausserortsstrecken

Hintergrund:

Auffällig sind zahlreiche Bestandsstrecken, bei denen die Abfolge von Trassierungselementen ein Sicherheitsdefizit darstellt. Es folgt z. B. auf eine lange Gerade eine vergleichsweise enge Kurve oder innerhalb einer Kurvenabfolge taucht eine im Vergleich enge Kurve auf. Dies betrifft nicht nur die Elemente im Lageplan sondern auch im Höhenplan. Kurven, welche in Fahrtrichtung hinter Kuppen liegen, können nicht eingesehen werden, was eine Geschwindigkeitsanpassung erschwert. Auffällig in den Einzelfallanalysen waren zusätzlich kurvige Bereiche durch oder entlang von Waldstücken. Hier ist u. U. die Sicht auf den weiteren Kurvenverlauf durch Bewuchs eingeschränkt. Überhöhte und nicht angepasste Geschwindigkeiten spielen bei allen Kurvenunfällen eine zentrale Rolle.

Diskussion:

Die Trassierung im Lageplan hat einen massgeblichen Einfluss auf das Unfallgeschehen. Auch wenn Untersuchungen für Abschnitte mit geringer Kurvigkeit oder kleinen Radien ein ungünstiges Verkehrssicherheitslevel festgestellt haben (siehe u. a. [11], [12], [13]), so ist doch vor allem die ungünstige Abfolge von Trassierungselementen in hohem Masse sicherheitsrelevant (siehe u. a. [6] und [14]). Konkrete Abschätzungen des quantifizierbaren Einflusses dieser Sicherheitsdefizite finden sich in [15], [16] und [17]. Unterschreitungen des Mindestradius werden mit einem Zuschlag von 7-21%, Abweichungen von den Vorgaben der Relationstrassierung mit Zuschlägen zwischen 10-30% auf das Sicherheitslevel einer Strecke

veranschlagt (je nach Häufigkeit der Abweichungen je Kilometer). Diese Potenziale können als Wirksamkeiten für die Anpassung der Trassierung angesehen werden. Es gilt zu beachten, dass diese im Einzelfall an z. B. Unfallschwerpunkten noch höher liegen können.

Bestandsorientierte Sanierungsmassnahmen sind u. a.

- Einbau von Rückhaltesystemen (ggf. mit Einfärbung),
- Erneuerung der Deckschicht (bei Nässeproblematik),
- Freischneiden des Bewuchs im Seitenraum (bei Einschränkungen der Sichtweiten³², bei festen Hindernissen wie Bäumen),
- Herabsetzung des Tempolimits oder der empfohlenen Geschwindigkeit,
- Anordnung ergänzender Kurvenbeschilderung (u. a. mit angepasster Farbgebung, Verdichtung),
- Aufbringen oder Ergänzen von Markierungen (u. a. durchgezogene Mittellinie, Erneuerung),
- Ergänzung von taktiler Markierung (Rüttelstreifen auch in der Mitte der Fahrbahn oder in Querrichtung),
- Anpassung und Neutrassierung des Fahrbahnrandes,
- Beschilderung von Warnhinweisen (z. B. enge Kurve),
- Bankettverbesserungen (u. a. Standfestigkeit, Instandsetzung, Verbreiterung),
- Installation dynamischer Signalisierung (u. a. Warnung, zulässige Höchstgeschwindigkeit, speed/vehicle-activated warning signs) sowie
- Umsetzung von markierungstechnischen Einengungen der Fahrbahn oder Reflektoren auf der Fahrbahnoberfläche.

Ergänzende Hinweise zu Massnahmenwirksamkeiten dieser Ansätze finden sich in [19]-[28].

Ansatz:

Es handelt sich, zumindest in den Analysekantonen, um ein vergleichsweise verbreitetes Problem³³. Somit sind netzweite Ansätze wie z. B. Sonderprogramme zur Sanierung auffälliger Kurven notwendig. Je nach Unfalllage können dann entweder aufwändige Massnahmen wie Trassierungsanpassungen (hohe Wirksamkeit) oder einfache verkehrstechnische Massnahmen (unterschiedliche Wirksamkeiten) durchgeführt werden. Auf Basis der ISSI zu Netzeinstufung (NSM) und Inspektion (RSI) können auffällige Netzbereiche identifiziert werden. Diese lassen sich auf Basis von Unfallkennwerten priorisieren und durch thematische Inspektionen analysieren. Anhand der Sanierungsempfehlungen können dann Sonderprogrammen mit Massnahmenpaketen aufgesetzt werden.

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
1.750 $U_{(G+SV+LV)}$ (32% $U_{(G+SV)}$)	-	15%	260 $U_{(G+SV+LV)}$
4.450 $U_{(SS)}$		12%	530 $U_{(SS)}$

Die Abschätzung der Wirksamkeit erfolgt auf Basis der Unfallmodelle der Analysenetze (siehe Anhang Kapitel IV.1).

Zeithorizont	kurzfristig
Umsetzung	Es sind jährliche Investitionskosten für Sonderprogramme im Haushalt zu berücksichtigen. Über ein kontinuierliches Monitoring können Wirksamkeiten der Programme evaluiert und als Argumentation für neue Gelder verwendet werden. Die Massnahmen sind mit dem Erhaltungsmanagement (Zustand Fahrbahnoberfläche) abzustimmen und zu kombinieren.
Trends	-
Effizienz	in Abhängigkeit des konkreten Massnahmenansatzes
best. Massn.	<i>Konkretisierung Via sicura 116/302</i>

³² Der Vollständigkeit halber soll hier auch auf gegenteilige Fachmeinungen hingewiesen werden. In z. B. [281] wird die Bepflanzung von Kurvenbereichen als Mittel zur Verbesserung der Verkehrssicherheit durch Anzeige der Kurvenverläufe propagiert, ohne allerdings den Nachweis hinsichtlich deren Auswirkung auf das Unfallgeschehen zu erbringen. Eine andere Argumentationsrichtung betrifft die beabsichtigte Erhöhung des tatsächlichen Sicherheitsniveaus durch Absenken der subjektiven Sicherheitswahrnehmung (z. B. durch Einschränkung der Sichtverhältnisse oder durch Mischverkehr auf Innerortsstrassen → Stichwort „Shared Space“). Gerade letzteres ist eben nicht automatisch eine Massnahme zur Erhöhung der Verkehrssicherheit, wie stark heterogene Ergebnisse zum Sicherheitsniveau solcher Massnahmen zeigen (siehe u. a. [282]).

³³ In diesem Zusammenhang könnte auch die hierfür relevante VSS-Norm SN 640 080b neu diskutiert werden. Die in der Norm angegebenen Empfehlungen zur Relationstrassierung (z. B. „Zwischen zwei benachbarten Kurven sind Geschwindigkeitsdifferenzen von $\leq 10\text{km/h}$ anzustreben...“) entsprechen auch aktuelleren internationalen Regelwerken zum Thema (z. B. RAL 2012 [6]). Allerdings sind u. U. die Mindestwerte bzw. unteren Grenzen für die Relationstrassierung zu gering (z. B. SN 640 080b: „...Kurven...eine Geschwindigkeitsdifferenz von mehr als 20 km/h ist zu vermeiden“). Ob eine Neubewertung notwendig wäre, kann hier nicht abschliessend bewertet werden. So ist der Vergleich mit dem Regelwerk in [6] nur bedingt möglich, da ein anderes Geschwindigkeitsverhalten zugrunde liegt.

INF-M1- KN-VF	Sonderprogramm Sicherheitsverbesserung an Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA sowie hoch belasteten Grundstückszufahrten
--------------------------	--

Betroffene Unfallsituation:

Überholen/Fahrstreifenwechsel, Auffahrunfälle, Abbiegeunfälle, Einbiegeunfälle/Überqueren der Fahrbahn ohne Velobeteiligung

Hintergrund:

Auffällig waren vor allem untergeordnete Knoten sowie hoch belasteten Anschlüsse zum Beispiel an grösseren Parkplätze. Hier finden sich letztendlich ähnliche Defizite wie an Knoten zwischen höher klassifizierten Strassen. Zentrale Defizite werden in der folgenden Auflistung von Massnahmen nochmals verdeutlicht.

Diskussion und Ansatz:

Es steht eine Vielzahl von Massnahmen zur Verbesserung zur Verfügung:

- Bereitstellung von separaten Linksabbiegefahrstreifen oder Mehrzweckfahrstreifen in der Mitte der Fahrbahn (beidseitiges Linksabbiegen möglich)
- Lichtsignalschutz von Ab- und Einbiegern insbesondere wenn vermehrt Zweiradverkehr beteiligt ist
- Gewährleistung angepasster Geschwindigkeiten auf der Hauptfahrbahn
- Verdeutlichung der Erkenn- und Begreifbarkeit vortrittsbelasteter Zufahrten durch Fahrbahnteiler, Abkröpfung (rechtwinklige Zufahrten), klare Vorfahrtregelung (kein Rechtsvortritt), angepasste Geschwindigkeiten auf der übergeordneten Fahrbahn und aussagekräftige Beschilderung (so viel wie notwendig, so wenig wie nötig)
- Vermeidung oder signaltechnische Ausstattung abknickender Vortrittsregelungen
- Reduzierung Eckausrundung auf das notwendige Mindestmass (weite Eckausrundungen häufig nicht notwendig, begünstigen aber hohe Abbiegegeschwindigkeiten)
- Eindeutige Aufteilung von Querschnittsflächen/-breiten in vortrittsbelasteten Zufahrten (zweistreifiges Aufstellen vermeiden; überbreite Fahrbahnen, die zweistreifiges Aufstellen suggerieren ebenfalls vermeiden)
- Nichtsignalisierte Knoten mit Tram oder separaten ÖV-Fahrstreifen vermeiden (Verbot Linksabbiegen sowie Überqueren der Fahrbahn mit baulicher Unterstützung) oder über LSA zu sichern
- Einfädelfahrstreifen, signaltechnische Ausstattung und/oder Verbot Linkseinbiegen/Überqueren an Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA bei mehrstreifigen Innerortsstrassen mit $v_{zul} > 50\text{km/h}$
- Frühzeitige Ankündigung von notwendigen Fahrstreifenwechsellvorgängen bzw. Vorsortierung über Wegweisung und ergänzende Beschilderung
- (wo möglich) Beibehaltung von Geradeausfahrstreifen und Ausklinken von Abbiegefahrstreifen
- Gewährleistung angepasster Geschwindigkeitsregelungen in Knotenzufahrten (z. B. Tempo $\leq 50\text{ km/h}$ innerorts)
- Vermeidung einfacher Vortrittsregelungen an komplexen Knoten (LSA notwendig)
- Vermeidung Rechtsvortritt an Knoten auf verkehrorientierten Strassen
- Verbesserung der Sichtbeziehungen durch Gewährleistung von Sichtdreiecken, einstreifiges Aufstellen in den vortrittsbelasteten Zufahrten, die Vermeidung von freien Rechtsabbiegefahrbahnen sowie der Platzierung von Knoten ausserhalb von Kurven oder Kuppen
- Verlagerung der Zu-/Ausfahrten von Parkplätzen und anderen Liegenschaften weg von unübersichtlichen Kurvenbereichen (siehe auch Auffälligkeiten UTG 0)³⁴
- Absenkung der Geschwindigkeit oder signaltechnische Sicherung der einbiegenden Fahrzeuge bei Einmündungen in Aussenkurven

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
2.080 $U_{(G+SV+LV)}$ (19% $U_{(G+SV)}$)	40%	25%	$\sim 200 U_{(G+SV+LV)} / a$
6.320 $U_{(SS)}$			

vereinfachte Wirksamkeitsabschätzung auf Basis der Unfallanalysen

Zeithorizont	kurzfristig
Umsetzung	Fokus Sonderprogramme über netzweite Analysen identifizieren Sonderprogramme entwickeln und Finanzierung aufsetzen Schrittweise Umsetzung prüfen und Wirkung nachweisen
Trends	Relevanz des Unfallgeschehens an Knoten wird noch zunehmen aufgrund des demografischen Wandels, da vor allem ältere Fahrzeuglenkende Probleme mit komplexen Knotensituationen haben
Effizienz	hoch (zeigt sich in den Wirkungskontrollen, muss nachgewiesen werden)
best. Massn.	<i>Konkretisierung VESIPO K33</i>

³⁴ Können solche Defizite nicht verhindert werden, z. B. aufgrund von Zwangspunkten in der anliegenden Bebauung, sollten alternative Massnahmen wie beispielsweise angepasste Tempolimits, andere Knotenformen oder versetzte Haltlinien diskutiert werden.

INF-M1-KN-LSA	Sonderprogramm Sicherheitsverbesserung an Kreuzungen und Einmündungen mit LSA		
Betroffene Unfallsituation: Schleuder-/Selbstunfälle, Überholen/Fahrstreifenwechsel, Auffahrunfälle, Abbiegeunfälle, Einbiegeunfälle/Überqueren der Fahrbahn ohne Velobeteiligung			
Hintergrund: Kreuzungen und Einmündungen mit LSA sind weitaus weniger auffällig im Vergleich zu den untergeordneten Knoten und Anschlüssen ohne LSA. Vereinzelt fallen aber Sicherheitsdefizite auf, die teilweise einfach behoben werden können.			
Diskussion: Knoten in Kurvenlage sind generell auffällig im Sinne einer erhöhten Unfallhäufigkeit. An LSA-Knoten steht dies vorrangig im Zusammenhang mit Sichteinschränkungen auf die Signalgeber oder schlecht einsehbaren Rückstauenden bei Rot. Es fehlen vermehrt Überkopfsignalgeber, wodurch Sichtverdeckungen durch den Verkehrs seitwärts und stromabwärts entstehen (u. a. durch den Schwerverkehr). Eine kompakte Knotengestaltung fördert die Reduzierung erhöhter Abbiegegeschwindigkeiten und kann Sichtverhältnisse verbessern, um beispielsweise plötzliche Bremsmanöver zu reduzieren. Bei zweistreifigen Abbiegeströmen sollte die Ausstattung optimiert werden, um Sichteinschränkungen zu verhindern (z. B. durch Sperrflächen). Komplexe Knoten weisen teilweise signalisierte Haltlinien im Knoteninnenbereich auf. Hier kann es zu Verwechslungen mit hintereinander liegenden Signalanzeigen für unterschiedliche Knotenströme kommen. In Praxistest hat sich hier die Wegnahme des grünen Signalfeldes (nur rot und gelb) als wirksam erwiesen, um Verwechslungen vorzubeugen. Bei gemeinsamer Beschilderung der Wegweisung und der darunter liegenden Signalgeber wird die Wichtigkeit bzw. die Wahrnehmung der Signalgeber herabgesetzt. Die Signalgeber sollten, vor allem bei schnell befahrenen und breiten Zufahrten, möglichst alleine stehen. Grössere Durchmesser, LED-Leuchten sowie Kontrastblenden können die Erkennbarkeit weiter verbessern. In den Einzelbetrachtungen fielen LSA auf, welche in den Schwachlastzeiten nur noch ein gelb-blinkendes Signal zeigen. Für LSA-Regelung gestaltete Knoten funktionieren nur sicher mit vollständiger Signalisierung. Ein gelb-blinkendes Signal ersetzt nicht die gesicherte Führung konfligierender Ströme. Die teilweise gängige Praxis, LSA solange abzuschalten bis sich erneut Unfälle ereignen, ist kritisch zu hinterfragen.			
Ansatz: Folgende Massnahmen stehen zur Beseitigung der verschiedenen Sicherheitsdefizite zur Verfügung:			
<ul style="list-style-type: none"> – grundsätzlich Überkopfsignalgeber installieren – Vorsignale bei Zufahrten in Kurven einrichten – Reduzierung Eckausrundung – Vermeidung zügig trassierter, freier Rechtsabbiegefahrstreifen generell (vor allem ohne Einfädelungsbereich bzw. nur mit Einfahrtkeil) – Signalisierung freier Rechtsabbiegefahrstreifen – Schmale Sperrflächen zwischen Abbiegestreifen bei zweistreifigen Abbiegeströmen – Separieren von Wegweisung und Signalgeber, ergänzt um grössere Durchmesser, LED-Leuchten und Kontrastblenden – Abschalten oder „Gelb-blinken“ in Schwachlastzeiten vermeiden 			
Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
960 $U_{(G+SV+LV)}$ (13% $U_{(G+SV)}$) 3.400 $U_{(SS)}$	15%	20%	~30 $U_{(G+SV+LV)}$ /a
vereinfachte Wirksamkeitsabschätzung auf Basis der Unfallanalysen			
Zeithorizont	kurzfristig		
Umsetzung	Fokus Sonderprogramme über netzweite Analysen identifizieren Sonderprogramme entwickeln und Finanzierung aufsetzen Schrittweise Umsetzung prüfen und Wirkung nachweisen		
Trends	Relevanz des Unfallgeschehens an Knoten wird noch zunehmen aufgrund des demografischen Wandels, da vor allem ältere Fahrzeuglenker Probleme mit komplexen Knotensituationen aufweisen.		
Effizienz	hoch (zeigt sich in den Wirkungskontrolle, muss nachgewiesen werden)		
best. Massn.	Konkretisierung VESIPO K33		

**INF-M1-
KN-KVP**

Sonderprogramm Sicherheitsverbesserung an Kreiseln

Betroffene Unfallsituation:

Schleuder-/Selbststunfälle, Überholen/Fahrstreifenwechsel, Auffahrunfälle, Abbiegeunfälle, Einbiegeunfälle/Überqueren der Fahrbahn ohne Velobeteiligung

Hintergrund:

Zentrales Defizit an Kreiseln stellt die unzureichende Ablenkung des Fahrzeugverkehrs durch die Kreisinsel dar. Dies und weitere Defizite sind zwar in der entsprechenden Norm benannt, werden aber nicht immer berücksichtigt.

Diskussion und Ansatz:

- Verbesserung der Erkennbarkeit von Kreiseln und Fahrbahneinbauten in den Zufahrten vor allem bei Dunkelheit
- Vermeidung beziehungsweise Rückbau zweistreifiger und überbreiter Elemente (Häufung von UTG 12-Unfällen bei diesen Entwurfs-elementen)³⁵
- Vermeidung von Grundstückszufahrten im Kreiseln sowie im engeren Knotenbereich vermeiden
- Fahrbahnteiler beziehungsweise Mittelinseln in allen Zufahrten
- Niedrige/angepasste Geschwindigkeiten im Kreiseln gewährleisten durch:
 - Reduzierung Kreiselfahrbahnbreite auf Mindestmass und Maximierung Durchmesser Innenkreis
 - Ablenkung für geradeausfahrende Fahrzeuge im Kreiseln maximieren und Empfehlung aus SN 640 263 konsequent umsetzen (auch unter Berücksichtigung der Schleppkurven des Schwerverkehrs möglich)³⁶
 - Innenkreis „spürbar“ anheben
 - Eckausrundung in Zu- und Ausfahrten auf Mindestmass reduzieren
- Geschwindigkeiten in auffälligen Kreiseln weiter reduzieren durch:
 - Einfräsung von Rüttelstreifen in Querrichtung (Fokus Zweiradverkehr)
 - Fahrbahnanhebung in den Zufahrten
 - Verlängerung Fahrbahnteiler zur Verdeutlichung der Vortrittsbelastung (z. B. bei abgekröpften Zufahrten und weiteren Sichtbehinderungen)
 - Horizontalverschwenkung (S-Kurve) durch geschwungenen und verlängerten Fahrbahnteiler
- Gewährleistung ausreichender Sichtweiten auf Fussgängerstreifen in den Zu- und (vor allem) Ausfahrten
- Vermeidung von festen Hindernissen auf dem Innenkreis (u. a. Bäume, Beton- oder Metallplastiken)

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
470 U _(G+SV+LV) (15% U _(G+SV)) 1.650 U _(SS)	40%	32%	~60 U _(G+SV+LV) /a

Die Abschätzung der Wirksamkeit erfolgte in Orientierung an der beispielhaften Anwendung von Unfallmodellen für die Kantone Bern und Zürich (siehe Anhang Kapitel IV.4).

Zeithorizont	kurzfristig
Umsetzung	siehe INF-M1-KN-LSA
Trends	Relevanz des Unfallgeschehens an Knoten wird noch zunehmen aufgrund demografischen Wandel, da vor allem ältere Fahrzeuglenker Probleme mit komplexen Knotensituationen aufweisen Die Anwendung des Kreisels ist ggf. mit zukünftig steigenden Veloverkehrsstärken kritisch auf entsprechend hoch durch Velos belasteten Routen zu hinterfragen (aufgrund Unfallsauffälligkeiten im Veloverkehr)
Effizienz	hoch (zeigt sich in den Wirkungskontrollen, muss nachgewiesen werden)
best. Massn.	Konkretisierung VESIPO K33

³⁵ Hierzu existieren gegenteilige Meinungen in der deutschsprachigen Forschungsliteratur. In den Untersuchungen [289] bis [291] werden Kreiseln mit zweistreifigen Elementen als ebenso sicher wie Kreiseln mit nur einstreifigen Elementen (Kleinkreiseln) eingeordnet. Die Grundlage für diese Einschätzung in [289] und [290] stellen allerdings Kennzahlen aus einer wesentlich älteren Untersuchung von 1997 ([287]) dar. In [291] fehlt der Vergleich mit einstreifigen Kreiseln (Kleinkreiseln) gänzlich. In [291] wird weiterhin darauf verwiesen, dass die Gewinne für die Leistungsfähigkeit bei zweistreifigen Kreiseln (wesentlicher Grund für deren Einsatz) nur gering sind (Zitat: „Die Kapazitätssteigerungen gegenüber einstreifigen Kreisverkehren sind jedoch gering.“).

³⁶ Aufgrund der Vielzahl an geringeren Ablenkungen erscheint eine Überprüfung der inkonsequenten Umsetzung des bestehenden Normenwerks sinnvoll (u. a. Hintergründe und Möglichkeiten der besseren Umsetzung identifizieren). Selten konnten in den Analyse-kantonen Ablenkungen um das Zweifache der Breite des „einfahrenden“ Fahrstreifens festgestellt werden. Dieses Mass wird von der aktuell gültigen Norm SN 640 263 aber auch anderen europäischen Regelwerken empfohlen (u. a. [287]).

**INF-M1-
KN-VELO***Sonderprogramm Sicherheitsverbesserungen für Velos an Knoten***Betroffene Unfallsituationen:**

Abbiegeunfälle, Einbiegeunfälle/Überqueren der Fahrbahn mit Velobeteiligung

Hintergrund:

Zentrale Defizite von Velofahrenden an Knoten betreffen u. a. eingeschränkte Sicht, hohe Abbiegegeschwindigkeiten des MIV, hohe Geschwindigkeiten der Velos insbesondere in Gefällestrasse, linksfahrende Velos und Trottoirbenutzung durch Velos.

Diskussion:

Zentrale Konfliktsituationen und Unfälle für Velos finden sich an den Kreuzungspunkten mit dem motorisierten Verkehr ([18]). Häufigste Unfallsituation stellt dabei die Vortrittsmissachtung des motorisierten Verkehrs aus den untergeordneten Zufahrten gegenüber dem geradeausfahrenden, bevorrechtigten Velolenkenden dar (u. a. [97], [100], [101], [106]). Abbiegeunfälle sind seltener, treten aber sowohl im Konflikt mit rechts- als auch linksabbiegenden motorisierten Fahrzeugen auf ([100]). Hinsichtlich des Vergleichs unterschiedlicher Radverkehrsführungen wie z. B. im Mischverkehr auf der Fahrbahn, Radstreifen auf der Fahrbahn oder Radweg im Seitenraum besteht Uneinigkeit. In [18], [97] oder [110] finden sich Hinweise zur Unfallreduzierung bei Einrichtung von Radstreifen auf der Fahrbahn. In [106] oder [108] sind Tendenzen zu einer im Vergleich sicheren Führung auf Radwegen im Seitenraum zu finden. Laut [107] ist die sicherheitsfördernde Wirkung von Radwegen besser belegt als diejenige der Radstreifen. Eindeutiger sind die Befunde zum linksfahrenden Veloverkehr sowie der Einrichtung von Zweirichtungsradwegen: Linksfahrenden Velos auf Zweirichtungsradwegen wird ein doppelt so hohes Unfallrisiko attestiert, wie den rechtsfahrenden Velos. Das Risiko „regelwidrig“ auf Einrichtungsradwegen fahrender Velos ist nochmals um Faktor 2 höher als das der „regelkonform“ rechtsfahrenden Velos (siehe [98], ähnliche Befunde in [97], [101], [103], [106]). An LSA-Knoten dominieren die Abbiegeunfälle, wobei vor allem linksabbiegende Personenwagen und entgegenkommende Velos eine relevante Konfliktsituation darstellen ([105]). Weitere Hinweise zur Sicherheit des Veloverkehrs finden sich in der Diskussion zum Massnahmenansatz INF-M14.

Massnahmenvorschläge finden sich u. a. in [97] bis [110]:

Massnahmen mit einheitlicher Tendenz zu weniger Unfällen sind

- Verbesserung von Sichtbeziehungen,
- jegliche Massnahmen zur wirksamen Reduzierung von Geschwindigkeiten (Ausnahme punktuelle Einengung),
- ausreichende Abstände zwischen Radverkehrsanlagen und Parkierstreifen,
- Anhebung von Radfurten über untergeordnete Zufahrten,
- Wegnahme bzw. Reduzierung von Parkständen,
- räumlicher und zeitlicher Vorsprung an LSA-Knoten,
- Einrichtung von Velostrassen,
- grössere Breiten für Radstreifen und Radwege,
- hindernisfreie und „ausreichend trassierte“ Führung des Veloverkehrs sowie
- guter Zustand der Anlagen.

Massnahmen mit bisher nicht einheitlicher Tendenz sind

- fahrbahnahe Führung an LSA-Knoten,
- Absetzung von Radfurten bei Radwegen um 2 bis 5 m (gegensätzliche Aussagen von NL/Dänemark und Deutschland),
- separate Führung des Radverkehrs abseits der hoch belasteten Strassen,
- durchgehende Markierung und/oder Einfärbung von Radfurten,
- Reduzierung Geschwindigkeiten durch Einrichtung Radstreifen aufgrund geringerer Fahrbahnbreiten,
- Verlagerung des Veloverkehrs auf niedrig belastete und „langsame“ Strassen inklusive der möglichst kreuzungsfreien Führung über hoch belastete Strassen sowie
- geringere Quoten (risikoreicher) linksfahrender Velos bei fahrbahnseitigen Führungen.

Ansatz:

Unterschiedliche Massnahmenansätze sind in Abhängigkeit der vorliegenden Sicherheitsdefizite zu prüfen und die Strasseninfrastruktur entsprechend zu sanieren oder umzugestalten:

- Lichtsignalschutz von Linksabbiegern → keine bedingt verträgliche Führung von linksabbiegenden MIV und entgegenkommenden Velos
- Kennzeichnung und Hervorhebung von Velofurten
- Fahrbahnanhebung in untergeordneten Zufahrten als Querungshilfen für Velos
- Gewährleistung ausreichender Sichtverhältnisse zwischen Velos und konfligierenden Fahrzeugen
- Vermeidung oder signaltechnische Ausstattung von abknickende Vortrittsregelungen
- Reduzierung Eckausrundung auf das notwendige Mindestmass (häufig nicht notwendig, begünstigen das schnelle Abbiegen des MIV an Konfliktpunkten mit dem Veloverkehr)
- Vermeidung zügig trassierter Rechtsabbiegefahrstreifen bzw. Signalisierung des Rechtsabbiegefahrstreifens
- Eindeutige Aufteilung von Querschnittsflächen/-breiten in vortrittsbelasteten Zufahrten (zweistreifiges Aufstellen vermeiden)
- Geschwindigkeitsdämpfung von Velofahrenden in Gefällestrassen (vor allem an Kreiseln sowie Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA) u. a. mit Belagsänderung, Einfräsen von Rüttelstreifen in Querrichtung oder Vertikal-/Horizontalversätze (hier sind allerdings potenziell erhöhte Risiken für Schleuder-/Selbstunfälle z. B. in Pilotversuchen zu prüfen)

- Zweirichtungsradwege³⁷ vermeiden, Vortrittsbelastung signalisieren oder erhöhte Sicherung der Furten über untergeordnete Zufahrten
- In Zufahrten mit Tramgleisen sind Führungen auf Radwegen zu bevorzugen oder ergänzende Markierungen zu Radstreifen auf der Fahrbahn aufzubringen, bei denen keine spitzwinklige oder parallelnahe Führung zu den Gleisen, sondern nur möglichst senkrechte Querungen der Gleise erfolgen (Hintergrund: Velos bleiben in Tramgleisen stecken und es kommt zu Stürzen)
- Förderung von Velostrassen und Radschnellwegen, die unabhängig bzw. separat vom hoch belasteten, verkehrsorientierten Netz verlaufen und an kritischen Kreuzungspunkten möglichst signalisiert oder kreuzungsfrei geführt werden.

Viele Hinweise finden sich auch in der VSS-Norm SN 640 252, welche konsequent umgesetzt werden sollte.

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
1.210 $U_{(G+SV+LV)}$ (22% $U_{(G+SV)}$) 480 $U_{(SS)}$	45%	30%	165 $U_{(G+SV+LV)}/a$
vereinfachte Wirksamkeitsabschätzung auf Basis der Unfallanalysen, welche sich an den Aussagen der genannten Literatur orientiert			
Zeithorizont	kurz- (zeitnahe Massnahmen) und mittelfristig (aus zukünftiger Forschung abgeleitet oder bestätigte Massnahmen)		
Umsetzung	Aufgrund der teilweise nicht eindeutigen Befundlage wird empfohlen vertiefte Untersuchungen zu unterschiedlichen Führungen und Massnahmen zur Sicherung des Veloverkehrs durchzuführen. Veloverkehrsstärken sind unbedingt zu berücksichtigen. Auf Basis der ISSI zu Netzeinstufung (NSM) und Inspektion (RSI) können auffällige Knoten identifiziert werden. Diese werden auf Basis von Unfallkennwerten priorisiert und durch thematische Inspektionen analysiert. Anhand der Sanierungsempfehlungen können dann Sonderprogramme mit Massnahmenpaketen aufgesetzt werden.		
Trends	Das Thema wird tendenziell an Bedeutung gewinnen, u. a. aufgrund der zunehmenden Verbreitung von E-Bikes (höhere Geschwindigkeiten im Veloverkehr und damit einhergehende erhöhte Anforderungen an die Veloinfrastruktur), der generellen Förderung des Veloverkehrs und der bisher ansteigenden Velounfallzahlen. Aktuell wird vielerorts die Strasseninfrastruktur für Velos ausgebaut. Damit ergibt sich jetzt die Möglichkeit, verstärkt das Thema Verkehrssicherheit zu adressieren.		
Effizienz	Mittel		
best. Massn.	VESIPO K33		

INF-M1-TÖFF

Sonderprogramm Sicherheitsverbesserungen für Motorräder

Betroffene Unfallsituationen:

Unfälle mit Motorradbeteiligung

Hintergrund:

Bereits in [258] wurden zentrale Defizite für Motorradfahrende auf Schweizer Strassen identifiziert. Im Folgenden werden vorrangig diejenigen genannt und weiter konkretisiert, welche in der hier vorliegenden Untersuchung auffällig waren:

Innerorts → Sichtweiten an untergeordneten Knoten ohne LSA, Griffigkeitsprobleme vorrangig in Kreiseln (Verschmutzung, Betonfahrbahn) und im Bereich von Tramgleisen

Ausserorts → Trassierung (hier vorrangig Defizite in der Relationstrassierung bzw. der Radienfolge)

Hinzu kommen bisher nicht erwähnte Konfliktfälle:

- Befahren von Kreiseln durch Motorräder generell (und in der Folge der Unfall aufgrund der Vortrittsmissachtung durch einfahrende Personenwagen) sowie bei eingeschränkter Griffigkeit der Fahrbahn (u. a. Betonfahrbahnen (siehe auch [258]) sowie bei Verschmutzungen)
- Hohe Erschliessungsdichten auf Ausserortsstrassen (zusätzliche, meist ungesicherte und/oder schlecht erkennbare Konfliktpunkte).

Auch andere Sicherheitsdefizite sind möglich und wahrscheinlich, können aber aufgrund der Datengrundlage nicht oder nur bedingt untersucht werden (z. B. Quermeigung, Rückhaltesysteme in Bezug auf fehlenden Unterfahrschutz).

³⁷ Zweirichtungsradwege ermöglichen das regelkonforme Linksfahren für Velos. Dies ist allerdings nicht automatisch sicher abzuwickeln, da Erwartungshaltung bei querenden PW-Lenkern nur bedingt aufzulösen sind. Eine „auffällige“ Markierung/Beschilderung stellt einen Massnahmenansatz dar, allerdings könnte der Effekt bei einer generellen Umsetzung nachlassen. Es sind daher Radverkehrsanlagen auf der Fahrbahn sowie beidseits der Strasse bevorzugt zu fördern. Ist dies nicht möglich oder vertretbar, kann der Veloverkehr auch vortrittsbelastet geführt werden (z. B. an Ausserortsstrassen). Allerdings ist in diesen Fällen eine klare Signalisierung notwendig, ggf. ergänzt um eine leichte Horizontalverschwenkung der Radverkehrsanlage.

Diskussion:

Eine hohe Relevanz für die Sicherheit der Motorradfahrenden besitzt der Seitenraum. Feste Hindernisse stellen dabei ein enormes Verletzungsrisiko dar (u. a. auch Stützpfeiler von Rückhaltesystemen). Der in [258] geforderte, 4 bis 5 m breite hindernisfreie Seitenraum ist dabei zu hinterfragen. Die Forschung zum Thema Baumunfälle hat gezeigt ([259]), dass selbst Hindernisse in 9 bis 10 m Entfernung zum Strassenrand auf Ausserortsstrassen (praktisch selten realisierbar) nicht einem hindernisfreien Seitenraum in Bezug auf die Verkehrssicherheit entsprechen. Entweder ist der Seitenraum tatsächlich hindernisfrei oder es bedarf Rückhaltesysteme, welche im Falle von Motorradunfällen aber mit Unterfahrerschutz auszustatten sind ([258], [260]). Die Ummantelung der Pfosten der Rückhaltesysteme wird nur bis zu Kollisionsgeschwindigkeiten von ≤ 30 km/h als sichere Massnahme eingeschätzt ([260]). An Knoten helfen Massnahmen für den restlichen Verkehr auch den Motorradfahrenden (u. a. ausreichende Sichtweiten bzw. Beseitigung von Sichthindernissen wie Einbauten oder Bewuchs, keine Rechtsabbiegefahrstreifen an Knoten ohne LSA). Allerdings werden Motorradfahrende ähnlich den Velos aufgrund der eingeschränkten Wahrnehmung der kleineren Silhouette von vorn, auch eher übersehen. Das wird durch die häufig höheren Geschwindigkeiten der Motorräder noch verschärft ([261], [264]). Dies führt zur Empfehlung das Bewusstsein für konfigurierende Motorradfahrer in Schulungen zu stärken ([261]). Auch wenn Empfehlungen für die „sichere“ Anordnung von Tramgleisen existieren (SN 640 064, möglichst rechtwinklige Querung durch andere Verkehrsteilnehmende), darf aufgrund der örtlichen Zwänge bezweifelt werden, das hier viel für die Verkehrssicherheit getan werden kann. Einzig niedrigere Geschwindigkeiten bei den Motorradfahrenden in Gleisbereichen werden als wirksame Massnahme eingeschätzt, auch wenn deren praktische Durchsetzung schwierig ist ([261]). Massnahmen zur Verbesserung der Trassierung (Radienfolge und räumliche Linienführung) sind von sehr hoher Relevanz für die Motorradfahrenden ausserorts. Hier sind ungünstige Kombinationen von Kuppen in Bereichen von Knoten oder Kurven zu berücksichtigen ([261]) und wurden bereits beim Sonderprogramm Kurven diskutiert. Der Zustand der Fahrbahnoberfläche besitzt vor allem für die Motorradfahrenden eine hohe Sicherheitsrelevanz ([260]-[265]). Kritisch und durch entsprechende Massnahmen im Unterhalt und der Erhaltung (wo möglich) zu sanieren, sind plötzliche Griffigkeitswechsel (keine durchgängige Deckensanierung, vor allem in Kurven), Längsfugen, ungünstige Querneigungswechsel, Kanaldeckel mit eingeschränkter Griffigkeit in Kurvenbereichen oder unbefestigte Bankette. Die in [258] erwähnten, flächigen Fahrbahnmarkierungen sind generell hinsichtlich ihrer nachhaltigen Wirkung auf das Unfallgeschehen zu hinterfragen (u. a. [260]) und aufgrund möglicher negativer Nebenwirkungen (eingeschränkter Griffigkeit) eher gänzlich zu vermeiden. In [262] werden flexible Einbauten auf und neben der Fahrbahn (Poller oder Masten für Beschilderung) als kostengünstige Massnahme zur Reduzierung der Unfallschwere genannt. Erdwälle kommen als Alternative für Rückhaltesysteme in Betracht, wenn das Unfallgeschehen klar durch Motorräder dominiert ist (u. a. [260], [262]). Durchgezogene Mittellinien aber auch verbreiterte Doppellinien in Fahrbahnmitte (um dem Hineinlehnen des Motorradfahrenden in den Gegenverkehr entgegen zu wirken) werden in [260] und [265] als Signalisationsmassnahmen benannt. An zwei Kurven in Österreich wurden Kreismarkierungen rechts neben der Mittellinie in diesem Zusammenhang erfolgreich getestet, um Motorradfahrende zum Befahren des „sicheren“ Aussenbereichs zu motivieren (aufgrund Abneigung zum Überfahren von Markierung, [283]). Gerade im Freizeitverkehr (z. B. bei „Rasern“ am Wochenende) kommen Infrastrukturmassnahmen an ihre Grenzen. In diesen Fällen wurden bereits Strecken für bestimmte Zeiträume gesperrt ([266]), was aber ohne entsprechende Überwachung nur bedingt wirksam sein wird. Als Alternative dazu kommen in Bereichen mit einem starken Motorradunfallproblem querliegende Rüttelstreifen vor Kurven in Betracht (punktueller Massnahme; [262], [266]). Ansätze zur Identifizierung kritischer Motorradstrecken finden sich in [258] und [260]. In diesem Zusammenhang wird auch vermehrt dem Einsatz der ISSI (RSI, BSM, NSM) eine hohe Wichtigkeit attestiert ([263], [265]).

Ansatz:

Über das NSM sowie spezifische Grenzwertdefinitionen im BSM für den Motorradverkehr ([258], [260]) können auffällige Bereiche im Netz identifiziert und in einem Sonderprogramm zusammengefasst werden. Massnahmenpakete sollten unterschiedliche Ansätze umfassen, welche der heterogenen Unfallstruktur im Motorradverkehr gerecht werden.

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
2.480 $U_{(G+SV+LV)}$ (35% $U_{(G+SV)}$)	30%	30%	220 $U_{(G+SV+LV)}$ /a
1.140 $U_{(SS)}$ – Streckenunfälle			
1.810 $U_{(G+SV+LV)}$ (28% $U_{(G+SV)}$)			
710 $U_{(SS)}$ – Knotenunfälle	5%	10%	10 $U_{(G+SV+LV)}$ /a
Knotenunfälle mit Motorrädern sind schlechter von Seiten der Infrastruktur zu beeinflussen, hier bedarf es der stärkeren Förderung von FAS ³⁸ ; vereinfachte Wirksamkeitsabschätzung anhand Unfallanalyse und der genannten Literatur			
Zeithorizont	kurzfristig		
Umsetzung	siehe vorige Sonderprogramme		
Trends	-		
Effizienz	mittel (Streckenunfälle), gering (Knotenunfälle)		
best. Massn.	-		

³⁸ Das Thema Fahrzeugsicherheit spielt generell im Motorradverkehr eine grosse Rolle (u. a. ABS oder Bereifung) wird aber hier nicht weiter thematisiert (siehe weitere Hinweise dazu im Schlussbericht der parallel laufenden Untersuchung TP1-M).

INF-M2**Standardisierung von Strassen in Entwurfsklassen sowie deren Umsetzung in Planung und Bestand („selbsterklärende Strasse“)****Betroffene Unfallsituationen:**

alle Unfälle (ausser Tierunfälle) auf Ausserorts- und Innerortsstrassen ausserhalb von Hochleistungsstrassen

Hintergrund:

Die Sicherheitsdefizite auf Ausserortsstrassen in Kurven, an Knoten und im Zusammenhang mit nicht angepassten Geschwindigkeiten deuten auf Probleme bei der für die Verkehrssicherheit notwendigen Einheit von Bau (Gestaltung) und Betrieb (Verkehrsregelung, Signalisierung) hin. Dies führt dazu, dass die gefahrenen Geschwindigkeiten nicht zu den Eigenschaften der Trassierung (z. B. ungünstige Kurvenfolge) und des Strassenraums (z. B. hohe Erschliessungsdichte) passen. Vereinzelt Kollisionen zwischen entgegenkommenden Fahrzeugen auf schmalen Fahrbahnen deuten auf fehlerhafte Einschätzungen der vorhandenen Querschnittsbreiten hin.

Der unfallerhöhende Einfluss der Fahrbahnbreite sowie die Auffälligkeiten in den Kurven deuten auf zu hohe Geschwindigkeiten vorrangig in den Ortsdurchfahrten hin. Vor allem die Übergangsbereiche von Ausser- zu Innerortsstrecken sind teilweise ungenügend ausgebildet. Aufgrund der Sichteinschränkungen durch die Randnutzung aber auch mehr potenzielle Konflikte auf Innerortsstrassen bedarf es einer angepassten Geschwindigkeitswahl, welche durch die Gestaltung der Strassen unterstützt wird. Unfallbegünstigende Kombinationen aus nicht angepassten Geschwindigkeiten, eingeschränkten Sichtverhältnissen und einer höheren Dichte an potenziellen Konflikten auf Innerortsstrassen (Langsamverkehr, Parkieren) führen zu erhöhten Unfallrisiken vor allem in Kurven und Gefällestrrecken.

Diskussion:

“Traffic systems having self-explaining properties are designed in such a way that they are in line with the expectations of the road users. The [...] "Self-Explaining Road" (SER) is a traffic environment which elicits safe behaviour simply by its design.” ([7]). Dieses Prinzip der „self-explaining roads (SER)“ wurde zuerst in Dänemark und den Niederlanden entwickelt und umgesetzt ([8], [10]). Mittlerweile basiert auch das deutsche Entwurfsregelwerk für Landstrassen (RAL, [6]) auf diesem Prinzip und setzt es innerhalb von vier Entwurfsklassen um. Aktuell wird an einem Regelwerk für die Umsetzung dieser Entwurfsvorgaben im Bestandsnetz gearbeitet ([2]). Im Kern werden Strassen wenigen, klar abgrenzbaren und eindeutige erkennbaren Entwurfsklassen zugeordnet, welche dem Lenkenden eine zu erwartende Strassenführung und die zulässige Höchstgeschwindigkeit suggerieren ([1]). Vorgaben für eine zielführende Umsetzung des Prinzips finden sich u. a. in den Ergebnissen des europäischen Forschungsprojektes ERASER ([3]).

Wirksamkeitsuntersuchungen existieren vorrangig zum Fahrverhalten (Geschwindigkeit, Abstand in Längs- und Querrichtung) und konzentrieren sich häufig auf die Umsetzung von Kernfahrbahnen (siehe [9], [4] und darin erwähnte Untersuchungen). Seltener wird das Unfallgeschehen betrachtet. Zahlreiche Einzelelemente des Massnahmenpakets SER sind aber hinsichtlich ihrer Wirksamkeit evaluiert (u. a. Überholfahrstreifen, Knotenpunktformen). Schlag et al. 2015 ([4]) finden für die alleinige Ummarkierung auf Kernfahrbahnen keine Veränderungen im Unfallgeschehen. In [5] werden vereinzelt Rückgänge von 18% der Personenschäden bei Umgestaltung und Geschwindigkeitsreduzierung nachgewiesen. Eine aktuelle Aufbereitung und Konzeption des Themas für eine Forschungsarbeit in Bezug auf das Schweizer Strassennetz findet sich in [297].

Ansatz:

Eine stärkere Vereinheitlichung von Strassenquerschnitten sowie der zugehörigen Trassierungsparameter und Knotenformen/Verkehrsregelungen soll ein auf den Strassenraum abgestimmtes Fahrverhalten fördern. Aufeinander abgestimmte Entwurfs-elemente für Strecken und Knoten werden in Entwurfsklassen zusammengefasst, denen ein „passendes“ Geschwindigkeitsregime zugewiesen wird. Strassen einer höher-rangigen Entwurfsklasse ermöglichen hohe Geschwindigkeiten, bedingen aber u. a. sichere Überholmöglichkeiten (z. B. durch wechselseitige Überholfahrstreifen), grosszügige Radien und weitestgehend kreuzungsfreie Knoten. Strassen einer geringeren Entwurfsklasse lassen auch niveaugleiche Knoten sowie geringere Radien zu, bedingen aber ein niedriges Tempolimit (inkl. dessen Einhaltung durch einen geschwindigkeits-reduzierenden Entwurf). Innerorts sind schmale Fahrbahnen und dafür klar abgegrenzte und ausreichend breite Bereiche für den Langsamverkehr zu bevorzugen.

Mehrstreifige Fahrbahnen innerorts sind ursprünglich aus Gründen der Leistungsfähigkeit gebaut. Aufgrund veränderten Verkehrsbedingungen, einer angepassten Verkehrsverteilung oder einer restriktiveren Verkehrsplanung in Bezug auf den MIV kann die Notwendigkeit für solche Fahrbahnen geringer werden oder ganz entfallen. Da solche Fahrbahnen häufig höhere Geschwindigkeiten aber auch Nachteile in Bezug auf sichere Fussgängerquerungen aufweisen, sollten die Notwendigkeit immer wieder überprüft und ggf. neue angepasste Querschnittsaufteilungen zugunsten des ÖV- und Langsamverkehrs vorgenommen werden.

Die Umsetzung des Massnahmenansatzes wird in der Planung, aufgrund des heute eher seltenen Neu- und Ausbaus, kaum flächendeckend zur Anwendung kommen. Es bedarf daher vereinfachter Ansätze wie der Bestand schrittweise angepasst werden kann. Hier kann vor allem durch Markierungen und teilweise über geschwindigkeitsreduzierender Massnahmen oder Querschnittsanpassungen ein Effekt erzielt werden.

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
Ausserorts:			Ausserorts:
3.970 $U_{(G+SV+LV)}$ (28% $U_{(G+SV)}$)	5% (Neu-/Ausbau)	20% (Neu-/Ausbau)	40 $U_{(G+SV+LV)}$
	50% (Bestand)	2-5% (Bestand)	40-100 $U_{(G+SV+LV)}$
8.300 $U_{(SS)}$			(Anteil $U_{(G+SV)} > 30\%$)

Innerorts:				Innerorts:
8.950 $U_{(G+SV+LV)}$ (20% $U_{(G+SV)}$)	5% (Neu-/Ausbau)	20% (Neu-/Ausbau)	90 $U_{(G+SV+LV)}$	
	25% (Bestand)	2-7% (Bestand)	45-157 $U_{(G+SV+LV)}$	
20.680 $U_{(SS)}$				
vereinfachte Wirksamkeitsabschätzung anhand Unfallanalyse und der genannten Literatur				
Zeithorizont	mittel-/langfristig			
Umsetzung	Im ersten Schritt ist auf Basis der internationalen/europäischen Erfahrungen eine Systematik zur Umsetzung dieses Ansatzes für Schweizer Strassen zu entwickeln. Die Vorgaben sind zeitnah in die Normen zu übernehmen. Vorgaben für den Bestand können sukzessive an unfallauffälligen Strassenzügen umgesetzt werden, welche über die ISSI (NSM, RSI) ausgewählt werden.			
Trends	Standardisierung, Vereinfachung und Lesbarkeit des Strassenraums helfen einerseits älteren Verkehrsteilnehmern bei einer sicheren Fahrweise und schaffen andererseits strassenseitige Voraussetzungen für Fahrerassistenzsysteme und langfristig das autonome Fahren.			
Effizienz	hoch (Neubau), gering/mittel (Bestand)			
best. Massn.	siehe Forschungspaket SERFOR in [297]			

INF-M3

Gezielter Ausbau punktueller und streckenbezogener Verkehrsbeeinflussungsanlagen auf Autobahnen und Autostrassen

Betroffene Unfallsituationen:

Unfälle auf Hauptfahrbahn, Rampen sowie in Einfahrt- und Ausfahrtbereichen

Hintergrund:

Zentrales unfallbegünstigendes Element sind Kurvenbereiche. Hier ist die Trassierung für die gefahrenen Geschwindigkeiten u. U. nicht optimal ausgebildet. Bei den Rampen ist der Übergang von der Strecke (hohe Geschwindigkeiten) auf die Rampe (enge Trassierung, niedrige Geschwindigkeit) mit erhöhten sicherheitsrelevanten Geschwindigkeitsanpassungen verbunden. Es wird aber auch deutlich, dass die Trassierung stark von Zwangspunkten (Topographie, Bebauung) abhängt. Massnahmen im Sinne von Trassierungsanpassungen sind daher auf Hochleistungsstrassen enge Grenzen gesetzt. Ausserdem wird durch temporäre Umfeldparameter die Unfallwahrscheinlichkeit weiter erhöht (z. B. Nässe). In den Einzelfallanalysen deutet sich an, dass häufig schon niedrigere Geschwindigkeitsbegrenzungen an Kurven oder Rampen angezeigt sind. Gerade in Schwachlastzeiten wird hier aber eine geringe Akzeptanz dieser Regelung vermutet.

Es bedarf weiterhin einer stärkeren Harmonisierung des Verkehrsablaufs durch gleichmässige Verteilung des Verkehrs auf allen Fahrstreifen sowie der Reduzierung von Geschwindigkeitsunterschieden in Einfahrtbereichen von Autobahnanschlüssen. Anschlüsse in Kurvenbereichen oder Steigungsstrecken sind in besonderem Masse betroffen. Bei höheren Belastungen fehlen ausreichend grosse Lücken im Hauptstrom, um rechtzeitig und sicher die Fahrbahn wechseln zu können.

Diskussion:

(Kollektive) Verkehrsbeeinflussungsanlagen VBA auf Autobahnen lassen sich auf drei wesentliche Systeme aufteilen: Streckenbeeinflussung, Knotenbeeinflussung und Netzbeeinflussung. Folgenden Teilsystemen wird dabei ein positiver Einfluss auf die Verkehrssicherheit attestiert:

- Punktuelle dynamische Geschwindigkeitsanzeigen – Tempolimits für temporäre Umfeldbedingungen
- Streckenbeeinflussungsanlagen – Geschwindigkeitsanzeigen (Harmonisierung Geschwindigkeitsunterschiede, temporäre Anzeigen) und Warnhinweise (Unfälle, Stauende, Nässe, Nebel) → siehe [40], [41] und [47]
- Variable Fahrstreifenzuteilung in Ein- und Ausfahrtbereichen – Harmonisierung des Verkehrsablaufs (u. a. Reduzierung kritischer Auffahrunfälle bei Stau [47]) → siehe [44], [45] und [46]
- Zuflussregelung/-dosierung – Aufteilung einfahrender Fahrzeugpuls (Reduzierung „Gefahrenpotenzial beim Einfädelvorgang“ [47]) → siehe [42] und [43]
- Netzbeeinflussung – gleichmässige Verteilung Verkehr innerhalb Netzmasche (kaum Angaben in der Literatur (Ausnahme [18] mit -1,8% bei den Unfällen); Annahmen aus der hier vorliegenden Untersuchung: Unfallwahrscheinlichkeit von Auffahrunfällen steigt überproportional mit steigender Verkehrsstärke an (siehe Kapitel 5.7). Durch die Vermeidung von Verkehrsspitzen durch gleichmässige Verteilung des Verkehrs im Netz müsste es bilanzmässig zu einem Rückgang der Unfälle kommen.)

Angaben zu quantifizierbaren Wirksamkeiten hinsichtlich des Unfallgeschehens variieren stark und sind in hohem Masse vom Ausgangs-Sicherheitslevel abhängig. In [40] wird ein Zielniveau von UR = 12 ($U/10^8$ Fzkm) angegeben, welches mit Streckenbeeinflussungsanlagen erreicht werden kann (Basis: Deutschland Ende der 90er Jahre). Liegt das Sicherheitslevel schon davor auf diesem Niveau, dann sind zusätzlichen Sicherheitsgewinne kaum wahrscheinlich. In [18] werden jeweils Unfallrückgänge für Warnhinweise zu Unfällen von -44%, für Nebelwarnung -84% (80% bei [40]), wetterbedingte Tempolimits mit -2 bis -13 % und Stauwarnungen auf Autobahnen mit -16% für Personenschadenunfälle und +16% für Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden angegeben. In [41] werden abschnittsweise Reduzierungen der (Gesamt-)Unfallzahlen um 40% angegeben. In einer älteren Untersuchung in den USA wurden für Zuflussregelungsanlagen Reduzierungen der Auffahr- und Fahrstreifenwechselunfälle von 50% und mehr ermittelt.

Ansatz:

Der gezielte Einsatz von punktuellen, temporären Anzeigen (lichttechnische Signale) mit Zusatzanzeigen (Nässe, Dunkelheit, enge Kurve, Wiederholung Tempolimit, Dunkelheit), klassischen Streckenbeeinflussungsanlagen sowie Zuflussdosierung und variable Fahrstreifenzuweisung (Wechselverkehrszeichen, LED-Lauflichter in der Fahrbahn und/oder Fahrstreifen-spezifische Geschwindigkeitsregelungen) an den Anschlüssen können Gefahrenpotenziale reduzieren. Auch an bestehenden Anlagen können Anpassungen der Steuerungen geprüft werden, um frühzeitig auf sicherheitskritische Verkehrszustände reagieren zu können.

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
910 $U_{(G+SV+LV)}$ (10% $U_{(G+SV)}$) 5.250 $U_{(SS)}$	20% (nur an auffälligen Stellen)	10%	18 $U_{(G+SV+LV)}/a$

vereinfachte Wirksamkeitsabschätzung anhand Unfallanalyse und der genannten Literatur

Zeithorizont	kurzfristig
Umsetzung	Überprüfung potenziell relevanter Netzbereiche mit/ohne VBA auf Verbesserungspotenziale durch Einsatz neuer VBA oder Anpassung bestehender Steuerungen
Trends	Integration über Infrastruktur-Fahrzeug Schnittstellen und Anzeige im Fahrzeug ggf. Zunahme relevanter Verkehrssituationen durch zukünftige Überlastungen
Effizienz	Mittel
best. Massn.	Konkretisierung VESIPO K26, K61

INF-M4 Verkehrstechnische Ausstattung von Tunneln intensivieren**Betroffene Unfallsituationen:**

Auffahrunfälle in Tunneln (Hochleistungsstrassen)

Hintergrund:

In besonderem Masse sind Auffahrunfälle in Tunneln auffällig. Aus den Unfallmodellen lässt sich eine um fast 50% erhöhte Unfallwahrscheinlichkeit für die Auffahrunfälle mit Personenschaden von Tunneln im Vergleich zur „offenen Strecke“ ableiten³⁹. Diese Unfallsituationen treten vor allem bei höheren Verkehrsaufkommen und stockendem/stauendem Verkehr auf. Unfallbegünstigenden Faktoren sind eingeschränkte Sicht (u. a. durch vorausfahrenden Verkehr oder in Kurven), Ein- und Ausfahrten innerhalb des Tunnels sowie Monotonie. Ein gleichmässiges und niedriges Geschwindigkeitsniveau sowie ausreichende Abstände zwischen den Fahrzeugen unterstützen einen sicheren Verkehrsablauf.

Diskussion:

Tunnel weisen häufig eine vergleichsweise hohe verkehrstechnische Ausstattung und im Vergleich niedrigere Tempolimits als die „offene“ Strecke auf. Häufig sind Massnahmen zur Reduzierung schwerer Unfallfolgen (z. B. Brände) das Thema von Untersuchungen. Massnahmen zur Reduzierung der Unfallhäufigkeit betreffen Beleuchtung, Signalisierung (Tempolimit innerhalb und im Einflussbereich des Tunnels), bauliche Trennung der Fahrtrichtungen, Vermeidung oder entsprechende Ausstattung von Ein- und Ausfahrtbereichen innerhalb von Tunneln (u. a. [49], [54]). Neuere Ansätze um ein gleichmässiges Geschwindigkeitsniveau sowie ausreichende Folgeabstände zu gewährleisten betreffen die Wandgestaltung ([51]), LED-Lauflichter ([50], [23]), Verdeutlichung des Folgeabstands über farbliche LED ([49]) oder abgepasste Helligkeiten der Tunnelwandgestaltung ([52]). Wirksamkeitsabschätzung finden sich nur sehr wenige. In [54] wurde allerdings bereits das überproportional ansteigende Risiko für Auffahrunfälle bei höherem Verkehrsaufkommen nachgewiesen. Quantifizierbare Abschätzungen zum Einfluss harmonisierter Geschwindigkeiten finden sich in [53].

Ansatz:

Fahrbahnrandleuchten bei Tunneln aktueller Ausstattung könnten einerseits angepasste Geschwindigkeiten durch stromabwärts „laufende“ Lichter suggerieren. Warnungen zu plötzlichen Bremsvorgängen (Bremsleuchten stromabwärts meist verdeckt) können durch Veränderungen in der Farbe oder mit Laufrichtung stromaufwärts verdeutlicht werden. Dies sollte allerdings derart umgesetzt werden, dass sich die Aufmerksamkeit für das direkt vorausfahrende Fahrzeug nicht verringert.

Wandgestaltungen könnten derart gestaltet werden, dass der Aufmerksamkeitslevel der Fahrzeuglenker auf einem „sicheren“ Niveau gehalten wird. Hierzu können auch Unterbrechungen in der Art und Intensität der Beleuchtung z. B. im Bereich von Notfallbuchten sein. Weiterhin werden Effekte der Gestaltung von Tunnelprofilen (z. B. Deckenhöhe) auf die Geschwindigkeitswahl vermutet.

Fahrbahnmarkierungen können „sichere“ Abstände für unterschiedliche Geschwindigkeitsregelungen darstellen, ähnlich den Markierungen zur Anzeige passender Abstände bei Nebel. Die Anzahl an sichtbarer bzw. nicht durch vorausfahrende Fahrzeuge verdeckte Piktogramme auf der Fahrbahn verdeutlichen, ob ein sicherer Abstand eingehalten wird.

Da vor allem die überlastungsbedingten Auffahrunfälle in Tunneln auffällig sind, sollten Verkehrsbelastungen im Bereich der Kapazitätsgrenzen möglichst reduziert oder die Auswirkungen anderweitig sicherheitstechnisch abgefangen werden.

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
97 $U_{(G+SV+LV)}$ (12% $U_{(G+SV)}$) 400 $U_{(SS)}$	100%	10%	10 $U_{(G+SV+LV)}$ /a

vereinfachte Wirksamkeitsabschätzung anhand Unfallanalyse und der genannten Literatur

Zeithorizont	kurzfristig
Umsetzung	-
Trends	Unter Umständen sind durch weitere Zunahmen der Verkehrsbelastung auf den Autobahnen und damit in den dort liegenden Tunneln überproportionale Anstiege der Auffahrunfallhäufigkeit zu erwarten.
Effizienz	gering-mittel
best. Massn.	-

³⁹ Einschränkung muss hier erwähnt werden, dass dieses Ergebnis in hohem Masse durch ältere oder schlecht ausgestattete Tunnel (u. a. Gubristunnel als ein zentraler Unfallschwerpunkt) hervorgerufen wird und nur bedingt verallgemeinerbar ist.

INF-M5**Entflechtung von Fahrstreifenwechsellvorgängen auf Hochleistungsstrassen**
(ergänzend: separate Führung Schwerverkehr und Verlängerung Ein- bzw. Auffahrten)**Betroffene Unfallsituationen:**

Überholunfälle, Fahrstreifenwechsel in Verflechtungsbereichen

Auffahrunfälle in Einfahrts- und Verflechtungsbereichen

Hintergrund:

Bei kurzen Abständen zwischen zwei Anschlüssen auf Hochleistungsstrassen müssen sich der auffahrende Verkehr (Anschluss stromaufwärts) sowie der ausfahrende Verkehr (Anschluss stromabwärts) schnell verflechten. Dies wird durch hohe Geschwindigkeiten auf der Hauptfahrbahn und daraus resultierende Geschwindigkeitsunterschiede mit dem Verflechtungsverkehr kompliziert. Aufgrund zahlreicher Fahrstreifenwechsellvorgänge wird zusätzlich die Kapazität herabgesetzt, es kommt vermehrt zu Stauerscheinungen, welche ihrerseits überproportional stark zu Auffahrunfällen beitragen (Regressionskoeffizient des DTV bei Auffahrunfällen $\gg 1$).

Bei Verflechtungen in Steigungsstrecken stellt der langsame Schwerverkehr ein Problem dar. Unfallbegünstigend wirken hier die Geschwindigkeitsunterschiede zwischen Schwer- und dem restlichen Verkehr auf der Hauptfahrbahn.

Diskussion:

Bei kurzen Abständen zwischen Anschlüssen und Kreuzen auf Hochleistungsstrassen kommen (häufiger im Ausland) bei hohen Verkehrsbelastungen sogenannte „lange Verteilerfahrbahnen“ zur Anwendung (collector-distributor roads, frontage roads im Gegensatz zu den durchlaufenden Fahrbahnen für den Fernverkehr tlw. auch „Expressfahrbahn“ genannt; u. a. [65] & [66]). Hintergrund ist die Reduzierung von Fahrstreifenwechsellvorgängen auf der Hauptfahrbahn und deren Verlagerung auf eine parallele Nebenfahrbahn. Ziele sind die Verbesserung des Verkehrsablaufs (Reduzierung von Staus) und der Verkehrssicherheit. In einer aktuelleren Untersuchung aus dem deutschsprachigen Raum ([64]) wurde im Rahmen von Simulationsstudien ein Rückgang von 60% der Fahrstreifenwechsellvorgänge auf der Hauptfahrbahn festgestellt. Dies wird mit einem „spürbaren Sicherheitsgewinn“ gleichgesetzt. In [65] wurde ein Crash Modification Factor CMF von 0,90 (10% Unfallreduktion) für collector-distributor roads an Hochleistungsstrassen angegeben. Allerdings bezieht sich dieser Faktor auf eine standardmässige Verteilerfahrbahn innerhalb eines kreuzungsfreien Knotens und nicht auf die zuvor diskutierten langen Verteilerfahrbahnen.

Einen weiteren – allerdings vergleichsweise aufwändigen – Ansatz stellen sogenannte „braided ramps“ dar. Hierbei entfällt der Verflechtungsbereich zwischen einfahrenden und ausfahrenden Verkehr, da dieser über Brückenbauwerke kreuzungsfrei „verflechtet“ werden (siehe u. a. [66]).

Ansatz:

Lange Verteilerfahrbahnen, welche parallel und separat zur Hauptfahrbahn über mehrere Anschlüsse hinweg verlaufen (vorrangig in Agglomerationsräumen), stellen einen Ansatz zur Reduzierung von sicherheitsrelevanten Fahrstreifenwechsellvorgängen dar. Diese Verflechtungsfahrbahn ist nur am Beginn und am Ende der Autobahnstrecke mit einer hohen Dichte an Anschlüssen mit der Hauptfahrbahn verbunden. Verbesserungen des Verkehrsablaufs können zusätzlich zu einer Reduzierung von Auffahrunfällen bei einem Verkehrsablauf im Bereich der Kapazität beitragen.

Verlängerungen von Beschleunigungstreifen sowie deren spätere Verflechtung mit der Hauptfahrbahn (z. B. am Ende der Steigungsstrecke) helfen beim Einfahren des tendenziell langsameren Schwerverkehrs⁴⁰. Die Führung des Schwerverkehrs auf separaten Fahrstreifen (z. B. in Autobahnkreuzen), welcher Verflechtungsbereiche umgeht, wäre ebenfalls denkbar, da der Schwerverkehr meist stark überregional unterwegs ist. Einfachere Massnahmen betreffen fahrstreifenbezogene Mindestgeschwindigkeiten oder Überholverbote für den Schwerverkehr an Steigungsstrecken. Deren Wirksamkeit ist im Vergleich zu den baulichen Massnahmen allerdings geringer.

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
270 $U_{(G+SV+LV)}$ (11% $U_{(G+SV)}$) 1.370 $U_{(SS)}$	30%	25%	20 $U_{(G+SV+LV)/a}$

vereinfachte Wirksamkeitsabschätzung anhand Unfallanalyse und der genannten Literatur

Zeithorizont mittelfristig**Umsetzung** Es sind Möglichkeiten zu prüfen, ob durch eine Neuaufteilung der Fahrbahnquerschnitte der durchgehende Fernverkehr über längere Abschnitte vom restlichen Verkehr separiert werden kann. Ansonsten können die Überlegungen bei aktuellen Ausbauprojekten mit einbezogen werden.**Trends** wachsende Relevanz mit weiterem Anstieg des Verkehrs in Agglomerationsräumen**Effizienz** niedrig (aufgrund hoher Investitionskosten)**best. Massn.** Konkretisierung VESIPO K26

⁴⁰ Am Beginn des Beschleunigungstreifens wird baulich das Wechseln auf die Hauptfahrbahn unterbunden, damit eine ausreichende Geschwindigkeit zum Einfädeln „quasi erzwungen“ wird.

INF-M6 Überprüfung und Optimierung der Wegweisung auf Hochleistungsstrassen**Betroffene Unfallsituationen:**

Schleuder-/Selbstunfälle in Ausfahrbereichen
Überholunfälle, Fahrstreifenwechsel

Hintergrund:

Abrupte Fahrstreifenwechsel vor Ausfahrten können die Folge zu spät erkannter oder nicht verständlicher Wegweisung sein. Dies wird begünstigt durch eine hohe Anschlussdichte, kurze Verflechtungsbereiche aber auch breite Fahrbahnen.

Diskussion:

Die Sicherheitsrelevanz der Wegweisung auf Hochleistungsstrassen in der Schweiz wird im Rahmen der Entwicklung der Road Safety Inspection (RSI) ([67]) anhand der in den jeweiligen Defizitgruppen genannten Sicherheitsdefizite deutlich:

- „Inkohärenz Signale“ → „Mangelnde Klarheit Wegweisung“ & „Zu grosse Anzahl Informationen je Tafel“
- „Führungsmängel“ → „Mangelnde Erkennbarkeit Wegweisung auf Sekundärknoten“
- „Beeinträchtigung durch Verkehrsablauf“ → „Verdeckung Signalisation und Wegweisung durch Lastwagen/Busse“.

Auch wenn dem Fahren mit Navigationsgeräten eine sicherheitsverbessernde Wirkung attestiert wird und immer mehr Lenker diese auch nutzen ([71]), bleibt die Relevanz der strassenseitigen Wegweisung bestehen. In einem EU-Projekt (IMPROVER, siehe u. a. [69] & [70]) wurde die Vereinheitlichung der Beschilderung und Markierung in Europa unter dem Gesichtspunkt der Verkehrssicherheit untersucht (vorrangig für das TERN). Eine hohe Sicherheitsrelevanz wird der Anzahl Ziele auf der wegweisenden Beschilderung (u. a. auch [73], [74]) sowie den Ankündigungsbaken mit einem Countdown der Entfernung bis zur Ausfahrt auf Hochleistungsstrassen attestiert. Weiterhin gilt es auch die Wechselwegweisung zu berücksichtigen (Variable Message Signs VMS; [72]).

Ansatz:

Es ist eine frühzeitige⁴¹ und eindeutige Wegweisungen zu beschildern, die insbesondere für den internationalen Verkehr wichtig ist (Auffälligkeit ausländische Lenker). Eine frühzeitige Vorsortierung in ausfahrenden und geradeausfahrenden Verkehr über eine gut lesbare und verständliche Wegweisung hilft abrupten oder hektischen Fahrmanövern vorzubeugen (mögliche Folge solcher Fahrmanöver: Fahrstreifenwechselunfälle). Das Konzept von Ankündigungsbaken an Ausfahrten könnte auf die Sicherheitsrelevanz hin geprüft werden. Für die Beschilderung der Wegweisung in Agglomerationsräumen mit einer Vielzahl an Anschlüssen sind u. U. angepasste Ansätze zu finden. Hier bedarf es unter Umständen einer lokalen Optimierungen.

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
240 $U_{(G+SV+LV)}$ (12% $U_{(G+SV)}$)	20%	6%	3 $U_{(G+SV+LV)}/a$
1.670 $U_{(SS)}$			>20 $U_{(SS)}/a$

vereinfachte Wirksamkeitsabschätzung anhand Unfallanalyse und der genannten Literatur

Zeithorizont	kurzfristig
Umsetzung	Es ist eine weitere Konkretisierung von sicherheitsrelevanten Anforderungen für die Road Safety Inspection (RSI) notwendig, um einen klaren Ansatz für Massnahmen aus der Beurteilung durch das RSI zu schaffen. Unter Umständen sind vertiefende Untersuchungen (auch zum Fahrverhalten) notwendig, um „komplexere“ Anschlusssituationen und deren Wegweisung auf Hochleistungsstrassen beurteilen zu können.
Trends	Es sind zwei gegenläufige Trends zu berücksichtigen: Einerseits führt die stärkere Mobilität älterer Lenker dazu, dass diese auch mehr im Fahrzeug auf HLS unterwegs sind. Diese Personengruppe ist in besonderem Masse von komplexen Situationen betroffen. Andererseits nimmt u. U. die Relevanz der Wegweisung mit ansteigender Verbreitung und verbesserten Grundlagen von Navigationsgeräten ab.
Effizienz	hoch
best. Massn.	Konkretisierung VESIPO K26 / K51

⁴¹ „Frühzeitig“ bedeutet stromaufwärts in ausreichendem Abstand zur Ausfahrt.

INF-M7 Erschliessungsgrad an Ausserortsstrassen reduzieren bzw. sicherer gestalten**Betroffene Unfallsituationen:**

Auffahrunfälle, Einbiege-/Abbiege-/Überqueren-Unfälle

Hintergrund:

Gewerbegebiete ausserhalb von Ortschaften aber auch zahlreiche private Grundstückszufahrten z. B. zu Höfen oder Parkplätze sind immer wieder unfallauffällig. Die direkte Erschliessung solcher Grundstücke über tendenziell schneller befahrene Ausserortsstrassen begünstigt die Entstehung von Unfällen.

Diskussion:

Die Erschliessung von Liegenschaften sowie kleinere privaten und öffentlichen Strassen an Ausserortsstrecken ist ein in hohem Masse sicherheitsrelevanter Aspekt. Die Anschlussdichte solcher „untergeordneten“ Zu-/Ausfahrten wirkt sich direkt auf die Unfallhäufigkeit aus (siehe u. a. [15], [16], [75], [77]).

Der Umgang mit diesen Zufahrten (Access Management) ist an erster Stelle eine Frage der Klassifizierung des Strassennetzes, und in diesem Zusammenhang auch der Einteilung in Entwurfsklassen (siehe Massnahmenansatz INF-M2). Mit steigender Wichtigkeit einer Strasse (höhere Entwurfsklasse) muss der Erschliessungsgrad abnehmen oder entsprechend stark gesichert werden. In den Niederlanden wird eine direkte Erschliessung an Ausserortsstrassen nur bei einem Tempolimit von 60 km/h (niedrigste Entwurfsklassen, Kernfahrbahn etc.) als sicher eingeordnet (siehe [75], [82]). In Deutschland sind Grundstückszufahrten mit erhöhten Verkehrsaufkommen an Landstrassen entsprechend der Anforderungen der Knoten der niedrigsten Entwurfsklasse zu gestalten und zu betreiben ([6]).

Grundsätzlich sollten untergeordnete Anschlüsse entweder geschlossen, zusammengefasst oder verlagert werden ([75], [76], [80]). Das Zusammenfassen muss allerdings nicht zwangsläufig zu einer Unfallreduktion führen, da letztendlich an anderer Stelle mehr Verkehr einfährt (siehe [18]). Allerdings kann dann die Sicherung dieser Anschlüsse mit einer höheren Verkehrsbelastung besser begründet werden.

Weitere Empfehlungen zur Ausbildung von Grundstückszufahrten sind (siehe u. a. [75], [76], [78], [80]):

- ausreichende Sichtweiten gewährleisten,
- parallele Erschliessungsfahrbahnen einrichten,
- von Knoten abrücken (Problematik Rückstaus),
- Verlagerung in niedriger klassifizierte Strassen (z. B. im Bereich von Knoten),
- Verbot von gefährdenden Abbiegebeziehungen (meist Linksabbiegen) oder
- Einrichtung Sperrung (bauliche Mitteltrennung)

Abschätzungen zur (generellen) Wirksamkeit des Access Managements finden sich in [77], [79], [80], [81] und [82].

Ansatz:

An grösseren bzw. stärker frequentierten Zufahrten sind die sicherheitsrelevanten Grundsätze zur Gestaltung von Knoten anzuwenden oder im Vergleich sicherere Knotenformen zu wählen. Hier steht nicht die Art des Anschlusses (öffentliche Strasse vs. Zufahrt Liegenschaft) sondern die Verkehrsbelastung im Vordergrund. Gleichzeitig sind die Geschwindigkeiten auf der Hauptfahrbahn der Erschliessungsdichte anzupassen. Hier sollte das Konzept der Entwurfsklassen berücksichtigt werden.

Es sind grundsätzlich immer ausreichende Sichtweiten in Abhängigkeit des tatsächlichen Geschwindigkeitsniveaus zu gewährleisten. Das bedeutet auch, dass z. B. Parkplatzausfahrten nicht innerhalb von (engen) Kurven zu platzieren sind. Wo möglich sind mehrere Grundstücke über nur eine Zufahrt anzuschliessen.

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
1.040 $U_{(G+SV+LV)}$ (21% $U_{(G+SV)}$)	20%	20%	42 $U_{(G+SV+LV)}$ /a
1.600 $U_{(SS)}$			>60 $U_{(SS)}$ /a

In Kapitel IV.3 im Anhang ist ein Unfallmodell dokumentiert, mit dem der Einfluss der Anschlussdichte auf das Unfallgeschehen auf Ausserortsstrecken abgeschätzt werden kann.

Zeithorizont	kurz-/mittelfristig
Umsetzung	Auf Basis einer nach Sicherheitsaspekten ausgerichteten Strassennetzklassifizierung sind Rahmenbedingungen und Anforderungen für die Erschliessungsdichte aufzustellen. Private Gewerbetreibende sind an der Gewährleistung einer sicheren Erschliessung finanziell zu beteiligen (häufig höher frequentierte Anschlüsse). Hier bedarf es des Nachweises einer sicheren Erschliessung z. B. über Sicherheitsaudits.
Trends	Knotensituationen sind für ältere Verkehrsteilnehmer häufig schwierig zu bewältigen, daher wird aufgrund des demografischen Wandels eher von einer Zunahme dieses Problems ausgegangen
Effizienz	Niedrig-Mittel (da flächenhafte Problematik)
best. Massn.	Konkretisierung VESIPO K33

INF-M8*Wildzäune punktuell errichten, Wildquerung kanalisieren und angepasste Geschwindigkeiten fördern***Betroffene Unfallsituationen:**

Wildunfälle

Hintergrund:

Wildunfälle sind zwar tendenziell leicht (nur Sachschaden), allerdings aufgrund ihrer Anzahl durchaus ein relevantes volkswirtschaftliches Problem. Auffälligkeiten haben sich auf tendenziell höher belasteten Strassen sowie in der Nähe von Waldgebieten gezeigt.

Diskussion:

Im Bereich der Wildunfallverhütung existiert eine breite Vielzahl an Massnahmenansätzen wie (siehe u. a. [18], [83], [83], [85], [86], [88]):

- Freischneiden des strassenbegleitenden Grüns,
- optische sowie optisch-akustische Reflektoren,
- Duftbarrieren,
- Warnhinweise,
- Geschwindigkeitsbeschränkungen auf 60 km/h u. a. mit ergänzender Überwachung,
- Wildschutzzäune und/oder Wildbrücken/-tunnel,
- dynamische Wechselzeichen mit Wildwarnung und Geschwindigkeitsbeschränkung,
- Wildwarnanlagen mit Wilddetektion (u. a. mit Tempolimit von 30km/h bei akuter Gefahr von Wildwechsel),
- Absenkung Wilddichte,
- gezielte Platzierung oder Verlagerung von Wildäckern und punktuellen Futterplätzen,
- Schliessung von Lücken in Rückhaltesystemen,
- ergänzende Beleuchtung,
- Kampagnen und Öffentlichkeitsarbeit oder
- Förderung von ABS und ESP.

Die Wirksamkeiten der Massnahmen werden häufig nicht untersucht. Existierende Wirkungsuntersuchungen ergeben teilweise ein widersprüchliches Bild mit einer klaren Tendenz: Der Grossteil der Massnahmen ist nicht wirksam. Ausnahmen bilden Wildschutzzäune ergänzt um Über-/Unterführungen [90], für die Unfallreduzierungen zwischen 40 und 80% angegeben werden ([18]). Wildwarnanlagen zur Detektion des Wilds im angrenzenden Seitenraum und Warnung der Fahrzeuglenkenden durch Hinweise sowie der Vorgabe von reduzierten Geschwindigkeitsregelungen über Wechselverkehrszeichen ergeben in Pilotuntersuchungen vielversprechende Ergebnisse. Das betrifft sowohl die technische Realisierung ([87]) als auch die Wirkung auf das Unfallgeschehen (Reduzierung von 75% der Wildunfälle bei [89]). Da solche Massnahmen aber vergleichsweise aufwändig und teuer sind, können sie nur punktuell in auffälligen Bereichen umgesetzt werden. Nur dort sind hohe Nutzen zu erwarten (Reduzierung einer Vielzahl von Unfällen), welche die tendenziell höheren Kosten einer Wildwarnanlage auch rechtfertigen.

Ansatz:

Es existiert eine Vielzahl von Massnahmenansätzen, allerdings ist der Grossteil davon unwirksam. Einzig physische Barrieren (Wildzäune) halten das Wild wirksam von der Strasse fern. Unter Umständen kann damit auch das Wild in Bereiche mit einer tendenziell sichereren Querungsmöglichkeit kanalisiert werden. Reduzierte Geschwindigkeiten ermöglichen kürzere Reaktionszeiten und Bremswege. Temporäre Geschwindigkeitsregelungen inklusive ergänzender Warnhinweise entlang auffälliger Bereiche würden die klare Häufung von Wildunfällen in den Übergangszeiten (Tag-Nacht) berücksichtigen.

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
50 $U_{(G+SV+LV)}$ (20% $U_{(G+SV)}$)	5%	40-80%	1-2 $U_{(G+SV+LV)}$ /a
>1.300 $U_{(SS)}$			28-56 $U_{(SS)}$ /a

vereinfachte Wirksamkeitsabschätzung anhand Unfallanalyse und der genannten Literatur

Zeithorizont	kurzfristig
Umsetzung	Die Auswahl von Strecken für den Einsatz von wirksamen Massnahmen zur Wildunfallverhütung kann über das Instrument der Netzeinstufung (NSM) erfolgen. Damit werden Strecken ausgewählt, bei denen sowohl ein erhöhtes Risiko als auch eine relevante Anzahl von Unfällen vorhanden sind (potenziell hoher Nutzen zur Begründung aufwändiger Massnahmen). Erste Ansätze bezüglich der Auswahl anhand des NSM kommen aktuell im Kanton Bern zur Anwendung.
Trends	Fahrzeugeitige Massnahmen wie Sichthilfen (ggf. mit Infrarot), Notbremsassistent oder existierende Systeme wie ABS und ESP tragen ebenfalls zur Vermeidung von Wildunfällen bei und können zukünftig bei der Bekämpfung dieses Problems in der Fläche unterstützen. Die Anwendung strassenseitiger Massnahmen sollte auf „Brennpunkte“ beschränkt bleiben.
Effizienz	mittel
best. Massn.	-

INF-M9*Kreisel an Haupttrouten des Zweiradverkehrs vermeiden / Velorouten von Kreiseln abgrenzen***Betroffene Unfallsituationen:**

Unfälle mit Zweiradbeteiligung an Kreiseln (Motorräder und Velos)

Hintergrund:

Die Auffälligkeit von – auch gut ausgestatteten – Kreiseln beim Unfallgeschehen mit Zweiradbeteiligung deutet auf eine nur bedingte Vereinbarkeit der Anforderung an die Befahrbarkeit grösserer Fahrzeuge und der notwendigen geschwindigkeitsdämpfenden Ablenkung der Zweiräder hin. In Übereinstimmung mit der Literatur stellen Kreisel ein Sicherheitsdefizit für Zweiräder dar. Dies betrifft vorrangig die Vortrittsmissachtung durch den motorisierten Verkehr (PWs) in der Konfliktsituation mit den Zweirädern auf der Kreisfahrbahn. Abbiegeunfälle spielen zwar auch eine Rolle, aber nicht in gleichem Masse.

Diskussion:

Kreisverkehrsplätze stehen für ein hohes Sicherheitsniveau, dies trifft allerdings nur bedingt auf Velos (siehe [92], [93], [94], [95]) oder motorisierte Zweiräder zu (siehe [91], [96]). In Vorher-Nachher-Vergleichen zeigte sich, dass – unabhängig von der Art der Radverkehrsführung – immer eine Verschlechterung der Sicherheit im Veloverkehr eintritt. Im Mittel ergaben sich Anstiege der Unfälle mit Personenschaden und Velobeteiligung um 27%. Die Anstiege sind dabei am stärksten beim Umbau einer LSA-Kreuzung zum Kreisel ([93]).

Die unsicherste Führung des Veloverkehrs erfolgt auf separaten Radstreifen auf der Kreisfahrbahn, alle anderen Führungen (Mischverkehr, Radwege mit/ohne Bevorrechtigung, kreuzungsfreie Führung) schneiden im Vergleich günstiger ab ([94]). Uneinigkeit herrscht hinsichtlich des Sicherheitsrankings von Führungen auf separaten Radwegen oder im Mischverkehr auf der Kreisfahrbahn. In [92] wird die Führung im Mischverkehr als sicherer klassifiziert. In [93] und [94] liessen sich keine klaren Unterschiede ableiten. In [95] ist auf Basis von Konfliktanalysen eine leichte Tendenz zur separaten Führung auf Radwegen zu erkennen.

An Minikreiseln stellen die Zweiräder laut einer Studie in Deutschland ([91]) rund zwei Drittel aller Unfälle dar. An jedem dritten Unfall der am höchsten unfallbelasteten Kreisel ist ein Velo beteiligt. Die massgebende Konfliktsituation bei der Führung des Veloverkehrs im Mischverkehr auf der Fahrbahn besteht zwischen einfahrenden Motorfahrzeugen und auf der Kreisfahrbahn befindlichen Velos ([92], [95]). Hier wird vor allem die Problematik des „looked but failed to see“ (Hinsehen aber nicht Erkennen/Wahrnehmen des Velos) als ursächlich beschrieben ([94]).

Immer wieder wird – in Bezug auf alle Unfälle auf der Kreisfahrbahn – ein ausreichendes Ablenkungsmass gefordert, da dies zu niedrigeren Geschwindigkeiten führt und damit die vom Kreisel erwarteten niedrigen Unfallzahlen auch eintreten⁴² ([92], [94]). Das Problem der Selbstunfälle von Velofahrenden – vor allem an Kreiseln – wird laut [94] in hohem Masse durch die polizeilichen Daten unterschätzt. In einer Analyse von Hospitaldaten konnten nur 3 % der Velo-Selbstunfälle an Kreiseln auch in den polizeilichen Unfalldaten wiedergefunden werden.

Ansatz:

Die Anlage von Kreiseln sollte an stark durch Zweiräder frequentierten Routen tendenziell vermieden werden. Das gilt auch für Minikreisel. Andere Knotenformen sind in Bezug auf die UTG 345 nachweislich sicherer (siehe Unfalldichtefunktionen in Kapitel 4.5.4 in Bezug auf die Unfalltypengruppe 345 mit Velobeteiligung).

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
550 $U_{(G+SV+LV)}$ (19% $U_{(G+SV)}$) >650 $U_{(SS)}$	15%	30%	25 $U_{(G+SV+LV)}$ /a

vereinfachte Wirksamkeitsabschätzung anhand Unfallanalyse und der genannten Literatur

Zeithorizont Mittelfristig

Umsetzung

Die Umsetzung dieser Massnahme ist getrennt für Planung und Bestand zu betrachten. Im Bestand wird ein Umbau des Kreisels nur bei stark auffälligem Zweiradunfallgeschehen begründbar sein. Daher sollten Wegenetze des Veloverkehrs (z. B. im Zusammenhang mit Beschilderung) möglichst nicht über Kreisel verlaufen. In der Planung sollten bei erhöhtem Aufkommen des Zweiradverkehrs eher auf Lichtsignalregelung ausgewichen werden. Bei der Planung von Radschnellwegen sollten ebenfalls die Anlage von Kreiseln bzw. das Vorbeiführen an Knoten mit Kreiselgeometrie vermieden werden.

Trends

Ältere Verkehrsteilnehmende zeigen Auffälligkeiten im Veloverkehr sowie an Knoten. Daher wird mit der Zunahme von E-Bikes und der dadurch u. U. steigenden Velonutzung durch Senioren, das Problem noch zunehmen.

Effizienz

Hoch

best. Massn.

-

⁴² Der Kleinkreisel wird in der VSS Norm SN 640 263 als Massnahme zum Einsatz an Unfallschwerpunkten deklariert.

INF-M10 *Intensivierung der Sicherung von Querungsanlagen für Fussgänger***Betroffene Unfallsituationen:**

Schleuder-/Selbstunfälle, Auffahrunfälle, Fussgängerunfälle

(Fussgängerstreifen sowie Furten und Mittelinseln für Fussgänger an Innerortsstrassen)

Hintergrund:

Zentrale unfallbegünstigende Umstände an Querungshilfen für Fussgänger betreffen Sichteinschränkungen, nicht angepasste Geschwindigkeiten, mehrstreifige Fahrbahnquerschnitte sowie ungünstige Anordnungen von vor allem Fussgängerstreifen. Zahlreiche Auffahrunfälle an bzw. vor FGS deuten auf plötzliche Bremsmanöver hin, welche nicht von allen nachfolgenden Fahrzeugen rechtzeitig erkannt werden. Diese Situationen werden auch dadurch begünstigt, dass Querungsabsichten von Fussgängern nicht von allen Fahrzeuglenkern in gleicher Weise interpretiert werden.

Die von der Norm geforderte Signalisierung mit Signal 4.11 an beiden Fahrbahnrandern wird auf Basis der Einzelfallanalysen u. U. als zu gering eingeschätzt. Gerade in Kurven, bei intensiver Randnutzung aber auch aufgrund der häufigen Anordnung von FGS wird das Verkehrszeichen u. U. nicht ausreichend wahrgenommen. Ähnliches gilt für die Beleuchtung. Auf Basis der Einzelfallanalysen wird vermutet, dass die normale Innerortsstrassenbeleuchtung für den FGS ggf. nicht ausreichend ist.

Diskussion:

“If nothing else is done beyond marking crosswalks at an uncontrolled location, pedestrians will not experience increased safety (under any situations included in the analysis)” (aus [177]; Übersetzung: Eine Verbesserung der Verkehrssicherheit für Fussgänger kann nicht durch die alleinige Markierung von Querungsstellen – egal bei welchen Randbedingungen – erreicht werden.). Diese Aussage stammt aus einer der umfangreichsten Sicherheitsuntersuchungen zu Fussgängerstreifen, bei der auch das Aufkommen an querenden Fussgängern berücksichtigt wurde. Dies ist von hoher Bedeutung, da die häufig fehlende Berücksichtigung von Expositionsdaten zum Fussgängerantritt u. a. zu teils widersprüchlichen Ergebnissen in der Forschung geführt haben ([176]-[189]).

Trotz nachgewiesenem Einfluss der Anzahl an querenden Fussgängern auf das Unfallgeschehen an FGS oder anderen Querungsanlagen finden sich nur wenige klare Einsatzgrenzen dazu. Wichtig ist hierbei auch die Art der Querung. So finden sich bei [176] und [186] Hinweise, dass das Queren neben der Querungsanlage mit erhöhten Risiken verbunden ist. Ergebnisse aus Untersuchungen zum Einfluss des Längsverkehrsaufkommens der Motorfahrzeuge sind ebenfalls nicht eindeutig. In [178] liessen sich keine Zusammenhänge nachweisen, in [177] nur bei mehrstreifigen Fahrbahnen, in [182] ab 900 Fahrzeugen in der Spitzenstunde, bei [176] finden sich nichtlineare Zusammenhänge mit dem Fussgängerunfallgeschehen und in [179] werden vor allem mittlere Verkehrsstärken des MIV als risikohaft interpretiert (im Sinne von keiner klaren Zuordnung zu „auto-“, oder „fussgängerorientiertem“ Strassenraum).

- Mittelinseln an FGS wirken sich (vglw.) eindeutig positiv auf die Verkehrssicherheit aus ([176], [177], [180]). Vereinzelt wird von negativen Nebeneffekten berichtet, wie z. B. aufgrund der Fahrstreifenverschwenkung für den MIV (u. a. [186]).
- Ergänzende Befunde betreffen die bevorzugte Nutzung von FGS durch ältere Fussgänger und damit einhergehende erhöhte Unfallschweren an FGS.
- Weiterhin wird eine Tendenz zur Querung ausserhalb von FGS in den Nachtzeiten vermutet (u. a. [177]).
- Den Geschwindigkeiten des MIV an den Querungsanlagen wird eine sehr hohe Relevanz eingeräumt (siehe auch Ausführungen zum Safe System Ansatz bei der Massnahmendiskussion ORG-M1). In [181] werden maximal 30 km/h (tatsächliche Geschwindigkeit) als verträglich angesehen. Laut [182] liegt diese bei $v_{85} \leq 40$ km/h und bei [183] werden Tempolimits von $v_{zul} \leq 40$ km/h als sicher eingeordnet.
- Neben den Geschwindigkeiten sind vor allem eingeschränkte Sichtweiten an Querungsanlagen ein wesentliches Sicherheitsdefizit (siehe u. a. [178]), welches häufig durch parkende Fahrzeuge hervorgerufen wird ([180]).
- Trotzdem ereignen sich auch bei (theoretisch) guter Sicht vermehrt Querungsunfälle auf FGS (z. B. beim Querungsbeginn von der Mitte der Fahrbahn an einer Mittelinsel; siehe z. B. [185]).
- Eine ausreichende Beleuchtung wird generell wichtig eingeschätzt ([186]).
- In Bezug auf Knoten werden vorrangig Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA als im Vergleich zu anderen Knotenformen und Verkehrsregelungen unsicher eingeordnet ([188]).
- Kreiseln sind in Bezug auf den Fussverkehr – und im Gegensatz zum Veloverkehr – unauffällig und werden daher als vergleichsweise sicher für Fussgänger eingeschätzt ([189]).

Ansatz:

Folgende Standard-Massnahmen sind noch stärker – vor allem flächendeckend – an FGS umzusetzen:

- Lage von Querungshilfen stärker an Sicherheitsaspekten ausrichten:
 - nicht hinter Kurven,
 - nicht am Ortsrand aufgrund erhöhter Geschwindigkeiten,
 - Absetzung von stark frequentierten Grundstückszufahrten → Verdeckung Fussgänger durch haltende/einfahrende Fahrzeuge,
 - Fussgängerstreifen zwischen zwei eng beieinanderliegenden, versetzt angeordneten Einmündungen vermeiden⁴³

⁴³ Diese Verkehrssituationen stellen (wahrscheinlich) sowohl für die Mfz als auch die Fussgänger eine komplexere Verkehrssituation dar. Dies betrifft vorrangig die Innenbereiche zwischen den Einmündungen. Daher sollten statt einem FGS jeweils ein FGS in den übergeordneten Zufahrten angeordnet werden (siehe auch [204]), ggf. unterstützt über eine physikalische Barriere zwischen den Einmündungen.

- Gewährleistung ausreichender Beleuchtung
- Gewährleistung tatsächlich niedriger Geschwindigkeiten ($v \leq 50$ km/h)
- Gewährleistung ausreichender Sichtverhältnisse (auf Fussgänger im Seitenraum und auf Querungshilfe)
- Können die Sicherheitsanforderungen aufgrund der Randbedingungen nicht umgesetzt werden, sind zusätzlich Ausstattungen zu ergänzen:
 - Lichtsignalschutz
 - Rücknahme Vortritt des Fussgängers
 - Herabsetzung Tempolimit und/oder Überwachung des angezeigten Temporegimes
- Minimierung Eckausrundungen und Vermeidung/Signalisierung freier Rechtsabbiegefahrbahnen bei FGS an Knoten

Es kommen unterschiedliche – teils neuartige – Massnahmen zur Verbesserung der Erkennbarkeit und Wahrnehmung von unfallauffälligen Querungshilfen in Betracht:

- Überkopfsignalisierung von 4.11
- Kombinierte Überkopfsignalisierung mit Beleuchtung
- Gewährleistung Differenz der Leuchtdichte an FGS zu restlicher Stecke
- Veränderte Farbe der Beleuchtung an allen oder nur an auffälligen FGS
- Wartelinie in Sägezahn-Optik (siehe u. a. [195])
- Fahrbahnanhebung mit längeren Rampen (Verträglichkeit auch für verkehrorientierte Strassen prüfen)

Als innovative Markierungsmassnahmen für besonders auffällige FGS sind folgende Ansätze denkbar, die aber hinsichtlich ihrer Wirksamkeit aber noch zu überprüfen wären:

- 3-D-Markierung
- veränderte Farbgebung der FGS-Markierung
- „ergonomic crossing“-Markierung, um u. U. unsicheres Queren neben FGS abzusichern (Quelle: www.copenhagenize.com)
- Sägezahnmarkierung parallel zur Fahrlinie der Personenwagen am rechten Fahrbahnrand in der Zufahrt zum FGS

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
910 $U_{(G+SV+LV)}$ (31% $U_{(G+SV)}$) >270 $U_{(SS)}$	15%	25%	~35 $U_{(G+SV+LV)}$ /a

Abschätzung Wirkungsbereich und Wirksamkeit sind Annahmen, welche bisher nicht durch die Literatur gedeckt werden können.

Zeithorizont	kurzfristig (Prüfung + Sanierung) / mittelfristig (Forschung)
Umsetzung	Überprüfung und Sanierung aller FGS und weiterer Querungsstellen für Fussgänger vorantreiben und evaluieren Kombination aus unfall-/risikobasierter Priorisierung zu zeitnahen Sanierung von FGS Forschung zu sicherheitsrelevanten Einsatzgrenzen von Querungsanlagen basierend auf umfangreichen Erhebungen zum Aufkommen des Langsamverkehrs (Längs- und Querverkehr) und MIVs ergänzt um state-of-the-art Konfliktanalysen ([190]) Pilothafte Erprobung neuartiger Ausstattungen an Querungsanlagen für Fussgänger Berücksichtigung der Anordnung und Gestaltung von FGS bei den Massnahmenansätzen „Umsetzung von Mindeststandards (Safe System Ansatz)“ und „selbsterklärende Strasse“ Prüfung Rücknahme von FGS (siehe INF-M11) Hinweise als Interpretationshilfe und für die Gewichtung der Angaben in der aktuell veröffentlichten Fussgängerstreifennorm nutzen ([286])
Trends	Die Tendenz zur stärkeren Verstädterung und der demografische Wandel lassen eher eine Zunahme des Fussverkehrs erwarten. Fahrzeugseitige Systeme zur Fussgängererkennung sind (vermutlich) noch nicht marktreif. Auch wenn solche Systeme zeitnah in die Praxis kommen sollten, wird ein Restrisiko laut [191] bleiben. Damit werden auch zukünftig hohe Anforderungen an die Infrastruktur hinsichtlich des Fussgängerschutzes zu stellen sein.
Effizienz	hoch
best. Massn.	VESIPO Konkretisierung K31

INF-M11	<i>Reduzierung vortrittsberechtigter nichtsignalisierter Querungshilfen (FGS)</i>		
Betroffene Unfallsituationen: Fussgängerunfälle und Auffahrunfälle (an Fussgängerstreifen)			
Hintergrund: Fussgängerquerungen sind anspruchsvolle Verkehrssituationen die eine hohe Aufmerksamkeit, wenig Ablenkung aber auch eine gute Wahrnehmung bedingen. All dies ist bei Kindern und Senioren weniger gut ausgeprägt, das gilt auch für Senioren als Fahrzeuglenkende. Fussgängerstreifen verlangen aufgrund der nicht in jedem Fall eindeutigen Verkehrssituation eine sehr hohe Aufmerksamkeit (keine einheitliche Wahrnehmung Querungsabsicht bei beiden Konfliktgegnern). Die starke Frequentierung der Innerortstrassen mit vortrittsberechtigten FGS verlangt den Fahrzeuglenkenden ein hohes Mass an konsequenter Aufmerksamkeit ab (unter gleichzeitiger Berücksichtigung weiterer Einflüsse wie Querverkehr, vorausfahrende Fahrzeuge, Signale etc.). In den Einzelfallanalysen waren an den sehr gut ausgestatteten FGS immer wieder auch Kinder als verunfallte Verkehrsteilnehmende zu beobachten.			
Diskussion: Auch wenn die Befundlage zur Verkehrssicherheit beim Einsatz von FGS nicht eindeutig ist, existieren Hinweise, dass Fussgängerstreifen sich ungünstig auf das Unfallgeschehen der Fussgänger auswirken können ([176], [179], [192]-[194]). In einer Vorher-Nachher-Analyse zu FGS an Knoten ergaben sich Unfallrückgänge zwischen 61% und 73% nach Entfernung der FGS-Markierung ([187]). Als sichere bzw. verträgliche Geschwindigkeiten werden von einzelnen Studien durchgängig Fahrzeuggeschwindigkeiten unterhalb von 50 km/h angegeben (u. a. [182], [184]). Diese Niveaus werden üblicherweise auf einem grossen Teil der Innerortsstrassen mit einem Tempolimit von 50 km/h nicht erreicht. Eine Absicherung über Fahrbahnanhebungen im Bereich von FGS – wie von den Niederländern gefordert ([181]) – wird sich für die Vielzahl an verkehrorientierten Strassen ebenfalls nur bedingt umsetzen lassen.			
Ansatz: Die Reduktion der Häufigkeit an FGS und der Ersatz mit vortrittsbelasteten Querungshilfen (Mittelinsel) sind u. U. hilfreich, um die Aufmerksamkeit an den verbliebenen, „wichtigen“ FGS zu fokussieren. Gerade an durch Kindern hoch frequentierten Querungsstellen aber auch an Stellen mit erhöhten Geschwindigkeiten (z. B. $v_{85} \geq 50\text{km/h}$, ausserorts generell) sollte die Einrichtung bzw. der Verbleib von FGS kritisch überprüft werden.			
Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
860 $U_{(G+SV+LV)}$ (31% $U_{(G+SV)}$) 90 $U_{(SS)}$	5-10%	20%	12 $_{(G+SV+LV)}/a$
vereinfachte Wirksamkeitsabschätzung anhand Unfallanalyse und der genannten Literatur			
Zeithorizont	kurzfristig		
Umsetzung	Gezielte Überprüfungen der Datenbanken zu Querungsstellen (Erfassungen der Gemeinden und Kantone) auf Netzbereiche mit FGS, bei denen eine ausreichende Sicherung der FGS nicht gewährleistet oder die Randbedingungen für die Wegnahme bzw. die Einrichtung mit einer Fussgänger-LSA erwogen werden kann.		
Trends	-		
Effizienz	hoch		
best. Massn.	-		

INF-M12 Automatische Fussgängererkennung an FGS + dynamische Signalisation**Betroffene Unfallsituationen:**

Schleuder-/Selbstunfälle, Auffahrunfälle, Fussgängerunfälle
(an Fussgängerstreifen)

Hintergrund:

Ein weiteres Sicherheitsproblem des Fussgängerquerverkehrs besteht während den Schwachlastzeiten bei Dunkelheit. Hier werden einzelne, querende Fussgänger zu spät oder überhaupt nicht erkannt.

Diskussion:

Detektoren zur Fussgängererkennung (u. a. Mikrowellen, Infrarot, Video) existieren, kommen aber nur vereinzelt zur Anwendung (u. a. [196], [197], [198], [200]). Der Vorteil liegt in der nicht mehr notwendigen Aktivierung durch den Fussgänger, was u. a. auch bei unter Einfluss von Alkohol stehenden Fussgängern relevant ist. An Knoten mit LSA wurden weniger Konflikte bei kombinierter Einrichtung mit Fussgängertastern ermittelt ([198]). Aus der automatischen Erfassung ergeben sich zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten, welche beispielsweise im EU-Projekt VRUITS bewertet wurden ([200]). Das sind bspw. automatische Anpassungen der Beleuchtung an FGS bei Nacht, wenn sich der Langsamverkehr nähert, oder angepasste LSA-Regelung an Knoten. Denkbar sind auch sogenannte Dialogdisplays, welche bereits hinsichtlich ihrer Wirkung in der Praxis evaluiert wurden ([199]). In diesem Zusammenhang sind auch die kooperativen Systeme zu erwähnen, bei denen Informationen an den Lenkenden nicht über externe Signale sondern innerhalb des Fahrzeugs weitergegeben werden (u. a. [150]).

Ansatz:

An ausgewählten FGS (nicht flächendeckend), welche z. B. erhöhte Risiken bei Nacht oder bei ungünstigen Witterungsbedingungen aufweisen (Sichteinschränkung bei Regen/Nebel/Schnee), stellen Sensoren für den Fussverkehr eine alternative Massnahme dar. Im Falle einer Fussgängerdetektion können unterschiedliche Warnsignale an die Fahrzeuglenkenden weitergegeben werden. Hier kommen u. a. Blinklichter, Dialogdisplays oder auch Erhöhungen der Leuchtdichte der anliegenden Beleuchtung in Frage.

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
354 $U_{(G+SV+LV)}$ (32% $U_{(G+SV)}$) 80 $U_{(SS)}$	10%	20%	7 $U_{(G+SV+LV)}$ /a

vereinfachte Wirksamkeitsabschätzung anhand Unfallanalyse und der genannten Literatur

Zeithorizont	kurzfristig
Umsetzung	Pilotanwendungen an ausgewählten FGS Auswahl unfallauffälliger FGS bei Nacht
Trends	Unterstützung kooperative Systeme zur Fussgängerdetektion
Effizienz	gering/mittel
best. Massn.	VESIPO Konkretisierung K31

INF-M13 Strassennetzhierarchie prüfen und nach Sicherheitskriterien anpassen**Betroffene Unfallsituationen:**

alle Unfälle

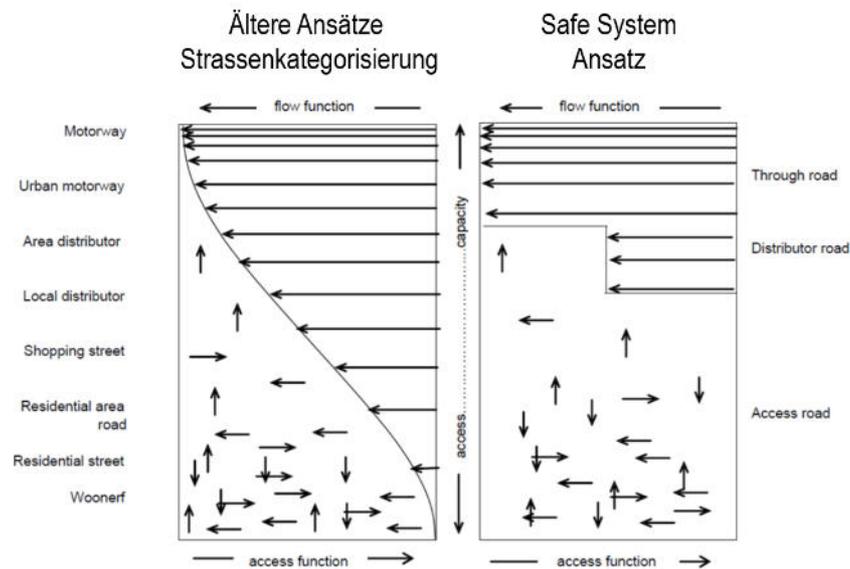
(vor allem in Erschliessungsstrassennetzen / Siedlungsgebieten)

Hintergrund:

In den Siedlungsgebieten finden sich immer wieder Hinweise auf Defizite in der Festlegung und Umsetzung der Anforderungen aus der Strassennetzhierarchie (z. B. durch entsprechende Gestaltung). Beispiele dafür sind vglw. hoch belastete Erschliessungsstrassen, welche hinsichtlich Gestaltung und Verkehrsregelung keinen „sicheren“ Verkehrsablauf gewährleisten können. Dies betrifft u. a. Strassen in der Nähe von Zielen innerhalb von Erschliessungsgebieten, welche ein nicht unerhebliches Verkehrsaufkommen nach sich ziehen (z. B. Schwimmbäder, Seerandgebiete, Stadien). Eine ähnliche Problematik vor allem in Bezug auf Fussgängerunfälle stellen Bereiche vor zentralen ÖV- und Bahnknotenpunkten dar.

Diskussion:

Die Festlegungen und auch Umsetzung der Anforderungen der Strassennetzhierarchie sind in hohem Masse sicherheitsrelevant (u. a. [213], [215]). Sensible innerörtliche Bereiche stehen häufig im Zusammenhang mit einem erhöhten Fussgängeraufkommen (u. a. [209], [210]). Zusammenhänge zwischen soziodemografischen und wirtschaftlich relevanten Strukturgrössen mit dem Unfallgeschehen sind in [208] nachgewiesen und in den Unfallmodellen der vorliegenden Arbeit dokumentiert. Aus Sicherheitsgesichtspunkten ist eine eindeutig und klar abgegrenzte Strassennetzhierarchie notwendig, mit möglichst wenigen Überlappungen bei den funktionalen Anforderungen (siehe hierzu auch folgende, leicht angepasste Abbildung aus [212]):



Somit findet sich das Prinzip der „selbsterklärenden Strasse“ auch im Innerortsbereich wieder und beginnt mit einer eindeutigen Klassifizierung des Strassennetzes ([118]). Eine ausführliche Auseinandersetzung zum Einfluss der Strassennetzstruktur und der Strassenkategorisierung findet sich in [213]. Aktuelle praktische Umsetzungen der funktionalen Gliederung des Strassennetzes, welche Sicherheitsaspekte und neben dem MIV auch andere Verkehrsteilnehmerarten wie den Langsamverkehr einbezieht, finden mehr und mehr Einzug in nationale Richtlinien zur Strassennetzhierarchie (u. a. [211], [214]). Als Grundlage hierfür können Netzanalysen des Unfallgeschehens (z. B. anhand des NSM) dienen (u. a. [216]). Ansätze, um die Netzhierarchie quantifizierbar anhand von Safety Performance Indikatoren zu bewerten, finden sich in [220].

Ein Beispiel für eine verstärkte Trennung (bzw. klare Einteilung) des Innerortsnetzes auch nach Sicherheitsaspekten findet sich in Basel-Stadt ([218]). Diese Umsetzungen sind ebenfalls in Linie mit der schon lange bestehenden Forderung des bfu-Modells „Tempo 50/30“ ([219]). Hinweise zu ersten schweizerischen Anwendungen des NSM, welches die Überprüfung der Umsetzung einer Strassennetzhierarchie unterstützt, wurden in einem Pilotversuch durch das ASTRA unterstützt und dokumentiert ([217]).

Ansatz:

Zentrale Grundlage des an Sicherheitsaspekten ausgerichteten Strassenentwurfs ist die Festlegung der Strassennetzhierarchie (z. B. die Einteilung in verkehrsorientierte und siedlungsorientierte Strassen). Dies kann auf Basis des Unfallgeschehens mit der Netzeinstufung (NSM) erfolgen oder im Bestand geprüft werden. Wichtig ist die wiederholte Prüfung, um Auswirkungen einer veränderten Verkehrsbelastung und -verteilung im Netz auf die Verkehrssicherheit bewerten zu können.

Unter Umständen sind stark belastete Strassen in Siedlungsgebieten als verkehrsorientierte Strassen zu klassifizieren und auszustatten (z. B. sichere Querungshilfen für den Fussgängerverkehr), um deren tatsächlicher Funktion gerecht zu werden. Andererseits könnten Strassen mit sehr hohem Aufkommen des Langsamverkehrs und gleichzeitig vorhandenem relevanten Durchgangsverkehr zurückgestuft und der MIV in andere Bereiche verlagert werden. Siedlungsorientierte Strassen sind möglichst flächendeckend mit Tempo-30 zu signalisieren und in Hinblick auf die Strassengestaltung anzupassen.

Netzbereiche an denen sich starke Ströme des Langsamverkehrs, des ÖV und des MIV kreuzen sind bei Umbauplanungen möglichst zu entzerren. Hierbei helfen netzweite Optimierungen (Sperrung und Umleitung

MIV), welche durch lokale Gestaltungsmaßnahmen ergänzt werden (u. a. Widerstandserhöhung, wirksame Durchsetzung von Tempolimits von $\leq 30\text{km/h}$). Verkehrsbelastungen des MIV sind vor allem in „Mischverkehrsbereichen“ der Stadtkerngebieten (z. B. Bereiche mit linien- und flächenhaften Querungsbedarf, Plätze) weiter zu reduzieren und auf Alternativrouten zu verteilen. Die verstärkte Zuweisung von Flächen für den Langsamverkehr ist zu fördern (z. B. durch Einbahnstrassenregelungen).

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
2.600 $U_{(G+SV+LV)}$ (25% $U_{(G+SV)}$) 10.900 $U_{(SS)}$	10%	30%	78 $U_{(G+SV+LV)}/a$
vereinfachte Wirksamkeitsabschätzung anhand Unfallanalyse und der genannten Literatur			
Zeithorizont	kurzfristig		
Umsetzung	Überprüfung und ggf. Anpassung der Normen zur Strassennetzhierarchie unter Berücksichtigung des Safe System Ansatzes Einbezug NSM bei Richtplänen Verstärkte Förderung der Festlegung von innerörtlichen Strassennetzhierarchien in mittleren und grossen Gemeinden Integration Strassentypen in RIA-Normen, um eine direkte modellbasierte Überprüfung von Anpassungen in Strassennetzhierarchie zu ermöglichen		
Trends	-		
Effizienz	in Abhängigkeit der durch Anpassungen in der Strassennetzhierarchie notwendigen Massnahmen		
best. Massn.	Konkretisierung VESIPO K09		

INF-M14 *Veloroutenplanung nach Sicherheitsaspekten optimieren*

Betroffene Unfallsituationen:

Unfälle mit Velobeteiligung

(Erschliessungsstrassennetze + verkehrsorientierte Strassen)

Hintergrund:

Der Veloverkehr stellt den Spitzenreiter der Rangfolge der Verletztanzahlen dar (bei Berücksichtigung der Dunkelziffer). Als einziges Verkehrsmittel verzeichnet der Veloverkehr ansteigende Verunfalltanzahlen ([244]). Unfälle mit Velobeteiligung finden sich sowohl an den Hauptknoten als auch entlang der Streckenabschnitte und in den Siedlungsgebieten. Eine aussagekräftige und abschliessende Bewertung der Unfallrisiken im Veloverkehr ist aufgrund der nicht flächendeckend zur Verfügung stehenden Expositionsgrössen kaum möglich. Es zeigen sich aber vereinzelte Auffälligkeiten für unfallbegünstigende Faktoren wie reges Verkehrsaufkommen des MIV (vor allem in der Frühspitze), Benutzung des Trottoirs (hier auch vermehrt das unfallbegünstigende Linksfahren auffällig) sowie Sichtbehinderungen. Vor allem Knoten und Grundstückszufahrten sind massgebliche Konfliktpunkte (wird bereits bei INF-M1-Velo thematisiert). Auch das zügige Befahren von Fussgängerstreifen zum Queren der freien Strecke ist punktuell bei (vermuteter) hoher Velobelastung als kritisch einzuordnen. In Siedlungsgebieten, vor allem in engen Strassenräumen, zeigen sich ähnliche Probleme. Parkende Fahrzeuge als Sichtverdeckung stellen ein besonderes Problem dar.

Diskussion:

Die Befundlage zur Planung und Infrastrukturgestaltung des Veloverkehrs ist nicht eindeutig. Das betrifft sowohl die Wahl der Radverkehrsanlage (siehe u. a. [97]-[110]) als auch den Einfluss des ansteigenden Veloaufkommens auf das Unfallrisiko (Safety-in-Numbers-Effekt → vermutetes, sinkendes Risiko mit steigendem Veloaufkommen; [248], [249], [252]).

Auch die Veloroutenplanung wird unterschiedlich bewertet. Während in den Niederlanden stark die Führung des Veloverkehrs im Erschliessungsstrassennetz befürwortet wird (u. a. wegen geringeren Aufkommens und Geschwindigkeiten des MIV; [111]), ist diese Meinung international durchaus umstritten ([247]). Sie wird auch durch eine zentrale Anforderung des Veloverkehrs – der Direktheit von Routen – konterkariert ([250]).

Eine klare und abgegrenzte Einteilung von Strassenräumen (siehe INF-M2 und INF-M13) und die Wahl der passenden Entwurfslösung sind auch für den Veloverkehr von hoher Sicherheitsrelevanz. Zwischenlösungen führen tendenziell zu unsicheren Situationen ([98]). Ein Beispiel sind Radstreifen (in der dt. Literatur als „Schutzstreifen“ bezeichnet) mit ungenügenden Breiten aufgrund der eingeschränkten Flächen im Strassenraum. Velolenker begreifen diese Abgrenzung als ihren Strassenraum und fahren entsprechend „aktiver“ (weniger rücksichtsvoll). Dies wurde festgestellt nach der Einrichtung von Radverkehrsanlagen und tlw. auch in Vorher-Nachher-Analysen des Unfallgeschehen (siehe u. a. [104]). Andererseits werden solchen Radverkehrsanlagen von den Lenkenden der motorisierten Fahrzeuge nicht in gleicher Masse beachtet, wie dies Radverkehrsanlagen mit klarer Abgrenzungen zwischen MIV und Velos der Fall ist (durchgezogener Strich zur Abgrenzung Radstreifen und Fahrbahn des MIV). Ähnlich verhält es sich auch bei fehlenden vs. deutlich markierten Führungen in Furten über Knotenzufahrten.

Ob nun die klar abgegrenzte Radverkehrsanlage bei ausreichenden Platzverhältnissen, die Umleitung auf alternative Routen im nachgeordneten Netz oder das Fahren im Mischverkehr bei beengten Platzverhältnissen die jeweils sicherste Führung unter den gegebenen Randbedingungen darstellt, lässt sich aktuell noch nicht abschliessend beantworten.

Radschnellwegverbindungen (Velobahnen, [255]) unabhängig vom fliessenden MIV sind eine aktuell stark propagierte Entwurfslösung (u. a. [251]). Diese Art der Führung schneidet zwar aus Sicherheitsgründen erwartungsgemäss gut ab (siehe u. a. [98]), wird aber letztendlich nur für einen kleinen Teil des Veloverkehrs bzw. des Strassenetzes in Frage kommen (vorrangig längere Routen, Freizeitverkehr). Hierfür bieten sich dann stillgelegte Bahntrassen, parallele Führungen zu Kanälen oder entlang von Binnenseeküsten an (z. B. [246]).

Verschiedene Möglichkeiten um LSA-Knoten attraktiver zu gestalten (u. a. Legalisierung aktuell noch regelwidriger Verhaltensweisen wie das Rechtsabbiegen bei Rot) finden sich in [284], wobei die darin enthaltenen Empfehlungen einzig auf Befragungen und Verhaltensbeobachtungen basieren.

Ansatz:

Die Gewährleistung einer sicheren Abwicklung des Veloverkehrs beginnt mit einer an Sicherheitsaspekten ausgerichteten Netz- bzw. Routenplanung. Hierfür ist in jedem Fall das Unfallgeschehen mit Velobeteiligung einzubeziehen (z. B. über die Netzeinstufung des NSM). Anhand des Unfallgeschehens lassen sich örtliche und strukturelle Probleme der existierenden und vom Veloverkehr gewählten Radrouten ableiten.

Auf verkehrsorientierten Strecken sind Radverkehrsanlagen mit ausreichenden Breiten und einer deutlichen und sicheren Ausbildung der Kreuzungspunkte mit dem MIV zu fördern (z. B. Radstreifen mit durchgezogener Markierung, siehe hierzu auch SN 640 252).

Das Parkieren spielt eine zentrale Rolle, da neben der Wegnahme von dringend benötigten Querschnittsbreiten auch der Einparkvorgang und das Aussteigen Konflikte für den Veloverkehr darstellen. In diesem Zusammenhang sind ggf. temporäre Lösungen zu diskutieren, bei denen – vorrangig in der Frühspitze – Querschnittsbreiten für das Parkieren dem Veloverkehr zugeschlagen werden (nur bei entsprechender Überwachung auch wirksam). Zwischenlösungen bzw. ungenügende Gestaltungsformen sind zu vermeiden. Radschnellverbindungen sind zu fördern, wobei entweder kreuzungsfreie oder mit Lichtsignalschutz versehene Querungen des MIV-Netzes vorzusehen sind (Führungen durch Kreisel vermeiden). Kampagnen sollten das regelwidrige und objektiv risikobehaftete Benutzen des Trottoir sowie das (meist im Seitenraum häufiger auftretende) Linksfahren stärker thematisieren, auch um letztendlich mehr Veloverkehr auf die Fahrbahn zu bringen (siehe hierzu ÜW-M2).

In Siedlungsgebieten lassen sich (unsichere) Hauptvelorouten gut anhand des Unfallgeschehens ableiten. Einerseits sind Siedlungsgebiete mit einer wirksamen Verkehrsberuhigung (d. h. auch Rechtsvortritt an Knoten mit baulicher Unterstützung) für den schnellen Veloverkehr wenig attraktiv. Andererseits können aber niedrige Geschwindigkeiten und gute Sichtbeziehungen einen sicheren Veloverkehr ermöglichen. In Siedlungsgebieten ohne wirksame Verkehrsberuhigung sind die Sichtbeziehungen zu gewährleisten, vor allem auf den bevorzugten Routen. Strassenräume sind so eng zu gestalten, dass der MIV hinter dem Veloverkehr fährt (nicht neben) und dieser die Mitte der Fahrbahn nutzt (abseits von den parkierenden Fahrzeugen). Bei hohem Aufkommen können auch Velorouten diskutiert werden (Strassen nur für den Veloverkehr oder mit besonderer Bevorrechtigung des Veloverkehrs). In Gewerbegebieten findet sich meist ausreichend Platz, um sicher gestaltete Radverkehrsanlagen zu gewährleisten.

Ergänzend sind die Hinweise aus den Massnahmenansätzen INF-M1-Kn-Velo und INF-M9 zu berücksichtigen.

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
2.880 $U_{(G+SV+LV)}$ (26% $U_{(G+SV)}$) 600 $U_{(SS)}$	100%	~10%	~290 $U_{(G+SV+LV)}$ /a
vereinfachte Wirksamkeitsabschätzung anhand Unfallanalyse und der genannten Literatur			
Zeithorizont	mittelfristig		
Umsetzung	Forschung zu Sicherheitsvergleich verschiedener Veloführungen auf Basis von Veloverkehrszählungen initiieren Leitfäden/Handbücher um Forderung nach Berücksichtigung des Unfallgeschehens ergänzen (u. a. [253], [254], [256]) Auditierung von Veloplanungen Förderung von Veloplanungen an Gewährleistung von Sicherheitsaspekten knüpfen		
Trends	Aufgrund der weiter zunehmenden Verbreitung von E-Bikes im Veloverkehr (erhöhte Geschwindigkeiten), der generellen Förderung des Veloverkehrs und den bisher ansteigenden Velounfallzahlen wird das Thema noch an Relevanz gewinnen.		
Effizienz	niedrig		
best. Massn.	-		

INF-M15**Weiterentwicklung und Umsetzung bestehender Sicherheitsanforderungen für Gewerbe- und Industriegebiete****Betroffene Unfallsituationen:**

Alle Unfälle

(Erschliessungsstrassennetze mit hohem Anteil an Gewerbe- und Industrieflächen)

Hintergrund:

Im Vergleich zu den teilweise sehr sicher gestalteten Wohngebieten weisen Gewerbe- und Industriegebiete (z. B. mit vielen Arbeitsplätzen oder konzentrierten Einkaufsmöglichkeiten) teilweise grössere Sicherheitsdefizite auf. Dies betrifft die Ausstattung von Knoten, Anlagen für den Veloverkehr, die Trassierung aber auch den geschwindigkeitsreduzierenden Querschnittsentwurf. Vermehrt sind Gebiete mit geringer Netzdichte und langgestreckten, zügig trassierten Strecken auffällig. Auffällige Zeiten finden sich für UTG 0, 7 und 8 an den Freitagen und Samstagen, wenn sich Verkehrsspitzen durch den Einkaufsverkehr ergeben.

Diskussion:

Die Problematik des im Vergleich ungünstigen Sicherheitslevel von Gewerbe- und Industriegebieten wird vereinzelt auch in anderen Untersuchungen festgestellt ([209], [221], [222]). In [18] wird vor allem der gesamtstädtisch für die Verkehrssicherheit ungünstige Effekt der Verlagerung von Arbeitsplätzen an den Stadtrand diskutiert, welcher in hohem Masse eine Verlagerung der Wege vom Öffentlichen Verkehr hin zur Nutzung des MIV zur Folge hat. In [208] wird dieser Einfluss über eine Stellvertretervariable beschrieben, welcher wirtschaftliche Strukturgrössen vereint (z. B. Arbeitsplatzdichte, Verkaufsflächendichte). Diese steht sowohl im Zusammenhang mit den Unfällen mit MIV-Beteiligung als auch den Unfällen im Langsamverkehr. Es existieren vereinzelt spezifische Planungshinweise zu Industriegebieten (z. B. [223]), welche u. a. auch für eine klare Netzhierarchie plädieren, aber ansonsten wenig konkrete Hinweise enthalten (wie z. B. [224]). Einzig in [221] und [222] wird anhand von drei Zielen eine Strategie zur Verbesserung der Verkehrssicherheit in, vor allem historisch gewachsenen, Industrie- und Gewerbegebieten formuliert:

- Intensivierung der Landnutzung z. B. über das Schliessen auch kleinerer Baulücken; vor allem im Nahbereich der ÖV-Anschlüsse
- Reduzierung der Strassennetzlänge, um kurze Verbindungen für alle Verkehrsteilnehmenden zu gewährleisten sowie das Schliessen von Lücken im Wegenetz des Langsamverkehrs mit dem klaren Ziel der kurzen Erreichbarkeit des ÖV
- Sukzessiver Ausbau des ÖV mit steigender Nutzungsdichte, um attraktive Alternativen zur MIV-Nutzung anzubieten

Ansatz:

Folgende Massnahmenansätze sind zu diskutieren:

- Kompromissfindung zwischen Anforderungen der Befahrbarkeit durch den Schwerverkehr und dem an Sicherheitsaspekten ausgerichteten Querschnittsentwurf
- Anlage von Querungshilfen im Bereich von dispers angeordneten Einkaufs- und Gewerbeeinrichtungen
- Anpassung von Knotenformen und Knotenregelungen an die auftretenden Verkehrsspitzen
- Geschwindigkeitsdämpfende Massnahmen
- Sichere Ausgestaltung von hoch frequentierten Grundstücks- und Parkplatzzufahrten
- Direkte Zugänge zu wichtigen Zielen gewährleisten, um Wegelängen des Quell- und Zielverkehrs im Gebiet zu verringern
- Die Kombination aus hoch belasteten Grundstückszufahrten, ungenügend ausgestatteten und zügig trassierten Gewerbegebietsstrassen lassen sich nur bedingt mit einfachen Knoten (ohne LSA) regeln. Hier sind an die Knotenbelastung angepasste und sichere Verkehrsregelungen zu wählen.
- Paralleles Wegenetz für Langsamverkehr entwickeln, mit möglichst direkter Verbindung zum ÖV

Während eine Vielzahl an Wohngebieten (zumindest innerhalb der Analysekantone) mittlerweile ein hohes Sicherheitsniveau aufweisen, sollte nun der Fokus noch stärker auf die Sicherheitsbelange von Erschliessungsstrassennetzen mit hohen Anteilen an Gewerbe und Industrie gelegt werden (in Bezug auf Normenentwicklung, Ressourcenzuweisung usw.). Sicherheitsprogramme für die Umgestaltung solcher Gebiete wären ebenfalls eine Möglichkeit, um zielgerichtet diese Problematik zu adressieren.

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
2.600 $U_{(G+SV+LV)}$ (25% $U_{(G+SV)}$) 10.900 $U_{(SS)}$	35% ¹	10%	90 $U_{(G+SV+LV)}/a$
¹ Anteil Unfälle in Gebieten mit relevanten Anteil Arbeitszonen vereinfachte Wirksamkeitsabschätzung anhand Unfallanalyse und der genannten Literatur			
Zeithorizont	mittelfristig		
Umsetzung	Netzstruktur sowie Anforderungen aus dem Verkehrsaufkommen z. B. in den Spitzenzeiten am Freitag und Samstag überprüfen Strategie zur Erhöhung der Verkehrssicherheit in Gewerbe- und Industriegebieten entwickeln (u. a. auch Normen hinsichtlich dieses Fokus prüfen)		
Trends	-		
Effizienz	mittel		
best. Massn.	-		

INF-M16	Sicherung der Fussgängerquerung von Tramgleisen		
Betroffene Unfallsituationen:			
Fussgängerunfälle (Innerortsstrassen mit Tram und hohem Aufkommen des Langsamverkehrs)			
Hintergrund:			
In Stadtkernbereichen, in denen der ÖV und der Langsamverkehr dominieren, kommt es linienhaft zu Querungsunfällen zwischen Fussgängern und Tram-Bahnen. Gleisbereiche der Tram werden von Fussgängern als subjektiv sicherer im Vergleich zu MIV-Fahrbahnen angesehen.			
Diskussion:			
<p>ÖV-Haltestellen mit Tram stellen u. a. hinsichtlich der Gleisquerung ein nicht unerhebliches Unfallrisiko für Fussgänger dar ([225], [226]). Dies kann u. a. auf die hohe subjektive Sicherheit zurückgeführt werden, welche Fussgänger der Querung von Tramgleisen zuweisen (in Folge weniger Achtsamkeit, siehe [230]). Dabei stellen Sichtverdeckungen durch haltende Trams, die ungünstige Lage von Querungsstellen, Begreifbarkeit und Akzeptanz der Sicherung von Querungsstellen aber auch ungenügende Signalisierungen dieser Stellen Sicherheitsprobleme dar (u. a. lange Wartezeiten, lange Dauer Rotlicht nach Tramdurchfahrt; [226])). Massnahmen zur Sicherung der Fussgängerquerungen sind u. a. (siehe [225], [226], [229], [231], [232]):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geländer zwischen Tramgleisen sowie im direkten Anschluss an das Tramende zwischen Warte- und Gleisbereich (Forcierung punktueller Fussgängerquerung) - Verschiebung der Tramhaltestellen weg vom Knoten zur Vermeidung des direkten Querens hinter der haltenden Tram - Platzierung Mittelinseln zwischen gegenläufigen Tramgleisen zur Verbesserung der Sichtverhältnisse (nur bei ausreichenden Platzverhältnissen) - Gesicherte Querungsstellen an allen Haltestellenzugängen (bei Haltestellen in Mittellage) - Harmonisierung Lichtsignalsteuerung am Knoten und der Signalisierung der Zugänge bzw. Gleisquerung - Herabsetzung (Einfahr-)Geschwindigkeiten Tram - Z-Querung, automatische oder manuelle Gatter vor Querung <p>Eine aktuell viel diskutierte Massnahme im Zusammenhang mit durch Smartphones abgelenkte Fussgänger, welche Tramgleise queren, sind LED-Lichter in der Fahrbahn als eine Art Haltlinie vor den Gleisen. Hiermit soll der Blick nach unten aufgefangen und auf die querende Tram hingewiesen werden. Dieser Ansatz wurde aktuell in der Stadt Augsburg ausprobiert und hat weltweit eine hohes Medieninteresse nach sich gezogen (u. a. [227], [228]). Teilweise existieren auch Ideen über Sensoren, die Hinweise an die umliegenden Smartphones bei einfahrender Tram schicken. Im amerikanischen Bundesstaat Idaho wird mittlerweile das Smartphone-Tippen beim Gehen im Strassenraum sanktioniert ([228]).</p>			
Ansatz:			
Selbst in stark verkehrsberuhigten Bereichen oder Bereichen mit wenig Fahrzeugverkehr bleiben Konflikte zwischen Tram und Fussgängern (teilweise auch Velos) ein Sicherheitsproblem mit schweren Folgen. Über Pilotversuche können verschiedene Möglichkeiten getestet werden, um die Aufmerksamkeit der Fussgänger zurückzugewinnen.			
Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
50 $U_{(G+SV+LV)}$ (40% $U_{(G+SV)}$) - $U_{(SS)}$	75%	20%	8 $U_{(G+SV+LV)}/a$
vereinfachte Wirksamkeitsabschätzung anhand Unfallanalyse und der genannten Literatur			
Zeithorizont	Kurzfristig		
Umsetzung	Pilotversuche organisieren		
Trends	Das Problem wird u. U. mit der (vermutlich) wachsenden Ablenkung der Fussgänger durch Mediengeräte zunehmen. Aktuell laufen verschiedene Forschungen um dieses Problem stärker zu adressieren (u. a. bei der Bundesanstalt für Strassenwesen zu Ablenkung von Fussgängern und sicheren Gleisquerungen).		
Effizienz	gering/mittel		
best. Massn.	-		

5.3 Kampagnen und Überwachung

ÜW-M1

Intensivierung stationärer Geschwindigkeitsüberwachung auf Hochleistungsstrassen (lokal und linienhaft)

Betroffene Unfallsituationen:

alle Unfälle (vorrangig UTG 0/1/2/6 auf Hauptfahrbahn)

Hintergrund:

Überhöhte sowie nicht angepasste Geschwindigkeiten sind aus den Analysen der ADMAS-Daten auffällig. Geschwindigkeitsprobleme lassen sich aber auch aus den Auffälligkeiten des Unfallgeschehens bei ungünstiger Trassierung und während der Schwachlastzeiten auf Hochleistungsstrassen ableiten. Angepasste Beschilderung abgesenkter zulässiger Höchstgeschwindigkeiten bestehen in den meisten Fällen, erfüllen aber vermutlich nicht die Erwartungen hinsichtlich eines angepassten Geschwindigkeitsniveaus.

Diskussion:

Der Einfluss der stationären Geschwindigkeitsüberwachung wurde international bereits mehrfach untersucht und deren positiven Effekte auf Geschwindigkeit und Unfallgeschehen nachgewiesen (siehe u. a. [18], [23], [29], [30], [31], [37]). Linienhafte Überwachung von Durchschnittsgeschwindigkeiten (section control) stellen ein eher neues Instrument dar. Diese Art der Überwachung kam aber in Pilotanwendungen bereits erfolgreich zum Einsatz (siehe u. a. [23], [35], [38], [48]). Vorteil von stationären Geschwindigkeitsüberwachungen ist die Wirksamkeit 24 Stunden am Tag und 7 Tage die Woche. Somit können auch die risikohaften Zeitbereiche bei geringem Verkehrsaufkommen in der Nacht überwacht werden. Punktuelle Geschwindigkeitsüberwachungen wirken hinsichtlich der Verbesserung der Verkehrssicherheit über eine grössere Länge vor und hinter der Kamera. Es werden allerdings stark unterschiedliche Längen in den Untersuchungen angegeben. Hier bieten sich Möglichkeiten zu linienhaft, wiederholt angeordneten, stationären Geschwindigkeitsüberwachungen an ([39]).

Die Wirksamkeiten sind in hohem Masse von den Ausgangsgeschwindigkeiten ohne Überwachung abhängig ([32], [33]). In Bezug auf die mittlere Geschwindigkeit wird bei funktionierender Überwachung ein Geschwindigkeitsniveau im Bereich der zulässigen Höchstgeschwindigkeit erwartet. Auswirkungen auf das Unfallgeschehen werden häufig über das Power-Modell vorgenommen (siehe [32] auf Basis einer Metaanalyse, wie auch im Rahmen des EU-Projektes PEPPER, siehe [33]).

Ansatz:

Fahrerassistenzsysteme (z. B. ISA) sind zwar technisch machbar, deren flächendeckende Einführung aber kurzfristig nicht realisierbar. Es bedarf kurzfristiger Lösungen zur Gewährleistung der angezeigten Tempolimits. Hier stehen vor allem stationäre Geschwindigkeitsüberwachungen im Fokus. Temporäre und personalaufwändige Überwachungen sind nur bedingt zielführend, da die Risiken vor allem in den Schwachlastzeiten (z. B. zwischen Mitternacht und 6:00 Uhr) bestehen.

Punktuelle stationäre Überwachung kommt vor allem für die Rampen in Betracht. Section Control⁴⁴ stellt eine Möglichkeit der linienhaften Überwachung entlang von Strecken dar, welche durch Zwangspunkten bedingte Trassierungsdefizite aufweisen, die baulich nicht angepasst werden können. Alternativ kann section control aber auch durch die Wiederholung punktueller Überwachungsstellen entlang einer Strecke u. U. mit weniger Aufwand installiert werden. Überwachungsmassnahmen sind grundsätzlich ergänzend zu den meisten genannten Massnahmenansätzen denkbar, um deren Wirksamkeit zu gewährleisten oder zu erhöhen.

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
1.717 $U_{(G+SV+LV)}$ (14% $U_{(G+SV)}$)	-	2-14%	62 $U_{(G+SV+LV)}$ /a
>10.000 $U_{(SS)}$			400 $U_{(G+SV+LV)}$ /a

Die Abschätzung der Wirksamkeit erfolgt auf Basis der Unfallmodelle der Analysenetze (siehe Anhang Kapitel IV.2).

Zeithorizont	kurzfristig
Umsetzung	Es sind vorrangig Netzbereiche mit erhöhten Unfallrisiken in den Schwachlastzeiten sowie hinsichtlich der Unfalltypengruppe 0 (Schleuder-/Selbstunfälle) zu identifizieren und zu priorisieren. Hier können bei fehlenden Massnahmenalternativen verstärkte Überwachungsmassnahmen eingesetzt werden.
Trends	-
Effizienz	hoch
best. Massn.	Konkretisierung VESIPO N20

⁴⁴ Es existieren zahlreiche weitere Begrifflichkeiten für diese Überwachungsmassnahme: Trajectory Control, Abschnitts- oder Durchschnittsgeschwindigkeitskontrollen.

ÜW-M2**Kampagnen und schwerpunktmässige Überwachung + Aufklärung zur Reduzierung linksfahrender Velos****Betroffene Unfallsituationen:**

Abbiegeunfälle mit Velobeteiligung, Einbiegeunfälle/Überqueren der Fahrbahn mit Velobeteiligung

Hintergrund:

Die rechtswidrige Benutzung der linken Fahrbahnseite oder des linken Radwegs stellt ein erhöhtes Risiko für die Velofahrenden dar. An Konfliktstellen tauchen dann Velos aus einer für den Konfliktgegner unerwarteten Richtung auf.

Diskussion:

Das erhöhte Risiko des linksfahrenden Veloverkehrs ist in Studien bereits nachgewiesen worden (siehe u. a. [97], [98], [106]). Aufgrund der Trennwirkung von Strassen aber auch der Umwegeempfindlichkeit der Velofahrenden sind dem Einfluss der Infrastruktur gewisse Grenzen gesetzt. Ein wesentlicher Faktor für das sichere Befahren von Knoten ist die „scanning behavior“ der Verkehrsteilnehmenden (Überprüfung potenzieller sich nähernder Konfliktgegner). In Ländern mit einem hohen Veloanteil (z. B. Niederlande oder Dänemark) und gleichzeitig stärker ausgeprägtem „Scanning“-Verhalten wird dies als eine Ursache für den Safety-in-Numbers-Effekt (mehr Radverkehr führt zu geringerem Radverkehrsfallrisiko) aber auch einer generell höheren Sicherheit im Veloverkehr im Vergleich zu anderen Ländern gesehen ([106], [111]). Das objektiv erhöhte Risiko des (unerlaubten) Linksfahrens findet sich aktuell nur in wenigen Kampagnen zur Velosicherheit (Ausnahmen u. a. [113]). Im aktuellen Dossier der bfu finden sich ebenfalls keine prominent platzierten Hinweise zum Linksfahren ([112]). Der Intensivierung der Fahrausbildung wird nur eine geringe Wirksamkeit attestiert ([111]). Schwerpunktaktionen werden vereinzelt durch die Polizei durchgeführt ([114], [115]), auch wenn keine Erkenntnisse zu deren Wirksamkeiten vorliegen.

Von hoher Wichtigkeit wird die „retrospektive Aufarbeitung“ von erlebten Verkehrssituationen des Velofahrenden eingeordnet. Vermeintlich bzw. subjektiv als sicher erlebte („es hat ja immer funktioniert“) aber regelwidrige Situationen mit einem hohen objektiven Risikopotenzial sollen durch die Aufklärung anders wahrgenommen werden (siehe hierzu auch [285]). Ziel ist es, bei allen Verkehrsteilnehmenden einen höhere Vorsicht bzw. Rücksicht hinsichtlich potenzieller Konfliktgegner zu gewährleisten.

Ansatz:

Es ist ein verbessertes Verständnis bei den Velofahrenden zum risikoreichen Linksfahren und bei den Fahrzeuglenkenden zu den an Knoten von rechts kommenden oder beim Rechtsabbiegen entgegenkommenden Velos zu fördern.

Grundsätzlich sollte das Thema prominenter in der Fachliteratur und den Informationskampagnen (z. B. durch die bfu) behandelt und auf die damit verbundenen Gefahren hingewiesen werden. Dies kann u. a. durch schwerpunktbezogene Überwachungs- bzw. Anhalte-Aktionen unterstützt werden. Anhalte-Aktionen der Polizei sind mit Aufklärungsgesprächen zu kombinieren.

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
1.390 $U_{(G+SV+LV)}$ (21% $U_{(G+SV)}$) 360 $U_{(SS)}$	20% (Abschätzung Anteil Unfälle mit linksfahrenden Velos)	7%	20 $U_{(G+SV+LV)}$ /a

vereinfachte Wirksamkeitsabschätzung anhand Unfallanalyse und der genannten Literatur

Zeithorizont	kurz-/mittelfristig
Umsetzung	Anpassung Schwerpunktsetzung der Überwachungsarbeit der Polizei (Unfallschwerpunkte über die Unfallkarten z. B. in VUGIS bestimmen; Unfälle mit linksfahrenden Velos lassen sich aus der exakten Position des Unfalls und dem zweistelligen Unfalltyp ableiten) Integration in Verkehrssicherheitskampagnen (bfu, FVS, proVelo etc.)
Trends	Relevanz wird zukünftig eher steigen
Effizienz	gering/mittel
best. Massn.	-

ÜW-M3*Intensivierung punktueller Alkoholkontrollen innerorts
(unfallbasiert + schwerpunktbezogen)***Betroffene Unfallsituationen:**

Schleuder- und Selbstunfälle in den Nachtstunden

Hintergrund:

Im Vergleich zu den Ausserortsstrassen deutet sich eine eher schwerpunktmässige Auffälligkeit von Alkoholunfällen innerorts an.

Diskussion:

In 2014 wurde eine 0,0 ‰ Grenze für Neulenkler in der Schweiz eingeführt. Bei fast 50% der schweren Wochenendunfälle wurde Fahren unter Einfluss von Alkohol bei den 18-24-jährigen Lenkern in den Unfallaufnahmeprotokollen vermerkt ([173]). Der alleinigen Absenkung des Limits aber auch der Verschärfung von Sanktionierungsmassnahmen (z. B. Höhe der Busse) werden nur geringe Effekte attestiert, im Gegensatz zu den polizeilichen Alkoholkontrollen ([169], [175]). Alkoholkontrollen bedürfen sowohl (siehe [169]-[171], [174]):

- einer „überraschenden“ Komponente (u. a. verdeckte, wechselnde oder mobile Kontrollen um auch das Ausweichverhalten zu adressieren) als auch
- einer „sichtbaren“ Komponente (u. a. stationäre und auffällige Kontrollen zur Verdeutlichung der Überwachung und in der Folge zur Erhöhung des subjektiven Überwachungsdrucks).

In [171] werden Anforderungen an „Intelligence-led dring-driving enforcement programm“ dokumentiert. Das sind u. a.:

- unfallbasierte Auswahl von Überwachungsstellen (Langzeitdaten berücksichtigen)
- ergänzende Informationen zur Örtlichkeit (u. a. Alkoholverkäufe, typische Ausgangspunkte für Fahrten unter Alkohol, lokale Erfahrungen zur erhöhten Wahrscheinlichkeit des Auftretens von alkoholisierten Fahrzeuglenkenden)
- zeitliche Schwerpunkte am frühen Abend und in der späten Nacht
- immer Kombination von Abschreckung und Entdeckungsdruck (d. h. auffälligen mit verdeckten Kontrollen)
- kurz- und langfristige Evaluation notwendig
- wechselnde Standorte innerhalb einer Nacht

In [171] wird auch erwähnt, dass die polizeiliche Überwachung kaum Effekte auf die Wiederholungstäter besitzen, hier sind fahrzeugeitige Massnahmen erfolgsversprechender (z. B. Alcolock).

Laut einer Befragung in Deutschland ([172]) erfolgt das Fahren unter Alkohol nur von einer kleinen Gruppe (6%). Dies steht allerdings im Widerspruch dazu, dass 45% der befragten Teilnehmer ein auffälliges Verhalten bei anderen Personen gelegentlich, oft oder sehr oft beobachten. Kontrollwahrnehmung und Gewohnheiten sind die dominierenden Faktoren für die Regelmässigkeit hinsichtlich der Vorgaben zum Fahren unter Alkohol.

In einer Metaanalyse des EU-Projektes PEPPER wurden für mobile Alkoholkontrollen Unfallreduktionspotenziale von 8% und für stationäre Alkoholkontrollen 15% ermittelt ([170]).

Ansatz:

Polizeilichen Schwerpunktkontrollen in der Nacht kommt eine hohe Bedeutung zu. In [174] werden bereits wesentliche Eckpunkte für polizeiliche Alkoholkontrollen in der Schweiz beschrieben. Hier sollte noch der unfallbasierte Ansatz ergänzt werden (z. B. Schwerpunkt aus Unfallkarten in VUGIS ableiten, Auffälligkeiten in Netzanalysen wie NSM für Gebiete und Strecken identifizieren). Ausserdem könnten auffällige Kontrollen oder sogenannte „Grosskontrollen“ durch verdeckte mobile Kontrollen ergänzt werden, um Ausweichverhalten zu kompensieren.

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
460 $U_{(G+SV+LV)}$ (27% $U_{(G+SV)}$)	15%	10%	7 $U_{(G+SV+LV)}$ /a
>1.500 $U_{(SS)}$			

vereinfachte Wirksamkeitsabschätzung anhand Unfallanalyse und der genannten Literatur

Zeithorizont	kurzfristig
Umsetzung	Konkretere Vorgaben für datenbasierte Organisation von Alkoholkontrollen entwickeln Kurz- und langfristige Evaluationen durchführen und Erhebungskonzepte entsprechend anpassen
Trends	Einführung der Alcolocks und deren Wirkung bei der in zukünftigen Ausrichtung dieses Massnahmenansatzes berücksichtigen (in Bezug auf die Zielgruppen ohne Alcolock)
Effizienz	niedrig
best. Massn.	Konkretisierung Via sicura 411/412; VESIPO K11

ÜW-M4*Administrativmassnahmen und Sanktionierung hinsichtlich der Verkehrssicherheitsrelevanz optimieren***Betroffene Unfallsituationen:**

Alle Unfälle

(mit Relevanz für lenkerseitige Präventionsmassnahmen)

Hintergrund:

Nicht alle ADMAS-Verstösse sind im Sinne der Vermeidbarkeit über personenbezogene Massnahmenansätze gleichwertig (im Sinne der Verhaltensbeeinflussung). Während Verstösse gegen Geschwindigkeitsregelungen oder das Fahren unter Einfluss von Alkohol eher aktiv bzw. bewusst von den Verkehrsteilnehmenden in Kauf genommen werden, ist dies bei der Gruppe der Fahrfehler anders einzuordnen. Fahrfehler wie z. B. die Missachtung des Vorrtrittsrechts sind in hohem Masse eine Folge aus körperlicher Einschränkung (z. B. bei Senioren) und ungenügender Gestaltung der Strasseninfrastruktur (u. a. Überforderung, Sicht Einschränkung).

Diskussion:

In einem aktuellen EU-Projekt (BestPoint, siehe [233]) wurden best-practice Hinweise zu (Straf-)Punktesystemen dokumentiert, welche in der Folge meist Administrativmassnahmen nach sich ziehen. Während bei der Einführung von Punktesystemen noch ein Rückgang des Unfallgeschehens von 15 bis 20% festgestellt wird, gehen die Unfallzahlen bereits 18 Monate nach Einführung wieder zurück auf das Ausgangsniveau ([233]). In [234] wird dies weiter konkretisiert: Für schwere Vergehen wird dem Punktesystem – im Gegensatz zu kleineren Vergehen – überhaupt keine Wirkung attestiert. Dies gilt vor allem auch für die darauf folgenden Nachschulungen. Einzig die Wegnahme des Führerausweises bei Wiederholungstätern wird als wirkungsvoll eingeordnet, allerdings mit insgesamt geringen absoluten Effekten. Unabhängig davon wird eine Ausrichtung des Punktesystems an der Verkehrssicherheitsrelevanz der Vergehen empfohlen ([233], [234]).

Grundsätzlich hängen die (kurzfristigen) Wirkungen stark von der Überwachungstätigkeit ab (ähnlich der Wirkungen von Bussen, [233], [234], [238]). Hier tut sich allerdings ein Widerspruch in den Empfehlungen auf. Es wird eine umfangreiche Liste von Vergehen mit Relevanz für ein Punktesystem aufgelistet, davon kann aber nur ein Teil auch tatsächlich wirkungsvoll überwacht werden. In [233] wird einzig auf die Überwachung von Geschwindigkeit, Fahren unter Einfluss und Gurtbenutzung eingegangen. Weitere Überwachungstätigkeiten betreffen Lenkzeiten, Abstandsverhalten, Rotlichtmissachtung, Parkieren, Fahrbahnbenutzung, Handybenutzung aber auch fahrzeugseitige Anforderungen (u. a. [18], [235], [236], [237]). Interessanterweise findet ein EU-weiter Austausch zu Sanktionierungen nur für einen Teil der für die Überwachung empfohlenen Vergehen statt (betrifft: Geschwindigkeit, Gurtbenutzung, Rotlichtmissachtung, Fahren unter Einfluss, Helmpflicht, Fahrstreifenbenutzung, Handybenutzung; siehe [233]).

Rehabilitationen von Wiederholungstätern sollten weniger Kenntnisse und Fahrkönnen sondern vielmehr Einstellungen und Verhalten adressieren. Da aber z. B. zu Nachschulungen laut [233] die Befundlage gering ist, sollten technische Hilfsmittel wie u. a. ISA oder Alcolocks bevorzugt gefördert werden.

Ansatz:

Es wird empfohlen Administrativmassnahmen und die Sanktionierungspraxis noch stärker an

- der Relevanz für die Struktur des Unfallgeschehens (Anzahl/Schwere Unfälle in Relation zum Vergehen)
- den tatsächlichen Einflussmöglichkeiten der polizeilichen Überwachung sowie
- alternativen Einflussmöglichkeiten (3 E's) zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auszurichten.

„Aktiv“ verhaltensbezogene Verstösse sind stärker zu überwachen/sanktionieren (u. a. Fahren unter Alkohol), da Einflussmöglichkeiten der Infrastruktur begrenzt sind. Hier sind auch technische Massnahmen zur Unterstützung des Vollzugs wie FAS zielführend. „Passiv“ verhaltensbezogene Verstösse⁴⁵ sind stärker über Infrastrukturmassnahmen (u. a. selbsterklärende Strasse, Standardisierung Knotengestaltung) oder durch Prüfung der Fahrerkompetenz zu adressieren. Unabhängig davon ist weiterhin in der Öffentlichkeit zu kommunizieren, dass Verstösse gegen Verkehrsregeln nicht akzeptiert werden.

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
-	100%	-	-
Potenziale und Wirksamkeiten lassen sich hier nur bedingt ableiten, da es hier eher um die Anpassung von Organisationsstrukturen und die Zuweisung von Ressourcen geht.			
Zeithorizont	kurz-/mittelfristig		
Umsetzung	Dauerhafte Verknüpfung von Informationen zu Verstössen im Strassenverkehr und dem tatsächlichen Unfallgeschehen Kategorisierung der Beeinflussbarkeit von Verstössen in Abhängigkeit der Wirkungen, praktischen Umsetzung und „Alternativlosigkeit“ von Überwachungsmassnahmen Zweckgebundene Verwendung der Bussen bei „aktiven“ Verstössen für Intensivierung der Überwachung sowie öffentlichkeitswirksame Kampagnen und bei „passiven Verstössen“ für Infrastrukturmassnahmen		
Trends	Argumentation für verstärkte Förderung von FAS Systemen wie ISA und Alcolock		
Effizienz	-		
best. Massn.	Konkretisierung VESIPO M04		

⁴⁵ Unfallbegünstigende Faktoren liegen eher in der Infrastruktur oder dem Alter der Fahrzeuglenkenden, wie z. B. die Missachtung des Vorrtrittsrechts, welches selten eine aktive Entscheidung des Lenkenden darstellt.

5.4 Organisation

ORG-M1 *Mindeststandard für sichere Gestaltung definieren (Planung und Bestand)*

Betroffene Unfallsituationen:

alle Unfälle

Hintergrund:

Sowohl im Bestand als auch bei neu gebauten Anlagen sind immer wieder, eigentlich bekannte Sicherheitsdefizite auffällig. Ein Beispiel unter vielen sind Knotengestaltungen mit Projektierungselementen denen ein erhöhtes Unfallrisiko attestiert wird (z. B. Sonderformen von Kreiseln, platzartige und gestaffelte Knoten, Knoten in Kurven, abknickender Vortritt oder die Nutzung von Knoteninnenräumen). Hinzu kommt, dass gerade Sonderformen sowie eine grosse Bandbreite an verschiedenen Gestaltungsmöglichkeiten ältere, unerfahrene aber auch ortsfremde Verkehrsteilnehmende überfordern. In den Normen sind häufig relevante Empfehlungen für eine sichere Gestaltung enthalten (siehe beispielsweise Diskussion zu den Empfehlungen zur Ablenkung in SN 640 263). Diese Hinweise werden aber eben nur als Empfehlungen angesehen und z. B. aufgrund konkurrierender Zielfelder übergangen (z. B. Platzbedarf, Leistungsfähigkeit). Anders gelagert ist der Fall mit Normen, welche im Vernehmlassungsprozess „aufgeweicht“ wurden (wie z. B. SN 640 241). Auch dort sind die eigentlich für die Verkehrssicherheit notwendigen Anforderungen bekannt, konnten aber im Abstimmungsprozess nicht durchgesetzt werden.

Diskussion:

Eine häufig international propagierte Strategie für die Verbesserung der Verkehrssicherheit stellt der sogenannte „Safe System Approach“ dar ([116]). Dieser wurde u. a. aus dem schwedischen VISION Zero und dem niederländischen Sustainable Safety Ansatz entwickelt ([117]). Der niederländische Ansatz weist einen starken Infrastrukturbezug auf und wird über fünf zentrale Prinzipien definiert (siehe u. a. [118], [119]):

- klar abgegrenzte und funktionale Strassennetzhierarchie,
- Homogenität von Masse/Geschwindigkeit und Verkehrsführung (z. B. niedrige Geschwindigkeiten bei gemeinsamer Nutzung Strassenraum durch Fussgänger/Velos und Motorfahrzeuge),
- Vorhersehbarkeit der Strassenführung und des Verkehrsverhaltens durch wiedererkennbare Strassengestaltung (siehe auch Prinzip „selbsterklärender Strasse“),
- fehlerverzeihende Gestaltung Strassenumfeld (Unfälle führen nur zu leichten Folgen) und
- „state awareness“ (Bewusstsein der Verkehrsteilnehmenden für die Sicherheitsrelevanz des eigenen Verkehrsverhaltens).

Ein wesentlicher Kern der nachhaltigen Verkehrssicherheit ist, dass Verkehrssicherheit so wenig wie möglich auf den Entscheidungen der einzelnen Verkehrsteilnehmenden basiert und somit mehr Verantwortung für Verkehrssicherheit bei Planern und Betreibern der Strasseninfrastruktur liegt ([119]). Gerade im deutschsprachigen Raum erfolgt eine starke Standardisierung des Sicherheitsmanagements über Normen und Regelwerke ([120]). In diesem Zusammenhang wären u. a. die folgenden Ansätze zur Etablierung von Mindeststandards bei der Umsetzung von verkehrssicherheitsrelevanten Empfehlungen denkbar:

- Qualitätsstufenkonzept für Verkehrssicherheit → Level of Service of Safety LOSS (u. a. in [121], [122]) in Anlehnung an die Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs und damit verbundene verbindliche Anforderungen in der Planung
 - Übertragung des Konzeptes der (verpflichtenden) Grenzwerte aus der Zustandsbewertung der Fahrbahnoberfläche (z. B. Griffbarkeit; siehe u. a. [123]) auf die regelmässige Sicherheitsbewertung des Strassennetzes im Bestand (z. B. mit NSM bzw. Netzeinstufung)
 - Stärkere Verpflichtung zur Umsetzung des Sicherheitsmanagements z. B. anhand der Infrastruktur-Sicherheitsinstrumente (Ansätze dazu u. a. in [124], [125], [126])
 - Verknüpfung der Finanzierung von Infrastrukturprojekten (z. B. über konstitutionelle Ebenen hinweg) mit Anforderungen an Gewährleistung eines Mindeststandards in der Verkehrssicherheit ([127])
-

Ansatz:

Defizitäre Gestaltungen werden aus Anforderungen konkurrierender Zielfelder heraus immer wieder umgesetzt. In diesem Zusammenhang sind stärkere Einschränkungen des Spielraums für den Planer bei der Projektierung aber auch im Bestand denkbar (unabhängig vom aktuellen Unfallgeschehen). Hier bedarf es Ansätze um einen „nicht verhandelbaren“ Mindeststandard zu definieren und auch umzusetzen. Ein Mindeststandard kann "eigentlich" überall dort definiert werden, wo praktikable sowie effektivere und effizientere (in Bezug auf die Verkehrssicherheit) Alternativen bestehen.

Für die Umsetzung kommen unterschiedliche Möglichkeiten in Betracht. Die Umsetzung des Mindeststandards könnte analog zur Leistungsfähigkeitsbewertung über eine Qualitätsstufenkonzept („Level of Safety“) unterstützt werden (→ Vorgabe Einhaltung Mindest-Qualitätsstufe). Die Umsetzung bestehender Instrumente des Sicherheitsmanagements (ISSI) ist zu intensivieren, um sowohl in Planung als auch Bestand eine stärkere Durchdringung von Mindeststandards zu erreichen. Organisatorische und regulatorische Massnahmen zur verpflichtenden Umsetzung auf Bundes-, Kantons- und Gemeindeebene sind zu prüfen.

Parallel ist das Normenwerk zur Planung, Projektierung, Unterhalt und Betrieb nach den „Safe System“-Ansätze zu prüfen und anzupassen, um eine entsprechende Grundlage für die Umsetzung der Mindeststandards zu schaffen (erste Forschungen dazu sind bereits erfolgt, siehe [128]). Ergänzend könnten Normen mit einer besonders hohen Sicherheitsrelevanz hinsichtlich ihrer rechtlichen Bedeutung verschärft werden, so dass eine Abweichung von den Vorgaben der Normen schwieriger wird (in abgestufter Weise auch für Bestand denkbar).

Es ist dabei zu berücksichtigen, dass Massnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit keinesfalls automatisch teurer oder ungünstiger für die Leistungsfähigkeit sind. Es existieren genügend Fälle, in denen

die Sicherheitsdefizite auf Unkenntnis und/oder fehlende Abstimmung zurückgeführt werden können. Auch das Argument, nach dem die Kosten beim Strasseneigentümer und der Nutzen aufgrund reduzierter Unfallkosten aber „nur volkswirtschaftlich“ anfallen, ist genauso falsch wie inkonsequent. Massnahmen zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit wie selbstverständlich über „volkswirtschaftlich“ begründete Kriterien in Bezug auf die Verkehrsteilnehmenden begründet. Es ist somit nicht nachvollziehbar, warum dies für Massnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit nicht gelten soll.

Beispiel Knotengestaltung:

Folgende Defizite bzw. Anforderungen wären im Sinne eines Mindeststandards an Knoten als „nicht akzeptabel“ bzw. „zwingend notwendig“ denkbar:

- Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA
 - o Einhaltung Einsatzgrenzen bzw. maximale Knotenpunktbelastung
 - o Einhaltung minimaler Sichtweiten in Abhängigkeit des tatsächlichen Geschwindigkeitsniveaus
 - o keine spitzwinkligen Knotenarme
 - o keine „abknickenden“ Vortrittsstrassen
- Kreuzungen und Einmündungen mit LSA
 - o keine Abschaltung, kein Gelb-Blinken
 - o keine bedingt verträgliche Linksabbiegephase (Alternativen sind auch Blockumfahrung sowie „Rechts-Abbiegen-und-Wenden“ in der Nebenrichtung)
 - o keine Sicherheitsdefizite in den Signalzeitenplänen (u. a. ungenügende Gelbzeiten, zu geringe Zwischenzeiten)
 - o gesicherte Führung stark belasteter Velo-Knotenströme
- Kreisel
 - o ausreichende Ablenkung der Kreisfahrbahn
 - o keine ÖV-Haltstellen im Kreisel
 - o kein Radstreifen auf der Kreisfahrbahn

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
~18.800 $U_{(G+SV+LV)}$ (23% $U_{(G+SV)}$)	100%	5%*	940 $U_{(G+SV+LV)}/a$
~65.000 $U_{(SS)}$			(3.250 $U_{(SS)}$)

* grobe Abschätzung auf Basis der in [118] dargestellten Effekte hinsichtlich der Verbesserung der Infrastruktur

Zeithorizont	kurz-/mittelfristig
Umsetzung	Internationale Ansätze sind zu prüfen und hinsichtlich der Umsetzung in CH zu bewerten
Trends	Die schrittweise Einführung des langfristig zu erwartenden „autonomen Fahrens“ mit immer stärker eingreifenden Fahrerassistenzsystemen bedarf einer strassenseitig einheitlichen bzw. standardisierten Gestaltung. Je einheitlicher der Strassenentwurf, umso schneller und wirksamer können Car-to-Infrastructure Schnittstellen und darauf aufbauende Fahrerassistenzsysteme arbeiten. Mit der erwarteten anteilmässigen Zunahme älterer Verkehrsteilnehmender wird sich die Problematik noch verschärfen und erhöht den Bedarf an einfach verständlichen Standardlösungen.
Effizienz	mittel/hoch (stark heterogen)
best. Massn.	-

ORG-M2 Verbesserung der Sicherung von Autobahnbaustellen**Betroffene Unfallsituationen:**

Unfälle in und im Zulaufbereich von Autobahnbaustellen

Hintergrund:

Baustellenbereiche auf Hochleistungsstrassen weisen im Mittel eine höhere Unfallhäufigkeit als die freie Strecke ohne Baustelle auf (Quelle: ASTRA-interne Untersuchung 2015). Auffällig sind aus den hier vorliegenden Untersuchungen die Einfahrten im Bereich von Baustellen, da meist kürzere Verflechtungsbereiche sowie geringere Fahrstreifenbreiten zu Verfügung stehen. Die Literatur bestätigt, dass kritische Bereiche in Baustellen vor allem am Anfang in den Überleitungsbereichen sowie an den Behelfsausfahrten (Anschlüsse während Bauzeitraum) zu finden sind.

Unfallbegünstigendes Fehlverhalten besteht innerhalb der Baustelle vor allem bei geringen Abständen in Längsrichtung, Fahrstreifenwechsellvorgängen (Unachtsamkeit) sowie beim Überholen bzw. Nebeneinanderfahren. Aufgrund der geringeren Geschwindigkeiten sind Auffälligkeiten in hohem Masse bei den Unfällen mit ausschliesslich Sachschäden zu beobachten.

Diskussion:

Der Handlungsbedarf in Bezug auf die Sicherheit von Baustellen wurde bereits durch die Aktualisierung der SN 640 885 erkannt ([62]). Auf die zukünftig hohe Relevanz von Baustellen aufgrund des hohen Erhaltungsbedarfs und Probleme bei der (sicheren) Umsetzung wurde durch Röthlisberger 2013 ([63]) hingewiesen. Strecken innerhalb von Baustellen auf Hochleistungsstrassen weisen laut [55] und [56] einen höheren Sicherheitslevel als unbeeinflusste Abschnitte von Hochleistungsstrassen auf. Unfallauffällig sind die Überleitungen und Verschwenkungen am Beginn und Ende der Baustellen sowie Behelfs-Anschlüsse im Verlauf der Baustellen, teilweise mit stark erhöhten Unfallhäufigkeiten ([55]).

Sicherheitsrelevante Massnahmen sind u. a. (siehe [55], [56], [57], [58], [59] & [60]):

- einheitlich durchgängige Gestaltung und Betrieb der Baustellen,
- frühzeitige Geschwindigkeitsreduktion und deren Einhaltung (≥ 500 m vor Verschwenkung/Überleitung),
- kurze Verschwenkungslängen zur Erhöhung der Aufmerksamkeit der Fahrzeuglenkenden,
- Aufweitung der Mittelmarkierung in Verschwenkungen bzw. Überleitungen zur Reduzierung des seitlichen Streifens,
- Förderung des „versetzten“ Fahrens,
- Einsatz von Pfeilbaken und/oder Beschilderung mit „selektiv gelber Hintergrundfolie“,
- Begrenzung der Geschwindigkeit auf 60 km/h (Sicherheitsgewinnen zwischen 10-30% der $U_{(G+SV+LV)}$ laut [57] und [58]), Anwendung zwingend bei starken Verschwenkungen oder Änderungen der Querneigung),
- Weiterführung linke Fahrbahnrandmarkierung neben Trennelement,
- gut erkennbare Überwachungs-Massnahmen am Beginn der Überleitung,
- gleichbleibend seitliche Abstände zwischen Fahrbahnrand und verkehrstechnischen Einrichtungen (z. B. Baken, Rückhaltesystemen),
- ausreichende Längen von Bremsstreifen in Ausfahrten aus Baustellenbereichen,
- Ausbildung Verschwenkung am Baustellenende entsprechend des Tempolimits innerhalb der Baustelle,
- ähnlich intensive Ausstattung der Verschwenkung am Baustellenende wie am Baustellenanfang,
- späte Erhöhung Tempolimit auf Ausgangsniveau am Baustellenende (möglichst nicht vor Verschwenkung am Ende erkennbar),
- Tempolimits in Abhängigkeit der Fahrstreifenbreiten,
- profilierte Längsmarkierung,
- Abschnittsgeschwindigkeitskontrollen (section control),
- Erhöhung Erkennbarkeit von kritischen Bereichen durch besondere Ausleuchtung/Warnblinkleuchten,
- Stahl- und Betonschutzwände als Trennelemente,
- tendenziell schmalere Fahrbahnbreiten $\leq 5,75$ m,
- Einsatz von Warnschwellen bei Tagesbaustellen,
- Vermeidung der Verwechslung von ständiger und temporäre Markierung (ggf. ständige Markierung entfernen) sowie
- Vermeidung der Fahrstreifenrückführung vor und im Bereich von Einfahrten

Laut [57] werden 3+1 Führungen als leicht sicherer im Vergleich zu 4+0 Führungen beurteilt (10% geringeres Gesamtunfallrisiko). Der Überprüfung der „richtigen“ Umsetzung der jeweiligen Baustellenplanung ist eine stärkere Aufmerksamkeit zu widmen ([61]).

Ansatz:

Die aktuelle Literatur bietet zahlreiche Empfehlungen (siehe Diskussion). Für eine konkrete Priorisierung dieser Massnahmenansätze ist die Flughöhe der hier vorliegenden Untersuchung zu hoch. Eine hohe Relevanz wird der konsequenten Umsetzung der neuen SN 640 885 sowie darüber hinausgehender Empfehlungen der Literatur attestiert. Die Umsetzung ist durch Vorgaben zu formalisieren und z. B. mit dem Audit (RSA) in der Planung von Baustelleneinrichtungen und der Inspektion (RSI) bei der Umsetzung und kontinuierlichen Überwachung während des Bauzeitraums zu überprüfen (auch zwischen den Baustellenphasen mit verschiedenen Führungen).

Potenzial* [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
67 $U_{(G+SV+LV)}$ (14% $U_{(G+SV)}$)	100%	25%	17 $U_{(G+SV+LV)}$ /a
>400 $U_{(SS)}$		30%	120 $U_{(SS)}$ /a

Es besteht die begründete Vermutung, dass das Potenzial noch wesentlich höher liegt. Aktuell kann aber das Unfallgeschehen in den stark unfallbelasteten Zuläufen von Baustellen nicht berücksichtigt werden. Hierfür steht aktuell kein entsprechendes Unfallattribut zur Verfügung.

Zeithorizont kurzfristig

Umsetzung	Es existieren mittlerweile genügende Forschungsergebnisse sowie eine aktualisierte Norm. Die Erkenntnisse und Vorgaben sind zeitnah und konsequent in die Praxis zu überführen. Anforderungen oder Mindeststandards, die verpflichtende Ausführungen von Baustelleneinrichtungen vorschreiben, können hier u. U. weiterhelfen.
Trends	Die hohen Verkehrsbelastungen sowie der hohe und weiter ansteigende Erhaltungsbedarf unterstreichen die auch zukünftig hohe Relevanz des Themas.
Effizienz	hoch
best. Massn.	<i>VESIPO K27, Via sicura Massnahme 104</i>

ORG-M3*Überprüfung angeordneter zulässiger Höchstgeschwindigkeiten
Ableitung von Empfehlungen zu angepassten Geschwindigkeiten***Betroffene Unfallsituationen:**

alle Unfälle

Hintergrund:

Geschwindigkeitsregimes bzw. die Anordnung der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten sollen die Charakteristik einer Strasse widerspiegeln (siehe Ausführungen zu „selbsterklärender Strasse“). Erst wenn beide „zueinander passen“, stellt sich ein akzeptables Sicherheitsniveau ein. In diesem Zusammenhang sind auch die Ausführungen zum Mindeststandard der Verkehrssicherheit bzw. dem Safe System Concept zu sehen. So ist bei potenziellen Konflikten zwischen dem Langsamverkehr und dem motorisierten Verkehr eine niedrige Geschwindigkeit für einen sicheren Verkehrsablauf notwendig ([118], [119]). Ausserdem könnte die Wirksamkeit von ISA-Systemen weiter gesteigert werden, wenn Geschwindigkeitsempfehlungen in Bezug auf die lokale Strassen-, Umfeld- und Unfallsituation existieren würden ([130], [132]).

Diskussion:

Landesweite Reviews der angeordneten Geschwindigkeiten fanden z. B. in Irland bei der Umstellung der Beschilderung auf das metrische System statt [144]. Dies wurde auch für eine Überarbeitung der bestehenden Regelungen zur Anordnung von Tempolimits nach Sicherheitsaspekten genutzt. In Grossbritannien ([145]) oder Australien ([147]) werden im Zusammenhang mit dem „Safe System“-Ansatz Handbücher bereitgestellt, um generell oder an risikoreichen Bereichen des Strassennetzes das Geschwindigkeitsregime zu überprüfen. In Schweden wurde, u. a. als Grundlage für die Unterstützung der ISA-Systeme, eine nationale Datenbank aufgebaut, welche Informationen zum Strassennetz und zugehöriger Tempolimits aus verschiedenen Datenbanken zusammenzieht und regelmässig aktualisiert ([143]). Dies ist auch notwendig, da bspw. in den Niederlanden festgestellt wurde, dass bei den bestehenden Informationen aus z. B. Navigationsgeräten zwischen 10 und 30% Fehlerquoten in Bezug auf das tatsächliche Geschwindigkeitsregime vorhanden waren ([130]). Netzweite Erfassungen tatsächlicher Geschwindigkeiten finden regelmässig z. B. in Baden-Württemberg in Deutschland durch wechselnde Seitenradargeräte an den Strassen statt ([146]). Solche Messungen ermöglichen eine verbesserte Beurteilung der angeordneten Tempolimits in Relation zur Strassencharakteristik.

Ansatz:

Es ist der Aufbau einer Datenbank zu diskutieren (z. B. im Rahmen der Unterstützung der Einführung von ISA-Systemen), in der mit Unterstützung von Kartenanbietern sowie der Kantone und Gemeinden die aktuell angeordneten zulässigen Höchstgeschwindigkeiten dokumentiert sind.

Auf Basis dieser Datenbank ergeben sich zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten für die Beurteilung des Geschwindigkeitsregimes:

- Verknüpfung mit VUGIS (Unfälle) und weiteren GIS-Datenbanken mit Informationen zur Strassencharakteristik
- Überprüfung des Status Quo der landesweiten Anordnung von zulässigen Geschwindigkeiten
- Untersuchung von Verbesserungspotenzialen z. B. hinsichtlich aus verknüpfter Datenauswertung abgeleiteter, angepasster Geschwindigkeitsempfehlungen (z. B. Tempo 60 in Kurven bei Regen und Dunkelheit)
- darauf aufbauend Review der aktuell gültigen Normen, Gesetzgebung und Regelungen zur Anordnung von Geschwindigkeitsbeschränkungen; Unterstützung bei Entwicklung/Umsetzung des „Safe System“-Ansatzes in Bezug auf selbsterklärende Strassen (Entwurfskategorien) oder Mindeststandards Verkehrssicherheit
- Prüfung von Möglichkeiten zur einfachen Erfassung von tatsächlichen Geschwindigkeiten an der Strasse (u. a. Seitenradar, Geschwindigkeitsprofile von Navigationsanbietern)

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
Das Potenzial dieser Massnahmen liegt einerseits in der Unterstützung anderer Massnahmenansätze. Andererseits lassen sich durch die Überprüfung der Geschwindigkeitsregelungen und daraus abgeleiteter Anpassungen im Netz auch Unfallreduktionen herbeiführen. Eine Abschätzung kann an dieser Stelle allerdings nicht erfolgen.			
Zeithorizont	kurzfristig		
Umsetzung	siehe oben		
Trends	unterstützt ggf. zukünftig eingeführte fahrzeugseitige Sicherheitssysteme (vorrangig ISA)		
Effizienz	mittel		
best. Massn.	-		

ORG-M4*Intensivierung der Aus- und Weiterbildung von Fachleuten im Strassenverkehrswesen***Betroffene Unfallsituationen:**

alle Unfälle

Hintergrund:

Die zahlreichen Defizite auf bestehenden Strassen, welche teilweise auch aktuelleren Datums sind, deuten auf eine ungenügende Umsetzung der bestehenden Erkenntnisse zur sicheren Gestaltung der Strasseninfrastruktur hin. Auch wenn die Kenntnisse ggf. vorhanden sind, können im Abwägungsprozess die Belange der Verkehrssicherheit untergehen. Dies zeigt sich an der Notwendigkeit und dem Potenzial, welches z. B. dem Audit (RSA) zugewiesen wird (siehe z. B. [159]).

Diskussion:

Im Rahmen des aktuellen Ausbildungskonzeptes zu den Infrastruktur-Sicherheitsinstrumenten ISSI finden sich auf Stufe 1 die Kurse, welche für ein Grundverständnis der praktischen Verkehrssicherheitsarbeit notwendig sind ([160]).

Ansatz:

Auch wenn das Normenwerk u. U. noch Verbesserungspotenzial aufweist ([128]), wird ein wesentlich höheres Potenzial in Bezug auf die Aus- und Weiterbildung von im Strassenverkehrswesen heute und zukünftig tätigen Fachleuten gesehen (auf allen Ebenen vom Streckenwärter bis hin zum oberen Management). Dies betrifft ein besseres Verständnis des Infrastruktureinflusses auf die Verkehrssicherheit sowie der Möglichkeiten zur Beeinflussung der Verkehrssicherheit in der eigenen täglichen Arbeit. Hiermit sind nicht nur die bereits vorhandenen Sicherheitsbeauftragten oder als Auditoren ausgebildeten Ingenieure gemeint. Es sind alle Fachleute zu adressieren, die in Planung, Projektierung, Bau, Betrieb, Unterhalt und Erhaltung des Strassennetzes tätig sind. Dies beginnt bei der Grundausbildung. Das Thema Verkehrssicherheit spielt in der universitären Ausbildung nur am Rande bzw. in „nicht-verpflichtenden“ Fächern eine Rolle. Gleichzeitig bedarf es eines Know-how Aufbaus bei den aktiven Ingenieuren, so dass Sicherheits-Verbesserungspotenziale (z. B. in der Planung) nicht erst im Audit behandelt werden, sondern schon frühzeitig eine stärkere Berücksichtigung des Themas erfolgt.

Folgende Massnahmenansätze sind u. a. denkbar:

- Pflichtfach praktische Verkehrssicherheitsarbeit in allen Ausbildungen für das Strassenverkehrswesen (u. a. Bauingenieure, Raumplaner)
- Zertifizierung aller Mitarbeiter von Betrieben im Strassenwesen (z. B. Verwaltung und Ingenieurbüros) auf Basis des Ausbildungskonzeptes Stufe 1 ([160])
- verwaltungsinterne Weiterbildung um Verkehrssicherheitskurse erweitern
- Umsetzung ISO 39001:2012 – Road Traffic Safety (RTS) Management Systems für private und öffentliche Organisationseinheiten prüfen und als Anforderung in Projektausschreibungen übernehmen

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
Hier lässt sich nur bedingt ein konkretes Unfallreduktionspotenzial abschätzen. Die Relevanz im gesamten Lebenszyklus der Strasseninfrastruktur wird aber als hoch erachtet.			
Zeithorizont	kurzfristig		
Umsetzung	siehe oben		
Trends	-		
Effizienz	hoch		
best. Massn.	<i>Via sicura 311, VESIPO Q01/Q07</i>		

ORG-M5 Grenzwerte für Fussgängerunfälle festlegen ("Fussgänger-Unfallschwerpunkt")**Betroffene Unfallsituationen:**

Fussgängerunfälle

Hintergrund:

Auffälligkeiten an Fussgängerstreifen oder anderen punktuellen Querungsstellen des Fussgängerverkehrs müssen zeitnah identifiziert und saniert werden. Auch unabhängig von der Überprüfung aller FGS sind über eine Art Monitoring Fussgängerunfälle frühzeitig zu detektieren und im Detail zu analysieren. Die aktuellen ISSI bieten hierfür noch keinen Ansatzpunkt.

Diskussion:

In der deutschen Richtlinie zur Arbeit der Unfallkommissionen ist aktuell ein Grenzwert für das linienhafte Auftreten von Fussgängerunfällen enthalten ([201]).

Ansatz:

Aufgrund der besonderen Bedeutung und Schwere von Fussgängerunfällen könnten spezifische Grenzwerte für Fussgängerunfälle im Rahmen des Black Spot Managements diskutiert werden. In Frage kommen jeweils eine punktuelle (für FGS) und eine linienhafte Definition. Aus den Einzelfallanalysen der FGS erscheinen zwei Unfälle mit Personenschaden an FGS in 6 Jahren im Radius von 5 m um einen Fussgängerunfall an FGS als eine mögliche Ausgangsbasis für die Fachdiskussion (punktuelles Kriterium). Diese Anzahl reicht bereits aus, um effektive Massnahmen für den Fussgängerschutz volkswirtschaftlich zu begründen.

Da in den meisten Kantonen auch die Orte der FGS bekannt sind, wären punktuelle Grenzwerte für alle Unfälle in einem Radius um einen FGS denkbar. Dort könnten weitere Unfalltypengruppen in die Grenzwertberechnung einbezogen werden, wie z. B. Auffahrunfälle (welche ebenfalls aus einem Konflikt mit querenden Fussgängern resultieren können).

Ein erhöhter statistischer Aufwand für die Abgrenzung von statistischen Zufälligkeiten (wie häufig bei solchen kleineren Unfallzahlen notwendig) wird nicht als notwendig erachtet. Es geht vor allem darum, eine Überprüfung z. B. anhand eines RSI an auffälligen Stellen zu initiieren.

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
2165 $U_{(G+SV+LV)}$ (32% $U_{(G+SV)}$) 260 $U_{(SS)}$	5%	50%	54 $U_{(G+SV+LV)}$ /a

vereinfachte Wirksamkeitsabschätzung anhand Unfallanalyse

Zeithorizont	kurzfristig
Umsetzung	Anpassung SN 641 724 (BSM, Unfallschwerpunkt-Management) Verschärfung der rechtlichen Bedeutung durch Verpflichtung zum Nachweis einer Unfall- und Situationsanalyse an der identifizierten Stelle Integration in VUGIS und Bereitstellung Unfallschwerpunkte für Kantone
Trends	-
Effizienz	hoch (aber auch abhängig von notwendiger Sanierung)
best. Massn.	VESIPO Konkretisierung K31

ORG-M6 Erhöhung von Anforderungen zur Gestaltung von Fussgängerstreifen**Betroffene Unfallsituationen:**

Fussgängerunfälle
(an Fussgängerstreifen)

Hintergrund:

Die bisherigen Anforderungen an Sichtbeziehungen sind stark auf Fussgänger ausgerichtet, welche sich 0,50 m entfernt vom Fahrbahnrand aufstellen. Die neue FGS-Norm (SN 640 241:2016) erweitert diesen sogenannten Annäherungsbereich auf 1 m. Beide Masse werden als zu gering eingeschätzt, da vermehrt auffällige FGS identifiziert wurden, die:

- Sichthindernisse (Bewuchs, Häuser etc.) in ca. 1 m - 1,5 m Entfernung zum Fahrbahnrand aufwiesen und bei denen
- die begründete Vermutung der Beteiligung von „laufenden“ oder „rennenden“ Fussgängern sowie fehlender Orientierung der Fussgänger am Fahrbahnrand besteht.

Vor allem Kinder sind aufgrund ihres Verhaltens (Unachtsamkeit, Rennen/Laufen) an auch gut ausgestatteten FGS auffällig und hinsichtlich ihres Verhaltens für „Unachtsamkeit“ und „Rennen“ bekannt ([207]). Vereinzelt sind aufgrund der Randbebauung ausreichende Sichtweiten auf die Fussgänger in den Seitenräumen nicht möglich.

Diskussion:

Ausreichende Sichtbeziehungen zwischen querenden Fussgängern und den fliessenden Verkehr sind essentiell für das sichere Queren ([178], [180], [188]). Genau diese Anforderung wird aber auch am häufigsten in der Praxis nicht optimal erfüllt (siehe u. a. [202]). Aufgrund des Vortritts der Fussgänger bedarf es deren rechtzeitige Wahrnehmung durch die Fahrzeuglenkenden. Wahrscheinlich aus diesem Grund werden bspw. in einer Untersuchung bei [203] Sichtweiten von bis zu 2 m vom Fahrbahnrand in den Seiten-/Warteraum hinein gefordert. Da dies nicht immer gewährleistet werden kann, bietet sich manchmal auch eine leichte Versetzung des FGS (<10m) gegenüber der Wunschlinie der Fussgängerquerung und deren Durchsetzung mit Geländern an (u. a. [18]). Dieser Versatz ist auch im Bereich der Mittelinsel bzw. in der Mitte der Fahrbahn denkbar und wird im englischsprachigen Raum vereinzelt unter dem Begriff „danish offset“ erwähnt ([204], [206]). Bekannt ist dieses Führen des „Blicks“ von querenden Fussgängern bei Gleisquerungen (Z-Querung, siehe z. B. [205]).

Ansatz:

Aufgrund des Vortritts der Fussgänger bedarf es einer frühzeitigeren Wahrnehmung der querenden Fussgänger durch die Fahrzeuglenker, was durch erhöhte Anforderungen an die Sichtweiten bei FGS in den Seitenraum hinein unterstützt werden kann.

Ein erweitertes Sichtweitenkriterium an FGS ermöglicht die frühzeitige Orientierung der Fahrzeuglenker (z. B. Sichtweiten mind. 2 m in den Seitenraum hinein). Wenn dieses zweite Sichtweitenkriterium nicht gewährleistet werden kann, sind ergänzende Massnahmen zur Sicherung des querenden Fussgängerverkehrs notwendig (z. B. LSA) oder die Wegnahme des FGS in Betracht zu ziehen.

Unterbrechungen in den direkten Laufwegen der Fussgänger – sowohl am Fahrbahnrand als auch auf Mittelinseln – stellen eine weitere Massnahme dar. Hierzu wird die direkte bzw. senkrechte Querungen über Geländer oder Einbauten (Hochborde) gesperrt und der Fussgänger in Gegenrichtung des anliegenden Fahrzeugverkehrs gelenkt (analog „Z-Querung). Dies wird vor allem an stark frequentierten Gehrouten empfohlen (Schulwege, Gebäude- oder Biergartenzugang etc.).

Weitere Anforderungen, welche eine Verschärfung der aktuellen FGS-Norm (SN 640 241:2016) darstellen, lassen sich auf Basis der hier vorliegenden Untersuchung ableiten:

- keine Anordnung von FGS auf Ausserortsstrassen
- keine Anordnung von FGS bei einem Tempolimit von mehr als 50 km/h
- keine Anordnung von FGS in Kurven
- keine Anordnung von FGS bei mehr als einem Fahrstreifen je Fahrtrichtung⁴⁶
- keine Möglichkeit der Ausserkraftsetzung von Forderungen der SN durch Erstellung eines verkehrstechnische Berichts⁴⁷ (Stärkung der Angaben in der Norm)

Weiterhin sollten maximale Belastungswerte für den querenden MIV an FGS im Rahmen von Forschungen ermittelt und dann in die Norm aufgenommen werden (siehe hierzu auch Kapitel 6.2). Die Gleichsetzung von Tempolimit und v_{85} -Geschwindigkeit wird als kritisch angesehen, da diese selten auf dem gleichen Niveau liegen. Daher sollte die Sichtweiten immer auf Basis der v_{85} -Geschwindigkeit festgelegt werden.

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
850 $U_{(G+SV+LV)}$ (31% $U_{(G+SV)}$)	1-3%	20-40%	2-10 $U_{(G+SV+LV)}$ /a
100 $U_{(SS)}$			

vereinfachte Wirksamkeitsabschätzung anhand Unfallanalyse und der genannten Literatur

⁴⁶ Die Forderung der SN 640 241:2016 nach dem Einsetzen einer Mittelinsel bei mehr als einem Fahrstreifen je Fahrtrichtung wird als wenig praxisrelevant eingeordnet (ausserdem werden damit auch ggf. neue Gefahren durch die eher unübliche Massnahme einer Mittelinsel zwischen gleichgerichteten Fahrstreifen geschaffen).

⁴⁷ Welche Massnahmen sollen in einem verkehrstechnischen Bericht gefunden werden, die nicht schon in der Norm dokumentiert und empfohlen sind?

Zeithorizont	kurz-/mittelfristig
Umsetzung	Diskussion im zuständigen VSS-Gremium im Sinne einer Anpassung der Fussgängerstreifennorm parallele Information Strasseneigentümer (Medienmitteilung) kantonale Sonderregelungen/Leitlinien, welche die Forderungen der Norm ergänzen Ergänzung Curriculum RSI+RSA-Schulung
Trends	-
Effizienz	hoch
best. Massn.	VESIPO Konkretisierung K31

ORG-M7 (Mit-)Finanzierung einer verkehrssicheren Strasseninfrastruktur**Betroffene Unfallsituationen:**

alle Unfälle

Hintergrund:

Die gefundenen Sicherheitsdefizite in den Analysen deuten auf Probleme bei der Umsetzung von bekannten Sicherheitsmassnahmen bzw. ganz generell auf die Gewährleistung einer sicheren Strasseninfrastruktur hin. Ein Teil dieses Problems stellt u. a. auch die Finanzierung von Massnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit dar.

Diskussion:

Die Finanzierung von Verkehrssicherheitsmassnahmen stellt in allen Ländern ein Problem dar, für das es unterschiedliche Lösungsansätze gibt ([241]). Hinweise in der Literatur fokussieren häufig einkommensschwache Länder, trotzdem sind ausgewählte Ideen auch für die Schweiz hilfreich (u. a. [239]). Internationale Erfahrungen und Vorgehensweisen betreffen u. a.:

- Der Bund finanziert Sanierungsprogramme für Unfallschwerpunkte für die sich die nachgeordneten Strasseneigentümer bewerben können (u. a. [242], [243]). Dabei wird das Geld nach verschiedenen Kriterien verteilt wie z. B. bei [243] zu je einem Drittel auf Stellen mit hoher Unfalldichte, Unfallrate und erhöhter Häufigkeit von Getöteten.
- Reinvestition eines Anteils der Prämien einer (teilstaatlichen) Haftpflichtversicherung in Sicherheitsmassnahmen (Australien, siehe [239])
- Aufschläge auf den Verkauf von Reifen zur Finanzierung von Verkehrssicherheitsmassnahmen (Korea, [239])
- Komplette Verwendung der Einnahmen aus Bussen für Verkehrssicherheit (Vietnam, siehe [239])
- Finanzielle Unterstützung polizeilicher Verkehrsüberwachung durch die Strasseneigentümer in Schweden (siehe [241])
- Empfehlung der Weltbank zur Schaffung einer unabhängigen Institution, welche Gelder für Sicherheitsmassnahmen verteilt ([241])
- Empfehlungen zur Finanzierung über u. a. Aufschläge auf Versicherungen, Anteile aus Strassenbenutzungsgebühren, Aufsetzen von Infrastrukturfonds für Verkehrssicherheit oder private Sponsoren ([239], [240], [241])

Eine deutliche Aussage findet sich bei der Weltbank zu den Budgets für Unterhalt und Erhaltung: „Maintenance is often not effective for road safety and is carried out for other purposes which may not benefit road safety.“ (Unterhalt/Erhaltung ist häufig nicht effektiv für die Verbesserung der Verkehrssicherheit und wird aus anderen Gründen durchgeführt, von denen die Verkehrssicherheit nur bedingt profitiert). In diesem Zusammenhang wird empfohlen, entweder einen exakten Anteil des Unterhaltsbudgets für Verkehrssicherheit zu verwenden (z. B. 15% laut [239]) oder diesen Teil getrennt vom Unterhalt separat über andere Organisationseinheiten der Verkehrssicherheitsarbeit zuzuführen (siehe auch Empfehlung zu einer unabhängigen Institution für Verteilung der Finanzierung).

Ansatz:

Es wird empfohlen, vorhandene Gelder noch stärker an die Gewährleistung einer sicheren Strasseninfrastruktur zu koppeln und deren effektive Verwendung zu prüfen. Folgende Ansätze kommen in Betracht:

- Konzeption eines Unfallschwerpunktprogramms von Seiten des Bundes/ASTRA bei dem sich Kantone und Gemeinden um Budgets (Zuschuss) für die Sanierung von Unfallschwerpunkten bewerben können. Die Bewertung kann u. a. auf Basis der jährlich durch das ASTRA bereitgestellten Liste der schweizweiten Unfallschwerpunkte erfolgen.
- Festlegung eines Anteils der Einnahmen aus Strassenbenutzungsgebühren, Kraftfahrzeug- oder Kraftstoffsteuer für Infrastrukturmassnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit (keine Finanzierung von der vorhergehenden Pilotanalysen oder Konzeption von Sanierungsmassnahmen → Zwang zur Verbesserung des Know-how)
- Beteiligung privater Firmen an der sicheren Erschliessung ihrer Liegenschaften an das öffentliche Strassennetz
- Stärkere Integration von Verkehrssicherheitsaspekten und deren Zielerreichung im Nachgang in Förderprogrammen zur Strasseninfrastruktur (u. a. Einforderung Sicherheitsaudit; z. B. beim Ausbau des öffentlichen Verkehrs)

Potenzial* [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
1.900 $U_{(G+SV+LV)}$ (28% $U_{(G+SV)}$)	5%	75%	70 $U_{(G+SV+LV)}$ /a

* Potenzialabschätzung erfolgt beispielhaft für ein vom Bund gefördertes Unfallschwerpunktprogramm für 10 USP jährlich (Basis Unfallschwerpunkte in der Schweiz 2014)

Zeithorizont	kurzfristig
Umsetzung	Schaffung gesetzliche Grundlagen initiieren
Trends	Ein Nebeneffekt des Sponsorings von Sanierungsmassnahmen besteht in der indirekten Förderung einer objektiven und zielgerichteten Sicherheitsarbeit z. B. in Bezug auf das BSM (um Anforderung des Sponsorings zu genügen).
Effizienz	mittel/hoch
best. Massn.	-

ORG-M8 Anpassung der Klassifizierung der Unfalltypen**Betroffene Unfallsituationen:**

alle Unfälle

Hintergrund, Diskussion und Ansatz:

Im Rahmen der Analysen wurde anhand verschiedener Beispiele Möglichkeiten zur Optimierung der Unfalltypendefinition deutlich, welche im Folgenden stichprobenhaft beschrieben sind:

- Im Bereich der Anschlüsse auf Hochleistungsstrassen führen wahrscheinlich plötzliche Fahrmanöver aufgrund der Verkehrssituation zu Schleuder-/Selbstunfällen (Fahrstreifenwechsel aufgrund zu- und abfließenden Verkehrs). Die nach aktuellen Vorgaben zutreffende Klassifizierung dieser Situation als UTG 0 ist irreführend. Die auslösende Konfliktsituation entspricht eher der UTG 1 (Überholen/ Fahrstreifenwechsel), auch wenn es letztendlich zu keiner Kollision mit einem anderen Verkehrsteilnehmer kam. Relevant für die Massnahmenfindung ist der auslösende Konflikt, weniger die darauf folgende Kollision. Aufgrund der Verkehrssituation ausgelöste Konflikte, unabhängig von der Kollision, sind nicht dem UTG 0 sondern anderen UTGs zuzuordnen.
- Die Unfalltypengruppe 6 (Frontalkollision) entspricht in Bezug auf die auslösende Konfliktsituation der Unfalltypengruppe 0 (Schleuder-/Selbstunfälle). Beide tauchen auch an ähnlichen Streckenabschnitten auf. Die UTG 6 ist letztendlich ein UTG 0 bei dem zufällig ein anderes Fahrzeug im Gegenverkehr während des Unfallhergangs auftaucht und es zur Kollision kam. Somit können die vorgeschlagenen Massnahmenansätze für UTG 0 in ähnlicher Weise für UTG 6 zur Anwendung kommen.
- Ein ähnlicher Sachverhalt betrifft die Auffahrunfälle und die UTG 345 (Vortrittsunfälle). Ab- oder einbiegende Fahrzeuge fallen immer wieder bei den Auffahrunfällen auf, was auch ähnlich auffällige Netzbereiche in den Netzanalysen unterstreichen. Massnahmenansätze zur Verbesserung von Ein- und Abbiegevorgängen betreffen somit häufig auch die Auffahrunfälle in den Knotenzufahrten.

Eine Anpassung der Klassifizierung der Unfalltypen auf die auslösende Konfliktsituation statt auf die resultierende Kollision würde die Ableitung von Massnahmenansätzen zur Unfallvermeidung verbessern.

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
Alle Unfälle	Massnahmen zur Sanierung oder Neu-/ Umbau	verbesserte Massnahmenidentifizierung und Nutzenabschätzung bei Massnahmenplanung	

Potenzial und Wirksamkeit lassen sich für diese Massnahmen nicht quantifizieren.

Zeithorizont	mittelfristig
Umsetzung	-
Trends	-
Effizienz	hoch
Best. Massn.	Konkretisierung Via sicura 608

5.5 Fahrzeugtechnik

FAS-M1

Förderung und/oder Sanktionierung des Einsatzes von ISA in Fahrzeugen unterstützt mit der Förderung der Infrastruktur für Car-to-X Schnittstellen

Betroffene Unfallsituationen:

Unfälle in Abhängigkeit des Szenarios (A-D)

Hintergrund:

Infrastrukturellen Massnahmen sind bestimmte Grenzen gesetzt (u. a. Kosten für netzweite Umsetzung, geringer Einfluss auf „Schnellfahrer“). Die Überwachung der Geschwindigkeiten ist aus organisatorischen und aufwandstechnischen Gründen ebenfalls in ihrer netzweiten Umsetzung eingeschränkt. Daher bedarf es ergänzender fahrzeugseitiger Massnahmen, um den negativen Einfluss der Geschwindigkeit auf die Verkehrssicherheit zu reduzieren.

Diskussion:

Intelligent Speed Adaption ISA ist seit den frühen 80iger Jahren eines der (zumindest theoretisch) am besten erforschten Fahrerassistenzsysteme. Laut [130] existieren 4 Stufen, welche zunehmend in die Geschwindigkeitswahl des Lenkers eingreifen:

- Stufe 1 – Information (nur Display z. B. im Navigationssystem)
- Stufe 2 – Warnung (bei Überschreitung des Tempolimits)
- Stufe 3 – Physische Rückmeldung (z. B. haptische Rückmeldung über das Gaspedal)
- Stufe 4 – Automatische Begrenzung (keine Überschreitung Tempolimit möglich)

Angaben zum Unfallreduktionspotential variieren z. T. stark, werden häufig auf Basis von Geschwindigkeits-Unfall-Modellen getroffen und sind ausserdem von der Marktdurchdringung abhängig:

- In [131] werden korrigierte Werte zwischen 0 und 12% Reduktion der Personenschadensunfälle angegeben, basierend auf einer schwedischen Studie. Das schlechteste Nutzen-Kosten-Verhältnis mit 1,6 ergibt sich für eine 100%ige Marktdurchdringung. Werden nur Risikogruppen (höchstes Potenzial) wie z. B. 18-20-jährige Lenkende oder nur Berufsfahrende („professional drivers“) mit ISA versorgt, erhöhen sich die N-K-Verhältnisse auf 2,55 bis 5,43. ISA wird als das effektivste, aktuell erhältliche FAS eingeordnet.
- In einer Literaturstudie von TRL für die EU ([132]) wurden Reduzierungen der Unfälle/Verletzen zwischen 0,7-3,6% (Systeme der Stufe 1 und 2) und 36% (Systeme der Stufe 4 mit Anpassung an Wetter und Situation) dokumentiert.
- In [133] wird bei einer freiwilligen Verbreitung („market driven“) von Reduktionen im Bereich 4%/8%/13% (jeweils Unfälle mit leichtem und schwerem Personenschaden sowie mit Getöteten) und bei einer aktiven Einführung (regulatory scenario) von Reduktionen zwischen 15%/25%/30% respektive ausgegangen.
- Hinsichtlich der ISA-Stufen werden Rückgänge bei den Personenschadensunfälle von 2,7%/12%/28,9% (Stufe 2/3/4) angegeben.
- Das European Traffic Safety Council propagiert mittlerweile Reduzierungen der Unfallzahlen von 30% und der Getötetenzahlen von 20% ([134]).

Wesentliche Umsetzungskriterien sind laut [135] die technische Realisierung, die Anwendung im gesamten Strassennetz (flächendeckende Datengrundlagen notwendig), die Akzeptanz bei den Anwendern sowie generell in der Politik und der Öffentlichkeit ([135]). Tatsächlich sind die technischen Gegebenheiten zumindest für die ersten Stufen mittlerweile vorhanden, Hinweise und Warnungen in Navigationsgeräten oder die automatische Verkehrszeichenerfassung kommen bereits zur Anwendung (u. a. [136]).

Auf europäischer Ebene wird aktuell die iSafer-Kampagne durchgeführt. Ziel ist die Information zu best practice Ansätzen zur Reduzierung von Geschwindigkeitsunfällen. Dabei besteht ein spezieller Fokus auf ISA und dessen Umsetzung auf europäischer und nationaler Ebene ([137]).

In Schweden wurde bereits 2005 mit der Einführung von ISA-Systemen in gewerblichen Fahrzeugen begonnen, mittlerweile sind 16.000 Systeme verbaut. Eine Befragung der Anwender ergab meist positive Rückmeldungen. Dies wird auf die Anforderungen in Ausschreibungen (in Verträgen mit öffentlichen Auftraggebern zur Bereitstellung von Fahrzeugflotten wie z. B. Schulbussen wird der Einbau von ISA gefordert) sowie der möglichen Überwachung der Berufsfahrenden ([138]) zurückgeführt. In Belgien wurde 2013 beschlossen, bei öffentlichen Aufträgen ISA in den Fahrzeugflotten einzufordern ([139]). Von Seiten des ETSC wird empfohlen, dass europäische Fahrzeugstandards die ISA-Stufen 1 bis 3 verpflichtend einfordern ([134]). Aktuell wird bereits ein zusätzlicher Stern in der NCAP-Bewertung für Fahrzeuge mit ISA vergeben ([140]). Wiederholt auffälligen Fahrzeuglenkenden („Raser“) sollte der Einbau eines ISA-Systems als Gegenleistung zur Wiedererlangung des Fahrausweises in Aussicht gestellt werden ([141]). Der Einsatz von ISA wurde ebenfalls in Motorrädern getestet, auch wenn dort die Akzeptanz der Motorradlenkenden erwartungsgemäss niedriger ist ([142]).

Ansatz:

ISA-Systeme sind technisch umsetzungsreif (zumindest in den unteren Beeinflussungsstufen). Sie sind nachweislich effektiv und effizient in ihrer Wirksamkeit in Bezug auf eine Reduzierung des Unfallgeschehens. Ein wesentlicher Vorteil ist deren 24/7-Einsatz auch in Schwachlastzeiten, in denen üblicherweise temporäre Geschwindigkeitsüberwachungen nicht stattfinden. Die Wirksamkeit kann noch gesteigert werden, in dem durch entsprechende Datenbanken von Seiten der Strasseneigentümer, lokale und aktuelle Informationen zur Beurteilung einer angepassten Geschwindigkeit bereitgestellt werden.

Konkrete Massnahmen betreffen damit:

- Beteiligung an Initiativen auf europäischer Ebene zur Umsetzung von ISA

- Aufbau (oder Unterstützung von gewerblichen Kartendiensten) einer schweizweiten Datenbank mit Informationen zu bestehenden Tempolimits
- Erweiterung der Datenbank um Hinweise zu situationsbedingt angepassten Geschwindigkeitsempfehlungen
- Förderung von Regelungen, welche die Vergabe von öffentlichen Aufträgen nur an Firmen ermöglicht, welche ISA-Systeme (Stufe 3 oder 4) in ihrer Fahrzeugflotte verbaut haben (u. a. Logistikunternehmen, Baustellenfahrzeuge, Schulbusse, Reisebusse)
- Etablierung einer Regelung, welche den Einbau von ISA-Systemen der Stufe 4 (keine Überschreitung Tempolimit möglich) bei Wiederholungstätern in Bezug auf Geschwindigkeitsübertretungen oder sonstige ADMAS-Massnahmen mit Geschwindigkeitsbezug vorschreibt (ggf. im Austausch für eine frühere Wiedererlangung des Fahrausweises nach dessen Entzug)
- Etablierung einer Regelung, welche den Einbau von ISA-Systemen der Stufe 2/3 (Warnung, haptische Rückmeldung) bei Junglenkenden (18-24 Jahre) aufgrund deren erhöhten Gefährdungslage ermöglicht bzw. zwingend vorschreibt
- Etablierung einer gesetzlichen Vorschrift zum Einbau von ISA-Systemen mindestens der Stufe 2 in allen Neufahrzeugen (in Orientierung an den anvisierten Regelungen auf europäischer Ebene)
- Prüfung und Förderung von Car-to-X Schnittstellen in unfallauffälligen Bereiche:
 - u. a. verbesserte Kartendaten mit Informationen zu Trassierung (Radien, Radienabfolge, Gradient),
 - Verarbeitung von Informationen flussabwärts fahrender Fahrzeuge (z. B. sicherheitskritisches Fahrverhalten anhand von Konfliktparametern) sowie
 - die Berücksichtigung von Umfelddaten zu Dunkelheit, Niederschlägen oder Temperatur

Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich*	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
A: 332 $U_{(G+SV+LV)}$ (19% $U_{(G+SV)}$) >1000 $U_{(SS)}$	A: 75% B: 50%	A: 30% B: 10%	A: 75 $U_{(G+SV+LV)}/a$ B: 160 $U_{(G+SV+LV)}/a$
B: 3.215 $U_{(G+SV+LV)}$ (20% $U_{(G+SV)}$) 9.700 $U_{(SS)}$	C: 100% D: 25%	C: 15% D: 1%**	C: 40 $U_{(G+SV+LV)}/a$ D: 45 $U_{(G+SV+LV)}/a$
C: 275 $U_{(G+SV+LV)}$ (20% $U_{(G+SV)}$) >5.000 $U_{(SS)}$			
D: 17.500 $U_{(G+SV+LV)}$ (22% $U_{(G+SV)}$) ~55.000 $U_{(SS)}$			

*hier: Marktdurchdringung

** „quasi Platzhalter“ um untere Grenze zu visualisieren (aufgrund grosser Bandbreite der Wirksamkeiten aus der Literatur zw. 0-x%)

A – Unfälle mit Beteiligten, die mehr als zwei ADMAS-Massnahmen im Bereich Geschwindigkeit aufweisen (System Stufe 4)

B – Junglenkende im Alter von 18-24 Jahren (System Stufe 3)

C – 20% der Unfälle im Wirtschaftsverkehr ohne privaten Schulwegverkehr (System Stufe 3 oder 4)

D – alle Unfälle (System Stufe 2)

Alle Abschätzungen erfolgen ohne Berücksichtigung der Schleuder-/Selbstunfälle im Veloverkehr und der Parkierunfälle.

Die Szenarien A bis C überlappen sich.

Zeithorizont	kurzfristig (mittelfristig hinsichtlich Car-to-X Unterstützung)
Umsetzung	siehe oben
Trends	wesentlicher Schritt in Richtung des autonomen Fahrens (vor allem hinsichtlich der unterstützenden Infrastruktur, siehe [134])
Effizienz	mittel – hoch
best. Massn.	VESIPO K55/K57/M11/Q09

FAS-M2**Förderung Fahrerassistenzsysteme FAS – Fokus Abstand, Bremsen und Car-to-X-Kommunikation****Betroffene Unfallsituationen:**

Auffahrunfälle (auf Autobahnen)

Hintergrund:

Bei Auffahrunfällen sind häufig mehr als zwei Fahrzeuge in einem Unfall verwickelt. Geringe Abstände, Unaufmerksamkeit, Ablenkung sowie Sichtverdeckung der Bremslichter weiter stromabwärts begünstigen diese Unfallsituation. Auffahrunfälle sind in hohem Masse durch Einschränkungen der Aufmerksamkeit bzw. Ablenkung beeinflusst. Damit weist dieser Unfalltyp ein im Vergleich hohes Einflusspotenzial für Fahrerassistenzsysteme auf, da eine plötzliche Reaktion der Lenkenden notwendig ist.

Diskussion:

Zahlreiche FAS stehen im Bereich Abstandshaltung und Bremsunterstützung zur Verfügung: Das sind u. a. Adaptiv Cruise Control ACC, Collision Avoidance System CAS (auch in Kombination mit ACC), Staufolgeassistent (aktuell in Entwicklung als Nachfolger des ACC+CAS), Bremsassistent, elektronisches Bremslicht (car-to-car) und alle sonstigen Systeme mit Warnung zu u. a. Hindernissen, Stauenden oder liegendebenen Fahrzeugen ([148]-[153]).

Die Wirksamkeiten streuen stark. In [152] werden Sicherheitsverbesserungspotenziale zwischen 6,1% und 19,6% für verschiedene Notbremsassistenten und Fahrzeugarten angegeben. Der höchste Wert bezieht sich auf alle Personenwagenunfälle mit einem System, welches auch stehende Fahrzeuge am Stauende erkennt. In [148] wird für ein kombiniertes System aus ACC und CAS ein Reduktionspotenzial von 35% bezogen auf PW-Auffahrunfälle angegeben. In [131] wird sogar von Rückgängen von bis zu 50% der Auffahrunfälle ausgegangen.

Grundsätzlich erfolgt die Entwicklung und Umsetzung der FAS stark durch Systemkomponenten innerhalb des Fahrzeugs und ist letztendlich marktgetrieben. Es wird davon ausgegangen, dass das automatisierte und autonome Fahren grundsätzlich ohne strassenseitige Infrastruktur möglich ist ([156]). Da die Kosten für strassenseitige Systeme als zu hoch eingeschätzt werden, wird stärker auf in-vehicle-Systeme fokussiert ([155]). Allerdings kann die Leistung von FAS durch strassenseitige Systeme noch weiter erhöht werden (z. B. Unfall- oder Stauwarnung stromabwärts als Grundlage für u. a. strategische Entscheidungen). Folgende Möglichkeiten der Unterstützung durch die öffentliche Hand bzw. die Strasseneigentümer werden in [154]-[156] genannt:

- Finanzierung über direkte oder indirekte über Anreize (incentives)
- Erleichterung der Einführung durch Unterstützung bei Rechtsfragen (liability) zum Beispiel bezüglich:
 - Einrichtung eines Fonds, um Rechtsansprüche aus dem fehlerhaften Einsatz von FAS zu bedienen,
 - Anpassung der Gesetzgebung,
 - politisches Bekenntnis zu FAS,
 - Förderung der Akzeptanz bei den Verkehrsteilnehmenden oder
 - Überprüfung und Nachweise der Nutzen aus FAS
- Technische Beteiligung:
 - Bereitstellung von Testfeldern im realen Verkehrsgeschehen inkl. ggf. notwendiger gesetzlicher Regelungen,
 - Bereitstellung einer Einführungsstrategie,
 - Förderung oder Auslösen von Standards für zum Beispiel Schnittstellen in Bezug auf Car-to-Infrastructure oder dynamisches Mapping mit Informationen zu Baustellen
- Anpassung der Infrastruktur:
 - Sonderfahrstreifen für FAS-Fahrzeuge,
 - strassenseitige Kommunikationsschnittstellen,
 - Verkehrsinformationen,
 - Gewährleistung des notwendigen Zustands der strassenseitigen Signalisierung (z. B. sind gut erkennbare Markierungen für einzelne FAS von hoher Wichtigkeit)

Der volkswirtschaftliche Nutzen kann grob in die Bereiche Verkehrssicherheit, Leistungsfähigkeit, Umweltverträglichkeit sowie die wirtschaftliche Stimulierung von z. B. der Zuliefererindustrie eingeteilt werden. Vor allem der letzte Punkt beschränkt sich nicht nur auf die klassische Automobilindustrie sondern auf eine Vielzahl anderer Wirtschaftsbereiche (u. a. Versicherungen oder IT; siehe hierzu [156], [157]).

Da Auffälligkeiten der Auffahrunfälle vor allem in den Spitzenzeiten auftreten, wird eine Förderung vorrangig für „Vielfahrende“ empfohlen (Pendler, Wirtschaftsverkehr, Taxis).

Ansatz:

FAS werden sich kurz- oder langfristig auch ohne Unterstützung der Strasseneigentümer bzw. mit geringer Unterstützung der öffentlichen Hand etablieren und ihren Nutzen für die Verkehrssicherheit ausspielen. Es ist keineswegs klar, wann dies passieren wird, vor allem in Hinblick auf die Vollautomatisierung des Fahrens (wie auch die schwierige Situation mit der Verbreitung von Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb zeigt). Eine verlässliche Abschätzung der Unfallreduktionspotenziale erscheint bisher nur bedingt möglich, wie die hohe Bandbreite an Angaben der Literatur verdeutlicht.

Einerseits besteht also weiterhin ein hoher Bedarf, die Potenziale von Infrastrukturverbesserung für die kurz- und mittelfristige Verkehrssicherheitssituation auch zu nutzen. Autobahnen stellen andererseits mit ihrer im Vergleich zu Innerortsstrassen geringeren Komplexität ein gutes Testfeld dar, um Entwicklung zu begleiten und hier ggf. eine Vorreiterrolle zu übernehmen. Die starken Überlastungen einzelner Bereiche des Schweizer Autobahnnetzes, die damit einhergehenden erhöhten Risiken für Auffahrunfälle sowie die Kosten für Zeitverluste und Schadstoffemissionen bieten genügend Ansatzpunkte, um die Potenziale der FAS und des teilautomatisierten Fahrens auszuloten.

Die Angaben zum Reduktionspotenzial sind nur beispielhaft zu sehen, um einerseits die positiven Auswirkungen exemplarisch abzuschätzen und um andererseits zu verdeutlichen, dass FAS in naher Zukunft noch kein Allheilmittel für die Verkehrssicherheitsprobleme darstellen.

Potenzial* [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
856 U _(G+SV+LV) (9% U _(G+SV)) >3.300 U _(SS)	100%	15%	130 U _{(G+SV+LV)/a}
* Die Auffahrunfälle auf Autobahnen stehen hier nur exemplarisch für einen Teil des durch FAS zu beeinflussenden Unfallgeschehens (vereinfachte Wirksamkeitsabschätzung anhand Unfallanalyse und der genannten Literatur). Das Beispiel soll auch verdeutlichen, dass FAS in naher Zukunft noch keine Allheilmittel für die bestehenden Verkehrssicherheitsprobleme darstellen.			
Zeithorizont	kurz-/mittel-/langfristig		
Umsetzung	<i>siehe oben</i>		
Trends	Die Entwicklungen sollten beobachtet werden, um Anforderungen für Gesetzgebung, Versicherungen und Strasseneigentümer frühzeitig aufnehmen und an deren Umsetzung arbeiten zu können.		
Effizienz	mittel/hoch		
best. Massn.	Konkretisierung VESIPO K41/K52/K58/K59/Q09		

FAS-M3	Förderung Fahrerassistenzsysteme FAS – Fokus Rückwärts-Ausparken (Ausparkhilfe)		
Betroffene Unfallsituationen: Fussgänger- und Velounfälle mit rückwärtsfahrenden Fahrzeugen Parkierunfälle beim Rückwärtsfahren			
Hintergrund: Das Rückwärtsausparken an Schräg- und Senkrechtparkständen ist auffällig, auch in Kombination mit der Beteiligung von Velos und Fussgängern (sowohl am Strassenrand als auch auf Parkflächen). Ältere Verkehrsteilnehmende (PW-Lenker) sind ebenfalls in diesem Zusammenhang auffällig.			
Diskussion: In [152] werden Rückfahrassistenten (Kamera + verschiedene Rückmeldestufen an den Lenkenden) für Personen- und Lastwagen in Bezug auf Kollisionen mit Fussgängern bewertet. Bei allen Personenwagen-Fussgänger-Unfällen wird ein Wirkungspotenzial von 12,9% bei den Lastwagen für die gleiche Situation 27,1% abgeschätzt. Dies basiert auf der Annahme, dass aufgrund der geringen Geschwindigkeiten nahezu alle Unfälle beim Rückwärtsfahren mit Personenschaden für Fussgänger vermieden werden können. Ein Parkassistent mit Rundumsicht für jede Art von Parksituation wird mit einem Unfallreduktionspotenzial von fast 80% in Bezug auf die der Versicherung gemeldeten Schadensfälle bewertet. Solche Systeme wären auch für Parkieranlagen ausserhalb des öffentlichen Strassenraums relevant ([158]). Das Potential ist damit wahrscheinlich grösser, als es die Unfalldaten für das öffentliche Strassennetz vermuten lassen.			
Ansatz: Eine fahrzeugseitige Unterstützung hilft vorrangig den Lenkenden beim sicheren Ausparken (z. B. Sensorik zur Erfassung des Verkehrsablaufs hinter dem Fahrzeug → „Rear Cross Traffic Alert“). Denkbar sind weiterhin akustische Signale, um den Langsamverkehr hinter dem Fahrzeug zu warnen. Die technische Ausstattung hilft auch hinsichtlich einer verbesserten Aufmerksamkeit beim Rückwärtsfahren ausserhalb von Parkplätzen. Auch im fließenden Verkehr verunglücken Fussgänger mit rückwärtsfahrenden Fahrzeugen ([159]). Es ist davon auszugehen, dass schon eine Vielzahl an Fahrzeugen ähnliche Systeme besitzen. Allerdings treten die genannten Unfallsituationen weiterhin auf (vor allem die Unfälle mit Personenschaden). Daher sind u. U. Systeme zu fördern, welche stärker (auch automatisch) in die Steuerung eines Fahrzeugs eingreifen. Ein verpflichtende Einführung dieses FAS anfangs vor allem für ältere Fahrzeuglenkende zielführend. Der Besitz des Fahrausweises könnte an die Ausstattung des Fahrzeugs mit diesem System verknüpft werden. Auf diese Weise profitieren zusätzlich auch andere Lenkende, welche die so ausgestatteten Fahrzeuge mitbenutzen.			
Potenzial [U/a]	Wirkungsbereich	Wirksamkeit (rel.)	Wirksamkeit (abs.)
220 $U_{(G+SV+LV)}$ (31% $U_{(G+SV)}$)	15% ¹	100%	33 $U_{(G+SV+LV)}$ /a
4.800 $U_{(SS)}$	10% ²	80%	385 $U_{(SS)}$ /a
¹ Abschätzung der älteren Lenkenden, welche in einen Unfall beim Rückwärtsfahren mit Fussgänger- oder Velobeteiligung verwickelt sind			
² Abschätzung des Verbreitungsgrades in allen Fahrzeugen			
vereinfachte Wirksamkeitsabschätzung anhand Unfallanalyse und der genannten Literatur			
Zeithorizont	mittelfristig		
Umsetzung	Denkbar sind Regelungen, welche dieses FAS für ältere Lenkende aber einem bestimmten Alter sowie für gewerbliche Fahrzeuge im Auftrag der öffentlichen Hand vorschreibt.		
Trends	-		
Effizienz	mittel		
best. Massn.	-		

5.6 Priorisierung

Die vorgeschlagenen Massnahmen weisen unterschiedliche Verbesserungspotenziale aber auch Aufwände und Umsetzungsdauern auf. Als Orientierung sind in der folgenden Übersicht alle Massnahmenansätze mit ihrem absoluten jährlichen Einsparpotenzial in Bezug auf die Unfälle mit Personenschaden bewertet und mit einer einfachen Priorisierung versehen.

- Massnahmen der **Priorität A** wird eine hohe Effektivität und Effizienz für die Verbesserung der Verkehrssicherheit attestiert.
- Massnahmen der **Priorität B** werden als wichtig aber mit erhöhten Hemmnissen und Aufwänden in der Umsetzung eingeordnet.
- Massnahmen der **Priorität C** wird eine im Vergleich geringere Relevanz für die Verbesserung der Verkehrssicherheit zugewiesen, die Ausführungen sollen aber einen Beitrag zu Fachdiskussion liefern.

Die Massnahmenpriorisierung erfolgt nicht alleinig aufgrund der Höhe der geschätzten Einsparungen. Es werden ebenso die Relevanz für zukünftige Entwicklungen (z. B. Fokus auf Veloverkehr), das Potenzial für die Umsetzung in der Praxis sowie die Adressierung des Umsetzungsdefizits im Sicherheitsmanagement berücksichtigt (so werden bspw. Sonderprogramme und organisatorische Massnahmen im Vergleich höher gewichtet).

Code	Massnahmen	Ein- sparung $U_{(G+SV+LV)/a}$	Prio
INF-M1-	Sonderprogramme Verbesserung Verkehrssicherheit im Bestandsnetz		
	KU Kurven Ausserortsstrassen	260	A
	VF Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA + hoch belastete Grundstückszufahrten	200	B
	LSA Kreuzungen und Einmündungen mit LSA	30	C
	KVP Kreisel	60	B
	VELO Velos an Knoten	165	A
	TÖFF Motorräder	220	B
INF-M2	Standardisierung von Strassen in Planung und Bestand („selbsterklärende Strasse“)	385	A
INF-M3	Ausbau Verkehrsbeeinflussungsanlagen auf HLS	20	B
INF-M4	verkehrstechnische Ausstattung von Tunneln intensivieren	10	B
INF-M5	Entflechtung von Fahrstreifenwechsellvorgängen auf HLS	20	B
INF-M6	Überprüfung und Optimierung Wegweisung auf HLS	<5	C
INF-M7	Erschliessungsgrad an Ausserortsstrassen reduzieren bzw. sicherer gestalten	40	B
INF-M8	Wildunfallmassnahmen	<5	C
INF-M9	Kreisel an Haupttrouten des Zweiradverkehrs vermeiden, Velorouten von Kreiseln abgrenzen	25	B
INF-M10	Intensivierung der Sicherung von Querungsanlagen für Fussgänger	35	B
INF-M11	Reduzierung vortrittsberechtigter nichtsignalisierter Querungshilfen (FGS)	10	A
INF-M12	automatische Fussgängererkennung und dynamische Signalisation	5	C
INF-M13	Strassennetzhierarchie prüfen und nach Sicherheitskriterien anpassen	80	A
INF-M14	Veloroutenplanung nach Sicherheitsaspekten optimieren	290	A
INF-M15	Weiterentwicklung und Umsetzung bestehender Sicherheitsanforderungen für Gewerbe- und Industriegebiete	90	A
INF-M16	Sicherung der Fussgängerquerung von Tramgleisen	8	C

ÜW-M1	Intensivierung stationärer Geschwindigkeitsüberwachung auf HLS	60	B
ÜW-M2	Kampagnen und schwerpunktmässige Überwachung + Aufklärung zur Reduzierung linksfahrender Velos	20	B
ÜW-M3	Intensivierung punktueller Alkoholkontrollen innerorts	5	B
ÜW-M4	Administrativmassnahmen und Sanktionierung hinsichtlich der Verkehrssicherheitsrelevanz optimieren	-	B
ORG-M1	Mindeststandard für sichere Gestaltung definieren (Planung und Bestand)	940	A
ORG-M2	Verbesserung der Sicherung von Autobahnbaustellen	15	B
ORG-M3	Überprüfung angeordneter zulässiger Höchstgeschwindigkeiten und Ableitung Empfehlungen für angepasste Geschwindigkeiten	-	A
ORG-M4	Intensivierung Ausbildung und Weiterbildung von Fachleuten im Strassenverkehrswesen	-	A
ORG-M5	Grenzwerte für Fussgängerunfälle festlegen ("Fussgänger-USP")	55	A
ORG-M6	Erhöhung der Anforderungen zur Gestaltung von Fussgängerstreifen	10	A
ORG-M7	(Mit-)Finanzierung einer verkehrssicheren Strasseninfrastruktur	70	B
ORG-M8	Anpassung der Klassifizierung der Unfalltypen	-	B
FAS-M1	Förderung und/oder Sanktionierung des Einsatzes von ISA	40-160	A
FAS-M2	Förderung Fahrerassistenzsysteme FAS – Fokus Abstand, Bremsen und Car-to-X-Kommunikation	130	C
FAS-M3	Förderung Fahrerassistenzsysteme FAS – Rückwärts-Ausparken (Ausparkhilfe)	35	B

Kennzahlen in der Spalte Einsparung wurden auf ein Vielfaches von fünf gerundet

5.7 Massnahmenansätze ohne Bewertung

Nicht alle denkbaren Massnahmenansätze werden in vollem Umfang bewertet. An dieser Stelle werden daher weitere Ansätze der Vollständigkeit halber aufgeführt:

Die **schrittweise Einführung von Alcolocks über Sanktionierung von Wiederholungstätern** wird als vielversprechende Massnahmen eingeordnet. Die für 2017 anvisierte Einführung von Alcolocks in der Schweiz unterstreicht dies. Der Nutzen wird in hohem Masse in Bezug auf das Fahren unter Einfluss von Alkohol auf Landstrassen ausserhalb der Spitzenzeiten gesehen. Gerade im ländlichen Raum, mit einer dispersen Verteilung der Alkoholunfälle, sind Schwerpunktkontrollen der Polizei auch aus Aufwandsgründen nur bedingt praktikabel. Vor allem Ausserorts finden sich Auffälligkeiten von Wiederholungstätern beim Fahren unter Einfluss. Ausserdem bietet der ländliche Raum weniger alternative Mobilitätsangebote als die Agglomerationen. Alcolocks werden als vielversprechendes Instrument für Wiederholungstäter angesehen, da 65-90% weniger wiederholte Vergehen im Vergleich zum Fahrausweisentzug festgestellt wurden ([131], [267]). Von hoher Wichtigkeit ist deren verpflichtender Einbau. Ebenfalls wichtig sind:

- die Kennzeichnung des Fahrausweises, dass das Lenken eines Fahrzeugs an die Verwendung eines Alcolocks gekoppelt ist,
- regelmässige Prüfungen der Technik im Fahrzeug und
- nach Zielgruppen massgeschneiderte und flexible Umsetzungsstrategien, um dem Anpassungsverhalten entgegenzuwirken ([267]).

Für die Ausserortsstrassen in der Schweiz wird ein jährliches Potenzial von Unfällen an denen Wiederholungstäter beteiligt sind (mehr als zwei Administrativmassnahmen bei PW- und LW-Lenkenden) von 74 $U_{(G+SV+LV)}$ ermittelt (Anteil schwere Unfälle 19%).

Ein wiederkehrendes Problem stellt die Erkennbarkeit und Wahrnehmung von Fahrbahneinbauten dar. Der Einbau von Mittelinseln bedingt eine Anpassung der Fahrlinie vor allen bei den Motorfahrzeugen. Die Vielzahl an leichten Unfällen mit Aufprall auf Mittelinseln und

zugehöriger Aufbauten verdeutlicht, dass hier Defizite bestehen (vor allem bei Dunkelheit). Dies hat bei den Personenwagen meist nur Sachschaden zur Folge, kann aber bei den Zweiradfahrenden auch zu Unfällen mit Personenschaden führen. Hier sind Massnahmen zur **Verbesserung der Erkennbarkeit von Fahrbahneinbauten** zu prüfen. Dies betrifft vor allem Mittelinseln z. B. an Fussgängerstreifen oder Kreiselfahrten und dazugehörige Aufbauten. Zu diskutierende Massnahmenansätze betreffen (siehe u. a. [262], [268]):

- die Verlängerung der Mittelinseln (z. B. in engen Kurven vor Kreiselfahrten),
- das Aufbringen einer Warnlinie (durchgezogene Mittelmarkierung, welche die Verschwenkung der Fahrlinie vor der Mittelinsel anzeigt),
- flexible Masten für die Signalisierung auf den Fahrbahneinbauten,
- retroreflektierende Beschilderung und Markierung,
- Innenbeleuchtung der Beschilderung (z. B. mit Solarstromversorgung),
- Einfärbung der Borde der Mittelinsel (z. B. mit weisser Farbe),
- Verwendung von retroreflektierendem Klebeband als Sofortmassnahmen oder
- angehobene Rückstrahler zur Verdeutlichung der Verschwenkung.

In Bezug auf das Potenzial lassen sich folgende Unfallzahlen identifizieren:

- motorisierte Fahrzeuge (ohne Zweiräder): $100 U_{(G+SV+LV)}/a$ und $1.000 U_{(SS)}/a$ (hohe Dunkelziffer)
- Zweiräder: $50 U_{(G+SV+LV)}/a$

Rund 50% der Fussgängerunfälle auf Innerortsstrecken finden sich ausserhalb von Querungsanlagen (Fussgängerstreifen). **Fussgänger** weisen einen **linienhaften Querungsbedarf** auf (Potenzial: $940 U_{(G+SV+LV)}/a$ mit Anteil $U_{(G+SV)}$ von 32%). Aus diesem Grund sind netzweite und linienhafte Massnahmen notwendig:

- Trennung MIV und Langsamverkehr an hoch frequentierten ÖV-Haltestellen, Geschäftstrassen und Zugängen zu wichtigen Zielen (z. B. Bahnhöfe),
- häufigere Umsetzung baulicher Mittelstreifen (auch überfahrbar und mit geringeren Breiten möglich),
- Förderung der generellen Sichtverbesserung am Strassenrand (z. B. Reduzierung Parkieren) und
- Gewährleistung einer wirksamen Geschwindigkeitsreduzierungen (z. B. Verschwenkungen durch wechselseitig angeordnete Schrägparkstände bieten neben der Geschwindigkeitsreduzierung zumindest auf einer Strassenseite verbesserte Sichtbeziehungen)

Engstellen wie Unterführungen weisen häufig geringere Querschnittsbreiten auf, als die Querschnitte stromauf- und stromabwärts. Ohne ergänzende Massnahmen im Übergangsbereich kann es zu plötzlichen Fahrmanövern mit riskanten Folgen kommen. Es ist die Gestaltung der Vortrittsregelung zu verbessern. Dafür ist eine klare Vortrittsregelung für Verkehrsteilnehmende notwendig, deren Querschnittsbereich aufgelöst oder überführt wird (z. B. über die Markierung eines deutlichen Versatzes, d. h. kein „Ineinanderfliessen“). Zuerst sind Flächen für den Park- und Lieferverkehr an Engstellen zu reduzieren. Veloverkehr kann auf der Fahrbahn oder über Ausweichrouten geführt werden. Versätze sind deutlich – auch bei Dunkelheit – zu sichern u. a. mit Beleuchtung, Signalisierung oder gebauten Horizontalversätzen.

Schleuder- und Selbstunfälle (UTG 0) mit E-Bike-Beteiligung sind innerorts im Gegensatz zu ausserorts signifikant auffällig, vor allem bei älteren Verkehrsteilnehmenden. Dies wird durch die Ergebnisse einer aktuellen Studie der bfu bestätigt ([269]). Dabei wird auch die erhöhte Unfallschwere im Vergleich zu „normalen“ Velounfällen herausgehoben. Die engere Trassierung, Verschwenkungen von Radverkehrsanlagen oder potenzielle Konflikte mit anderen Verkehrsteilnehmenden führen zu einem auffälligen Unfallgeschehen. In einer Fahrverhaltensstudie wurden höhere Streuungen in den Geschwindigkeiten der E-Bikes festgestellt. Ausserdem wurde auf die Problematik der Wahrnehmung dieses schnellen Velotyps durch andere Verkehrsteilnehmende verwiesen [270]. In diesem Zusammenhang ist ein **Massnahmenpaket** zu diskutieren, welches die zu erwartende, weitere Verbreitung von **E-Bikes** möglichst sicher abwickelt. Denkbar sind dabei:

- eine stärkere, technische Limitierung der Maximalgeschwindigkeiten,
- Anpassung des Limits zur Tretunterstützung für E-Bikes,
- die Anpassung der Veloinfrastruktur an höhere Geschwindigkeiten sowie
- eine Führerausweisungspflicht für E-Bike-Nutzung (Typ-1 bis 25 km/h).

Das Potenzial lässt sich auf jährlich 220 $U_{(G+SV+LV)}$ mit E-Bike-Beteiligung beziffern. Wobei die Schleuder-/Selbstunfälle ca. 50 der Unfälle mit schwerem Personenschaden ausmachen.

Nicht alle Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA werden mit Lichtsignalen oder aufwändiger Ausstattung umgestaltet werden können (vor allem im Schwachlastbereich). Die Gestaltung und Verkehrsregelung von LSA-Knoten und Kreiseln kann ebenfalls keine „absolute“ Sicherheit gewährleisten. Ergänzend kommt hinzu, dass vor allem für ältere Menschen Konfliktsituationen an Knoten besonders schwierig zu bewältigen sind. Motorisierte Zweiradfahrer werden an Knoten, selbst bei guten Sichtbeziehung schlicht übersehen. In diesen Fällen gerät die Infrastruktur an ihre Grenzen hinsichtlich der Beeinflussung eines sicheren Verkehrsablaufs. In diesem Zusammenhang ist die Förderung von **Fahrerassistenzsystemen für Kreuzungssituationen** in Bezug auf die Konflikte beim Ab-, Einbiegen und Überqueren zu diskutieren. Die Einschätzung der Geschwindigkeit der vortrittsberechtigten Fahrzeuge bzw. ausreichender Zeitlücken im übergeordneten Verkehrsstrom sollten bei der Fahrerassistenz in Vordergrund stehen. Ungenügende Sichtverhältnisse oder sicherheitsrelevante Überlastungseffekte an Knoten sind Defizite, welche vorrangig durch den Strasseneigentümer zu beheben sind. Dies gilt auch für den Lichtsignalschutz für Linksabbieger an LSA-Knoten, der eine einfache und in hohem Masse wirksame Massnahme darstellt. Für die Unterstützung der Fahraufgabe bedarf es der Kommunikation zwischen den konfligierenden Fahrzeugen auf Basis prognostizierter Trajektorien unter Berücksichtigung von Trassierungsdaten. Die sogenannte „Kreuzungsassistenz“ stellt – vor allem auf Innerortsstrassen – eine der anspruchsvollsten Aufgaben bei der Entwicklung von FAS dar. Die öffentliche Seite kann hier vorrangig mit der Bereitstellung von Pilotstellen im Strassennetz (ggf. mit zusätzlicher infrastrukturentwickelnder Technik) sowie mit der Gewährleistung notwendiger rechtlicher Grundlagen unterstützend tätig werden. Es werden folgende Potenziale für FAS bei Kreuzungssituationen abgeschätzt:

- Unfälle mit Velobeteiligung: $1.550 U_{(G+SV+LV)}/a$ (Anteil $U_{(G+SV)}$ 22%)
- Unfälle mit Motorradbeteiligung: $1.800 U_{(G+SV+LV)}/a$ (Anteil $U_{(G+SV)}$ 28%)
- Unfälle mit PW-Lenkenden ≥ 65 Jahre (HVU): $630 U_{(G+SV+LV)}/a$ (Anteil $U_{(G+SV)}$ 20%)

Laut [271] werden dem Kreuz- und Querverkehrsassistenten sowie dem Linksabbiegeassistenten die höchsten Verbesserungspotenziale unter den intelligenten Systemen zur Verbesserung der Motorradsicherheit zugewiesen. In [148] und [152] werden den Systemen zur Kreuzungs- und Querverkehrsassistenz Wirkgrade von 54% attestiert.

Zwei weitere Ansätze zur Verbesserung der Verkehrssicherheit der motorisierten Zweiräder an Kreiseln betreffen vorrangig die Schleuder-/Selbstunfälle. Zum einen sollte das **Befahren von Kreiseln stärker in der Fahrausbildung thematisiert** werden. Hier werden Defizite im Handling des Fahrzeugs beim Befahren von Kreiseln vermutet (Potenzial $72 U_{(G+SV+LV)}/a$, UTG 0 mit Motorradbeteiligung). Zum anderen sollte eine besonders **hohe Griffigkeit von Kreiselfahrbahnen gewährleistet** werden. Auffälligkeiten der Zweiradunfälle bei ölig/schmieriger Fahrbahn aber auch Auffälligkeiten bei Nässe deuten auf Defizite der Fahrbahnoberfläche in Kreiseln hin. Aus bautechnischen Gründen werden vereinzelt Kreiselfahrbahnen in Beton ausgeführt. Diese waren teilweise auffällig bei den Motorradunfällen (wird auch in [258] erwähnt). Fahrbahnreinigungen von Kreiselfahrbahnen sind stärker im Unterhalt zu priorisieren. Das Aufbringen von besonders griffigen Fahrbahnoberflächen (z. B. Abstreuen) kann helfen, eine sichere Befahrbarkeit in Kreiseln zu gewährleisten (Potenzial $72 U_{(G+SV+LV)}/a$, Motorradunfälle in Kreiseln bei verschmutzter oder nasser Fahrbahn).

Auffälligkeiten bei winterlichen Bedingungen zeigten sich vor allem auf Innerortstrassen. Hier besteht noch Potenzial zur **Optimierung des Winterdienstes** in Bezug auf „nicht

direkt erkennbare“ Einschränkungen der Griffigkeit durch Glätte bei Temperaturen um den Nullpunkt. Diese Optimierung ist stärker an Informationen aus dem Unfallgeschehen auszurichten, welche in Unfallkarten oder über das Network Safety Management gezielt anhand des Unfallattributs „Strassenzustand“ lokalisiert werden können (siehe auch hohe Relevanz der Griffigkeit bzw. sauberer Fahrbahnen in Kurven). Netzbereiche in Gefällestrassen und in Kurven sind dabei bevorzugt zu prüfen bzw. zu versorgen. Das Potenzial auf Innerortsstrassen umfasst rund $150 U_{(G+SV+LV)}/a$ und mehr als $800 U_{(SS)}/a$.

Die erhöhten Unfallhäufigkeiten bei Regen auf Hochleistungsstrassen (Tempolimit $> 80 \text{ km/h}$) sowie bei Dunkelheit sollten bei der Massnahmendiskussion berücksichtigt werden. Massnahmenansätze bestehen vor allem hinsichtlich temporär angepasster Geschwindigkeitsanzeigen z. B. durch Verkehrsbeeinflussungsanlagen (siehe auch INF-M3), des punktuellen Einsatzes von offenporigem Asphalt, der Gewährleistung einer guten Sichtbarkeit der Signalisation (aufgrund Sichteinschränkungen bei stärkerem Regen sowie der Aufwirbelung durch fahrende Fahrzeuge) sowie der Vermeidung bzw. Sanierung von entwässerungsschwachen Zonen.

Rückwärtsausparken stellt für dahinter querenden Fussgänger vereinzelt ein Sicherheitsproblem dar. Ergänzend zu Fahrerassistenzsystemen sollten **Sicherheitstrennstreifen zwischen Trottoir und den Stellplätzen zum Senkrecht-/Schrägparkieren** stärker in Planung und Bestand berücksichtigt werden (Potenzial $75 U_{(G+SV+LV)}/a$). Diese Massnahme hilft auch bei Radverkehrsanlagen direkt hinter den Parkplätzen mit Senkrecht- oder Schrägaufstellung.

Die Überlastungen im Schweizer Strassennetz zeigen sich vor allem bei den Auffahrunfällen, deren Häufigkeit überproportional stark mit wachsendem Verkehrsaufkommen des MIV ansteigt. Gleichzeitig ist bei diesem Unfalltyp der Fahrtzweck Arbeitsweg in den Spitzenzeiten auffällig. In Abb.21 sind die Unterschiede in den Erwartungswerten für Auffahrunfälle nach Ortslage und Strassentyp aufgezeigt. Es wird deutlich, dass die Innerortsstrassen die grössten Nachteile aus Sicht der Verkehrssicherheit bei hohem Verkehrsaufkommen nach sich ziehen. Dies wird sich u. U. mit weiter ansteigendem Bevölkerungswachstum noch verschärfen.

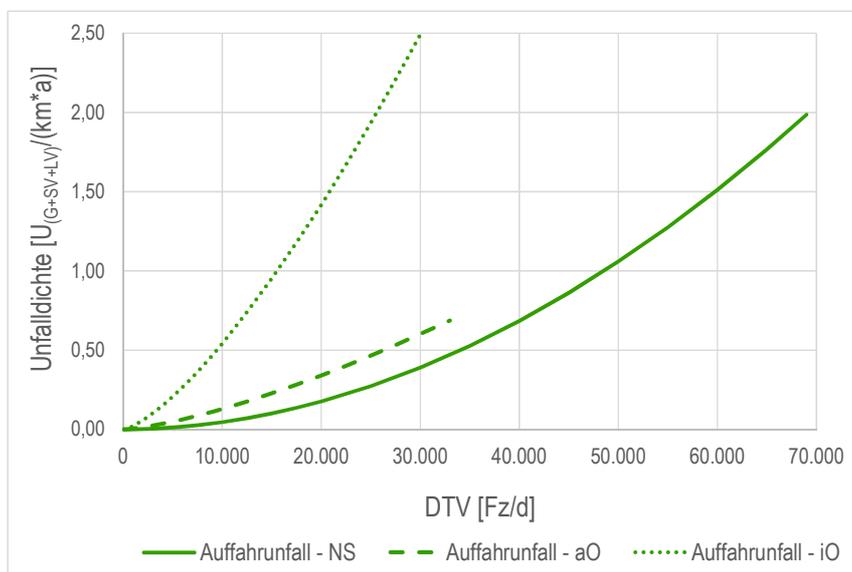


Abb.22 Vergleich Unfalldichtefunktionen Auffahrunfälle nach Ortslage (Nationalstrassen NS, Ausserortsstrassen aO, Innerortsstrassen iO)

Wenn also über den **Ausbau von Kapazitäten im Strassennetz** diskutiert wird, sollte sich dies auch **an Verkehrssicherheitsaspekten orientieren**. Das kann u. a. für die Verkehrsplanung folgendes bedeuten (Konkretisierung VESIPO K52):

- „unvermeidbarer“ Verkehr ist auf den Nationalstrassen zu konzentrieren
- Kapazitätserweiterungen führen dort absolut zu den geringsten Anstiegen der Unfallzahlen (in Bezug auf UTG 2)

- Kapazitätserweiterungen für den MIV auf Innerortstrassen (und daraus resultierender Mehrverkehr) führen dort absolut zu den grössten Anstiegen der Unfallzahlen
- Da Quellen und Ziele für Arbeitswege häufig Innerorts liegen (Wohnung, Arbeitsplatz) sind Kapazitätserweiterungen auf den Nationalstrassen mit flankierenden Massnahmen zu kombinieren (z. B. Arbeitsplätze am Ortsrand, Einschränkungen bzw. Förderungen unsicherer bzw. sicherer Wege innerorts).
- Fahrbenutzungsgebühren und deren Einfluss auf die Verkehrsverteilung sind aktuell ungünstig für die Verkehrssicherheit organisiert (nur Gebühren für Nationalstrassen).
- Fahrbenutzungsgebühren sind aus Gründen der Verkehrssicherheit vorrangig innerorts zu erheben, was sich über die volkswirtschaftlichen Schäden (Verunfallte, Lärm, Schadstoffe) auch begründen lässt (Konkretisierung VESIPO K52).

Aufgrund der teilweise starken Überlastung des Strassennetzes kommt es zu überproportional starken Unfallrisiken bei Überlagerung verschiedener Verkehrsteilnehmendengruppen zu ausgewählten Spitzenzeiten. Hier sind **Massnahmen zur Entzerrung von Verkehrsspitzen** in Bezug auf die verschiedenen Verkehrsteilnehmergruppen zu diskutieren. Wenn überhaupt, so wird vor allem ein Beeinflussungspotenzial bei den Unfällen im Wirtschaftsverkehr sowie auf dem Arbeitsweg gesehen.

Nahezu alle separat betrachteten Unfallkollektive mit Velobeteiligung weisen eine Auffälligkeit in der Frühspitze auf (6 bis 9 Uhr, teilweise auch bis 12 Uhr). Zu diesen Zeiten überlagern sich die Verkehrsspitzen des Velo- und des Motorfahrzeugverkehrs (meist Arbeitswege). In diesem Zusammenhang sind Ansätze zur Entzerrung zu diskutieren (Potenzial Velounfälle innerorts zwischen 6 und 9 Uhr: $455 U_{(G+SV+LV)/a}$):

- Kombination von Förderprogrammen in Bezug auf Arbeitswege mit dem Velo und einem versetzten Arbeitsbeginn (u. a. finanzielle Anreize, Stärkung Homeoffice)
- Stärkere Bevorzugung von Velo-Fahrenden auf Hauptvelorouten in bestimmten Zeitkorridoren (Grüne-Welle für Velo etc.), um durch höhere Wartezeiten eine zeitliche Verlagerung des MIV zu erreichen
- City-Mautkonzepte mit zeitlich und nach Verkehrsmittel differenzierter Preisstaffelung
- Konzepte zur (kostenlosen) Velomitnahme im ÖV in der Frühspitze (Zusatzkapazitäten notwendig, ggf. nicht umsetzbar)
- Temporäre Zuweisung von Querschnittsbereichen an bestimmte Verkehrsteilnehmendengruppen (z. B. einzelne Fahrstreifen auf mehrstreifigen Fahrbahnen)

Freizeitfahrten im MIV stellen im Zusammenhang mit den schweren Selbst- und Schleuderunfällen UTG 0 **risikoreiche Wege dar**. Diese Wege sind im Gegensatz zu Arbeitswegen und dem Wirtschaftsverkehr einerseits nur „bedingt notwendig“ und weisen andererseits, zumindest im Ausserortsbereich, weniger Alternativen auf (z. B. Ausweichen auf ÖV im ländlichen Raum und bei Nacht nur bedingt möglich). Die grundsätzliche Aufgabe der Verkehrsplanung besteht weiterhin darin, Mobilität zu gewährleisten. Dennoch können Ansätze diskutiert werden, welche die negativen Folgen des motorisierten Freizeitverkehrs stärker auf die Verursacher umschlagen (und damit indirekt diese Fahrten reduzieren):

- MIV-Wege mit Fahrtzweck Freizeit deutlich teurer machen (u. a. Freizeitfahrten über Fahrtenschreiber erfassen und Versicherungsprämien entsprechend erhöhen (Konkretisierung VESIPO M08), Mautkonzepte zur Verringerung von Freizeitfahrten prüfen)
- Auffällige PW-Lenker (ADMAS-Massnahmen) stärker sanktionieren, ggf. über einen frühzeitigeren Fahrausweistenzug
- Motorradfahren stärker besteuern und Versicherungsprämien anpassen (Motorräder stellen wesentliche Risikogruppe im Freizeitverkehr dar)
- Motorradfahren unattraktiver machen (VESIPO K45, Limitierung auf 80 km/h)

Während Sonderprogramme meist einen Netzbereich oder ein Sicherheitsdefizit im Fokus haben, bieten sich für mittlere und grössere Städte andere organisatorische Ansätze an.

Städtische Verkehrssicherheitskonzepte adressieren das gesamte innerstädtische Unfallgeschehen und die relevanten Einflussfaktoren aus Infrastruktur und sicherheitsrelevantem Verhalten. Bestandsanalysen des Unfallgeschehens und des Sicherheitsmanagements helfen Defizite der Strasseninfrastruktur und der Organisation der Strasseneigentümer sowie weiterer vom Sicherheitsmanagement betroffener Institutionen zu identifizieren. Über Leitbilder, konkrete Vorgaben zu Sicherheitsverbesserungen sowie Massnahmenkonzepte mit verschiedenen Zeithorizonten wird das Sicherheitsmanagement strukturiert, durch ein Monitoring kontinuierlich geprüft und bei Bedarf angepasst. Ein zentrales übergeordnetes Ziel ist die bessere Integration und Verbindung der Vielzahl an Akteuren im innerstädtischen Sicherheitsmanagement von der Polizei, über Schulämter bis hin zu ÖV-Betrieben und der Grünpflege.

6 Zusammenfassung

6.1 Erkenntnisse

6.1.1 Analyse

Aufbauend auf den Analysenetzen aus Phase 1 des VeSPA-Projektes (TP2, [272]) werden neue und aktualisierte Daten ergänzt. Die vollständigen Strassennetze der Kantone Basel-Stadt, Bern und Zürich sowie das gesamtschweizerische Nationalstrassennetz der Autobahnen und Autostrassen (nur Hauptachsen) bilden die Basis für alle Analysen im Teilprojekt 2-M des Forschungspakets VeSPA.

Die Netze werden in acht Analysekollektive bzw. Netzbereiche aufgeteilt:

- Hauptachsen Autobahnen und Autostrassen (NS),
- Strecken ausserorts (aOvN),
- verkehrsorientierte Strecken innerorts (iOvN),
- Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA (VF),
- Kreuzungen und Einmündungen mit LSA (LSA),
- Kreisel (KVP),
- Siedlungsgebiete (SG) und
- Fussgängerstreifen (FGS).

Hintergründe für diese Einteilung sind unterschiedliche Netz- und Analysebezüge (punktuell, linienhaft, flächenhaft), verschiedene Zuständigkeiten sowie jeweils andere Verkehrszusammensetzungen und Verkehrsverhalten.

Neben den Datensätzen zu Verkehr, Infrastruktur und Signalisation werden im vorliegenden Teilprojekt auch Daten zu Fahrzeugen, Administrativmassnahmen sowie dem Wetter integriert und ausgewertet.

Die Analyse gliedert sich in mehrere Schritte, ausgehend von deskriptiven Auswertungen bis hin zu Einzelfallanalysen:

- **Struktur:** Deskriptive Analyse des Unfallgeschehens durch Auswertung der Unfalltypen, Unfallbeteiligungen und Konfliktgegner
- **Auffälligkeiten:** Vergleich Unfallcharakteristik der einzelnen Analysekollektive je Netzbereich mit dem gesamten Analysekollektiv zur Identifizierung spezifischer Auffälligkeiten
- **Safety Performance Funktionen:** Beschreibung des Zusammenhangs zwischen Exposition und Unfallhäufigkeit in für verschiedene Unfalltypengruppen
- **Ableitung signifikanter Einflussgrössen:** Analyse signifikanter Einflussgrössen des Unfallgeschehens (expositionsbereinigt) in Bezug auf die Art des Zusammenhangs (unfall erhöhend vs. unfallreduzierend)
- **Auffälligkeiten von Ausreissern:** Vergleich Unfallcharakteristik von Netzbereichen mit signifikant höherer Unfallhäufigkeit, im Vergleich zum Durchschnitt, mit den restlichen Netzbereichen zur Identifizierung von Auffälligkeiten, welche aufgrund eingeschränkter Datenverfügbarkeit nicht durch die Unfallmodelle erklärt werden können
- **Einzelfallanalysen von Ausreissern:** Analyse von Einzelnetzbereichen mit signifikant höherer Unfallhäufigkeit anhand von Luftbildern und Befahrungsdaten zur Identifizierung von Infrastrukturdefiziten, welche nicht oder nur unzureichend in den Datensätzen abgebildet sind
- **Abgleich mit TP1-M:** Gegenüberstellung der Ergebnisse aus den Teilprojekten TP1-M (Fokus Mensch) und TP2-M (Fokus Infrastruktur) mit dem Ziel der Darstellung von Gemeinsamkeiten, Unterschieden und ergänzenden Erkenntnissen

Eine kompakte Übersicht der Analyseergebnisse findet sich in Kapitel 4, welche auf den Detailauswertungen im Kapitel III im Anhang basieren. Die Ergebnisse sind dabei nach den acht Netzbereichen sowie den relevanten Unfallkollektiven der Unfalltypengruppen differenziert.

Eine Vielzahl der Analyseergebnisse ist bekannt und wird hiermit bestätigt. Es zeigen sich aber auch Ergebnisse, die es u. U. bisher nicht in die Fachdiskussion geschafft haben. Hierzu zählt u. a. die Problematik des Zweiradverkehrs in Kreiseln (z. B. Velo im Kreisel im Konflikt mit einfahrenden Fahrzeugen), die Sicherheitsdefizite in der Relationstrassierung sowie im Zusammenhang mit der erhöhten Erschliessungsdichte auf Ausserortsstrecken, die Probleme in Siedlungsgebieten mit massgebliche gewerblicher und industrieller Nutzung oder das sicherheitskritische Einbiegen und Queren aus vortrittsbelasteten Zufahrten in Aussenkurven.

Wichtigste und zentrale Erkenntnis dieses Forschungsprojektes ist aber Folgendes: Die grössten Sicherheitsdefizite und daraus resultierender Verbesserungspotenziale liegen in der **inkonsequenten netzweiten Umsetzung bestehender Verfahren, Normen und Erkenntnisse** mit Relevanz für die Strasseninfrastruktursicherheit. Es braucht mit einzelnen Ausnahmen nur bedingt innovative Massnahmenansätze (siehe Forschungsbedarf). Bestehende Ansätze müssen schneller, zielgerichtet und mit einer entsprechenden Finanzierung in der Praxis umgesetzt werden. In diesem Zusammenhang wird mit Nachdruck die von der bfu geforderte Verbesserung der Aus- und Weiterbildung von Fachleuten im Verkehrswesen mit einem Fokus auf der Verkehrssicherheit nochmals erwähnt.

6.1.2 Massnahmen

Massnahmenansätze sind in Form von Steckbriefen mit den folgenden Aussagen dokumentiert: Massnahmenbezeichnung, betroffenen Unfallsituation, Hintergrund, Diskussion, Ansatz, Potenzial, Wirkungsbereich, Wirksamkeit, Zeithorizont, Umsetzung, Trends, Effizienz und bestehende Massnahmenansätze. Eine Übersicht mit einer Einteilung in drei Prioritätskategorien wird ebenfalls bereitgestellt. Massnahmenideen ohne detaillierte Bewertung finden sich am Ende des Massnahmenkapitels.

Aufgrund des identifizierten Umsetzungsproblems werden vermehrt Sonderprogramme für die Verbesserung der Infrastruktur im Bestand vorgeschlagen. Das betrifft vorrangig Kurven auf Ausserortsstrecken, Knoten sowie den Zweiradverkehr. Es werden dazu bekannte und ggf. neue sicherheitsrelevante Aspekte der Gestaltung und Verkehrsregelung kompakt dokumentiert.

Zahlreiche Massnahmen betreffen Anpassungen in der Klassifizierung und Ausgestaltung des Strassennetzes. Hierunter fallen auch die Stichworte selbsterklärende Strasse, Überprüfung und Anpassung einheitlicher Geschwindigkeitsregimes oder sicherheitsorientierter Mindeststandards für die Strassenprojektierung. Der aktuell international, stark propagierte „Safe System Approach“ fokussiert mehr auf der Verantwortung des Strasseneigentümers in Bezug auf die Verkehrssicherheit und der damit verbundenen Vorhersehbarkeit von Strassenverläufen sowie der Reduzierung schwerer Folgen bei Fehlverhalten der Verkehrsteilnehmenden. Im Ergebnis steht ein stärker standardisiertes Strassennetz bis hin zu den untergeordneten Strassentypen, welches verträgliche Geschwindigkeiten vor allem bei potenziellen Konflikten mit dem Fuss- und Veloverkehr fördert.

Der Fuss- und Veloverkehr sollte weiterhin eine zentrale Zielgruppe für Sicherheitsmassnahmen sein, da diese Verkehrsteilnehmenden unter den schwersten Folgen bei Unfällen leiden. Es werden Ansätze zur Verbesserung der Sicherheit an Fussgängerstreifen vorgeschlagen, aber gleichzeitig auch eine stärkere Sicherung des linienhaften Querens gefordert. Dies kann u. U. den Rückbau oder Ersatz von Fussgängerstreifen mit anderen Querungshilfen bedeuten. Eine durchgängige und an Sicherheitsaspekten ausgerichtete Veloroutenplanung, welche vor allem die Konflikte an den Knoten thematisiert, wird mit zukünftig mehr und älteren Velofahrenden an Bedeutung gewinnen.

Die Vision eines Strassenverkehrs ohne Getötete und Schwerverletzte („Vision Zero“) wird sich nicht allein mit infrastrukturellen und betrieblichen Massnahmen erreichen lassen. Aus diesem Grund werden auch Ansätze aus den Bereichen der Ausbildung und Information, der Überwachung, der Organisation des Sicherheits- und Infrastrukturmanagements sowie der Fahrzeugtechnik diskutiert.

Im Bereich Education und Enforcement werden vorrangig Kampagnen und Überwachungs-massnahmen zur Reduzierung linksfahrender Velos, zur schwerpunktmässigen Kontrolle des Fahrens unter Einfluss von Alkohol auf Innerortsstrassen sowie zur Geschwindigkeitsüberwachung thematisiert. Die eingeschränkten Ressourcen bei der Polizei für die in hohem Masse wichtige Geschwindigkeitsüberwachung, machen eine Förderung des Einsatzes von Intelligent Speed Adaption (ISA) notwendig. Im Gegensatz zu anderen fahrzeugseitigen Systemen, welche stark durch die Automobilindustrie vorangetrieben werden, kann beim Einsatz von ISA der Bund bzw. der Gesetzgeber eine wichtige Rolle spielen. Erfolgreiche Beispiele aus anderen Ländern zeigen, wie der Einsatz von ISA zur Verbesserung der Verkehrssicherheit gefördert werden kann.

6.2 Forschungsbedarf

Es wird vor allem in zwei Themenbereichen Forschungsbedarf gesehen:

Berücksichtigung netzweiter Verkehrsstärken des Fuss- und Veloverkehrs in den Unfallanalysen

Eine aussagekräftige Bewertung von z. B. verschiedenen Verkehrsanlagen für den Veloverkehr kann nur unter Berücksichtigung des jeweiligen Verkehrsaufkommens der Velos an den untersuchten Netzbereichen erfolgen. Das nicht eindeutige und teils widersprüchliche Urteil der Fachliteratur zum Thema verdeutlicht zusätzlich den Bedarf an ergänzender Forschung.

Ähnliches gilt auch für den Fussverkehr. Hier sind vorrangig die Fussgänger-Querverkehrsstärken von Interesse. Eine Vielzahl der Widersprüche zum Einfluss verschiedener Queranlagen auf das Unfallgeschehen in der Literatur lässt sich auf die fehlende Berücksichtigung der Verkehrsstärken im Fussverkehr zurückführen.

Auch wenn wesentliche sicherheitsrelevante Merkmale z. B. an Fussgängerstreifen bekannt sind, zeigt die Diskussion zur Aktualisierung der zugehörigen Norm, dass sich nicht alle Forderungen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auch in der Praxis umsetzen lassen. Hier könnte eine differenziertere Bewertung anhand von Einsatzgrenzen verschiedener Gestaltungsmöglichkeiten besonders kritische Verkehrssituationen herausheben. Dafür sind aber Verkehrsstärken des Fuss- und Veloverkehrs notwendig. Die Umsetzung der Sicherheitsanforderungen liesse sich nach weiteren Randbedingungen priorisieren. Der Aufwand wird dann u. U. für die Strasseneigentümer reduziert, da nur dort Anpassungen für die Verbesserung der Verkehrssicherheit vorgenommen werden müssen, wo es zwingend notwendig ist.

Übertragung internationaler Erkenntnisse zu selbsterklärenden Strassen, Festlegung klar abgegrenzter Entwurfsklassen der Strassennetzhierarchie und praktische Einführung von Mindeststandards

Eines der wenigen Innovationspotenziale wird in der Umsetzung des „Safe System Approach“ gesehen. Wie können Strassen so klassifiziert und gestaltet werden, dass sich ein sicheres Verkehrsverhalten einstellt und Verhaltensfehler nicht zu schwerwiegenden Folgen führen? Unter diesem Ansatz können u. a. die Massnahmen INF-M2.M7.M13 sowie ORG-M1.M3 subsummiert werden.

Es bestehen mittlerweile zahlreiche internationale Ansätze, sowohl in der Forschung als auch in der Praxis, welche hinsichtlich ihrer Umsetzung in der Schweiz geprüft werden können. In diesem Zusammenhang sollte ein besonderer Fokus auf Massnahmen im

Bestandsnetz sowie auf organisatorische Ansätze zur Umsetzung dieser Massnahmen gelegt werden.

Kernpunkte einer Forschungsarbeit zum Thema könnten u. a. Folgende sein:

- Bestandsanalyse vorhandener Entwurfsklassen und Strassentypen sowie deren Sicherheitsniveau,
- Metaanalyse internationaler Typisierung- und Gestaltungsansätze,
- Befragung der Strasseneigentümer zu Möglichkeiten und Hemmnissen in einer potenziellen Umsetzung,
- Entwicklung eines Entwurfsklassenkonzepts,
- Pilotanalyse Fahrverhalten an verschiedenen Testfeldern,
- Ableitung von Gestaltungsansätzen, einer Roadmap und des Finanzierungsbedarfs

6.3 Schlussfolgerungen für die Praxis

Die Belange der Verkehrssicherheit sind in der praktischen Arbeit der Strasseneigentümer noch stärker zu berücksichtigen. Defizite in der Umsetzung des Sicherheitsmanagements sowie das hohe Sicherheitsniveau in der Schweiz bedingen erhöhte Anstrengungen, um das erreichte Sicherheitsniveau zu halten und weitere Sicherheitspotenziale auszuschöpfen. Hierzu müssen die Belange der Verkehrssicherheit gegenüber anderen Zielfeldern gestärkt werden. Folgende Hinweise für die Praxis lassen sich dementsprechend ableiten (teilweise unabhängig von den diskutierten Massnahmenansätzen):

- unfallbasierte Zuweisung von Ressourcen (Sanierungsmassnahmen dort umsetzen, wo gleichzeitig erhöhte Unfallrisiken und eine (absolut) hoher Anteil an vermeidbaren Unfällen bestehen)
- klare Abgrenzung von Unterhalts- und Erhaltungsbudgets für Verkehrssicherheitsbelange, ähnliches gilt auch für die Einnahmen aus Maut- oder Benutzungsgebühren
- Förderung der flächendeckenden Aus- und Weiterbildung von privaten und öffentlichen Fachleuten im Strassenverkehrswesen
- Aufbau und Förderung des integrierten Sicherheitsmanagements, in dem Sicherheitsaspekte durchgängig in allen Bereichen des Lebenszyklus der Strasseninfrastruktur von der Planung bis zur Erhaltung berücksichtigt werden
- Entwicklung und Förderung von sicherheitsrelevanten Normen, welche Gültigkeit für die Strasseninfrastruktur im Bestand haben
- stärkere verpflichtende Standards und Regeln, um die Belange der Verkehrssicherheit noch höher zu gewichten⁴⁸
- verpflichtende Einteilung und regelmässige Aktualisierung der Strassennetzhierarchie nach Sicherheitsaspekten (vor allem in den Städten und Gemeinden)
- Verbesserung der Abstimmung zwischen Kantonen und Gemeinden in Bezug auf die Analyse des Unfallgeschehens und die Organisation von Sicherheitsmassnahmen

⁴⁸ ... und damit die Vielzahl an sicherheitsrelevanten Empfehlungen im Normenwerk auch tatsächlich in der Praxis umzusetzen.

Anhänge

I	Datenaufbereitung	149
I.1	Anreicherung mit STATPOP und STATENT Datensätzen.....	149
I.2	Anreicherung mit Daten zur ÖV-Versorgung	151
I.3	Kurvenradien und Relationstrassierung	151
II	Verteilung Unfallattribute Analysenetz/CH.....	155
III	Analyseergebnisse	171
III.1	Einleitung	171
III.2	Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes	172
III.3	Strecken ausserorts	180
III.4	Strecken innerorts	192
III.5	Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA.....	215
III.6	Kreuzungen und Einmündungen mit LSA.....	230
III.7	Kreisel	244
III.8	Fussgängerstreifen	258
III.9	Siedlungsgebiete	266
III.10	Wetter	279
IV	Massnahmenbewertung	283
IV.1	Abschätzung Wirksamkeit Sonderprogramm Kurven	283
IV.2	Abschätzung Wirksamkeit Überwachung Geschwindigkeit.....	284
IV.3	Abschätzung Einfluss Anschlussdichte Ausserortstrecken.....	285
IV.4	Abschätzung Einfluss Sonderprogramm Kreisel	286
IV.5	Grundlage für Potenzialabschätzung der Massnahmen	288

I Datenaufbereitung

I.1 Anreicherung mit STATPOP und STATENT Datensätzen

Die Analysenetze der Kantone Basel-Stadt, Bern und Zürich werden für weitergehende Untersuchungen mit zusätzlichen Daten zu den folgenden Themen angereichert:

- Arbeitsbevölkerung:
 - Arbeitsplätze (Vollzeitäquivalente)
 - Beschäftigte
- Wohnbevölkerung
- Gemeindetypologie des Bundesamts für Raumentwicklung (ARE)

Für Arbeits- und Wohnbevölkerung wird auf sogenannte GEOSTAT-Daten⁴⁹ des Bundesamts für Statistik (BFS) zurückgegriffen. Die Daten zur Arbeitsbevölkerung stammen aus dem Datensatz STATENT2012 (früher „Betriebszählung“), diejenigen zur Wohnbevölkerung aus STATPOP2013 (früher „Volkszählung“). STATPOP und STATENT liegen als Punktdaten in einem 100x100m-Raster vor. Jeder Punkt charakterisiert die Bevölkerung in den jeweiligen Hektaren.

Beim Übertragen von Hektarrasterdaten der Bundesstatistik auf lineare Geometrien (Strassen) wird jeweils eine Pufferdistanz verwendet. Im vorliegenden Fall bestand die Aufgabe darin, die Bevölkerung in bis zu 30 Metern Abstand von Analysenetz-Segmenten zu summieren.

Das Hektarraster weist einen kürzesten Punktabstand von 100 Metern bzw. von $\sqrt{2} \times 100 \approx 141$ Metern im diagonalen Fall auf. Die Pufferung der Segmente mit (nur) 30 Metern führt dazu, dass sich ein Segment durch das Raster von Hektarrasterpunkten „schlängeln“ kann. In einem solchen Fall erhält das Segment trotz Anwohnern den Bevölkerungswert 0 (Abb.I.1, links).

Um diesem Problem vorzubeugen wird ein synthetischer Puffer verwendet. Dabei geschieht die Summierung der Anrainer eines Segments mit einer Distanz von 75 Metern (> halber diagonalen Punktabstand = 141 Meter / 2). Das Resultat wird anschliessend mittels Division durch 2,5 normalisiert, wodurch sich ein synthetischer Puffer von 75 Meter / 2,5 = 30 Meter ergibt (Abb.I.1, rechts).

⁴⁹ <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/dienstleistungen/geostat.html>



Abb.I.1 Berechnung der Bevölkerungsdichte auf Segmenten. Die Farbskala der Hektar-rasterpunkte entspricht jener der Segmente (rot: hohe Bevölkerungszahl, blau: tiefe Bevölkerungszahl). Links: Die Berechnung mit einfachem 30m-Puffer resultiert in Segmenten mit sehr tiefer Bevölkerungszahl in Wohngebieten; rechts: Die Berechnung mit synthetischem Puffer von 30m ergibt eine repräsentative Bevölkerungsverteilung auf Segmenten.



Abb.I.2 Dichte der Wohnbevölkerung (links) und Arbeitsbevölkerung (rechts) in Basel

Daten der Gemeindetypologie des ARE werden vom Bundesamt für Statistik (BFS) in tabellarischer Form bezogen. Mittels Join via BFS-Nummer wird die Gemeindetypologie an Geodaten der Gemeindegrenzen übertragen und ein eigenständiger Geodatensatz abgeleitet. Die Informationen bezüglich Gemeindetypologie wird durch Überlagerung (Spatial Join) auf die Segmente der einzelnen Analysenetze übertragen.

I.2 Anreicherung mit Daten zur ÖV-Versorgung

Die kantonalen Analysenetze werden mit Daten zur ÖV-Versorgung angereichert. Die ÖV-Versorgung wird mit einer gewichteten Kernel Density-Analyse (Kerndichteschätzung) der ÖV-Haltestellen ermittelt. Die Gewichtung von Haltestellen erfolgte in Abhängigkeit von deren Haltestellen-Kategorie gemäss ARE:

Tab. I.1 Gewichtung der verschiedenen Haltestellenkategorien

Haltestellenkategorie	Gewichtung
1	7
2	5
3	4
4	3
5	1
0	1

Verschiedene Gewichtungen und Kernel-Konfigurationen wurden auf ihre Aussagekraft hin getestet. Schliesslich wird die Kernel Density mit 100 Metern räumlicher Auflösung und einem Suchradius von 500 Metern verwendet. Die derart ermittelten Werte zur ÖV-Versorgung werden den Analysenetz-Segmenten via deren Mittelpunkt zugewiesen (vgl. Abb.I.3).

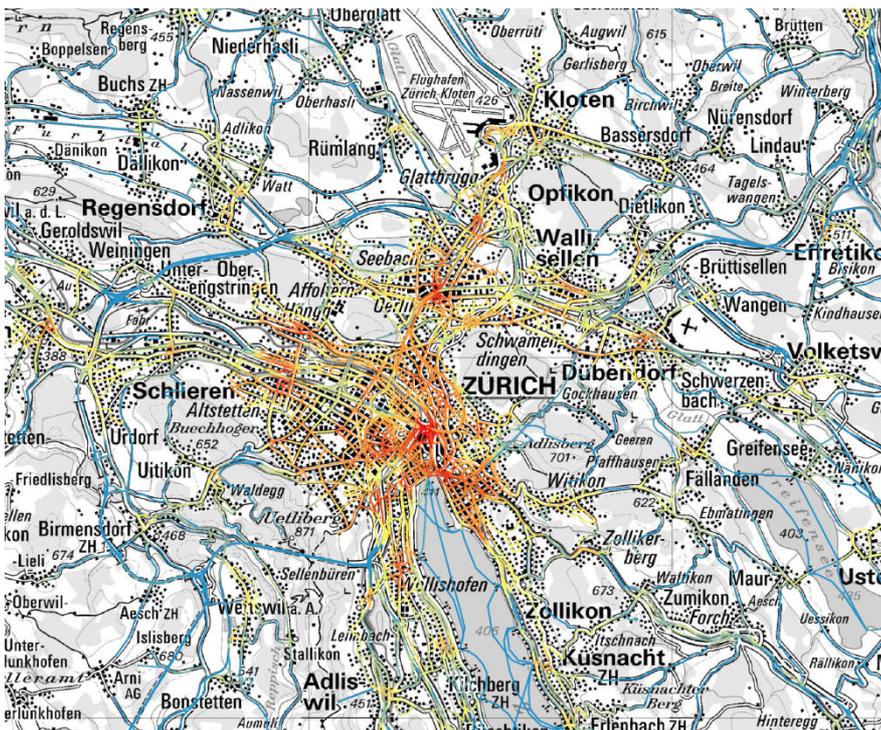


Abb.I.3 ÖV-Haltestellen-Dichte in Zürich

I.3 Kurvenradien und Relationstrassierung

Ziele der Datenaufbereitung hinsichtlich der Radienberechnung sind:

- Abgrenzung Kurven gegenüber Geraden und anderen Kurven
- Abschätzung des Kreisbogenradius einer Kurve
- Ermittlung Anzahl Kurven innerhalb eines Abschnitts
- Bewertung der Kurvenfolge auf Basis der Anforderungen aus der Relationstrassierung

Die Strassenachsen werden für die Radienberechnung in Punkte aufgelöst (alle 10 m). Anhand von drei nebeneinanderliegenden Punkten lässt sich der Radius eines Kreisbogens abschätzen, der durch alle drei Punkte verläuft. Somit kann für jeden Punkt in Relation zu seinen Nachbarpunkten ein Radius ermittelt werden.

Für die Bestimmung zusammenhängender kurviger und gerader Abschnitte müssen die Punkte in die entsprechende Reihenfolge der Befahrung gebracht werden. Für die Sortierung wird mithilfe eines Puffers mit dem Radius 12 m der jeweilige Vorgänger und Nachfolger eines Punktes eingefangen. Mithilfe eines VBA-Makros in Excel erfolgt die Sortierung der Punkte. An Stellen mit mehr als zwei gefundenen Nachbarn wird die Abschnittsbildung unterbrochen, da eine Verzweigung der Strecke vorliegt. Eine Visualisierung der Radienwerte ist in Abb.1.4 abgebildet. Die erhaltene Sortierung wird anschliessend in Kurven und Geraden eingeteilt ($R < 1500 \text{ m} = \text{Kurve}$). Dann werden die Längen der Kurven- und Geradenabschnitte berechnet.

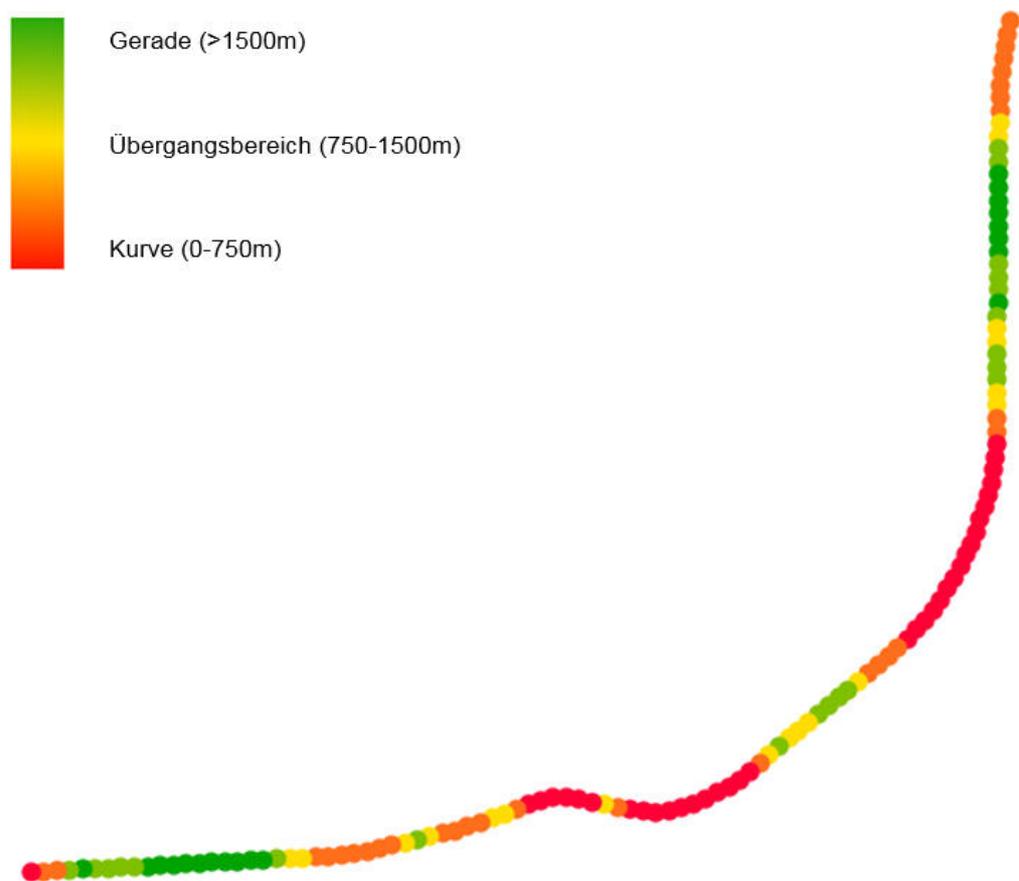


Abb.1.4 Visualisierung Radienwerte der Achspunkte

Aufgrund der Ungenauigkeit der Vektor-Achsen ist in den Daten eine Art „Rauschen“ enthalten. Weiterhin kann an den Endpunkten der Achsen kein Radius berechnet werden, da dort jeweils der Nachbarpunkt fehlt. Diese beiden Aspekte werden durch Glättungsfunktionen kompensiert, so dass Ausreisser in der Daten weniger stark ins Gewicht fallen. Hierzu werden die Achspunkte in ihrer Abfolge geordnet und über Grenzwerte für Kurven (verschiedene Radienklassen) und Gerade klassifiziert. Übersteigt ein Achspunkt den Grenzwert für die Abgrenzung von Kurve und Gerade, wird eine Kurve mit Kenngrössen zu Kurvenlänge und Radius abgegrenzt.

Für die Identifizierung von Trassierungsfehlern wird die „Richtlinie für die Anlage von Landstrassen RAL“ aus Deutschland verwendet ([6]). Aufgrund des niedrigeren Tempolimits für Ausserortsstrassen von 80 km/h in der Schweiz (im Vergleich zu 100 km/h in Deutschland) sind die in Abb.1.5 dargestellten Grenzwerte „strenger“ als notwendig (aufgrund des

niedrigeren Tempolimits sind diese für Schweizer Verhältnisse mit hoher Wahrscheinlichkeit niedriger). Sie werden aber als ausreichend für die hier vorliegende Analyse eingeschätzt, u. a. wegen der vorliegenden Ungenauigkeiten bei der Radiusermittlung⁵⁰.

Mit der Länge der Geradenabschnitte und dem kleinsten Radiuswert der Kurven kann z. B. die Analyse von Defiziten in der Relationstrassierung nach RAL entsprechend des linken Diagramms in Abb. I.5 durchgeführt werden.

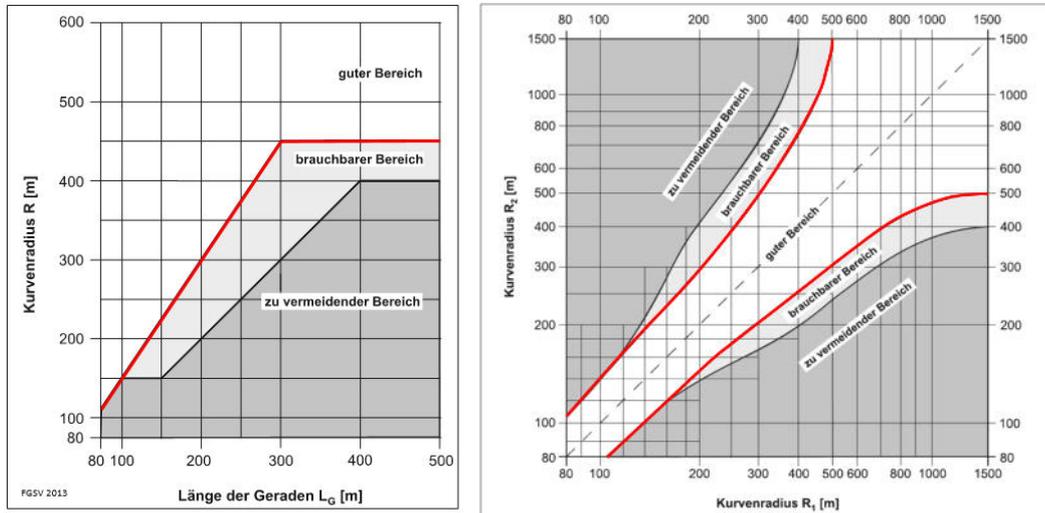


Abb.I.5 Grenzwerte für die Identifizierung von Defiziten in der Relationstrassierung (Quelle: RAL [6]).

Als Variablen für die Analyse werden folgende Kenngrössen abgeleitet:

- Anzahl Achspunkte innerhalb einer Kurvenklasse (< 50 m, < 100 m, < 200 m, < 300 m, < 400 m) eines Analyseabschnitts
- Anzahl Achspunkte innerhalb eines Abschnitts
- Anteil Achspunkte einer Kurvenklasse an allen Achspunkten eines Abschnitts
- Anteil aller Achspunkte innerhalb und unterhalb einer Kurvenklasse (z. B. alle Achspunkte < 300 m)
- Anzahl Trassierungsfehler pro Abschnitt
- Dichte der Trassierungsfehler pro Kilometer

⁵⁰ Die Vorgaben der RAL werden mit der VSS SN 640 080b abgeglichen und liegen vergleichsweise eng beieinander (→ in Bezug auf die Empfehlung zwischen aufeinanderfolgende Kurven möglichst geringere Geschwindigkeitsdifferenzen als 10 km/h einzuhalten).

II Verteilung Unfallattribute Analysenetze/CH



Abb.II.1 Verteilung Unfalltypengruppen Analysenetze und Gesamtschweiz (2009-2014) – Teil 1

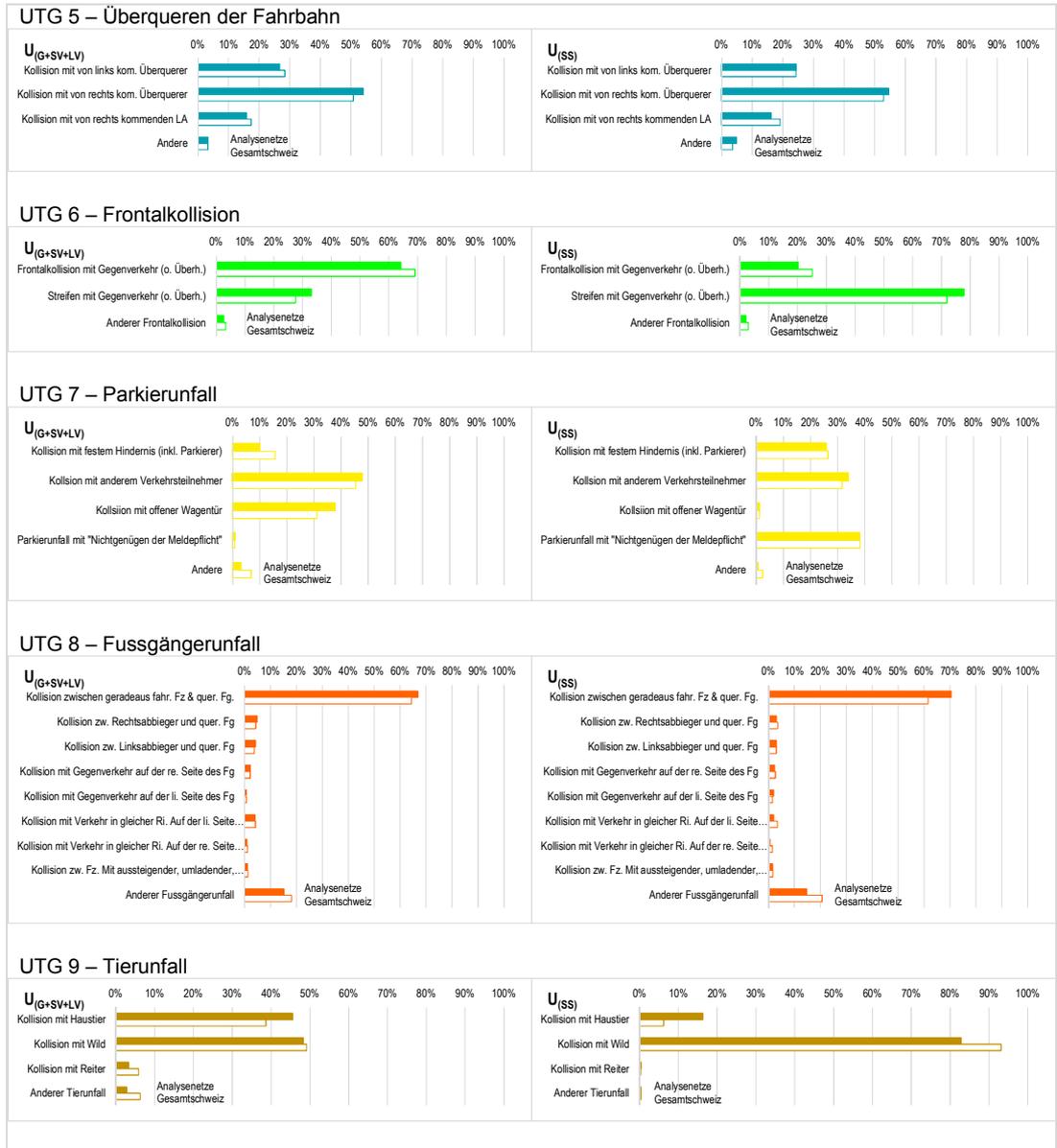


Abb.II.2 Verteilung Unfalltypengruppen Analyseteile und Gesamtschweiz (2009-2014) – Teil2

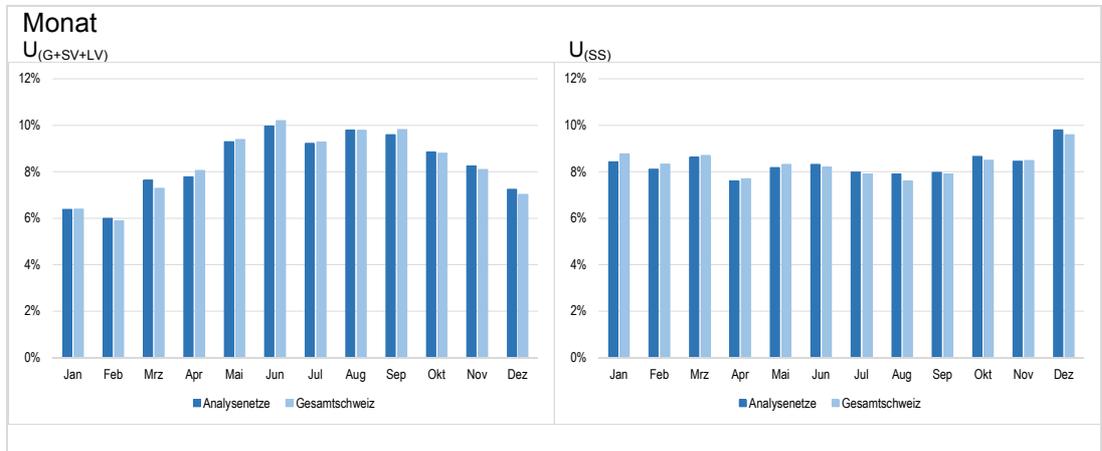


Abb.II.3 Unfallganglinien (Monate) Analyseteile und Gesamtschweiz (2009-2014)



Abb.II.4 Unfallganglinien (Wochentag und Uhrzeit) und Verteilung Unfallursachengruppen Analysezone und Gesamtschweiz (2009-2014)



Abb.II.5 Verteilung Unfallschwere, Anzahl Objekte, Strassenart Zusatz und Verkehrsbedingungen Analysenetze und Gesamtschweiz (2009-2014)

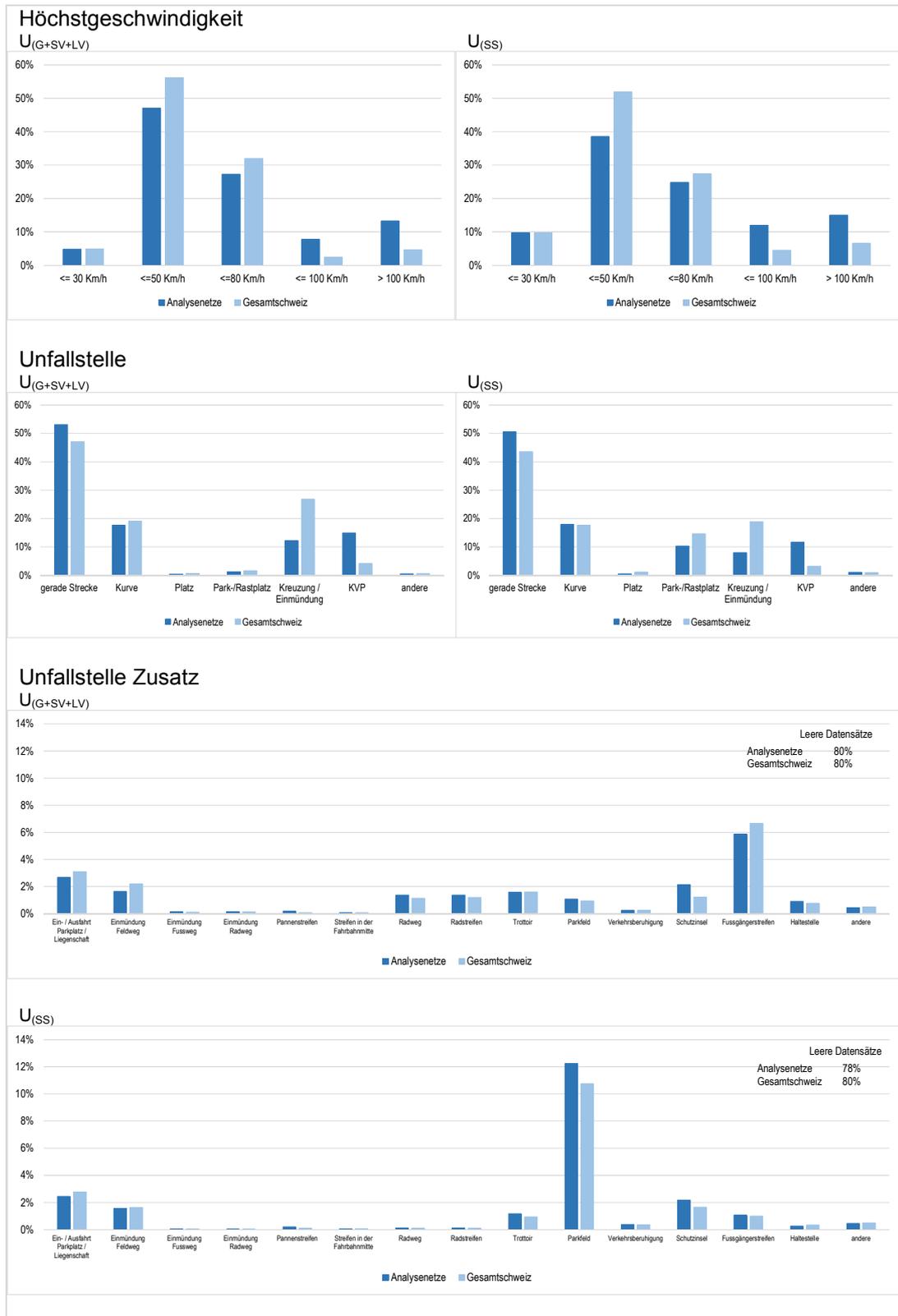


Abb.II.6 Verteilungen Höchstgeschwindigkeit, Unfallstelle, Unfallstelle Zusatz für Analysenetze und Gesamtschweiz (2009-2014)

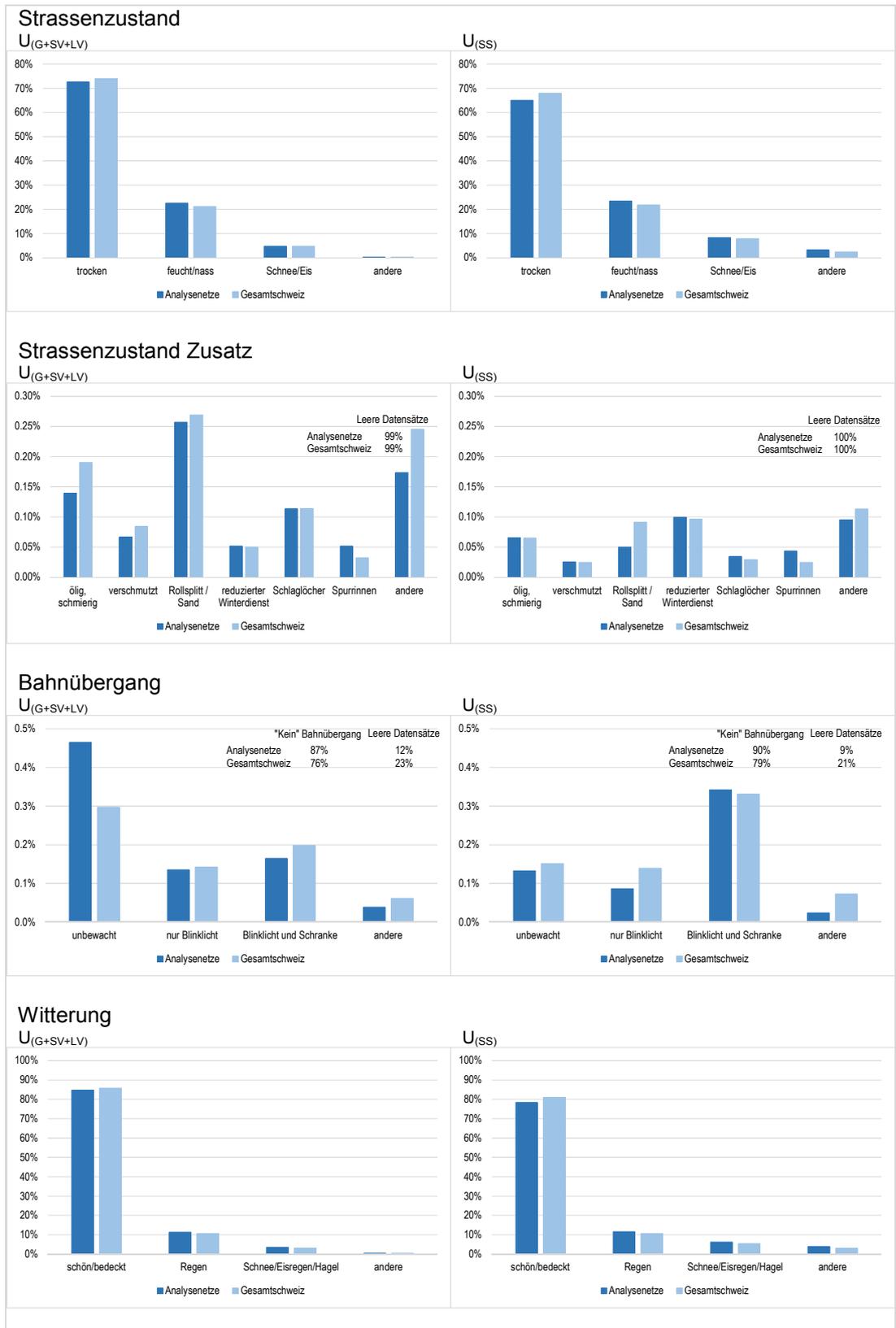


Abb.II.7 Verteilungen Strassenzustand, Strassenzustand Zusatz, Bahnübergang und Witterung für Analyse-netze und Gesamtschweiz (2009-2014)



Abb.II.8 Verteilungen Witterung Zusatz, Verkehrsregelung, Lichtverhältnisse und Sichtbehinderung für Analysenetze und Gesamtschweiz (2009-2014)

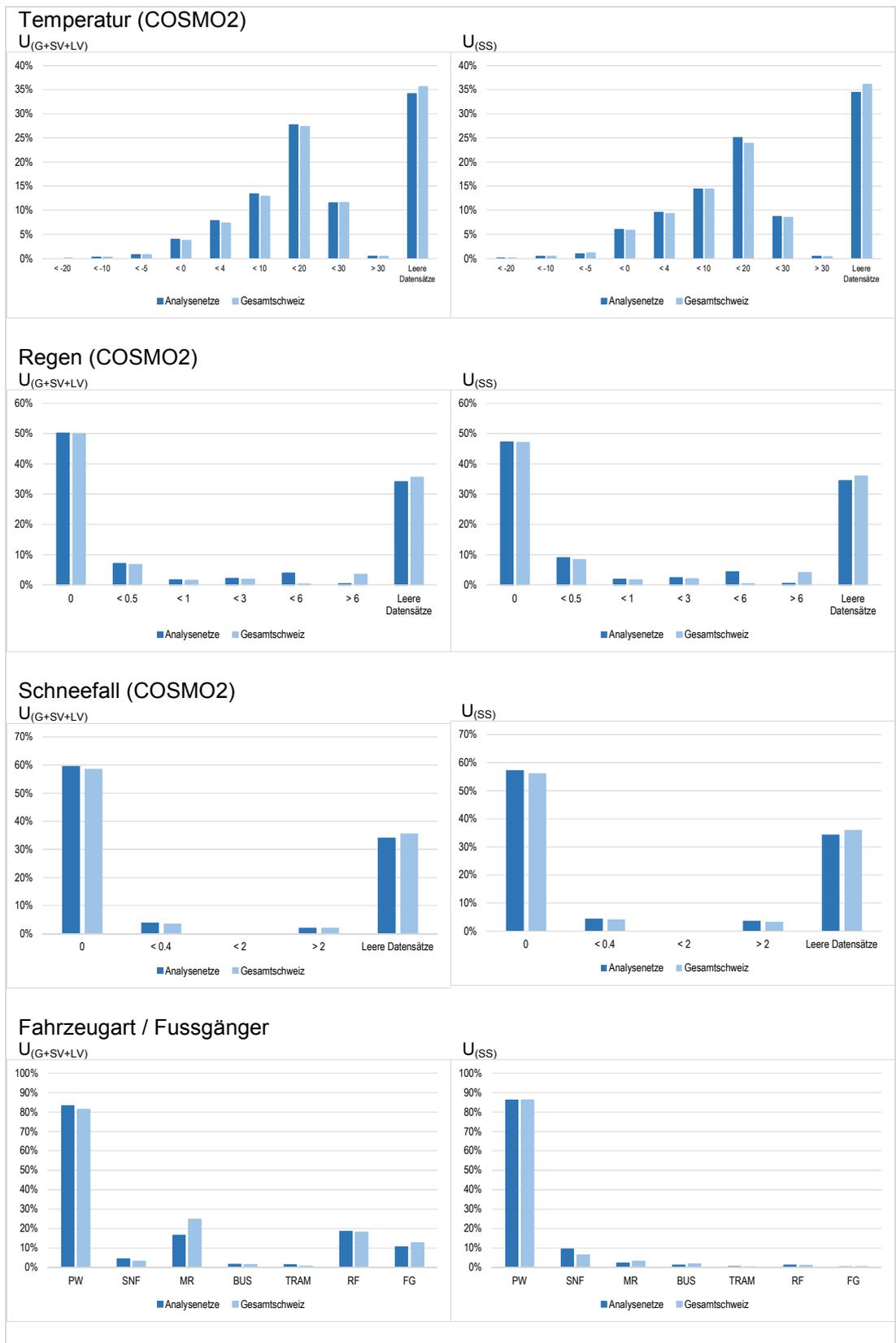


Abb. II.9 Verteilungen Temperatur, Regen, Schneefall (alles aus COSMO2) sowie Fahrzeugart für Analysenetze und Gesamtschweiz (2009-2014)

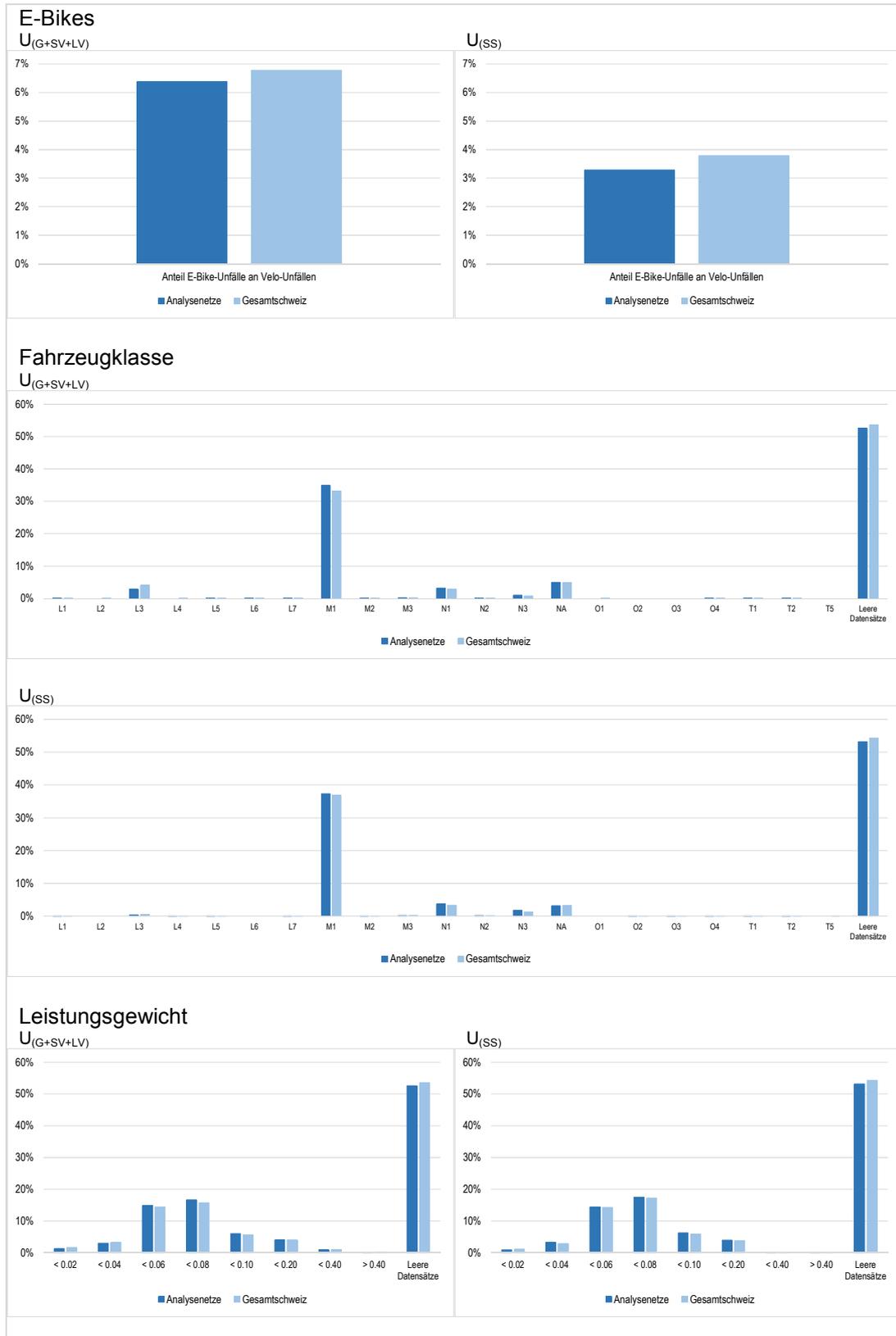


Abb.II.10 Verteilungen E-Bike-Beteiligung, Fahrzeugklasse und Leistungsgewicht (beides aus MOFIS) für Analysestetze und Gesamtschweiz (2009-2014)

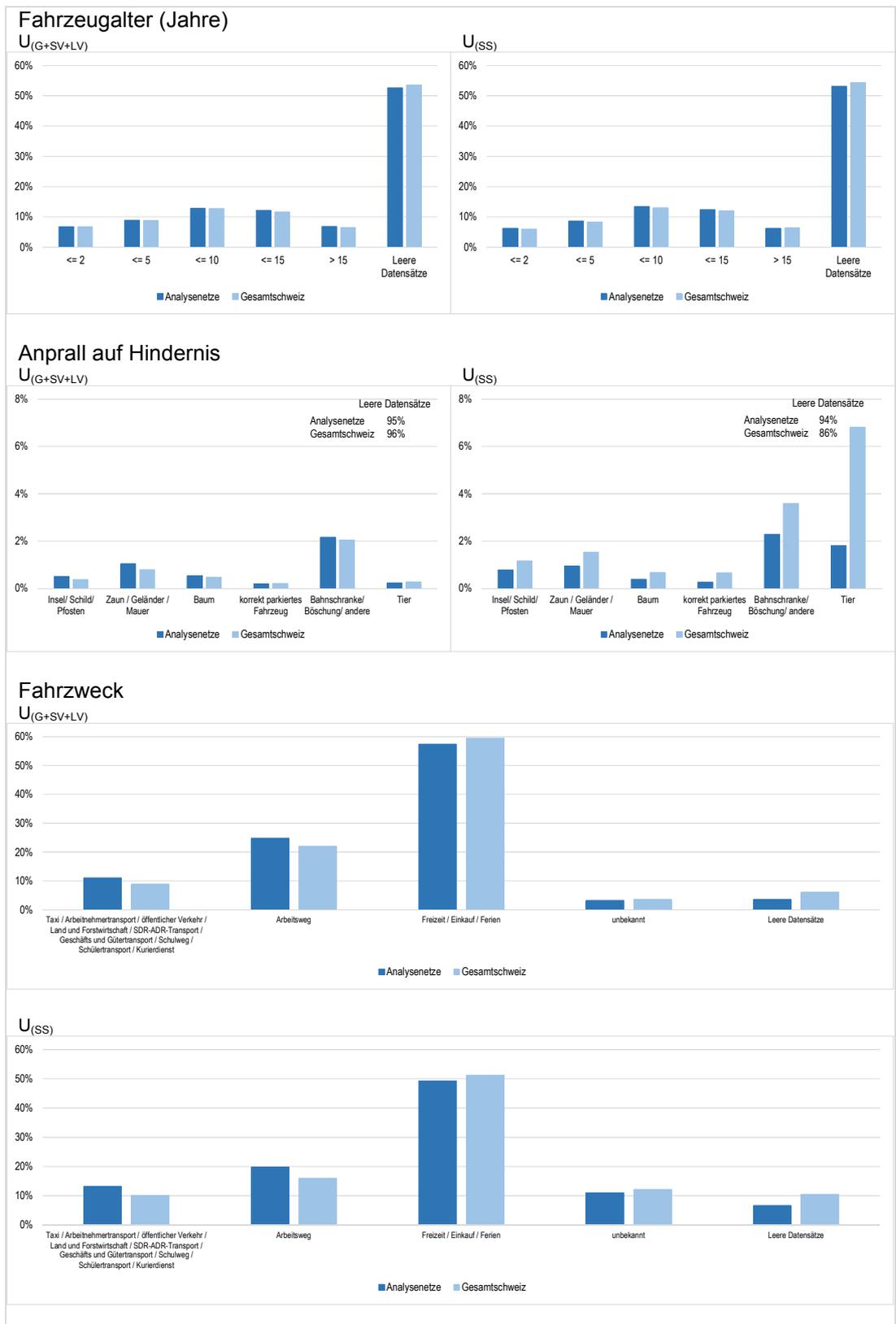


Abb.II.11 Verteilungen Fahrzeugalter (aus MOFIS), Anprall auf Hindernis sowie Fahrtzweck (beide Objekt 01) für Analysestetze und Gesamtschweiz (2009-2014)

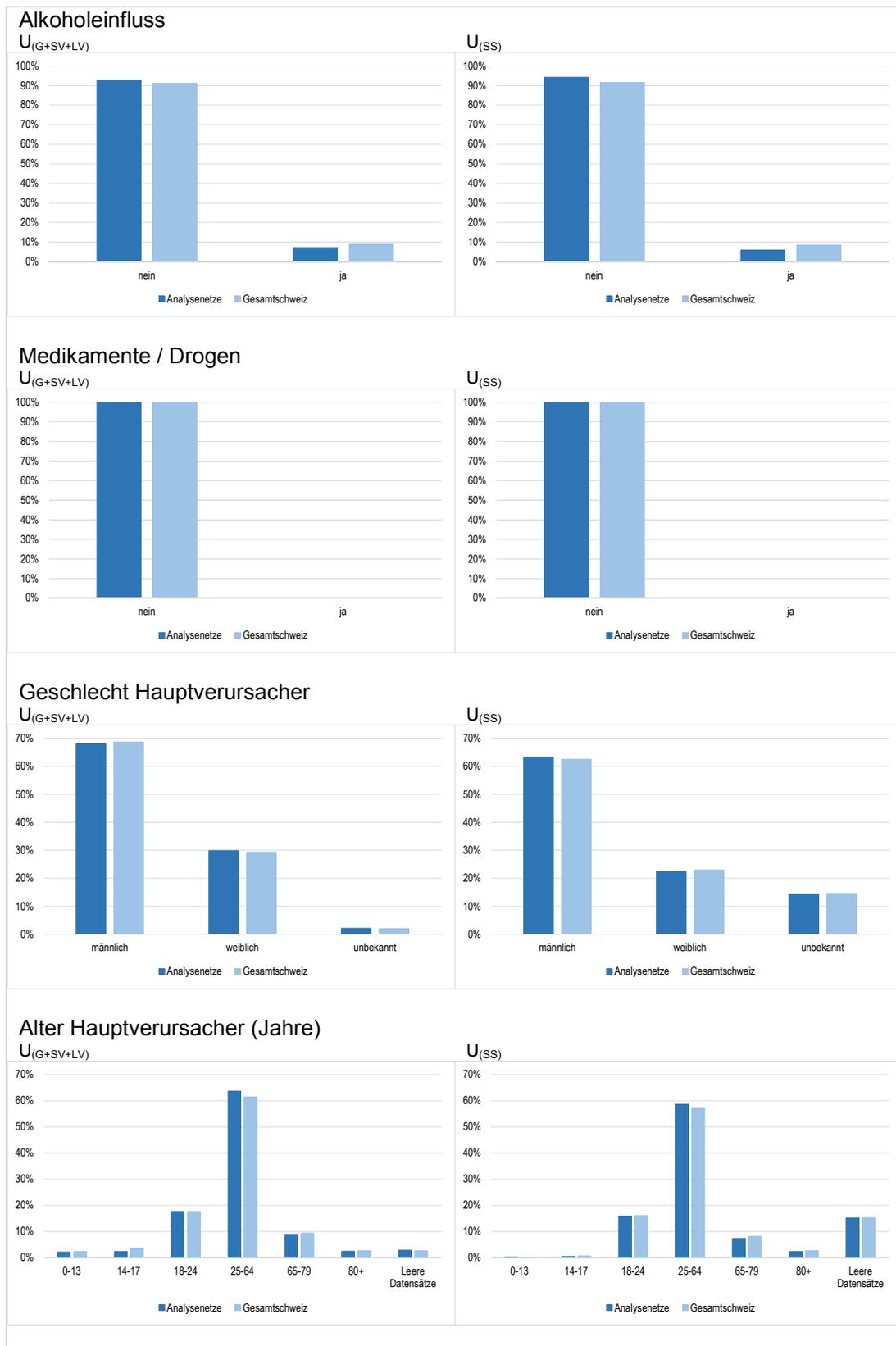


Abb.II.12 Verteilungen Alkoholeinfluss, Medikamente/Drogen, Geschlecht und Alter (alles Objekt 01) für Analysenetze und Gesamtschweiz (2009-2014)



Abb.II.13 Verteilungen Fahrausweisalter, Nationalität, Wohnland, ADMAS-Verstöße „Bewusste Missachtung“ (alles Objekt 01) für Analysenetze und Gesamtschweiz (2009-2014)

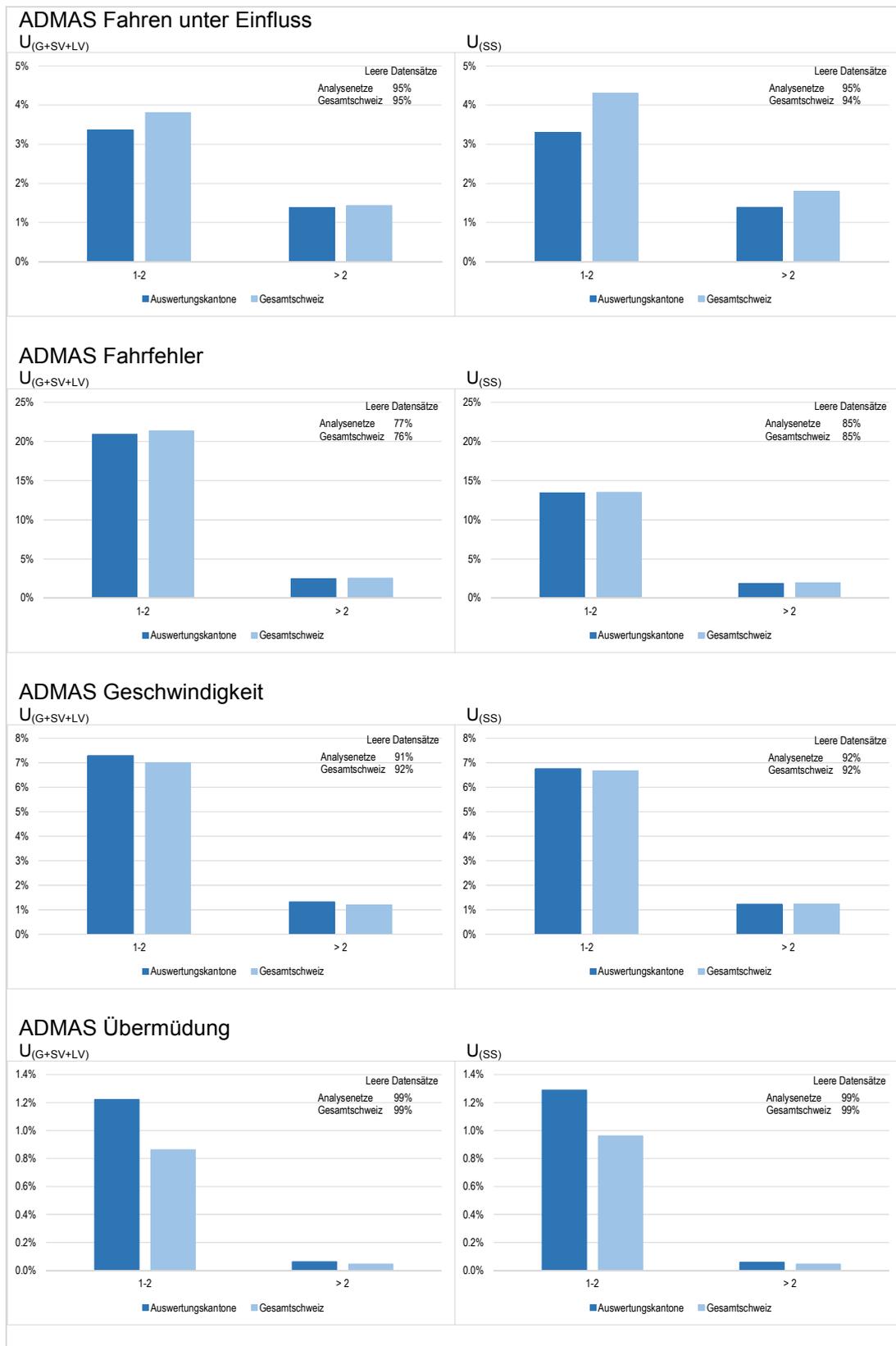


Abb.II.14 Verteilungen ADMAS-Verstösse „Fahren unter Einfluss“, „Fahrfehler“, „Geschwindigkeit“, „Übermüdung“ (alles Objekt 01) für Analysenetze und Gesamtschweiz (2009-2014)

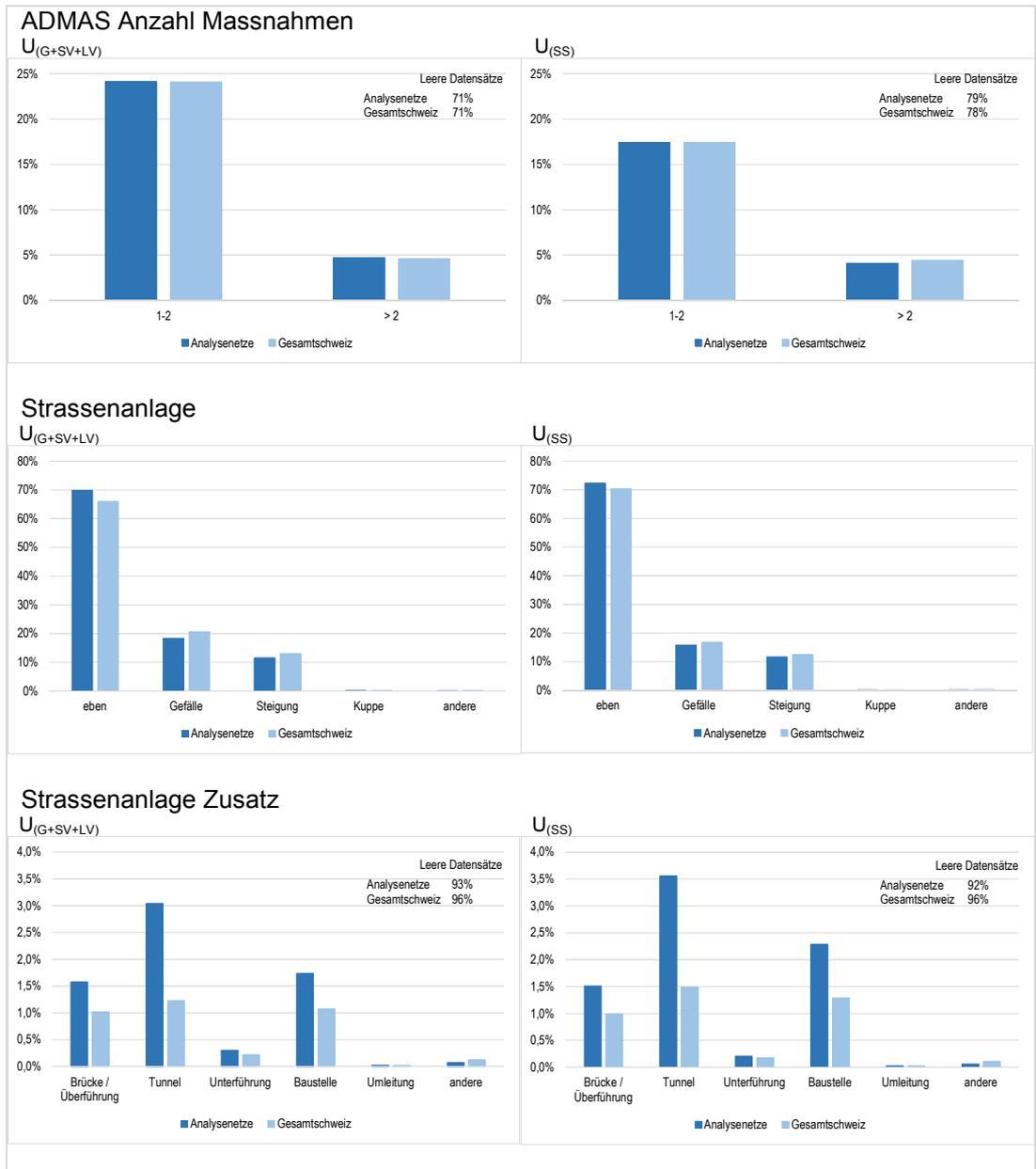


Abb.II.15 Verteilungen ADMAS-Anzahl Massnahmen (alles Objekt 01), Strassenanlage und Strassenanlage Zusatz für Analysenetze und Gesamtschweiz (2009-2014)

Zweiradbeteiligung Analysenetze vs. Romandie

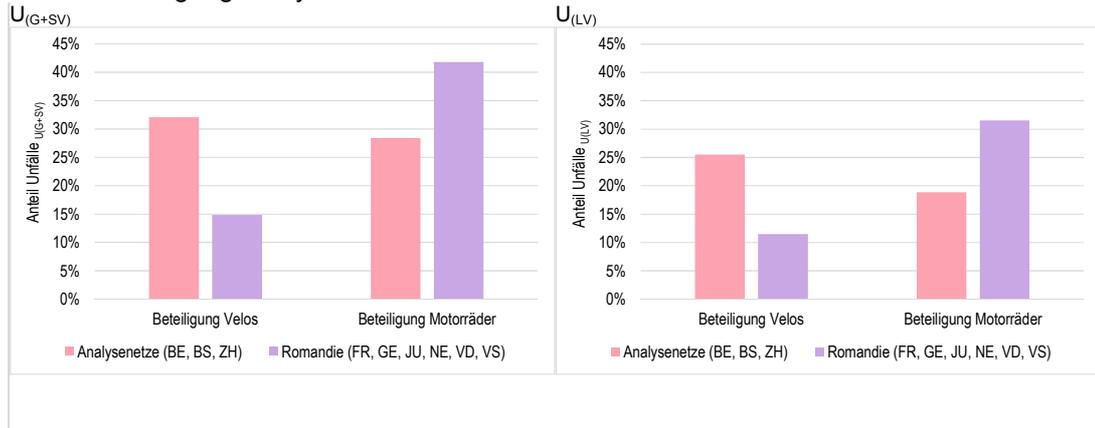


Abb.II.16 Anteil Unfälle mit Zweiradbeteiligung am Gesamtunfallgeschehen ausserhalb der Hochleistungsstrassen im Vergleich der Analysenetze (BE, BS, ZH) und Kantonen mit grösstenteils französischsprachender Bevölkerung

III Analyseergebnisse

III.1 Einleitung

Im Folgenden sind die Analyseergebnisse dokumentiert, welche die Grundlage für die Zusammenfassungen in Kapitel 4 unter „Analyseergebnisse“ bilden.

Je Netzbereich sind die Ergebnisse gegliedert nach:

- Struktur
- Auffälligkeiten
- Signifikante Einflussgrössen der Unfallmodellierung
- Auffälligkeiten von Ausreissers
- Einzelfallanalyse
- Abgleich mit TP1-M

III.2 Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes

Struktur

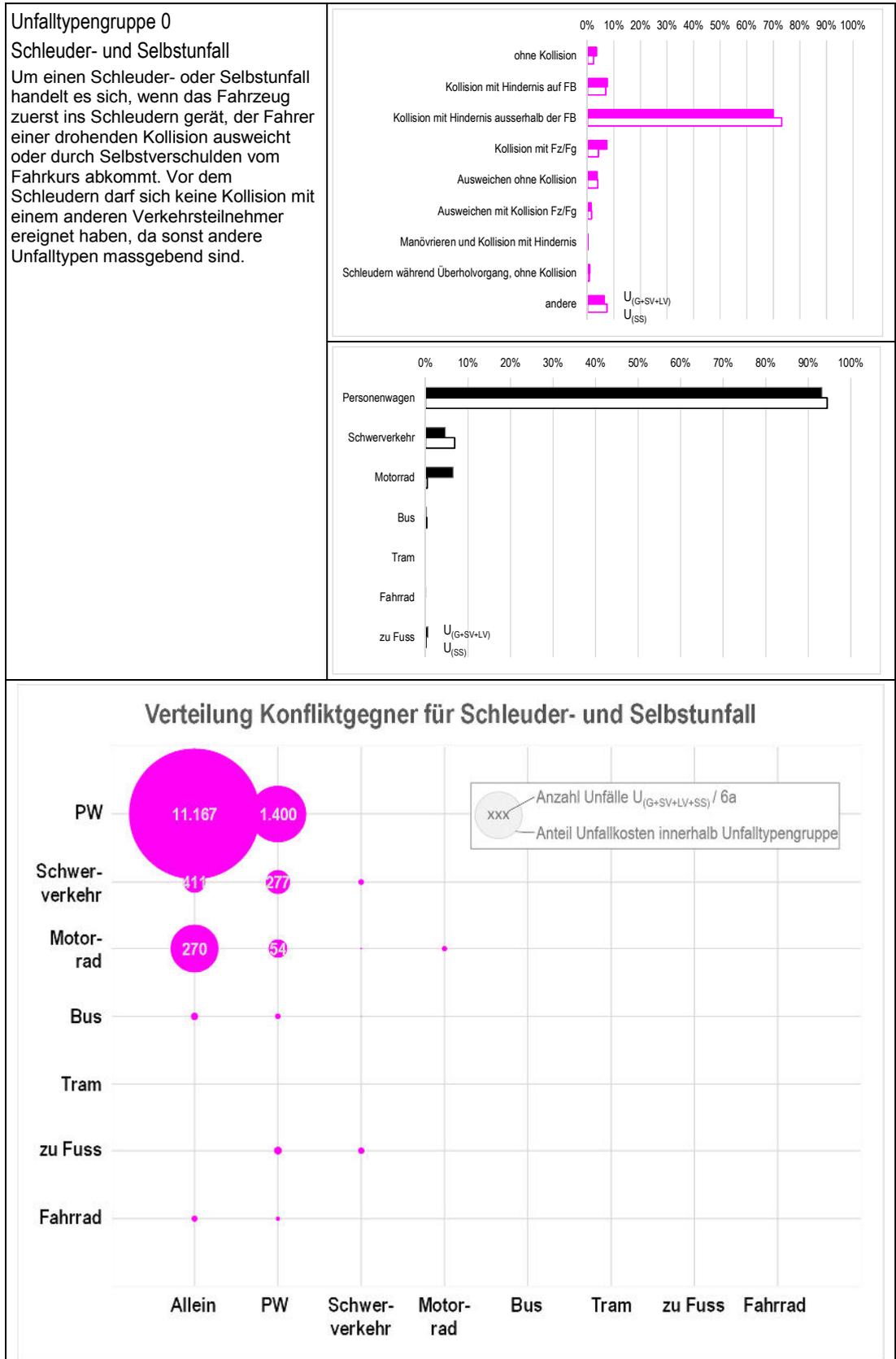


Abb.III.1 UTG 0 – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner auf Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes

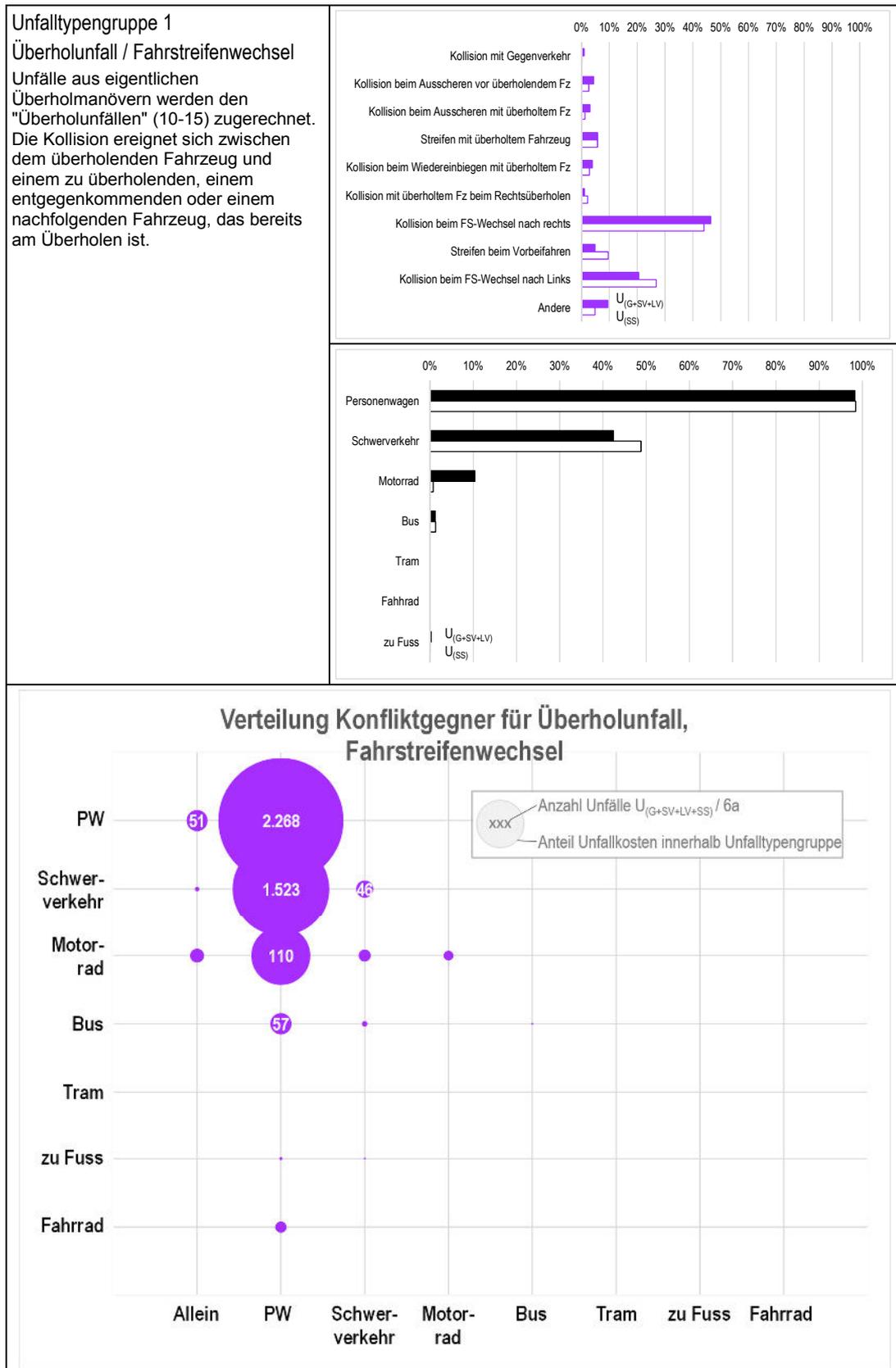
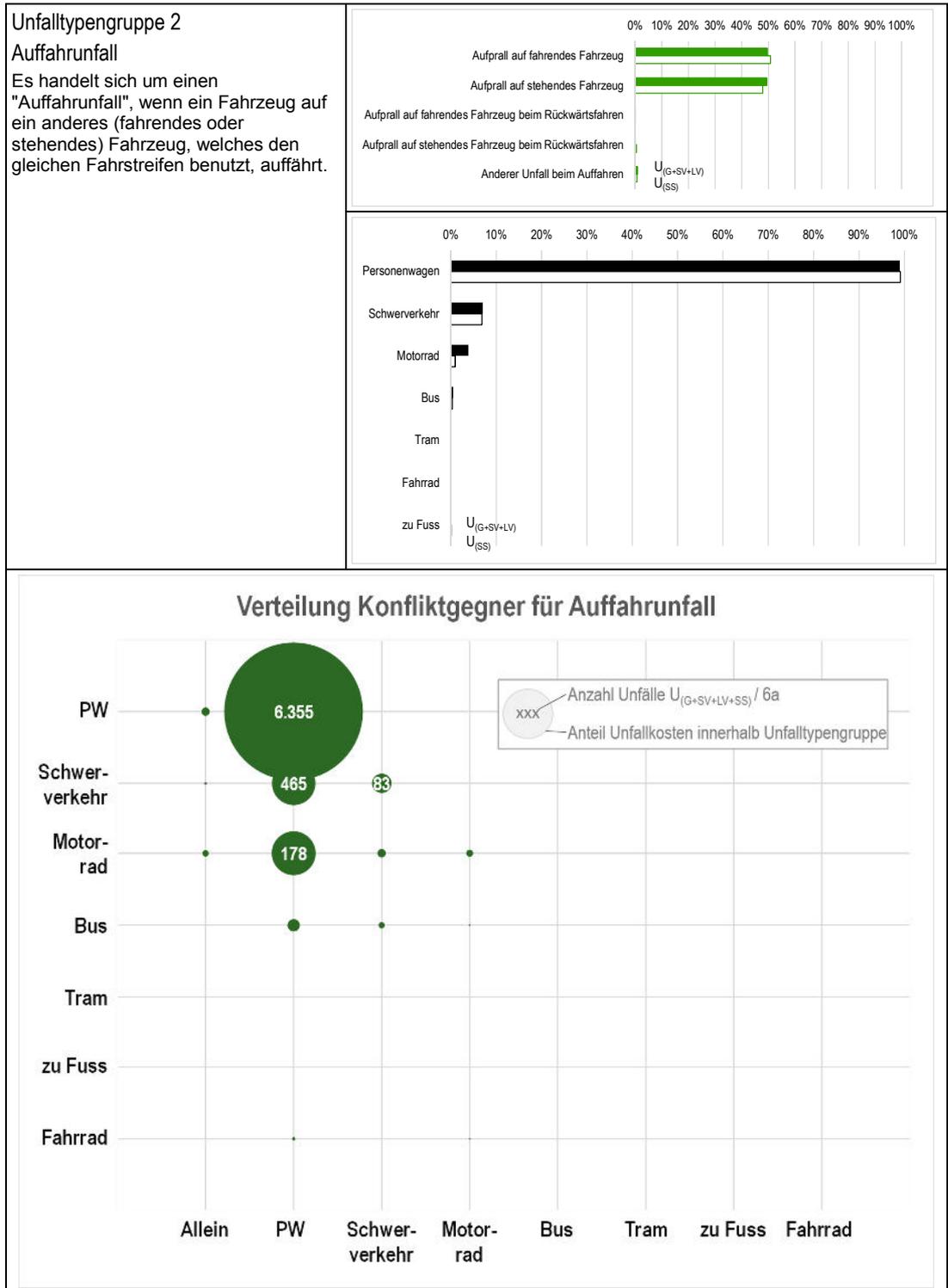


Abb.III.2 UTG 1 – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner auf Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes



Auffälligkeiten

Tab. III.2 Auffälligkeiten Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes – Vergleich Gesamtkollektiv Analysenetze

Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes		UTG 0		UTG 1		UTG 2	
		U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat	Dez - Feb	Dez - Feb		Jun, Aug, Sep	Mrz, Okt, Nov	Mrz, Okt, Nov
	Wochentag	Sa - So	Sa - So	Mo - Fr	Mo - Fr	Mi - Fr	Mi - Fr
	Unfallzeit	19 - 06	19 - 06 / 06 - 09	06 - 12	06 - 19	06 - 09 / 16 - 19	06 - 09 / 16 - 19
	Hauptursache	11, 41	11, 41	42, 44	42, 44	17, 46	17, 46
	Unfallschwere		-	leicht	-	leicht	-
	Anzahl Objekte	1	1	2	2	> 2	> 2
	Strassenart Zusatz	Rampe/Ausfahrt/Einfahrt	Rampe/Ausfahrt/Einfahrt	Einfahrt/Rampe	Einfahrt/Rampe	Ausfahrt ² /Einfahrt/Rampe	Ausfahrt
	Verkehrsbedingungen	rege	rege	stark	rege, stark, stockend	stockend/stark/stehehd	stockend/stark/stehehd
	Höchstgeschwindigkeit	> 100 km/h	> 100 km/h	<= 80 km/h	<= 80 km/h	> 100 km/h	80-100 km/h
	Unfallstelle	Kurve	Kurve	gerade Str., Kurve	gerade Str.	gerade Str.	gerade Str.
	Unfallstelle Zusatz						
	Strassenzustand	Nässe/Glätte	Nässe/Glätte	trocken	trocken	trocken	trocken
	Strassenzustand Zusatz						
	Strassenanlage	Steigung ¹	Gefälle ¹ , Steigung	eben	eben	eben	eben
	Strassenanlage Zusatz	Tunnel, Baustelle, Brücke	Tunnel, Baustelle	Tunnel, Baustelle, Brücke	Baustelle, Tunnel, Brücke	Tunnel ⁴ , Baustelle	Tunnel ⁴ , Baustelle
	Bahnübergang						
	Witterung	Regen, Schneefall	Regen, Schneefall				
	Witterung Zusatz						
	Verkehrsregelung						
Lichtverhältnisse	Dunkelheit	Dunkelheit		Tageslicht	Tageslicht	Tageslicht, Dämmerung	
Sichtbehinderung							
Temperatur (COSMO2)	um den Nullpunkt	um den Nullpunkt		>10°	0 - 10°	4 - 30°	
Niederschlag (COSMO2)	leichter Regen, Schnee	leichter Regen, Schnee					
Objekt	Fahrzeugart / Fussgänger	PW	PW	PW, SNF	PW, SNF	PW, SNF	PW
	E-Bike						
	Fahrzeugklasse	M1	M1	N3	N3	M1, N1	M1, N1
	Leistungsgewicht	0,04-0,06	0,04-0,06	0,02-0,04	0,02-0,04	0,04-0,10	0,04-0,10
	Fahrzeugalter (Jahre)	> 10	> 10		<= 5	<= 10	<= 5
	Anprall auf Hindernis	ja	ja				
	Fahrzweck (Hauptverursacher)	Freizeit	Freizeit	Wirtschaftsverkehr	Wirtschaftsverkehr	Arbeitsweg	Arbeitsweg
	Alkohol / Medikamente / Drogen	(ja)	(ja)				
Hauptverursacher	Geschlecht Hauptverursacher	weiblich ¹		männlich	männlich	männlich	
	Alter Hauptverursacher (Jahre)	18-24	18-24	25-64	25-64	18-64	18-64
	Führerausweisalter (Jahre)	0-19	0-19	>= 10	>= 10	3-19	3-19
	Nationalität	Ausländer	Ausländer	Ausländer	Ausländer	Ausländer	Ausländer
	Wohnland	Ausland	Ausland	Ausland	Ausland	Ausland	Ausland
	ADMAS Bewusste Missachtung						
	ADMAS Fahren unter Einfluss	ja	ja				
	ADMAS Fahrfehler				ja	ja	ja
	ADMAS Geschwindigkeit	ja	ja				
	ADMAS Übermüdung	ja	ja				
	ADMAS Anzahl Massnahmen	> 0	> 0		1-2	> 0	1-2

¹Gefälle häufiger als Steigung aufgenommen

²aber Männer zu rund 2/3 beteiligt

³Ausfahrt anteilmässig mehr als doppelt so häufig wie Einfahrt

⁴Tunnel weist höchsten Anteile bei Auffahrunfällen auf

Signifikante Einflussgrössen Unfallmodellierung

Tab. III.3 *Modellergebnisse Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes*

Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes		U _(G+SV+LV)		U _(SS)	
		+	-	+	-
UTG 0	Exposition	DTV ($\beta = 0,6$)	SV-Anteil	DTV ($\beta = 0,6$)	
	Einflussfaktoren	zul. Höchstgeschwind. Gefällestrecken Radien ¹ < 400m Griffigkeit ²	1 FS / FR Tunnelbereich	Gefällestrecken Radien ¹ < 400m Griffigkeit ²	Anschlussbereiche 1 FS / FR ³ Tunnelbereich
UTG 1	Exposition	DTV ($\beta = 1,2$)	SV-Anteil	DTV ($\beta = 1,2$) SV-Anteil	
	Einflussfaktoren	Anschlussbereiche 3 FS / FR (steile Steigungsstrecken) Radien ¹ < 400m		Anschlussbereiche 3 FS / FR Steigungsstrecken Radien ¹ < 400m	
UTG 2	Exposition	DTV ($\beta = 2,0$)		DTV ($\beta = 1,8$)	
	Einflussfaktoren	Anschlussbereiche Tunnelbereiche	3 FS / FR	Anschlussbereiche (1 FS / FR) Tunnelbereiche steile Steigungsstrecken	

¹Rampen/Übergänge in Autobahnanschlüssen und -kreuzen

²erhöhter Einfluss bei Nässeunfällen im Vergleich zu Unfällen auf trockener Strasse (geringerer Einfluss bei U_(SS))

³nur freie Strecke ausserhalb Anschlussbereiche

Auffälligkeiten der Ausreisser

Tab. III.4 Auffälligkeiten Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes – Vergleich Residuen

Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes		UTG 0		UTG 1		UTG 2	
		U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat		Okt		Mrz-Apr	Feb, Mai, Okt	Mai-Jul
	Wochentag				Mo - Do	Sa	Sa - So
	Unfallzeit			9-24	6-9, 16-19	12-19	12-19
	Hauptursache	41	41	42	42	17	17
	Unfallschwere						
	Anzahl Objekte					3-5	3-5
	Strassenart Zusatz		Rampe		Rampe, (Einfahrt)	Ausfahrt	Ausfahrt
	Verkehrsbedingungen		rege	stark	stark, stockend, stehend	stark, stockend	stark, stockend
	Höchstgeschwindigkeit	<= 80 km/h	<= 80 km/h	<= 80 km/h	<= 80 km/h	80-100 km/h	80 -100 km/h
	Unfallstelle	Kurve	Kurve				gerade Strecke
	Unfallstelle Zusatz						
	Strassenzustand	Nässe	Nässe		Nässe		
	Strassenzustand Zusatz						
	Strassenanlage	Gefälle ¹ , Steigung	Gefälle ¹ , Steigung	Tunnel, Brücke, Baustelle	Tunnel, (Baustelle)	Gefälle	eben
	Strassenanlage Zusatz					Tunnel	Tunnel
	Bahnübergang						
	Witterung	Regen	Regen				
Witterung Zusatz							
Verkehrsregelung					Tageslicht	Tageslicht	
Lichtverhältnisse							
Sichtbehinderung							
Temperatur (COSMO2)							
Niederschlag (COSMO2)		Regen					
Objekt	Fahrzeugart / Fussgänger		PW	SNF	SNF		
	E-Bikes						
	Fahrzeugklasse				N3		
	Leistungsgewicht						
	Fahrzeugaalter (Jahre)		>10	0-2	10-19		
	Anprall auf Hindernis						
	Fahrzweck		Arbeitsweg, Freizeit	Wirtsch.verk., Arbeitsweg	Wirtsch.verk., (Arbeitsweg)	Freizeit	Freizeit
	Alkohol	ja					
Hauptverursacher	Medikamente / Drogen						
	Geschlecht Hauptverursacher						
	Alter Hauptverursacher (Jahre)				25-64		25-64
	Führerausweisalter (Jahre)						
	Nationalität					Schweizer	Schweizer
	Wohnland		Schweiz			Schweizer	Schweiz
	ADMAS Bewusste Missachtung						
	ADMAS Fahren unter Einfluss	ja					
ADMAS Fahrfehler							
ADMAS Geschwindigkeit	ja	1-2					
ADMAS Übermüdung							
ADMAS Anzahl Massnahmen	ja				1-2		

¹Gefälle auffälliger als Steigung

Einzelfallanalyse

Tab. III.5 Einzelfallanalysen Ausreisser auf Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes

Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes	U _(G+SV+LV) & U _(SS)
UTG 0	Kombination aus hoher Kurvigkeit, Gefälle/Steigung, Dunkelheit und Nässe Anschlüsse in Kurven Nässeunfälle bei Tunnelausfahrt in enger Kurve eng trassierte Rampen (tw. bei Nässe/Dunkelheit) kurz vor oder entlang Autobahnausfahrten
UTG 1	Anschlüsse, vor allem Einfahrten mehrstreifige Einfahrten (>1FS) mehrstreifige Fahrbahnen (>2FS) hohe Dichte an Anschlüssen (kurze Verflechtungsbereiche) Einfahrten in Steigung (teilweise in Kurven)
UTG 2	Tunnel (Tendenz zu ungenügender Ausstattung) Bereiche mit Kapazitätsengpässen (u. a. Zusammenführungen von Autobahnen) Ausfahrten (Autobahnende)

Abgleich mit TP1-M

UTG 0 – Schleuder- und Selbstunfälle

Fahrzeugart / FG	Alter / Neulenk	Geschlecht	CH / Migr.hint. / Touristen	Fahrzeugtyp / E-Bike	Unfalltypengruppe	Ort - 1.Nennung	Ort - 2.Nennung	Ort - 3.Nennung	Strasse	Sicht	Zeit	Zweck	Ablenkung	Stelle	Fussweg	Radweg	Unfallgegner	Beeinflussung	Fahrzeugklasse	Fahrzeugalter	ADMAS	Ursache	Alter	Geschlecht	Migrationshintergrund	Observations	Erwartungswert	Risiko-Faktor
PW	25-64	M	CH		0	aO	iO	NS	-	-		Freiz.										unang.				504	96	5,3
PW	18-24	M	CH		0	aO	iO	NS				WE	Freiz.									unang.				282	52	5,4
PW	25-64	W	CH		0	aO	NS		x	x												unang.	25-44			275	40	6,9
PW	25-64	M	CH		0	iO	aO	NS		x		Freiz.					x					Beein.	25-44			268	25	10,7
PW	18-24	M	CH		0	iO	aO	NS	-	x	WE	Freiz.					x					Beein.				259	23	11,3
PW	25-64	W	CH		0	iO	aO	NS				Freiz.														220	63	3,5
PW	65-79	M			0	iO	aO	NS																		200	56	3,6
PW	25-64	M	MIHi		0	aO	iO	NS	x	x	WE	Freiz.										unang.	25-44			77	13	5,9

Die dominierende Unfallbeteiligung stellen die Personenwagen dar. Wesentliche Auffälligkeiten aus den Analysen in TP1-M finden sich in den hier vorgelegten Ergebnissen zu den Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes: junge Lenkende, Unfälle bei Nacht, im Freizeitverkehr, in älteren Klein- und Mittelklassewagen, unter Einfluss von Rauschmitteln sowie bei nasser Strasse. Abweichend fiel auf, dass bei den Personenschadensunfällen weibliche Lenkende auf Nationalstrassen leicht häufiger sind als im Gesamt-Analysekollektiv (Männer dominieren trotzdem auch auf Nationalstrassen das Unfallgeschehen).

UTG 1 – Überholunfall, Fahrstreifenwechsel

Fahrzeugart / FG	Alter / Neulenk	Geschlecht	CH / Migr.hint. / Touristen	Fahrzeugtyp / E-Bike	Unfalltypengruppe	Ort - 1.Nennung	Ort - 2.Nennung	Ort - 3.Nennung	Strasse	Sicht	Zeit	Zweck	Ablenkung	Stelle	Fussweg	Radweg	Unfallgegner	Beeinflussung	Fahrzeugklasse	Fahrzeugalter	ADMAS	Ursache	Alter	Geschlecht	Migrationshintergrund	Observations	Erwartungswert	Risiko-Faktor
PW	25-64	M	CH		1	iO	aO	NS				Freiz.										unang.				383	80	4,79
PW	25-64	W	CH		1	iO	aO	NS				Freiz.										unang.	25-44			203	39	5,21
LKW					1	NS	iO					Spitze										unang.				153	25	6,12
PW	65-79	M			1	iO	aO	NS														unang.				125	20	6,25
MR					1	iO	NS					Spitze					PW							m		117	55	2,13
PW	25-64	W	MIHi		1	NS						Freiz.										unang.	24-44			12	3	4,00
PW	65-79	W			1	iO	NS															unang.				35	7	5,00

Neben den Personenwagen stellt dieser Unfalltyp auf Autobahnen die wichtigste Risikokonstellation für den Schwerverkehr dar. Auch die Motorräder sind – zwar selten – aber im Vergleich der Unfalltypen hier am häufigsten auf Autobahnen beteiligt.

Die Ergebnisse zu den Lenkenden des Schwerverkehrs in TP1-M decken sich mit den hier vorgelegten Ergebnissen. Unfälle ereignen sich bei trockener Strasse, während der Woche, im Wirtschaftsverkehr, bei 25-64-jährigen männlichen Lenkern, bei Lenkenden mit Fahrfehlern (ADMAS) sowie tendenziell eher leichteren Unfallfolgen.

Der Anteil an Motorradfahrenden ist insgesamt zu klein, als dass sich Auffälligkeiten dieser Verkehrsteilnehmergruppe aus TP1-M auch in den hier vorgelegten Ergebnissen zeigen würden.

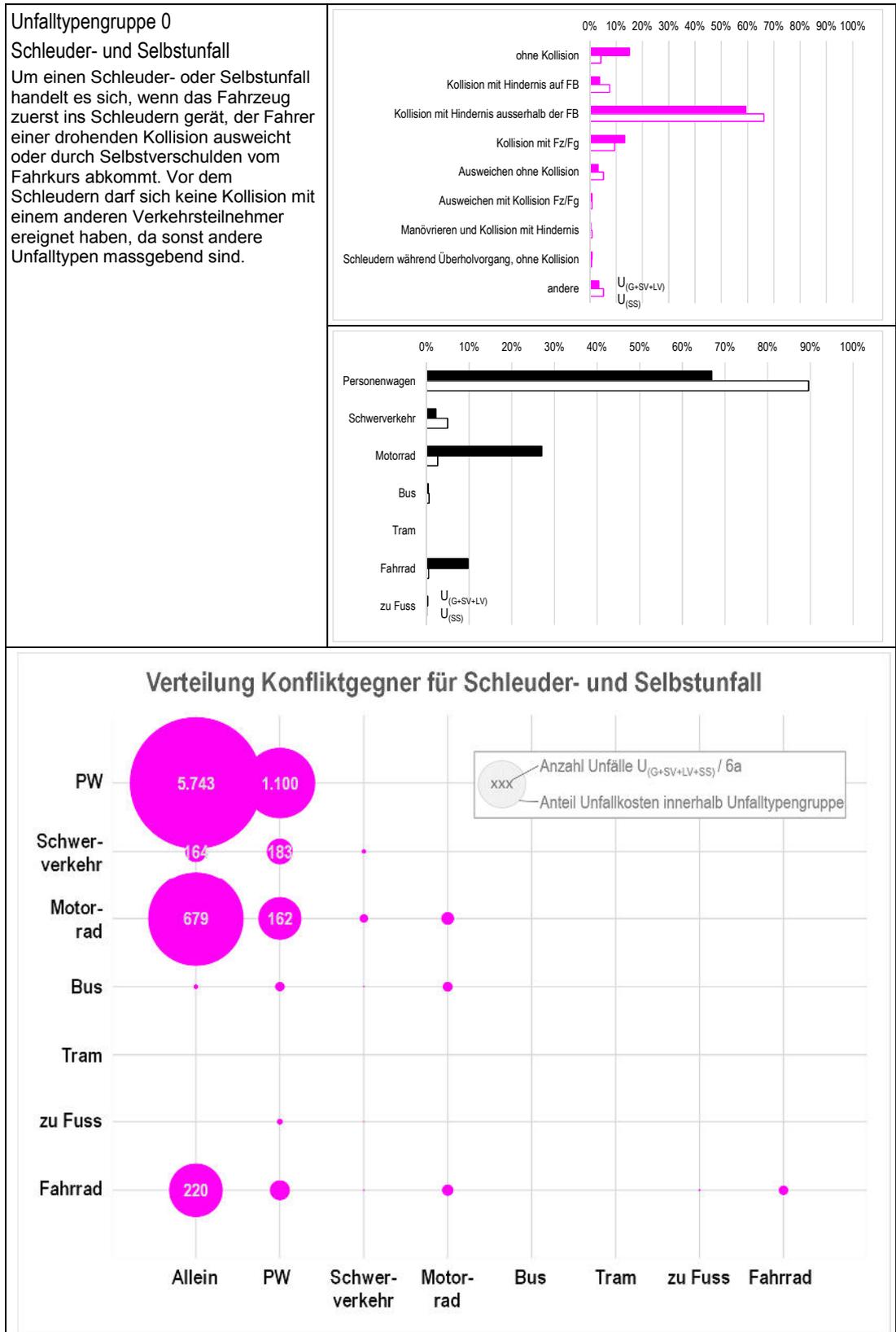
UTG 2 – Auffahrunfall

Fahrzeugart / FG	Alter / Neulenk	Geschlecht	CH / Migr.hint. / Touristen	Fahrzeugtyp / E-Bike	Unfalltypengruppe	Ort - 1.Nennung	Ort - 2.Nennung	Ort - 3.Nennung	Straße	Sicht	Zeit	Zweck	Ablenkung	Stelle	Fussweg	Radweg	Unfallgegner	Beeinflussung	Fahrzeugklasse	Fahrzeugalter	ADWAS	Ursache	Alter	Geschlecht	Migrationshintergrund	Observations	Erwartungswert	Risiko-Faktor
PW	25-64	M	CH		2	iO	NS	aO				Freiz.														4509	576	7,83
PW	25-64	M	MiHi		2	iO	NS	aO				Spitze	Freiz.													1841	303	6,08
PW	25-64	W	CH		2	iO	NS	aO				Spitze										unang.				1839	263	6,99
PW	25-64	W	CH		2	iO	NS	aO				Spitze										Fehler				1712	285	6,01
PW	25-64	M	CH		2	iO	NS	aO		x		Spitze	ArWe													1080	242	4,46
PW	25-64	W	CH		2	aO	NS	iO				WE	Freiz.													907	169	5,37
PW	65-79	M			2	iO	NS	aO																		834	143	5,83
PW	18-24	M	CH		2	iO	NS	aO					Freiz.													732	113	6,48
PW	18-24	W	CH		2	iO	NS	aO				Spitze										Fehler				707	123	5,75
PW	25-64	W	MiHi		2	iO	NS	aO				Spitze	Freiz.										25-44			693	144	4,81
PW	25-64	M	CH		2	iO	NS	aO				Spitze	ArWe	x								unang.	25-44			524	86	6,09
PW			Tour		2	NS							Ferien									Fehler	25-64	m		286	56	5,11
PW	65-79	W			2	iO	NS	aO														Fehler				383	76	5,04
PW			Tour		2	NS	iO	aO				Spitze	ArWe									Fehler	25-64	m		360	71	5,07
PW	25-64	W	CH		2	iO	NS	aO					x									unang.				348	58	6,00
PW	18-24	M	CH		2	iO	NS						x									unang.				160	23	6,96
PW	25-64	M	MiHi		2	iO	NS						x									unang.	25-44			159	26	6,12
PW	18-24	M	MiHi		2	iO	NS					Freiz.														126	29	4,34
PW	18-24	W	CH		2	iO	NS						x									unang.				124	24	5,17
LKW					2	iO	NS																	CH		111	29	3,83
PW	25-64	M	CH		2/4	iO	NS														x	Fehler	25-44			113	29	3,90
PW	18-24	M	CH		2	iO	NS		x	x		Spitze	ArWe									Fehler				63	11	5,73
PW				NFzg	2/4	iO	NS					Spitze									K/M	Fehler	?	CH		52		
PW	18-24	M			0/2/4	iO	aO	NS		~		WE	Freiz.							M	A	?		CH		25		

Ähnlich der UTG 0 dominieren hier fast ausschliesslich die PW-Lenkenden. Laut TP1-M stehen Auffahrunfälle häufig im Zusammenhang mit Ablenkung, was sich mit den hier vorliegenden Ergebnissen deckt. Weiterhin sind Touristen „gehäuft“ in Auffahrunfälle auf Autobahnen während der Ferienzeiten verwickelt. Dies deckt sich mit dem stark überproportionalen Einfluss des DTV (hohes Risiko in den Verkehrsspitzen). Aus den hier vorliegenden Ergebnissen ergibt sich für alle Autobahnunfälle eine Auffälligkeit bei ausländischen Lenkenden, wenn auch an den besonders kritischen Bereichen mit Auffahrunfällen Schweizer auffällig sind. Die einzige Auffälligkeit von SUVs ergab sich bei TP1-M für Auffahrunfälle auf Autobahnen für 45-64-jährige Lenkende. Im Gegensatz zu TP1-M (Auffälligkeit junge Frauen in Verkehrsspitzen) sind hier Männer auffällig.

III.3 Strecken ausserorts

Struktur

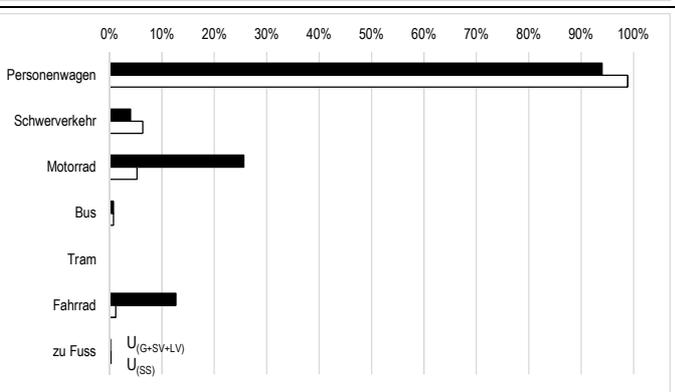


Unfalltypengruppe 2
Auffahrunfall
 Es handelt sich um einen "Auffahrunfall", wenn ein Fahrzeug auf ein anderes (fahrendes oder stehendes) Fahrzeug, welches den gleichen Fahrstreifen benutzt, auffährt.

Unfalltypengruppe 3
Abbiegeunfall
 Um einen Abbiegeunfall handelt es sich, wenn weitere Fahrzeuge auf derjenigen Strasse, die beim Abbiegen verlassen wird, an der Kollision beteiligt sind.

Unfalltypengruppe 4
Einbiegeunfall
 Um einen Einbiegeunfall handelt es sich, wenn weitere Fahrzeuge auf derjenigen Strasse, in die eingebogen wird, an der Kollision beteiligt sind (Codes 40, 41, 43-45) oder sich ein Fahrzeug vom Strassenrand wieder in den Verkehr einfügt (Code 42).

Unfalltypengruppe 5
Überqueren der Fahrbahn
 Um ein "Überqueren" handelt es sich, wenn sich die beabsichtigten Fahrrichtungen der Fahrzeuge an Kreuzungen, Einmündungen oder Strassengabelungen kreuzen, ohne dass eines der Fahrzeuge ab- oder einbiegt.



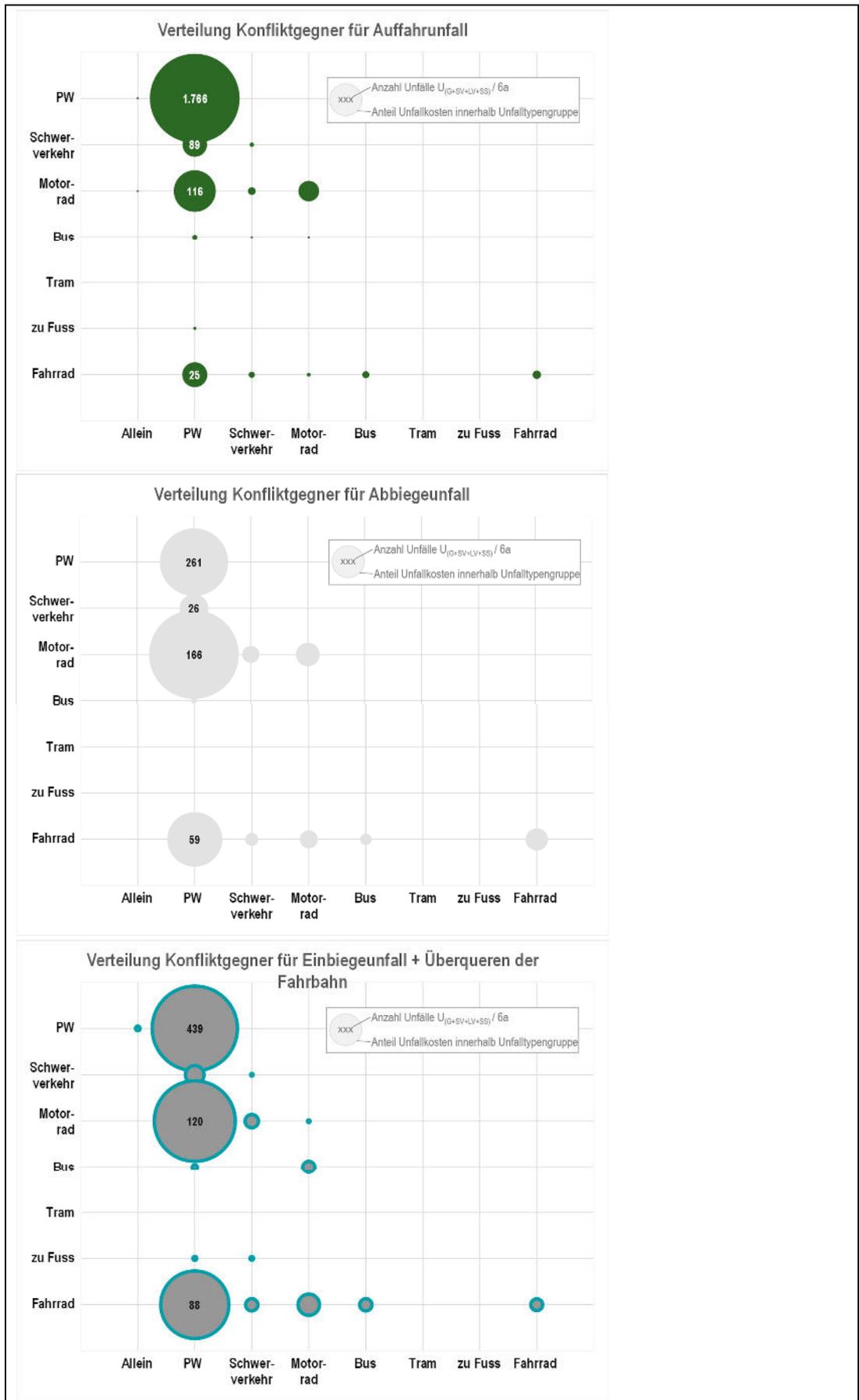
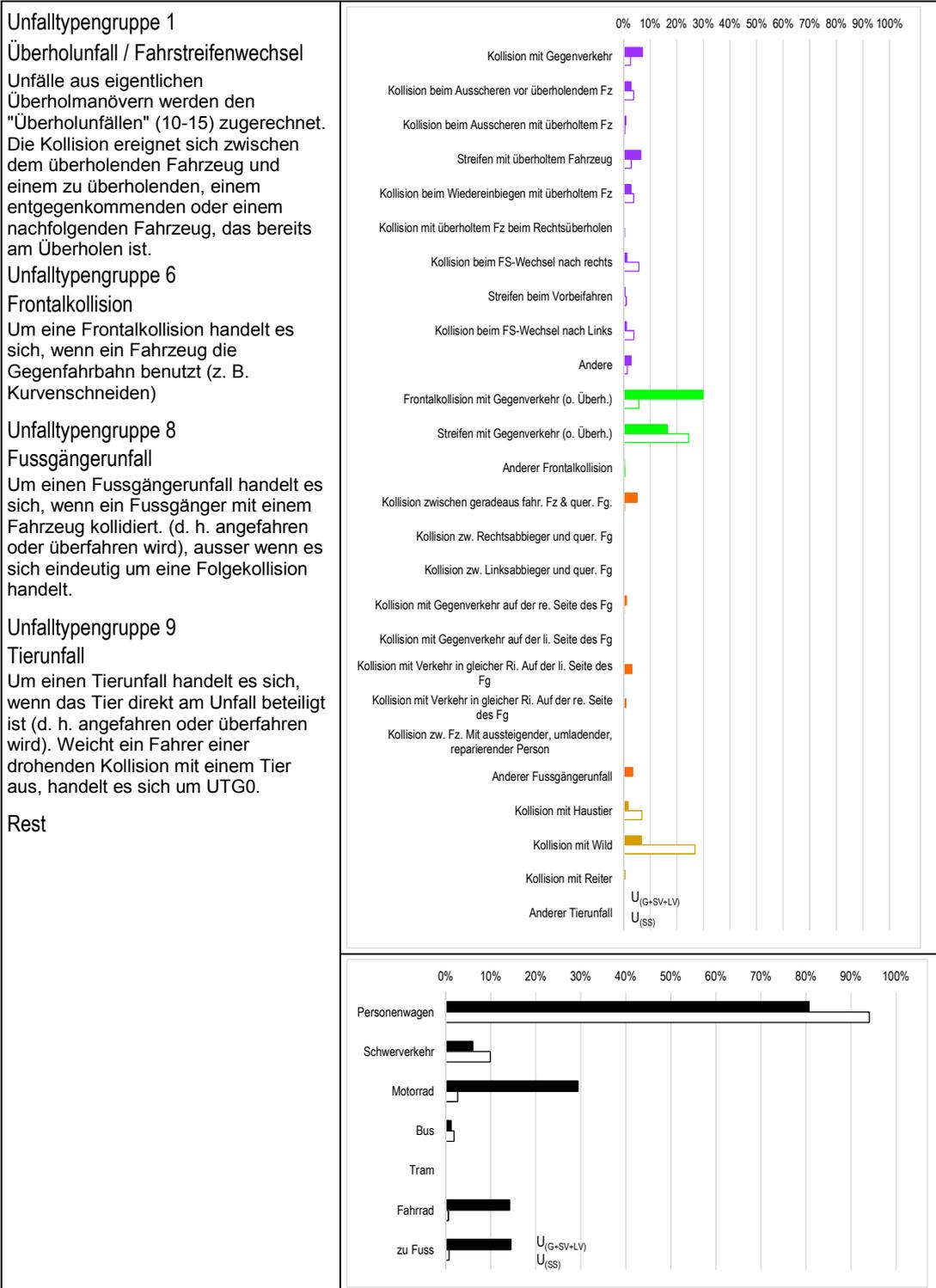


Abb.III.5 Unfalltypengruppen 2345 – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner auf Strecken ausserorts



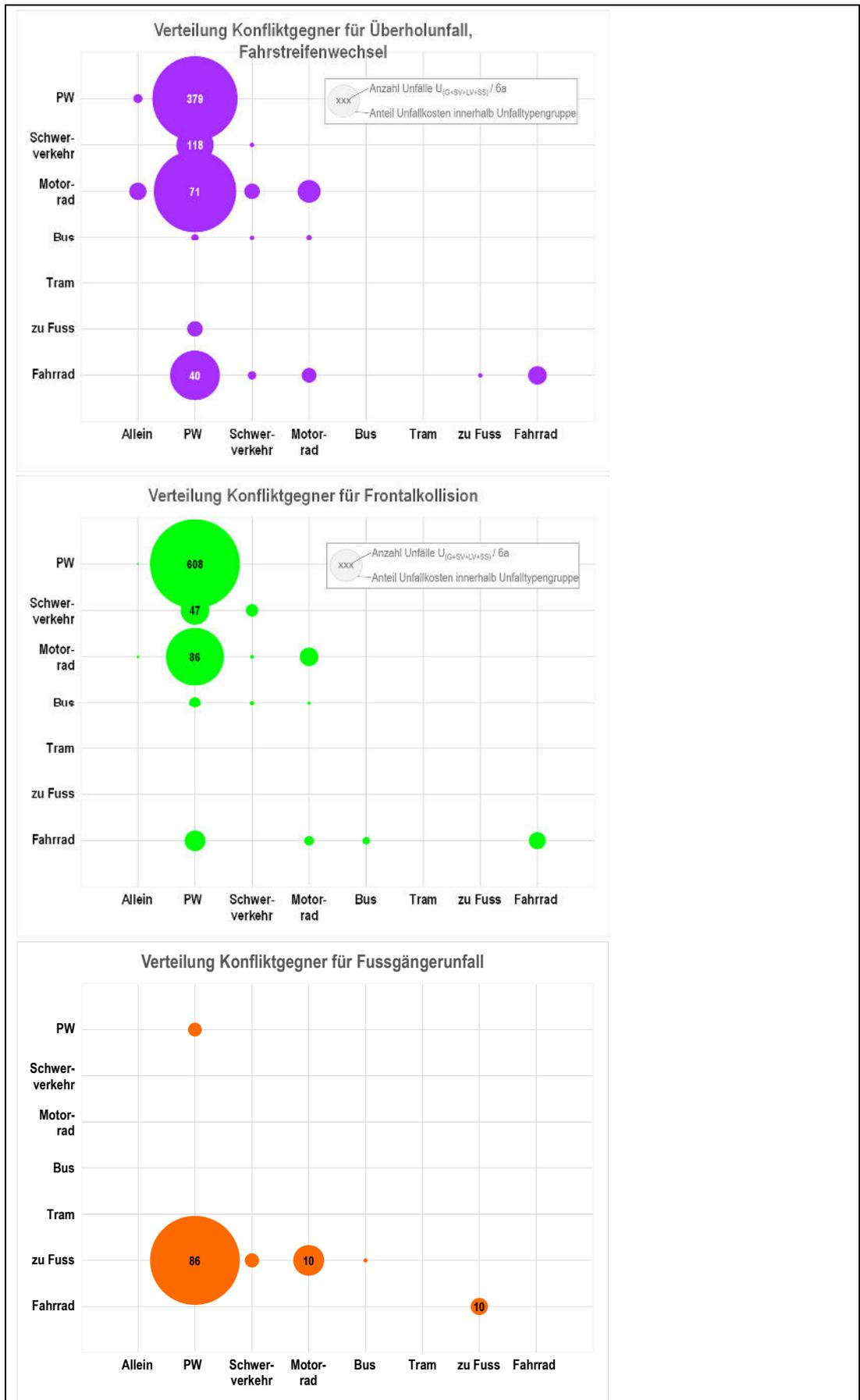


Abb.III.6 Unfalltypengruppen 169 Rest – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner auf Strecken ausserorts

Auffälligkeiten

Tab. III.6 Auffälligkeiten Strecken ausserorts – Vergleich Gesamtkollektiv Analysenetze

Strecken ausserorts		UTG 0		UTG 2345		UTG 169 Rest	
		U _(0-50km/h)	U _(SS)	U _(0-50km/h)	U _(SS)	U _(0-50km/h)	U _(SS)
Unfall	Monat	Dez - Feb / Jun-Aug	Dez - Feb				
	Wochenltag	Sa - So	Sa - So		Di - Do	Sa - So	
	Unfallzeit	19 - 06	19 - 06, (06 - 09)	12 - 19	06 - 19	19 - 24 / (00 - 06)	19 - 06 / (06 - 09)
	Hauptursache	11, 41, (15)	11, 41	17, 45, 46	17, 45, 46	23, 41, 42, 44	23, 42, 44
	Unfallschwere	schwer				hoch	
	Anzahl Objekte	1	1	2	2	2	2
	Strassenart Zusatz						
	Verkehrsbedingungen	schwach	schwach		rege - stehend	schwach	schwach
	Höchstgeschwindigkeit						
	Unfallstelle	Kurve	Kurve			Kurve	Kurve
	Unfallstelle Zusatz			Grundstückzufahrten ¹	Grundstückzufahrten ¹		
	Strassenzustand	Glätte	Glätte, (Nässe)			Glätte	
	Strassenzustand Zusatz						
	Strassenanlage	Gefälle ² , Steigung	Gefälle ² , Steigung	Steigung	(Gefälle)	Gefälle ² , Steigung	Gefälle, Steigung
	Strassenanlage Zusatz						
	Bahnübergang						
Witterung	Schneefall (Nebel)	Schneefall (Nebel)			Schneefall	(Nebel)	
Witterung Zusatz							
Verkehrsregelung							
Lichtverhältnisse	Dunkelheit	Dunkelheit			Dunkelheit	Dämmerung, Dunkelheit (ja)	
Sichtbehinderung							
Temperatur (COSMO2)	um den Nullpunkt	um den Nullpunkt		>= 20°	-5° bis -1°	0° bis 10° (leicht. Regen)	
Niederschlag (COSMO2)	Schneefall, (leicht. Regen)	Schneefall, (leicht. Regen)			Schneefall, (leicht. Regen)	(leicht. Regen)	
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger	Motorrad	PW (ja)	PW, Motorrad	PW, Motorrad	Motorrad, SNF	PW, (Motorrad)
	E-Bikes		M1		M1		
	Fahrzeugklasse	L3	M1	M1, N1	M1	L3	M1
	Leistungsgewicht	0,06 - 0,10	0,04-0,06 / 0,10-0,20			0,06 - 0,10	
	Fahrzeugalter (Jahre)	> 10	> 10			3-10	
	Anprall auf Hinderniss	ja ³	ja ³			(Tier)	Tier
	Fahrzweck	Freizeit	Freizeit, Arbeitsweg	Arbeitsweg	Arbeitsweg, Wirtschaftsv.		Arbeitsweg
	Alkohol / Medikamente / Drogen	ja (Drogen)	ja			(Drogen)	
Hauptverursacher	Geschlecht	Männer	Männer			Männer	Männer
	Alter (Jahre)	18-24	18-24	65+	18-64	18-24	
	Führerausweisalter (Jahre)	0-5	0-5			Neulenk	>= 20
	Nationalität	Schweizer	Schweizer	Schweizer	Schweizer	Schweizer	Schweizer
	Wohnland	Schweiz	Schweiz	Schweiz	Schweiz	Schweiz	Schweiz
	ADMAS Bewusste Missachtung						
	ADMAS Fahren unter Einfluss	> 0	> 0			(> 0)	
	ADMAS Fahrfehler			> 0	> 0	1 - 2	
	ADMAS Geschwindigkeit	> 0	1 - 2				1 - 2
	ADMAS Übermüdung	> 0					
ADMAS Anzahl Massnahmen	> 2	1 - 2	1 - 2	1 - 2	> 0		

¹Ein-/Ausfahrt Parkplatz, Liegenschaft und Einmündung Feldweg

²Gefälle häufiger als Steigung aufgenommen

³Hindernisse auf und neben Fahrbahn (~12% Böschung)

Signifikante Einflussgrössen Unfallmodellierung

Tab. III.7 Modellergebnisse Strecken ausserorts

Strecken ausserorts		U _(G+SV+LV)		U _(SS)	
		+	-	+	-
UTG 0	Exposition	DTV ($\beta = 0,45-0,60$) SV-Anteil		DTV ($\beta = 0,65-0,75$)	
	Einflussfaktoren	Kurvigkeit Hügeligkeit Kantonsstrasse Radius < 400m Fehler Relationtrassierung (Rampen)	kantonale Autobahn Einbahn/baul. Mitteltrenn. Fahrbahnbreite < 6m	Kurvigkeit Radius < 400m Fehler Relationtrassierung Steigungs-/Gefällestrecken	Fahrbahnbreite < 6m
UTG 1	Exposition	DTV ($\beta = 0,64-0,81$)		DTV ($\beta = 0,91-1,09$) (SV-Anteil)	Anschlussknotendichte
	Einflussfaktoren	Kurvigkeit Kantonsstrasse		Kurvigkeit Kantonsstrasse bauliche Mitteltrennung (2FB,>2FS)	
UTG 2	Exposition	DTV ($\beta = 1,4$) (Anschlussknotendichte)		DTV ($\beta = 1,5$) (Anschlussknotendichte)	
	Einflussfaktoren	Kantonsstrasse	Steigungs-/Gefällestrecken kantonale Autobahn	(Kurvigkeit) Kantonsstrasse	
UTG 345	Exposition	DTV ($\beta = 0,5-0,6$) Anschlussknotendichte (Dichte Zuf. Liegenschaft)		DTV ($\beta = 0,7$) SV-Anteil Anschlussknotendichte Dichte Zuf. Liegenschaft	
	Einflussfaktoren		Kurvigkeit	Kantonsstrasse	Hügeligkeit v0
UTG 6	Exposition	DTV ($\beta = 0,7$)		DTV ($\beta = 0,7-0,8$)	
	Einflussfaktoren	Kurvigkeit Kantonstrasse	Radius < 400m (kantonale Autobahn)	Kurvigkeit Radius < 400m	(kantonale Autobahn)
UTG 9	Exposition			DTV ($\beta = 0,6$)	
	Einflussfaktoren			v0	Kurvigkeit

Auffälligkeiten Ausreisser

Tab. III.8 Auffälligkeiten Strecken ausserorts – Vergleich Residuen

Strecken ausserorts		UTG 0		UTG 2345		UTG 169 Rest	
		U _(G-SV+LV)	U _(SS)	U _(G-SV+LV)	U _(SS)	U _(G-SV+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat		Dez - Jan, Jul	Apr - Mai, Sep	Feb, Apr	Dez - Feb	Okt
	Wochentag	Mi - Fr		Sa - So		So	
	Unfallzeit	16-19	09-12	16-19	09-12, 16-19	09-12, 16-19	12-19
	Hauptursache	41	41	45	45	41, 44	41, 42, 44
	Unfallschwere	hoch					
	Anzahl Objekte		1				
	Strassenart Zusatz						
	Verkehrsbedingungen	schwach			stockend	schwach	
	Höchstgeschwindigkeit			30-50 km/h			
	Unfallstelle	Kurve	Kurve				Kurve
	Unfallstelle Zusatz						
	Strassenzustand		Glätte				Glätte
	Strassenzustand Zusatz						
	Strassenanlage						
	Strassenanlage Zusatz						
	Bahnübergang		Blinklicht + Schranke				Schneefall
	Witterung		Regen, Schneefall				
Witterung Zusatz							
Verkehrsregelung							
Lichtverhältnisse							
Sichtbehinderung							
Temperatur (COSMO2)	20° - 30°						
Niederschlag (COSMO2)		Regen, Schneefall					
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger	Motorrad, Velo					
	E-Bikes		M1	M1			
	Fahrzeugklasse			0,04 - 0,06			0,02 - 0,06
	Leistungsgewicht			5 - 10			
	Fahrzeugaalter (Jahre)	Böschung	Böschung		10 - 15		
	Anprall auf Hinderniss		Arbeitsweg				
	Fahrzweck (Hauptverursacher)						
Alkohol							
Medikamente / Drogen							
Haupt- verursacher	Geschlecht					18 - 24	
	Alter (Jahre)						
	Führerausweisalter (Jahre)						
	Nationalität						
	Wohnland						
	ADMAS Bewusste Missachtung						
	ADMAS Fahren unter Einfluss						
	ADMAS Fahrfehler				1-2		
	ADMAS Geschwindigkeit		ja				
	ADMAS Übermüdung						
ADMAS Anzahl Massnahmen							

Einzelfallanalyse

Tab. III.9 *Einzelfallanalysen Ausreisser auf Strecken ausserorts*

Strecken ausserorts	$U_{(G+SV+LV)}$ & $U_{(SS)}$
UTG 0	Relationstrassierung Motorradfahrende auf Passstrassen Nässe / Glätte / Dunkelheit nicht einsehbare Kurven Kurvenbereiche liegen in Waldstücken (ein- oder beidseitig) ungeschützte Hindernisse im Seitenraum Park-/Halteplätze in Kurven
UTG 1	beim Überholen von Velofahrenden sehr schmale Fahrbahnen (teilweise uneinsichtig)
UTG 2	direkte Erschliessung an Strasse (Gewerbe, Parkplätze, Parkbuchten etc.) Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA (bei langgestreckten, breiten Hauptfahrbahnen), schlecht einsichtig (Kurve) separater Rechtsabbiegefahrstreifen an Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA uneinsichtige Zufahrten / Bahnübergänge + Rückstaus (Auffahrunfälle) Bushaltestellen / Fussgängerstreifen
UTG345	ungenügende Ausstattung von Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA (fehl. Linksabbiege-Fahrstreifen, kein Fahrbahnteiler, überbreite Zufahrt etc.) direkte Erschliessung an Strasse (Gewerbe, Tankstellen) Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA in Kurven und/oder Steigungen Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA bei langgestreckten, breiten Hauptfahrbahnen separater Rechtsabbiegefahrstreifen an Vorfahrtknoten Knoten mit Rechtsvortritt und ungenügender Sicht spitzwinklige untergeordnete Zufahrten
UTG 6	ähnliche Konfliktsituation wie UTG 0 (in ähnlichen Bereichen auffällig) schmale Fahrbahn mit Streifen des Gegenverkehrs kurvige Strecken (Kollision mit Gegenverkehr) (Bahnübergänge, Schneiden des Gegenverkehrs bei Fahren der Ideallinie)
UTG 8	direkte Erschliessung an Strasse (Gewerbe, Parkplätze, Parkbuchten etc.) Bushaltestellen oder Fussgängerstreifen Querungen von Wanderwegen immer wieder auch Streifen/Kollision mit parallel laufendem Fussgänger (UT 85) einseitiges Troittoirende ohne Querungshilfe
UTG 9	hoch belastete Strassen bzw. Hochleistungsstrassen in der Nähe von Waldgebieten

Ableich mit TP1-M

UTG 0 – Schleuder- und Selbstunfälle

Fahrzeugart / FG	Alter / Neulenker	Geschlecht	CH / Migr. hint. / Touristen	Fahrzeugtyp / E-Bike	Unfalltypengruppe	Ort - 1. Nennung	Ort - 2. Nennung	Ort - 3. Nennung	Strasse	Sicht	Zeit	Zweck	Ablenkung	Stelle	Fussweg	Radweg	Unfallgegner	Beeinträchtigung	Fahrzeugklasse	Fahrzeugalter	ADMAS	Ursache	Alter	Geschlecht	Migrationshintergrund	Observations	Erwartungswert	Risiko-Faktor
MR					0	aO					WE	Freiz.												m	1555	397	3,92	
PW	25-64	M	CH		0	aO	iO	NS	-	-		Freiz.										unang.			504	96	5,3	
RF					0	aO					WE	Freiz.					RF						45-64		285	98	2,91	
PW	18-24	M	CH		0	aO	iO	NS			WE	Freiz.										unang.			282	52	5,4	
PW	25-64	W	CH		0	aO	NS		x	x												unang.	25-44		275	40	6,9	
PW	25-64	M	CH		0	iO	aO	NS		x		Freiz.					x					Beein.	25-44		268	25	10,7	
PW	18-24	M	CH		0	iO	aO	NS	-	x	WE	Freiz.					x					Beein.			259	23	11,3	
PW	25-64	W	CH		0	iO	aO	NS				Freiz.													220	63	3,5	
PW	18-24	M	CH		0	aO	iO		x	x		Freiz.										unang.			214	37	5,78	
PW	65-79	M			0	iO	aO	NS																	200	56	3,6	
MR					0	aO				x	WE	Freiz.					x						m		167	31	5,39	
PW	18-24	W	CH		0	aO	iO		-	x	WE	Freiz.										unang.			108	20	5,40	
PW	25-64	M	MiHi		0	aO	iO				WE	Freiz.					x					Beein.	25-44		99	12	8,25	
PW	65-79	W			0	iO	aO															unang.	25-44		79	21	3,76	
PW	25-64	M	MiHi		0	aO	iO	NS	x	x	WE	Freiz.										unang.	25-44		77	13	5,9	
PW	NL				0	aO				-	WE	Ferien										unang.	m	CH	72	14	5,14	
LKW					0	iO	aO															unang.		CH	72	14	5,14	
PW	18-24	M	MiHi		0	aO	iO		-	x		Freiz.										unang.			54	12	4,50	
PW	NL				0	aO			x	x	WE	Ferien										unang.		CH	39	8	4,88	
PW	18-24	M	MiHi		0	iO	aO			x	WE	Freiz.					x					Beein.			31	4	7,75	
PW	18-24	M			0/2/4	iO	aO	NS		-	WE	Freiz.							M	A		?		CH	25			
PW	25-64	W	MiHi		0	aO			x	x	Spitze	ArWe										unang.	25-44		12	1	12,00	

Personenwagen, Motorräder und Velo sind die wesentlichen, an Unfällen beteiligten Fahrzeugarten auf Ausserortsstrassen.

Laut TP1-M sind verunglückte PW-Lenkende auf Ausserortsstrassen dieses Unfalltyps vorrangig männlich und jung, sowie am Wochenende, bei beeinträchtigtem(r) Umfeld (glatt, dunkel) und Fahrweise (Alkohol) sowie in älteren Mittelklassefahrzeugen und Kleinwagen unterwegs.

Auf Ausserortsstrassen verunglückte, männliche Motorradfahrende aller Altersklassen stellen die wichtigste Risikogruppe bei den Motorradfahrenden dar. Dies wird noch konkretisiert durch Freizeitfahrten am Wochenende bei guten Bedingungen.

Bei den Velofahrenden sind ebenfalls die Freizeitfahrten am Wochenende betroffen, hier sind aber vorrangig Lenkerinnen zwischen 25 und 64 Jahren auffällig.

UTG 2345 – Auffahrunfall, Einbiege-/Abbiege-/Überquerenunfall

Fahrzeugart / FG	Alter / Neulenk	Geschlecht	CH / Migr./hnt. / Touristen	Fahrzeugtyp / E-Bike	Unfalltypengruppe	Ort - 1. Nennung	Ort - 2. Nennung	Ort - 3. Nennung	Strasse	Sicht	Zeit	Zweck	Ablenkung	Stelle	Fussweg	Radweg	Unfallgegner	Beeinflussung	Fahrzeugklasse	Fahrzeugaalter	ADMAS	Ursache	Alter	Geschlecht	Migrationshintergrund	Observations	Erwartungswert	Risiko-Faktor
PW	25-64	M	CH		2	iO	NS	aO				Freiz.													4509	576	7.83	
PW	25-64	W	CH		4	iO	aO		-	-												Fehler			2672	307	8.70	
PW	25-64	M	CH		4	iO	aO			-												Fehler			2666	285	9.35	
PW	25-64	M	MIHi		2	iO	NS	aO				Spitze	Freiz.												1841	303	6.08	
PW	25-64	W	CH		2	iO	NS	aO				Spitze										unang.			1839	263	6.99	
PW	25-64	W	CH		2	iO	NS	aO	-	-		Spitze										Fehler			1712	285	6.01	
PW	25-64	M	CH		2	iO	NS	aO	-	-	x	Spitze	ArWe												1080	242	4.46	
PW	25-64	M	MIHi		4	iO	aO			-												Fehler			1044	146	7.15	
PW	25-64	M	CH		3	iO	aO					Freiz.										Fehler			1040	147	7.07	
PW	25-64	W	CH		2	aO	NS	iO				WE	Freiz.												907	169	5.37	
PW	65-79	M			4	iO	aO															Fehler			906	71	12.76	
PW	65-79	M			2	iO	NS	aO																	834	143	5.83	
PW	25-64	W	CH		3	iO	aO					Freiz.										Fehler			765	111	6.89	
PW	18-24	M	CH		2	iO	NS	aO				Freiz.													732	113	6.48	
PW	18-24	W	CH		2	iO	NS	aO				Spitze										Fehler			707	123	5.75	
PW	25-64	W	MIHi		2	iO	NS	aO				Spitze	Freiz.										25-44		693	144	4.81	
PW	18-24	M	CH		4	iO	aO					Freiz.										Fehler			615	69	8.91	
MR					4	iO	aO					WE	Freiz.				PW						m		567	215	2.59	
PW	18-24	W	CH		4	iO	aO			-		Freiz.										Fehler			538	76	7.08	
PW	65-79	W			4	iO	aO															Fehler			537	51	10.53	
PW	25-64	M	CH		2	iO	NS	aO				Spitze	ArWe	x								unang.	25-44		524	86	6.09	
PW	25-64	W	MIHi		4	iO	aO					Freiz.										Fehler			512	76	6.74	
PW	65-79	W			2	iO	NS	aO														Fehler			383	76	5.04	
PW			Tour		2	NS	iO	aO				Spitze	ArWe										25-64	m	360	71	5.07	
PW	25-64	W	CH		2	iO	NS	aO						x									unang.		348	58	6.00	
PW	25-64	M	MIHi		3	iO	aO					Freiz.										Fehler			322	51	6.31	
PW	65-79	M			3	iO	aO															Fehler			315	54	5.83	
MR					1/2	aO						WE	Freiz.				PW/MR						m		298	76	3.92	
PW	80+	M			4	iO	aO															Fehler			282	34	8.29	
PW			Tour		2	iO	aO					Ferien										Fehler	25-64	m	255	60	4.25	
PW	18-24	M	CH		3	iO		aO				Freiz.										Fehler			223	36	6.19	
PW			Tour		4	iO	aO					Spitze	Ferien									Fehler	25-64	m	177	35	5.06	
RF					1/3/4	aO						WE	Freiz.				PW						45-64	m	177	56	3.16	
MR					3	aO						WE	Freiz.				PW						m		146	42	3.48	
PW	65-79	W			3	iO	aO															Fehler			143	24	5.96	
PW	65-79	M			4	iO	aO		x	x												Fehler			141	25	5.64	
PW	65-79*				4	iO	aO					Freiz.						M	M-A			?	m	CH	38			
PW	18-24	M			0/2/4	iO	aO	NS		-	WE	Freiz.						M	A			?		CH	25			
PW	80+*				4	iO	aO					Freiz.						M	A			Fehler	m	CH	7			

Personenwagen, Motorräder und Velos sind die wesentlichen Unfallbeteiligten auf Ausserortsstrassen.

Vergleichsweise wenige Auffälligkeiten/Risikokonstellationen werden ausschliesslich für Ausserortsbereiche bei diesen Unfalltypen und PW-Lenkenden durch TP1-M identifiziert. Einzig die Schweizer PW-Lenkerinnen sind am Wochenende bei Freizeitfahrten auffällig.

- Relevante Risikokonstellationen der Motorradfahrenden ausserorts betreffen:
- Auffahrunfälle bei 25-64-jährigen Männern am Wochenende bei guten Bedingungen
 - Abbiegeunfälle bei 18-64-jährigen Männern am Wochenende bei guten Bedingungen
- Relevante Risikokonstellation der Velofahrenden ausserorts betreffen:
- Abbiege-/Einbiegeunfälle bei 25-64-jährigen Männern vorrangig am Wochenende bei guten Bedingungen

UTG 169 Rest

Fahrzeugart / FG	Alter / Neulenk	Geschlecht	CH / Migr.hint. / Touristen	Fahrzeugtyp / E-Bike	Initialtypengruppe	Ort - 1.Nennung	Ort - 2.Nennung	Ort - 3.Nennung	Straße	Sicht	Zeit	Zweck	Ablenkung	Stelle	Fussweg	Radweg	Unfallgegner	Beeinflussung	Fahrzeugklasse	Fahrzeuggalter	ADMAS	Ursache	Alter	Geschlecht	Migrationshintergrund	Observations	Erwartungswert	Risiko-Faktor
PW	25-64	M	CH		1	iO	aO	NS				Freiz.										unang.				383	80	4,79
MR					1/2	aO					WE	Freiz.					PW/MR							m		298	76	3,92
PW	25-64	W	CH		1	iO	aO	NS				Freiz.										unang.	25-44			203	39	5,21
PW	25-64	M	CH		6	aO	iO				WE	Freiz.										unang.				177	37	4,78
RF					1/3/4	aO					WE	Freiz.					PW						45-64	m		177	56	3,16
PW	25-64	W	CH		6	aO	iO					Freiz.										unang.				147	30	4,90
MR					6	aO					WE	Freiz.					PW/MR							m		129	31	4,16
PW	65-79	M			1	iO	aO	NS														unang.				125	20	6,25
PW	65-79	M			6	aO	iO															unang.				69	16	4,31
PW	25-64	M	MiHi		1	iO	aO					Freiz.										unang.				60	13	4,62
PW	18-24	M	CH		6	aO																unang.				46	11	4,18
PW	65-79	W			6	iO	aO															unang.				32	10	3,20

Personenwagen, Motorräder, Velo, Fussgänger und der Schwerverkehr sind die wesentlichen Unfallbeteiligten auf Ausserortsstrassen.

Bei den PW-Lenkenden fallen als eine untergeordnete Risikokonstellation die Frontalkollisionen bei den 25-64-jährigen Schweizerinnen auf.

Relevante Risikokonstellation der Motorradfahrenden ausserorts betreffen:

- Frontalkollisionen bei 18-64-jährigen Männern am Wochenende bei guten Bedingungen

Relevante Risikokonstellation der Velofahrenden ausserorts betreffen:

- Überholunfälle bei 25-64-jährigen Männern vorrangig am Wochenende bei guten Bedingungen

Bei den Fussgängern und den Lenkenden des Schwerverkehrs werden keine Risikokonstellationen für Ausserortsstrassen bei diesem Typ identifiziert.

III.4 Strecken innerorts

Struktur

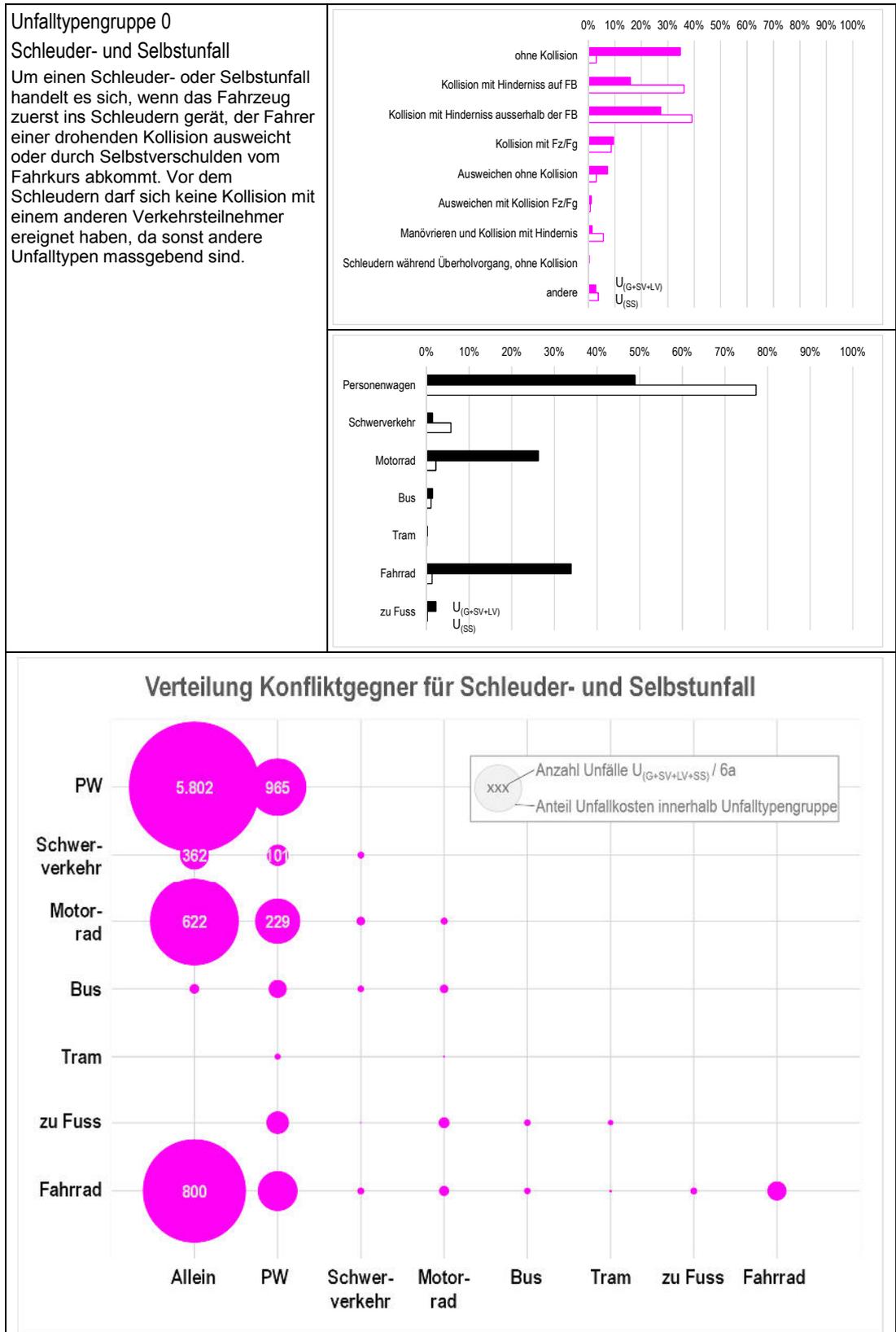
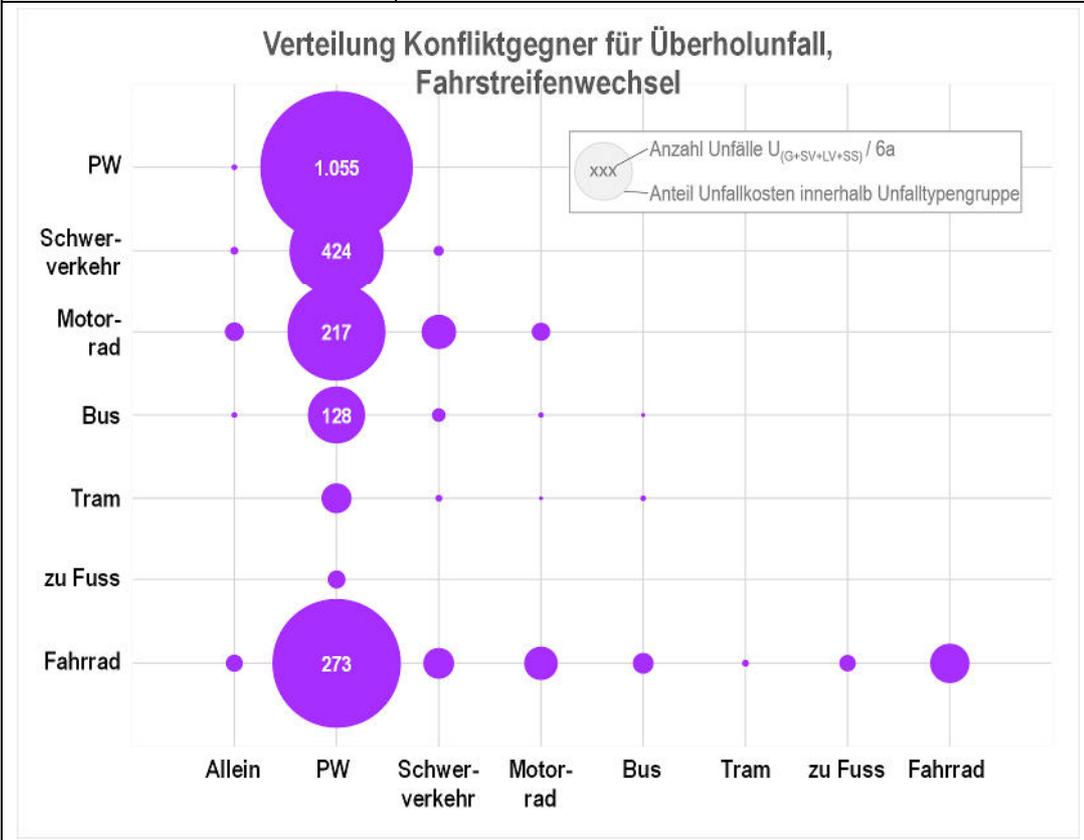
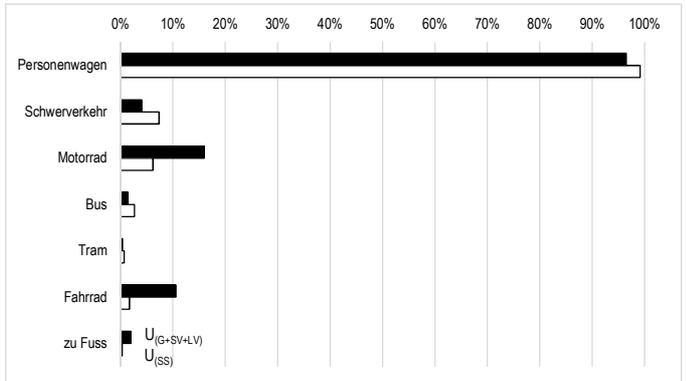
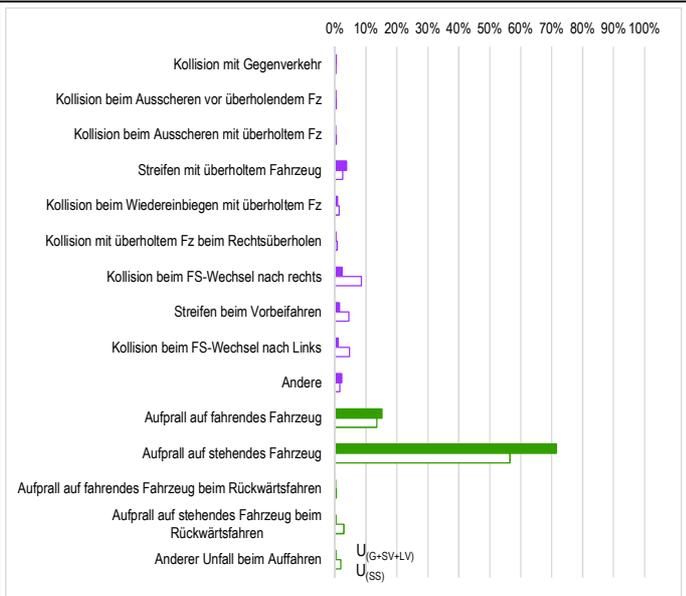


Abb.III.7 Unfalltypengruppe 0 – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner auf Strecken innerorts

Unfalltypengruppe 1
Überholunfall / Fahrstreifenwechsel
 Unfälle aus eigentlichen Überholmanövern werden den "Überholunfällen" (10-15) zugerechnet. Die Kollision ereignet sich zwischen dem überholenden Fahrzeug und einem zu überholenden, einem entgegenkommenden oder einem nachfolgenden Fahrzeug, das bereits am Überholen ist.

Unfalltypengruppe 2
Auffahrunfall
 Es handelt sich um einen "Auffahrunfall", wenn ein Fahrzeug auf ein anderes (fahrendes oder stehendes) Fahrzeug, welches den gleichen Fahrstreifen benutzt, auffährt.



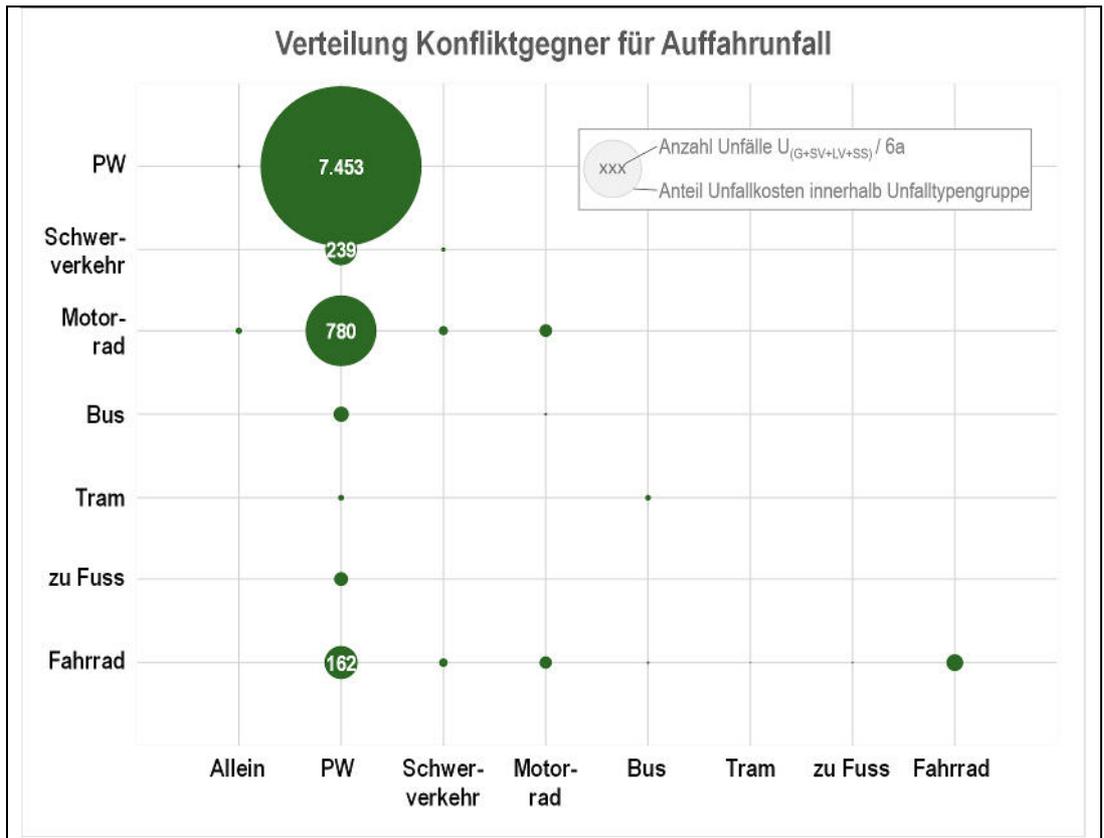


Abb.III.8 Unfalltypengruppen 12 – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner auf Strecken innerorts

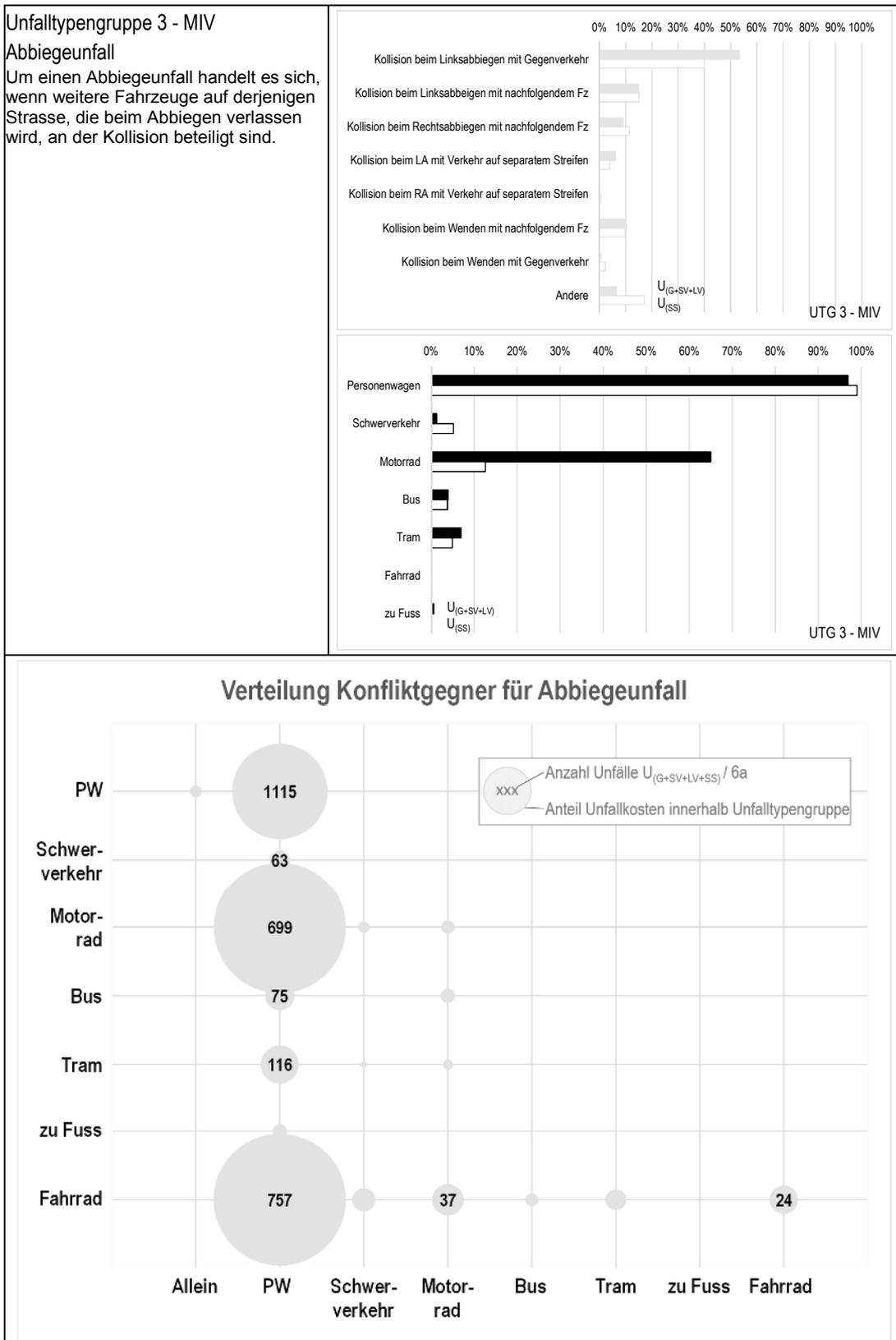


Abb.III.9 Unfalltypengruppe 3-MIV – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner auf Strecken innerorts

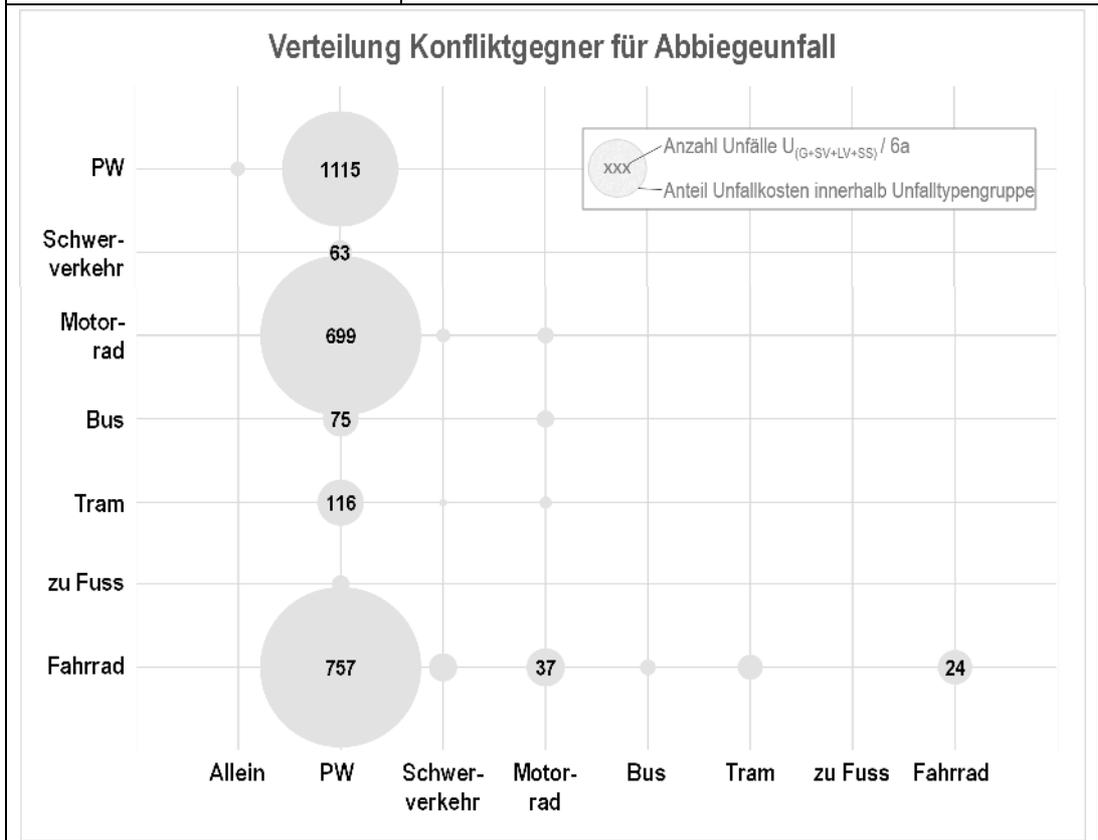
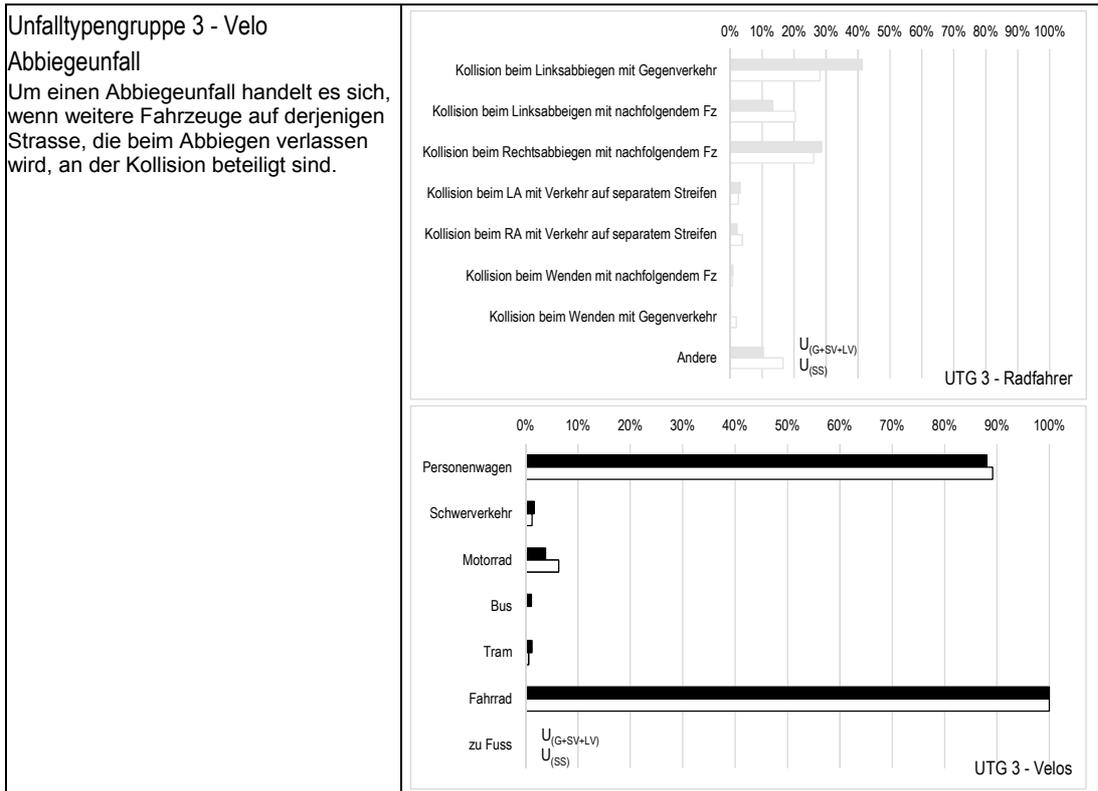


Abb.III.10 Unfalltypengruppe 3-Velo – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner auf Strecken innerorts

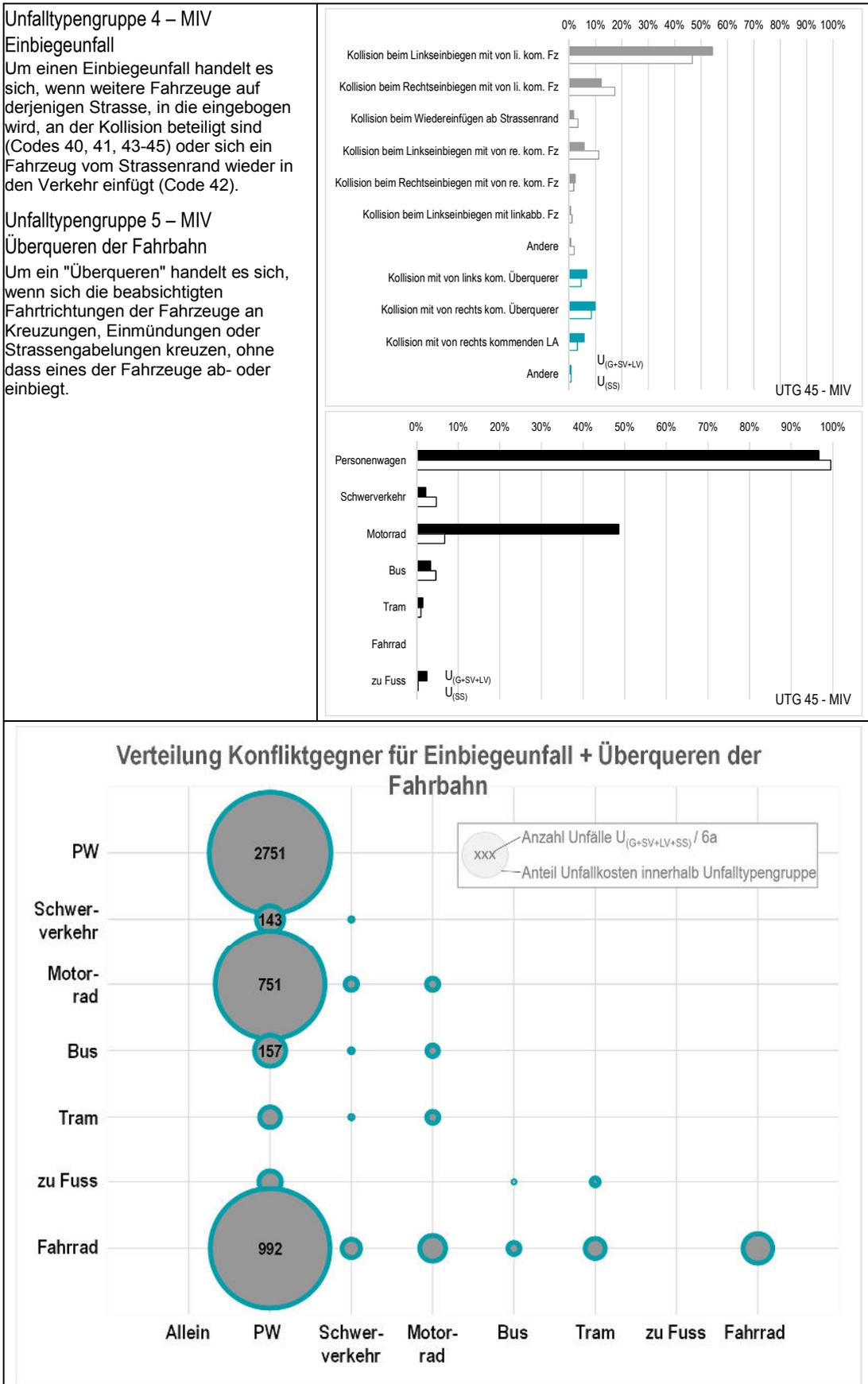


Abb.III.11 Unfalltypengruppen 45-MIV – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner auf Strecken innerorts

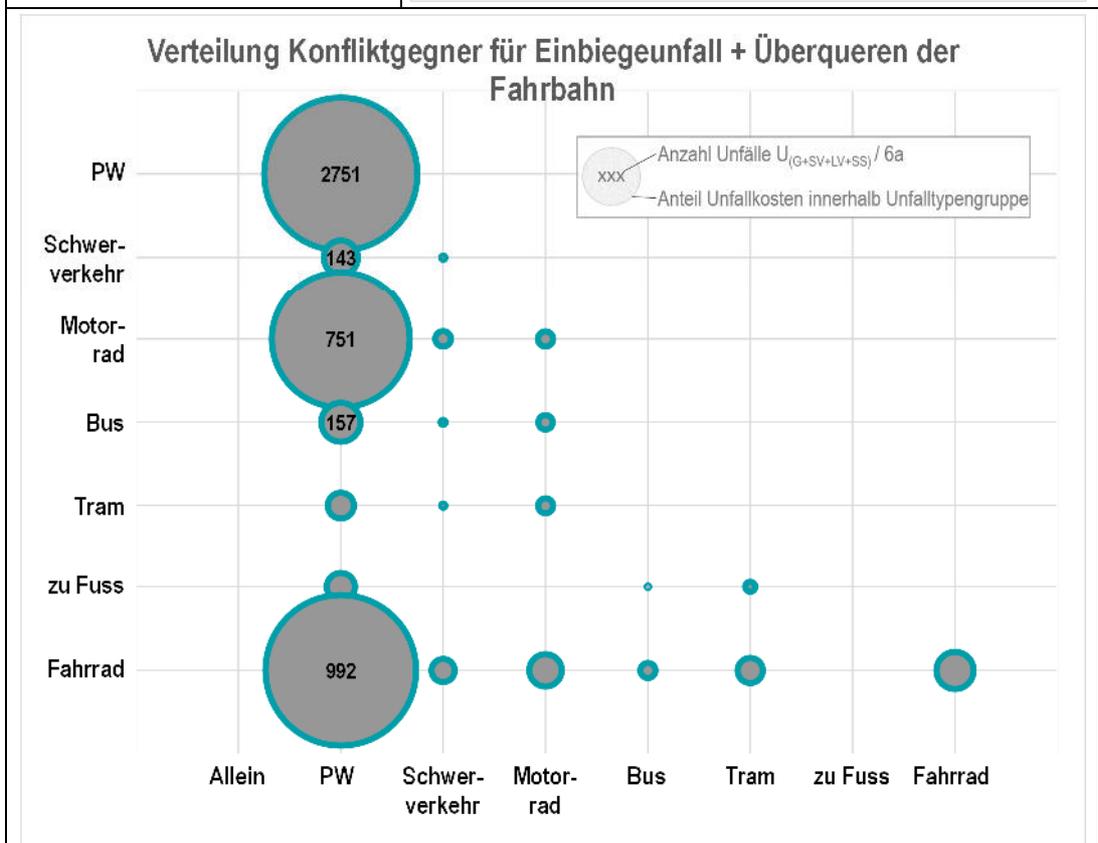
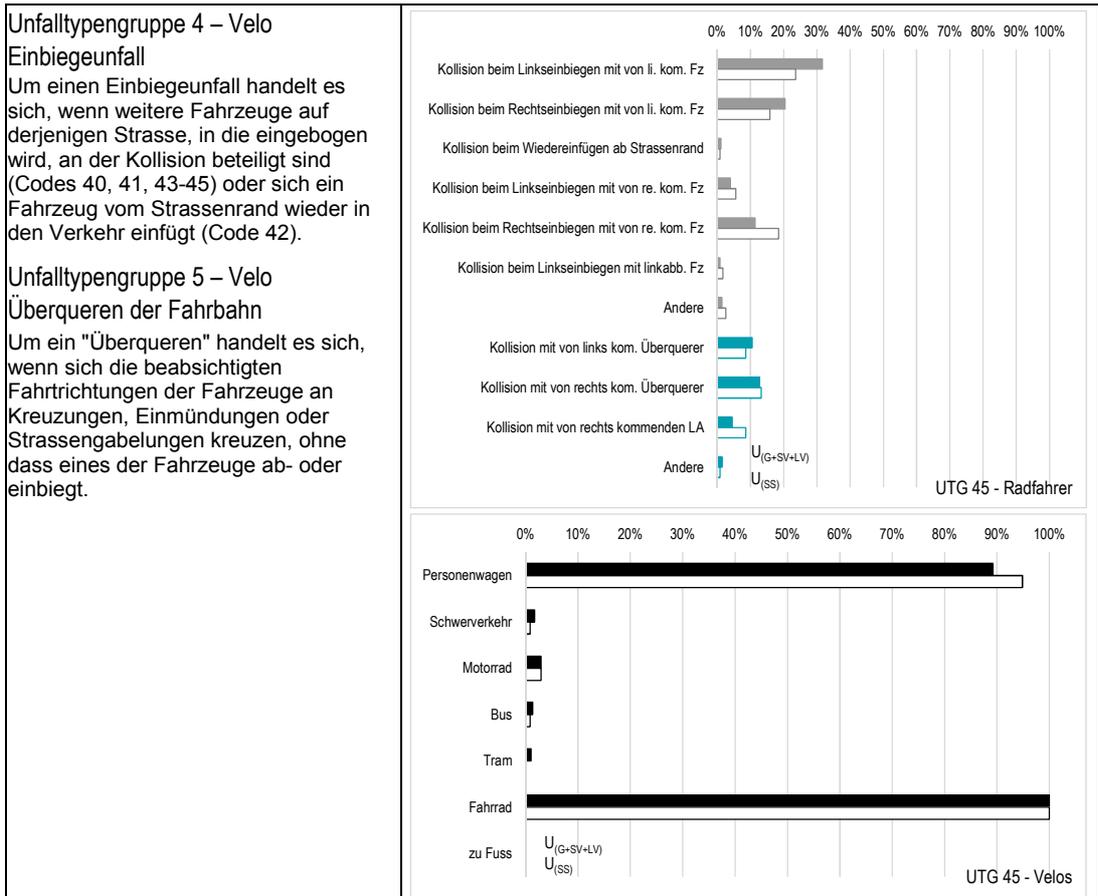


Abb.III.12 Unfalltypengruppen 45-Velo – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner auf Strecken innerorts

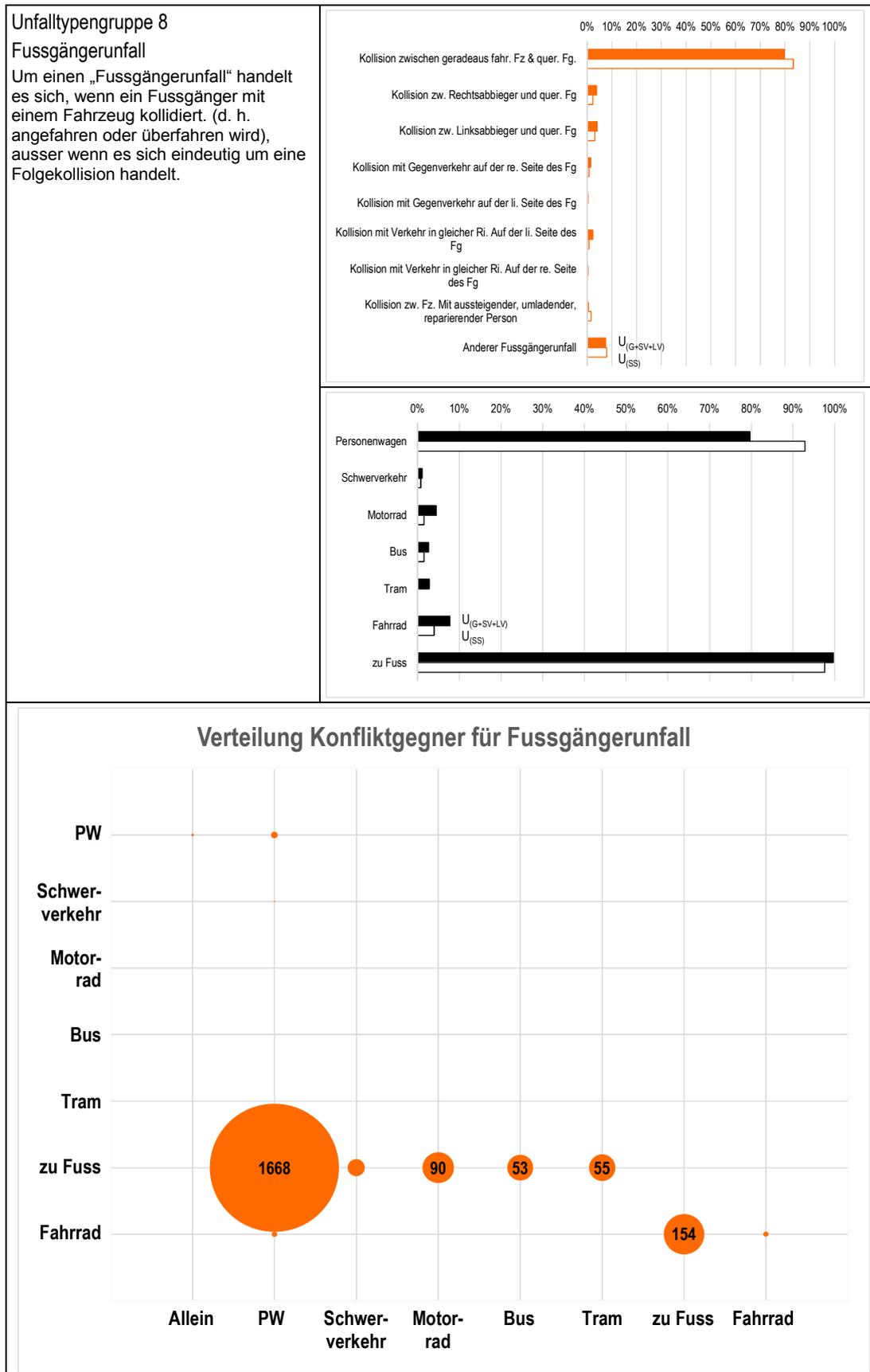


Abb.III.13 Unfalltypengruppe 8 – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner auf Strecken innerorts

Auffälligkeiten

Tab. III.10 Auffälligkeiten Strecken innerorts Teil 1 – Vergleich Gesamtkollektiv Analysenetze

Strecken innerorts		UTG 0		UTG 12		UTG 3-MIV	
		U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat	Sommer	Dez - Feb	Apr	Mrz, Apr	Mrz, Mai, Jun, Sep, Okt	Aug, Sep
	Wochentag	Sa - So	Sa - So	Mo - Mi	Di - Fr		Mi, Do
	Unfallzeit	19-06	19-06	09-19	12-19	(12-16), 16-19	09-16
	Hauptursache	11, 15, 41	11, 41	17, 46, (44)	17, 42, 46	14, 45, (44)	14, 44, 45
	Unfallschwere	hoch					
	Anzahl Objekte	1	1	> 3	> 3		
	Strassenart Zusatz						
	Verkehrsbedingungen	schwach	schwach	rege - stehend	rege - stehend	rege	rege
	Höchstgeschwindigkeit			> 50 km/h ²	> 50 km/h ²		
	Unfallstelle	Kurve, (Einm., Kreuz.)	Kurve, (Einm., Kreuz.)	gerade Strecke	gerade Strecke	Krztg./Einm.	Krztg./Einm.
	Unfallstelle Zusatz	Trottoir	Trottoir, Schutzinsel	FGS, Schutzinsel	FGS, Schutzinsel	unterg. Ausfahrt ³	unterg. Ausfahrt ³
	Strassenzustand	Glätte	Glätte				
	Strassenzustand Zusatz						
	Strassenanlage	Gefälle ¹ , Steigung	Gefälle ¹ , Steigung				(Steigung)
	Strassenanlage Zusatz						
	Bahnübergang			(Blinklicht, Schranke)	(Blinklicht, Schranke)	(unbewacht, Blinklicht)	(unbewacht, Blinklicht)
	Witterung		Schneefall				
Witterung Zusatz							
Verkehrsregelung							
Lichtverhältnisse	Dunkelheit	Dunkelheit			Dämmerung		
Sichtbehinderung							
Temperatur (COSMO2)	10-30	um den Nullpunkt					
Niederschlag (COSMO2)							
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger	Motorrad, Velo			Bus	Motorrad, Bus, Tram	Motorrad, Bus, Tram
	E-Bike	ja	ja				
	Fahrzeugklasse	L3		M1	M1	M1	M1
	Leistungsgewicht			0,04-0,10			
	Fahrzeugalter (Jahre)						
	Anprall auf Hinderniss		ja				
	Fahrzweck	Freizeit		Arbeitsweg	Arbeitsweg	(Freizeit)	Freizeit
Alkohol	ja	ja					
Medikamente / Drogen	(ja)	(ja)					
Hauptverursacher	Geschlecht						weiblich
	Alter (Jahre)	65-79, (14-17)	(18-24)	18-64	(18-24)	25-64	25-79
	Führerausweisalter (Jahre)	Neulenkler	(Neulenkler)			>20	
	Nationalität	Schweizer	(Schweizer)				
	Wohnland	Schweiz		Schweiz	Schweiz	Schweiz	Schweiz
	ADMAS Bewusste Missachtung	1-2					
	ADMAS Fahren unter Einfluss	ja	ja				
	ADMAS Fahrfehler			1-2		1-2	1-2
	ADMAS Geschwindigkeit						
	ADMAS Übermüdung						
ADMAS Anzahl Massnahmen			1-2			1-2	

¹Gefälle häufiger als Steigung aufgenommen

²höchster Wert innerhalb der UTG-Kollektive auf Strecken Innerorts

³Liegenschaft, Parkplatz, Feldweg

⁴FGS machen rund 50% aus

⁵ca. 10%

Tab. III.11 Auffälligkeiten Strecken innerorts Teil 2 – Vergleich Gesamtkollektiv Analysenetze

Strecken innerorts		UTG 3-RF		UTG 45-MIV		UTG 45-RF	
		U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat	Sommer	Sommer	Apr - Jun	Apr - Jun	Jun, Aug, Sep	(Sommer)
	Wochentag	Di - Fr	Mo - Do	Do - Fr	Mo - Mi	Mo - Do	Di, Do, Fr
	Unfallzeit	06-12, 16-19	06-09, 12-19	09-16	09-19	06-09	06-09, 16-19
	Hauptursache	45, 47, (14)	44, 45, 47	14, 45	14, 45	45, 47	14, 45, 47
	Unfallsschwere						
	Anzahl Objekte						
	Strassenart Zusatz						
	Verkehrsbedingungen	rege	rege, stark	rege	rege, stark	rege	rege
	Höchstgeschwindigkeit						
	Unfallstelle	Krztg./Einm.	Krztg./Einm.	Krztg./Einm.	Krztg./Einm.	Krztg./Einm., KVP ²	Krztg./Einm., KVP ²
	Unfallstelle Zusatz	unterg. Zu-/Ausfahrt ³					
	Strassenzustand						
	Strassenzustand Zusatz				Nässe		
	Strassenanlage						
	Strassenanlage Zusatz						
	Bahnübergang						
	Witterung						
Witterung Zusatz	(Sonnenblendung)	(Sonnenblendung)	(Sonnenblendung)	Sonnenblendung			
Verkehrsregelung							
Lichtverhältnisse							
Sichtbehinderung	ja	(ja)	ja	ja	ja	ja	
Temperatur (COSMO2)	(20-30)	(20 - 30)			(20-30)	(5-30)	
Niederschlag (COSMO2)							
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger		(Motorrad)	Motorrad (als Obj.02)	Motorrad (als Obj.02)		
	E-Bike						
	Fahrzeugklasse			M1	M1		
	Leistungsgewicht			0,06-0,10	0,06-0,10		
	Fahrzeugalter (Jahre)						
	Anprall auf Hinderniss						
	Fahrzweck		Freizeit				
	Alkohol						
Medikamente / Drogen							
Haupt- verursacher	Geschlecht			weiblich	weiblich	weiblich	
	Alter (Jahre)	0-17, 65-79	0-17, 65-79	65+	65+	0-17, 65-79	0-17, 65-79
	Führerausweisalter (Jahre)	>20		>20	>20		
	Nationalität			Schweizer	Schweizer		
	Wohnland	Schweiz	Schweiz	Schweiz	Schweiz	Schweiz	Schweiz
	ADMAS Bewusste Missachtung						
	ADMAS Fahren unter Einfluss						
	ADMAS Fahrfehler			1-2	1-2		
	ADMAS Geschwindigkeit						
	ADMAS Übermüdung						
ADMAS Anzahl Massnahmen			1-2	1-2			

¹Gefälle häufiger als Steigung aufgenommen
²höchster Wert innerhalb der UTG-Kollektive auf Strecken Innerorts
³Liegenschaft, Parkplatz, Feldweg
⁴FGS machen rund 50% aus
⁵ca. 10%

Tab. III.12 Auffälligkeiten Strecken innerorts Teil 3 – Vergleich Gesamtkollektiv Analysenetze

Strecken innerorts		UTG 8		UTG 67910	
		U _(G+SH+LV)	U _(SS)	U _(G+SH+LV)	U _(SS)
Monat		Nov - Dez			(Jul)
Wochentag		Mo - Fr	(Mo, Do, Fr)		Di
Unfallzeit		06-09, 16-24	(12-19)	09-19	09-16
Hauptursache		45, 52	(45, 52)	15, 16	15, 23, 46, 91
Anfallschwere		hoch		hoch	
Anzahl Objekte					1
Strassenart Zusatz				(Einbahnstrasse)	
Verkehrsbedingungen		rege, stark	(rege)	rege	schwach
Höchstgeschwindigkeit					
Unfallstelle		gerade Strecke		gerade Strecke	Park-/ Rastplatz
Unfallstelle Zusatz		FGS ⁴	FGS ⁴	Parkfeld, (Haltestelle)	Parkfeld
Strassenzustand		Nässe			
Strassenzustand Zusatz					
Strassenanlage				(Gefälle)	
Strassenanlage Zusatz					
Bahnübergang		(unbewacht)		unbewacht ⁵	(unbewacht)
Witterung		Regen	(Regen)		
Witterung Zusatz		Sonnenblendung			
Verkehrsregelung					
Lichtverhältnisse		Dämmerung, Dunkelheit			
Sichtbehinderung		ja	(ja)		
Temperatur (COSMO2)		-5 - +10			
Niederschlag (COSMO2)		Regen, (leicht. Schnee)			
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger			Bus, Tram, velo	(Bus, Tram)
	E-Bikes		(ja)		
	Fahrzeugklasse			<0,02	
	Leistungsgewicht				
	Fahrzeugalter (Jahre)				ja
	Anprall auf Hinderniss				
	Fahrzweck		(Freizeit)		
	Alkohol				
	Medikamente / Drogen				
Hauptverursacher	Geschlecht		weiblich	männlich	
	Alter (Jahre)	0-13, 65+	(0-17, 65-79)		65+
	Führerausweisalter (Jahre)	>20			
	Nationalität	(Schweizer)			
	Wohnland	Schweiz	Schweiz		
	ADMAS Bewusste Missachtung				
	ADMAS Fahren unter Einfluss				
	ADMAS Fahrfehler		(1-2)		
	ADMAS Geschwindigkeit				
	ADMAS Übermüdung			1-2	
	ADMAS Anzahl Massnahmen				

¹Gefälle häufiger als Steigung aufgenommen

²höchster Wert innerhalb der UTG-Kollektive auf Strecken Innerorts

³Liegenschaft, Parkplatz, Feldweg

⁴FGS machen rund 50% aus

⁵ca. 10%

Signifikante Einflussgrössen Unfallmodellierung

Tab. III.13 *Modellergebnisse Strecken innerorts (Teil 1)*

Strecken innerorts		$U_{(G+SV+LV)}$		$U_{(SS)}$	
		+	-	+	-
UTG 0	Exposition	DTV ($\beta = 0,45$) Anschlussknotendichte ÖV-Haltestellendichte ¹		DTV ($\beta = 0,45$) Anschlussknotendichte ÖV-Haltestellendichte ¹	
	Einflussfaktoren	Tram im Querschnitt Mittelinsel (Kurvigkeit) (hohe geschäftl. Nutzung)	Fahrbahnbreite < 6m v_0^2 (Parkieren a. Rand beids.)	Fahrbahnbreite > 7,75m Parkieren a. Rand (beids.) (Kurvigkeit) (geringe Auslastung)	Fahrbahnbreite < 6m v_0^2 (Hügeligkeit)
	nur Velo	Radverkehrsanlage DTVvelo (Tram-HS in Mittellage)	(RFS beidseitig) ⁵		
UTG 1 UTG 2 UTG 1	Exposition	DTV ($\beta = 1,3$) Anschlussknotendichte ÖV-Haltestellendichte ¹		DTV ($\beta = 1,25$) Anschlussknotendichte ÖV-Haltestellendichte ¹	
	Einflussfaktoren	vzul>50km/h, Einbahn, Anz. FS>2 Fahrbahnbreite > 9m geringere Auslastung	SV-Anteil Kantonsstrasse Regionale Verbindungsstr. Hügeligkeit	gemeinsame Modellierung $U_{(G+SV+LV)}$ und $U_{(SS)}$	
		Fahrbahnbreite > 7,75 m kt. Hauptverkehrsstrasse Tram-HS Mittellage	Hügeligkeit		
UTG 3 MIV	Exposition	DTV ($\beta = 0,7$) Anschlussknotendichte ÖV-Haltestellendichte ¹		DTV ($\beta = 0,7$) Anschlussknotendichte ÖV-Haltestellendichte ¹	
	Einflussfaktoren	Fahrbahnbreite Tram im Querschnitt	v_0 / Kantonsstrasse Hügeligkeit / Kurvigkeit Auslastung > 0,3	gemeinsame Modellierung $U_{(G+SV+LV)}$ und $U_{(SS)}$	

¹analog Wohnbevölkerungsdichte, Beschäftigtendichte, Fahrgastaufkommen

²analog Kantonsstrasse

³nur bei Berücksichtigung DTVvelo

⁴bei gemeinsamer Berücksichtigung DTV ($\beta=0,323$ n. s.) und DTVvelo ($\beta=0,552^{**}$)

⁵bei gemeinsamer Berücksichtigung DTVvelo ($\beta=1,067^{***}$) und DTVFussgänger ($\beta=0,519$)

Tab. III.14 *Modellergebnisse Strecken innerorts (Teil 2)*

Strecken innerorts		$U_{(G+SV+LV)}$		$U_{(SS)}$	
		+	-	+	-
UTG 3 Velo	Exposition	DTV ($\beta = 0,8$) ¹ Anschlussknotendichte ÖV-Haltestellendichte ¹		gemeinsame Modellierung $U_{(G+SV+LV)}$ und $U_{(SS)}$	
	Einflussfaktoren	FBB > 7,75 / RFS beids. Radweg einseitig	SV-Anteil / Kantonsstrasse		
UTG 45 MIV	Exposition	DTV ($\beta = 0,5$) Anschlussknotendichte ÖV-Haltestellendichte ¹		DTV ($\beta = 0,7$) Anschlussknotendichte ÖV-Haltestellendichte ¹	
	Einflussfaktoren	Fahrbahnbreite Parkieren am Rand (eins.) Kurvigkeit	Kantonsstrasse Tram im Querschnitt Hügeligkeit	gemeinsame Modellierung $U_{(G+SV+LV)}$ und $U_{(SS)}$	
UTG 45 Velo	Exposition	DTV ($\beta = 0,6$) Anschlussknotendichte ÖV-Haltestellendichte ¹			
	Einflussfaktoren	Fahrbahnbreite Radverkehrsanlage Radweg Parkieren am Rand (eins.) (Anz FS < 2) Kurvigkeit	$v_0, v_{zul} > 50 \text{ km/h, KtStr.}$ Anz FS > 2 Hügeligkeit		
UTG 8	Exposition	DTV ($\beta = 0,65$) ² Anschlussknotendichte ÖV-Haltestellendichte ¹		gemeinsame Modellierung $U_{(G+SV+LV)}$ und $U_{(SS)}$	
	Einflussfaktoren	Fahrbahnbreite 7,75-10m hohe geschäftl. Nutzung Mittelinsel Tram-HS	$v_0, v_{zul} > 50 \text{ km/h, KtStr., Anz FS} > 2$ Einbahn (baul. Mitteltr.) Hügeligkeit		
Rest	Exposition	DTV ($\beta = 0,34$) Anschlussknotendichte ÖV-Haltestellendichte ¹ Arbeitsstätdendichte		gemeinsame Modellierung $U_{(G+SV+LV)}$ und $U_{(SS)}$	
	Einflussfaktoren	Parkieren am Rand			

¹analog Wohnbevölkerungsdichte, Beschäftigtendichte, Fahrgastaufkommen²analog Kantonsstrasse³nur bei Berücksichtigung DTVvelo⁴bei gemeinsamer Berücksichtigung DTV ($\beta=0,323$ n. s.) und DTVvelo ($\beta=0,552^{**}$)⁵bei gemeinsamer Berücksichtigung DTVvelo ($\beta=1,067^{***}$) und DTVFussgänger ($\beta=0,519$.)

Auffälligkeiten Ausreisser

Tab. III.15 Auffälligkeiten Strecken innerorts – Vergleich Residuen (Teil 1)

Strecken innerorts Ausreisser		UTG0		UTG12		UTG3-MIV	
		U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat			Jul			
	Wochentag						
	Unfallzeit		9-12			(6-9, 16-19)	
	Hauptursache	15, 41	41		42		45
	Unfallschwere	(schwer)				leicht	
	Anzahl Objekte	1					
	Strassenart Zusatz						
	Verkehrsbedingungen	schwach					
	Höchstgeschwindigkeit						
	Unfallstelle	Kurve					
	Unfallstelle Zusatz						
	Strassenzustand	(Nässe)					
	Strassenzustand Zusatz						
	Strassenanlage	Gefälle, (Steigung)					
	Strassenanlage Zusatz						
	Bahnübergang						
	Witterung				Regen		
	Witterung Zusatz						
Verkehrsregelung							
Lichtverhältnisse							
Sichtbehinderung							
Temperatur (COSMO2)							
Niederschlag (COSMO2)							
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger	Motorrad, Velo					
	E-Bike	(ja)					
	Fahrzeugklasse					M1	
	Leistungsgewicht					>15	
	Fahrzeugaalter (Jahre)						
	Anprall auf Hinderniss						
	Fahrzweck (Hauptverursacher)				(Freizeit)		
Alkohol	ja						
Medikamente / Drogen							
Haupt- verursacher	Geschlecht						
	Alter (Jahre)	(25-64)					
	Führerausweisalter (Jahre)		10+				(20+)
	Nationalität						
	Wohnland		Ausland				
	ADMAS Bewusste Missachtung						
	ADMAS Fahren unter Einfluss	>2					
	ADMAS Fahrfehler						
	ADMAS Geschwindigkeit	>0					
ADMAS Übermüdung							
ADMAS Anzahl Massnahmen	>2						

Tab. III.16 Auffälligkeiten Strecken innerorts – Vergleich Residuen (Teil 2)

Strecken innerorts Ausreisser		UTG3-RF		UTG45-MV		UTG45-RF	
		U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat			Mo, Di			
	Wochentag						
	Unfallzeit						
	Hauptursache	45	45		45	45	45
	Unfallschwere						
	Anzahl Objekte						
	Strassenart Zusatz						
	Verkehrsbedingungen			schwach	schwach	schwach	schwach
	Höchstgeschwindigkeit						
	Unfallstelle						
	Unfallstelle Zusatz						
	Strassenzustand					(Nässe)	
	Strassenzustand Zusatz						
	Strassenanlage	Gefälle, Steigung				Gefälle, Steigung	
	Strassenanlage Zusatz						
	Bahnübergang						
	Witterung					(Regen)	
	Witterung Zusatz						
	Verkehrsregelung						
	Lichtverhältnisse						
Sichtbehinderung							
Temperatur (COSMO2)							
Niederschlag (COSMO2)							
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger						
	E-Bike	(ja)				ja	
	Fahrzeugklasse	M1				M1	
	Leistungsgewicht						
	Fahrzeugalter (Jahre)						
	Anprall auf Hinderniss						
	Fahrzweck (Hauptverursacher)						
	Alkohol						
Medikamente / Drogen							
Haupt- verursacher	Geschlecht				(männlich)		
	Alter (Jahre)	(18-24)					
	Führerausweisalter (Jahre)						
	Nationalität	Schweizer		Neuliker			
	Wohnland						
	ADMAS Bewusste Missachtung						
	ADMAS Fahren unter Einfluss						
	ADMAS Fahrfehler	1-2			1-2	(1-2)	
	ADMAS Geschwindigkeit						
	ADMAS Übermüdung						
ADMAS Anzahl Massnahmen							

Tab. III.17 Auffälligkeiten Strecken innerorts – Vergleich Residuen (Teil 3)

Strecken innerorts Ausreisser		UTG8		UTG67910	
		U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat				
	Wochentag	Sa, So			
	Unfallzeit				9-16
	Hauptursache			11	17, 46
	Unfallschwere	(leichter)			
	Anzahl Objekte				
	Strassenart Zusatz				
	Verkehrsbedingungen	schwach		schwach	
	Höchstgeschwindigkeit				
	Unfallstelle			Kurve	Kurve, Parkplatz
	Unfallstelle Zusatz				
	Strassenzustand				
	Strassenzustand Zusatz				
	Strassenanlage			Gefälle, Steigung	
	Strassenanlage Zusatz				
	Bahnübergang				
	Witterung				
Witterung Zusatz					
Verkehrsregelung					
Lichtverhältnisse					
Sichtbehinderung			ja		
Temperatur (COSMO2)					
Niederschlag (COSMO2)					
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger			Velo	
	E-Bike	ja			
	Fahrzeugklasse				
	Leistungsgewicht				
	Fahrzeugalter (Jahre)				
	Anprall auf Hindernis	(Freizeit)			(Freizeit)
	Fahrzweck (Hauptverursacher)	ja			
Alkohol					
Medikamente / Drogen					
Haupt- verursacher	Geschlecht				
	Alter (Jahre)				65+
	Führerausweisalter (Jahre)				(20+)
	Nationalität				Schweizer
	Wohnland				
	ADMAS Bewusste Missachtung				
	ADMAS Fahren unter Einfluss				
	ADMAS Fahrfehler	1-2			
	ADMAS Geschwindigkeit				
	ADMAS Übermüdung				
ADMAS Anzahl Massnahmen			>0		

Einzelfallanalyse

Tab. III.18 Einzelfallanalysen Ausreisser auf Strecken innerorts (Teil 1)

Strecken innerorts	$U_{(G+SV+LV)}$ & $U_{(SS)}$
UTG 0	<p>enge, unübersichtliche Kurven in Ortsdurchfahrten enge Kurven mit Einmündung, Kreuzung, Zu-/Ausfahrt oder in Steigungs-/Gefällestrassen Innerortsstrassen mit Ausserortscharakter aber Innerortsausstattung Gleise im Mischverkehr (problematisch für Velo- und Motorradfahrende) Rampen Mittelinseln am Ortsrand (nur $U_{(SS)}$) Fussgängerstreifen - schlecht erkennbar, in Kurve, ohne weitere Ausstattung Engstellen (Verschwenkung ohne Kennzeichnung oder Überführung für Velos) schiefwinklige Knoten, Knoten mit grosszügiger Eckausrundung</p>
UTG 1	<p>überbreite, mehrstreifige Fahrbahnen mehrstreifige Zufahrten grosser Knoten fehlende Ausklinkung Abbiegefahrstreifen (z. B. Geradeaus wird zu Linksabbiegefahrstreifen) (Tram im Mischverkehr)</p>
UTG 2 ¹	<p>vglw. häufig vor FGS (in Kombination mit einfacher Ausstattung FGS, Ortsrandbereich, hinter Kurve etc.) vor Parkplatz-, Tankstellen oder stärker belasteten Grundstückszufahrten und kleinen Knoten (fast immer ohne separaten Linksabbiegefahrstreifen) Knoten in Kurven (schlecht einsichtig) lang gestreckte, breite Fahrbahnen am Ortsrandbereich oder mit Ausserortscharakter und mit dichter Erschliessung (viel Ab-/Einbieger) Zufahrten mit Rückstaus und/oder schlecht einsehbaren Signalen in Zufahrten zu Bahnübergängen / teilweise auch vor FG-LSA</p>
UTG3 MIV ¹	<p>häufig Motorradfahrende involviert mit schweren Folgen vor Parkplatz-, Tankstellen oder stärker belasteten Grundstückszufahrten und kleinen Knoten auf mehrstreifigen, breiten und/oder langgestreckten Strassen mit hoher Erschliessungsdichte Knoten in Kurven (schlecht einsichtig) fehlende separate Linksabbiegersignalisierung nicht signalisiertes Linksabbiegen über zwei Fahrstreifen mit Gegenverkehr Abbiegen über Tramgleise und Kollision mit Tram teilweise auch schwere Folgen bei PW-Lenkern --> überhöhte Geschwindigkeiten (ODs, Ortseingang, etc.)</p>

¹Merkmale häufig auch in Kombination auftretend

Tab. III.19 Einzelfallanalysen Ausreisser auf Strecken innerorts (Teil 2)

Strecken innerorts	$U_{(G+SV+LV)}$ & $U_{(SS)}$
UTG3 Velo ¹	<p>linksabbiegender PW mit Velo im Gegenverkehr auf Radstreifen (Velo fährt neben stauenden Fahrzeugen rechts vorbei, Sichtverdeckungen) vglw. häufig</p> <p>linksabbieg. PW mit Velo im Gegenverkehr auf breiten, schnellen unübersichtlichen Strassen (tlw. Gefälle) zügig trassierte Eckausrundungen begünstigen hohe Geschwindigkeiten der PW bei Kollision mit Velo</p> <p>Benützung FGS durch Velo</p> <p>dichte Erschliessung z. B. mit Parkplätzen am Strassenrand</p> <p>Vorfahrtknoten mit Tram</p> <p>unübersichtliche Knoten mit Abbiegefahrstreifen, Tram etc.</p>
UTG45 MIV	<p>vorrangig Vorfahrtknoten</p> <p>vereinzelt Einmündungen mit Rechtsvortritt, LSA abgeschaltet, abknickender Vortritt oder Zufahrten zu Parkplätzen, Tankstellen etc.</p> <p>vglw. häufig ungenügende Erkennbarkeit/Begreifbarkeit vortrittsbelasteter Zufahrten (u. a. fehlender Fahrbahnteiler, breite oder mehrstreifiges Aufstellen möglich, Begünstigung bei Dunkelheit)</p> <p>Kreuz./Einm. ohne LSA in Kurve (Tendenz zu kritischen aussenliegenden Zufahrten bei UT40)</p> <p>begünstigt durch breite/zügig trassierte Strassen mit Ausserortscharakter oder $v_{zul} > 50\text{km/h}$ in Haupttricht.</p> <p>vereinzelt Motorradfahrende involviert mit schweren Folgen</p> <p>auf langgestreckten Strassen mit hoher Erschliessungsdichte (Gewerbegebiete)</p>
UTG45 Velo	<p>häufig Kreisel betroffen (tlw. begünstigt durch ungenügende Ablenkung der Kreisfahrbahn)</p> <p>häufig Zweirichtungsradswege oder linksfahrende Velos auf Radwegen</p> <p>vglw. häufig auch abknickender Vortritt</p> <p>Gefälle begünstigt Unfälle (schnelle Velos)</p> <p>Knoten in Kurve mit ungünstigen Sichtbeziehungen</p> <p>teilweise FGS-Benützung durch Velos, Tram, hohe Erschliessungsdichte (Parkplätze, Tankstellen etc.)</p>
UTG 8	<p>häufig ÖV-Haltestellen (Bus, Tram), Geschäftsstrassen, Bahnhofvorplätze</p> <p>vglw. häufig rückwärts Ausparken</p> <p>teilweise sehr heterogen</p> <p>FGS mit ungenügender Ausstattung (vorrangig Beschilderung, Mittelinsel etc.)</p> <p>begünstigt durch Ortsrand, langgestreckte Strassenführung</p> <p>immer wieder auch ausserhalb von FGS</p> <p>vereinzelt enge, kurvige Strassen im Stadtkern</p> <p>weite Eckausrundung bei Kollision mit abbiegenden Fahrzeugen</p>
Rest	<p>UTG6</p> <p>sehr enge Strassen, teilweise kurvig; ansonsten heterogen</p>
	<p>UTG7</p> <p>dominiert durch Parkierunfälle mit Sachschaden (Längsparken am Strassenrand)</p> <p>UT 72 (Velo vs. Wagentür) bei Fahrbahn-Längsparkieren und engem Fahrbahnquerschnitt</p> <p>vereinzelt Rückwärtsausparken und Velo</p>

¹Merkmale häufig auch in Kombination auftretend

Abgleich mit TP1-M

UTG 0 – Schleuder- und Selbstunfälle

Fahrzeugart / FG	Alter / Neulenkender	Geschlecht	CH / Migr.hint. / Touristen	Fahrzeugtyp / E-Bike	Unfalltypengruppe	Ort - 1. Nennung	Ort - 2. Nennung	Ort - 3. Nennung	Strasse	Sicht	Zeit	Zweck	Ablenkung	Stelle	Fussweg	Radweg	Unfallgegner	Beeinflussung	Fahrzeugklasse	Fahrzeugalter	ADMAS	Ursache	Alter	Geschlecht	Migrationshintergrund	Observations	Erwartungswert	Risiko-Faktor
RF					0	iO						Freiz.					RF						m		1027	454	2,26	
MR					0	iO					WE	Freiz.											m		548	281	1,95	
MR					0	iO				x	WE	Freiz.						x					m		505	83	6,08	
PW	25-64	M	CH		0	aO	iO	NS	~	~		Freiz.										unang.			504	96	5,3	
RF					0	iO			~	x	WE	Freiz.					RF	x					25-44	m	478	74	6,46	
PW	18-24	M	CH		0	aO	iO	NS			WE	Freiz.										unang.			282	52	5,4	
PW	25-64	M	CH		0	iO	aO	NS		x		Freiz.						x				Beein.	25-44		268	25	10,7	
PW	18-24	M	CH		0	iO	aO	NS	~	x	WE	Freiz.						x				Beein.			259	23	11,3	
MR					0	iO											PW						m		247	107	2,31	
PW	25-64	W	CH		0	iO	aO	NS				Freiz.													220	63	3,5	
PW	18-24	M	CH		0	aO	iO		x	x		Freiz.										unang.			214	37	5,78	
PW	65-79	M			0	iO	aO	NS																	200	56	3,6	
MR					0	iO			x	x	WE	Freiz.						x					m		118	18	6,56	
PW	18-24	W	CH		0	aO	iO		~	x	WE	Freiz.										unang.			108	20	5,40	
PW	25-64	M	MIHi		0	aO	iO				WE	Freiz.						x				Beein.	25-44		99	12	8,25	
PW	65-79	W			0	iO	aO																		79	21	3,76	
PW	25-64	M	MIHi		0	aO	iO	NS	x	x	WE	Freiz.										unang.	25-44		77	13	5,9	
LKW					0	iO	aO															unang.		CH	72	14	5,14	
MR					0	iO			x	x	Spitze	ArWe											m		66	15	4,40	
PW	18-24	M	MIHi		0	aO	iO		~	x		Freiz.										unang.			54	12	4,50	
PW	80+	M			0/1	iO																unang.			53	10	5,30	
PW	NL				0	iO				x	WE	Ferien						x				Beein.	m	CH	32	4	8,00	
PW	18-24	M	MIHi		0	iO	aO			x	WE	Freiz.										Beein.			31	4	7,75	
PW	18-24	M			0/2/4	iO	aO	NS		~	WE	Freiz.							M	A		?		CH	25			

Reine Innerortscluster finden sich bei TP1-M vor allem für die Zweiradfahrenden. Dabei rangieren auf den vorderen Plätzen männliche Velo- und Motorradfahrende im Freizeitverkehr am Wochenende (teilweise mit Sichteinschränkungen). Mit erhöhten Risiken (aber geringer absoluten Häufigkeit) sind vor allem ältere Senioren als PW-Lenkende (80+) sowie Neulenkende speziell auf Innerortsstrassen auffällig. Diese Beobachtungen stimmen mit den hier identifizierten Auffälligkeiten überein und werden weiter konkretisiert.

Grundsätzlich sind auf allen Strassen bei der UTG 0 die 18-24-jährigen, männlichen PW-Lenkenden auffällig. Diese weisen insbesondere bei „beeinflusster“ Fahrweise (Alkohol) hohe Risikofaktoren laut TP1-M auf.

UTG 12 – Überholen/Fahrstreifenwechsel, Auffahrunfall

Fahrzeugart / FG	Alter / Neulenkter	Geschlecht	CH / Migr.hint. / Touristen	Fahrzeugtyp / E-Bike	Unfalltypengruppe	Ort - 1.Nennung	Ort - 2.Nennung	Ort - 3.Nennung	Strasse	Sicht	Zeit	Zweck	Ablenkung	Stelle	Fussweg	Radweg	Unfallgegner	Beeinflussung	Fahrzeugklasse	Fahrzeugalter	ADMAS	Ursache	Alter	Geschlecht	Migrationshintergrund	Observations	Erwartungswert	Risiko-Faktor				
PW	25-64	M	CH		2	iO	NS	aO				Freiz.													4509	576	7,83					
PW	25-64	M	MiHi		2	iO	NS	aO				Spitze	Freiz.													1841	303	6,08				
PW	25-64	W	CH		2	iO	NS	aO				Spitze										unang.				1839	263	6,99				
PW	25-64	W	CH		2	iO	NS	aO	-	-		Spitze										Fehler				1712	285	6,01				
PW	25-64	M	CH		2	iO	NS	aO	-	x		Spitze	ArWe													1080	242	4,46				
PW	25-64	W	CH		2	aO	NS	iO				WE	Freiz.													907	169	5,37				
PW	65-79	M			2	iO	NS	aO																			834	143	5,83			
PW	18-24	M	CH		2	iO	NS	aO				Freiz.															732	113	6,48			
PW	18-24	W	CH		2	iO	NS	aO				Spitze										Fehler					707	123	5,75			
PW	25-64	W	MiHi		2	iO	NS	aO				Spitze	Freiz.										25-44				693	144	4,81			
MR					2	iO						Spitze					PW						m				641	307	2,09			
PW	25-64	M	CH		2	iO	NS	aO				Spitze	ArWe	x								unang.	25-44				524	86	6,09			
PW	25-64	M	CH		1	iO	aO	NS				Freiz.															383	80	4,79			
PW	65-79	W			2	iO	NS	aO														Fehler						383	76	5,04		
PW			Tour		2	NS	iO	aO				Spitze	ArWe										25-64	m			360	71	5,07			
PW	25-64	W	CH		2	iO	NS	aO					x									unang.						348	58	6,00		
PW			Tour		2	iO	aO					Ferien										Fehler	25-64	m				255	60	4,25		
PW	25-64	W	CH		1	iO	aO	NS				Freiz.										unang.	25-44					203	39	5,21		
RF					1	iO						Freiz.					PW						25-44	m				180	60	3,00		
PW	18-24	M	CH		2	iO	NS						x										unang.						160	23	6,96	
PW	25-64	M	MiHi		2	iO	NS						x									unang.	25-44					159	26	6,12		
LKW					1	NS	iO					Spitze											unang.						153	25	6,12	
PW	18-24	M	MiHi		2	iO	NS					Freiz.																	126	29	4,34	
PW	65-79	M			1	iO	aO	NS															unang.						125	20	6,25	
PW	18-24	W	CH		2	iO	NS						x										unang.						124	24	5,17	
MR					1	iO	NS					Spitze					PW							m					117	55	2,13	
PW	25-64	M	CH		2/4	iO	NS															x	Fehler	25-44					113	29	3,90	
LKW					2	iO	NS																	CH					111	29	3,83	
PW			Van		2/4	iO						Freiz.										M-A		25-44	w	CH			100	100		
PW	80+	M			2	iO																	unang.							93	23	4,04
PW	65-79	M			2	iO							x										unang.							73	14	5,21
PW	25-64	W	MiHi		2	iO							x										unang.	25-44						72	14	5,14
PW	18-24	M	CH		2	iO	NS		x	x		Spitze	ArWe									Fehler							63	11	5,73	
RF					2	iO						Spitze	ArWe				PW						25-44	m					63	25	2,52	
PW	25-64	M	MiHi		1	iO	aO					Freiz.											unang.							60	13	4,62
PW	80+	M			0/1	iO																	unang.							53	10	5,30
PW					NFzg	2/4	iO	NS				Spitze										K/M	Fehler	?	CH				52			
PW	NL				2	iO						WE	Ferien	~									Fehler	m	CH				47	11	4,27	
PW	65-79	W			2	iO							x										unang.							43	9	4,78
PW	NL				2	iO						Spitze	ArWe												CH				42	10	4,20	
PW	65-79	W			1	iO	NS																unang.							35	7	5,00
PW	18-24	M			0/2/4	iO	aO	NS		~	WE	Freiz.										M	A	?	CH				25			

Auffahrunfälle mit 25-64-jährigen PW-Lenkenden sind massgebend für die Auffahrunfälle auf allen Strassen, häufig während der Spitzenzeiten. Dabei stehen insbesondere die höher belasteten Innerortsstrassen und Autobahnen im Vordergrund.

Motorräder, Velos und der Schwerverkehr spielen ebenfalls, wenn auch eine untergeordnete Rolle. Beim Schwerverkehr und bei den Velos rangieren die Fahrstreifenwechselunfälle an vorderster Stelle (Absolutzahl bzw. „Observations“).

Im Gegensatz zu den hier vorliegenden Ergebnissen dominiert laut TP1-M auch bei den UTG 12 der Freizeitverkehr (allerdings ist in der oben stehenden Tabelle nur die am häufigsten auftretende Risikokonstellation beim Fahrtzweck dargestellt).

UTG 3-MIV – Abbiegeunfall ohne Velo

Fahrzeugart / FG	Alter / Neulenk	Geschlecht	CH / Migr.hint. / Touristen	Fahrzeugtyp / E-Bike	Unfalltypengruppe	Ort - 1.Nennung	Ort - 2.Nennung	Ort - 3.Nennung	Strasse	Sicht	Zeit	Zweck	Ablenkung	Stelle	Fussweg	Radweg	Unfallgegner	Beeinflussung	Fahrzeugklasse	Fahrzeugalter	ADMAS	Ursache	Alter	Geschlecht	Migrationshintergrund	Observations	Erwartungswert	Risiko-Faktor
PW	25-64	M	CH		3	iO	aO					Freiz.										Fehler				1040	147	7.07
PW	25-64	W	CH		3	iO	aO					Freiz.										Fehler				765	111	6.89
MR					3	iO			-	-	Spitze	ArWe					PW							m		450	246	1.83
PW	25-64	M	MIHi		3	iO	aO					Freiz.										Fehler				322	51	6.31
PW	65-79	M			3	iO	aO															Fehler				315	54	5.83
PW	18-24	M	CH		3	iO		aO				Freiz.										Fehler				223	36	6.19
PW	65-79	W			3	iO	aO															Fehler				143	24	5.96
PW	18-24	W	CH		3	iO						Freiz.										Fehler				142	26	5.46
PW	25-64	W	MIHi		3	iO						Freiz.										Fehler				121	23	5.26
LKW					3/4	iO					Spitze													CH		112	16	7.00
PW	80+	M			3	iO																Fehler				50	9	5.56
PW	18-24	M	MIHi		3	iO						Freiz.										Fehler				41	7	5.86
PW	NL				3	iO					WE	Ferien										Fehler	m	CH		14	3	4.67

Bei den Abbiegeunfällen dominieren die Personenwagen sowie die Motorräder (männliche Lenker) als vorderster Innerortscluster. Dabei spielen neben den 25-64-Jährigen immer wieder auch ältere PW-Lenkende eine Rolle.

UTG 3-Velo – Abbiegeunfall mit Velo

Fahrzeugart / FG	Alter / Neulenk	Geschlecht	CH / Migr.hint. / Touristen	Fahrzeugtyp / E-Bike	Unfalltypengruppe	Ort - 1.Nennung	Ort - 2.Nennung	Ort - 3.Nennung	Strasse	Sicht	Zeit	Zweck	Ablenkung	Stelle	Fussweg	Radweg	Unfallgegner	Beeinflussung	Fahrzeugklasse	Fahrzeugalter	ADMAS	Ursache	Alter	Geschlecht	Migrationshintergrund	Observations	Erwartungswert	Risiko-Faktor	
RF					3	iO						Freiz.					PW						25-44	m			506	238	2.13

Abbiegeunfälle werden laut TP1-M durch vor allem 25-44-jährige, männliche Velofahrende im Freizeitverkehr bestimmt. Auffällig niedrig im Vergleich erscheint der Risikofaktor.

UTG 45-MIV – Einbiegeunfall/Überqueren der Fahrbahn ohne Velo

Fahrzeugart / FG	Alter / Neulenk	Geschlecht	CH / Migr.hint. / Touristen	Fahrzeugtyp / E-Bike	Unfalltypengruppe	Ort - 1.Nennung	Ort - 2.Nennung	Ort - 3.Nennung	Strasse	Sicht	Zeit	Zweck	Ablenkung	Stelle	Fussweg	Radweg	Unfallgegner	Beeinflussung	Fahrzeugklasse	Fahrzeugalter	ADMAS	Ursache	Alter	Geschlecht	Migrationshintergrund	Observations	Erwartungswert	Risiko-Faktor
PW	25-64	W	CH		4	iO	aO		-	-												Fehler				2672	307	8.70
PW	25-64	M	CH		4	iO	aO															Fehler				2666	285	9.35
PW	25-64	M	MIHi		4	iO	aO															Fehler				1044	146	7.15
PW	65-79	M			4	iO	aO															Fehler				906	71	12.76
PW	18-24	M	CH		4	iO	aO					Freiz.										Fehler				615	69	8.91
MR					4	iO	aO				WE	Freiz.					PW							m		557	215	2.59
PW	18-24	W	CH		4	iO	aO				-	Freiz.										Fehler				538	76	7.08
PW	65-79	W			4	iO	aO															Fehler				537	51	10.53
PW	25-64	W	MIHi		4	iO	aO					Freiz.										Fehler				512	76	6.74
MR					4	iO						Spitze	ArWe				PW									441	252	1.75
PW	80+	M			4	iO	aO															Fehler				282	34	8.29
PW			Tour		4	iO	aO					Spitze	Ferien									Fehler	25-64	m		177	35	5.06
MR					4	iO			x	x		Spitze	ArWe				PW							m		164	35	4.69
PW	65-79	M			4	iO	aO		x	x												Fehler				141	25	5.64
PW			Tour		4	iO						Spitze	ArWe									Fehler	25-64	m		132	23	5.74
PW	80+	W			4	iO																Fehler				127		
PW	18-24	M	MIHi		4	iO						Freiz.										Fehler				126	25	5.04
PW				SUV	4	iO	NS					Freiz.							N-M			Fehler	45-64	CH		122		
PW	25-64	M	CH		2/4	iO	NS													x		Fehler	25-44			113	29	3.90
LKW					3/4	iO						Spitze										Fehler		CH		112	16	7.00
PW	NL				4	iO					-	Ferien										Fehler	m	CH		109	20	5.45
PW	NL			Van	2/4	iO						Freiz.								M-A			25-44	w	CH	100		
PW	NL				4	iO						Ferien										Fehler	w	CH		90	19	4.74
PW	65-79	W			4	iO			x	-												Fehler				74	12	6.17
PW				NFzg	2/4	iO	NS					Spitze								K/M		Fehler	?	CH		52		
PW	18-24	W	MIHi		4	iO						Freiz.										Fehler				47		
PW	65-79*				4	iO	aO					Freiz.							M	M-A		?	m	CH		38		
PW	18-24	M			0/2/4	iO	aO	NS			-	WE	Freiz.						M	A		?		CH		25		
PW	80+	M			4	iO			x	x												Fehler				20	2	10.00
PW	80+*				4	iO	aO					Freiz.							M	A		Fehler	m	CH		7		

Die Ergebnisse von TP1-M gleichen denen zu den Abbiegeunfällen, einzig sind hier ältere Verkehrsteilnehmende noch stärker präsent. Ausserdem spielen Einschränkungen der Sicht und Umfeldbedingungen eine grössere Rolle. Die häufige Nennung der Fahrfehler (z. B. Missachtung des Vortritts) ist typisch für alle UTG 345.

UTG 45-Velo – Einbiegeunfall/Überqueren der Fahrbahn mit Velo

Fahrzeugart / FG	Alter / Neulenkler	Geschlecht	CH / Migr.hint. / Touristen	Fahrzeugtyp / E-Bike	Unfalltypengruppe	Ort - 1.Nennung	Ort - 2.Nennung	Ort - 3.Nennung	Strasse	Sicht	Zeit	Zweck	Ablenkung	Stelle	Fussweg	Radweg	Unfallgegner	Beeinflussung	Fahrzeugklasse	Fahrzeugalter	ADMAS	Ursache	Alter	Geschlecht	Migrationshintergrund	Observations	Erwartungswert	Risiko-Faktor
RF					4	iO						Freiz.					PW								1666	849	1,96	
RF					4	iO			x	x	Spitze	ArWe					PW								108	28	3,86	
RF				Ped	4	iO						Freiz.					PW						45-64	m	34			

Die Gruppe der UTG 45 ist in absoluten Zahlen aber auch hinsichtlich des Risikofaktors wichtiger als die Abbiegeunfälle einzuordnen. Der zweite Risikocluster von TP1-M in den Spitzenzeiten auf dem Arbeitsweg findet sich auch in den hier vorliegenden Ergebnissen wieder. Der Risikofaktor ist dabei im Arbeitsweg höher als im Freizeitverkehr (Überlagerung Verkehrsspitzen MIV und Velo). Die einzige Risikokonstellation mit E-Bike-Beteiligung findet sich laut TP1-M bei den Einbiegeunfällen auf Innerortsstrassen. Im Gegensatz dazu sind in den hier vorliegenden Ergebnissen die E-Bikes vor allem bei den UTG 0 auffällig.

UTG 8 – Fussgängerunfall

Fahrzeugart / FG	Alter / Neulenkler	Geschlecht	CH / Migr.hint. / Touristen	Fahrzeugtyp / E-Bike	Unfalltypengruppe	Ort - 1.Nennung	Ort - 2.Nennung	Ort - 3.Nennung	Strasse	Sicht	Zeit	Zweck	Ablenkung	Stelle	Fussweg	Radweg	Unfallgegner	Beeinflussung	Fahrzeugklasse	Fahrzeugalter	ADMAS	Ursache	Alter	Geschlecht	Migrationshintergrund	Observations	Erwartungswert	Risiko-Faktor
FG				FG	8	iO											Fs/Rest									1059	441	2,40
PW	25-64	M	CH		8	iO				-												Fehler				827	140	5,91
FG				Fzg	8	iO											Fs									690	215	3,21
FG				FG	8	iO						WE					Platz	Fs/Rest								688	232	2,97
FG				FG	8	iO						WE					Platz									624	245	2,55
FG				Fzg	8	iO											Platz									601	178	3,38
FG				FG	8	iO			x	x	Spitze						Fs									594	142	4,18
FG				Fzg	8	iO						WE					Platz									581	167	3,48
FG				Fzg	8	iO			x	x	Spitze						Fs									569	113	5,04
PW	65-79	M			8	iO			-	-																483	78	6,19
PW	25-64	W	CH		8	iO						Spitze	Freiz.													479	88	5,44
FG				Fzg	8	iO						WE					Platz	Rest/Fs								445	143	3,11
FG				FG	8	iO											Fs									404	149	2,71
FG				Fzg	8	iO				-	-	Spitze					Fs									380	122	3,11
FG				Fzg	8	iO			x	x	Spitze						Fs/Rest									247	75	3,29
FG				Fzg	8	iO											Platz		LKW							187	52	3,60
FG				FG	8	iO											Fs/Rest									184	70	2,63
FG				FG	8	iO											Fs/Rest									174	49	3,55
FG				FG	8	iO			x	x	Spitze						Fs									169	42	4,02
PW	65-79	W			8	iO																				159	37	4,30
PW	25-64	M	MiHi		8	iO						Freiz.														155	39	3,97
FG				FG	8	iO																				155	41	3,78
FG				Fzg	8	iO						Spitze														127	33	3,85
FG				FG	8	iO			x	x	Spitze						Fs									113	23	4,91
PW	80+	M			8	iO			-	-																105	21	5,00
FG				FG	8	iO			x	x	Spitze						Fs									100	18	5,56
FG				FG	8	iO			x	x	Spitze						Fs									75	14	5,36
FG				FG	8	iO																				68	27	2,52
FG				Fzg	8	iO											Rest/Fs		RF							66	21	3,14
PW	18-24	M	CH		8	iO			-																	59	11	5,36
RF					8	iO						Freiz.														51	14	3,64
PW	25-64	W	MiHi		8	iO						Freiz.										unang	25-44			40	10	4,00
LKW					8	iO																			CH	39	9	4,33
PW				Tour	8	iO			x	x	Spitze	ArWe														9	1	9,00

Die mit Abstand grösste Risikokonstellation stellen 0-13-jährige Fussgänger im Konflikt mit den PWs dar (Risikofaktor im Vergleich aber eher gering). Gefolgt werden diese von den 25-64-jährigen Fussgängern. Die am häufigsten involvierten PW-Lenkenden sind 25-64 Jahre alt und männlich, direkt an zweiter Stelle der PW-Lenkenden rangieren die Senioren mit 65+ Jahren. Laut den Aussagen von TP1-M spielen analog zu den hier vorgelegten

Ergebnissen Nässe und schlechte Sicht eine Rolle. Fussgänger als Opfer sind häufig Frauen, gegnerische PW-Lenker sind häufig Männer.

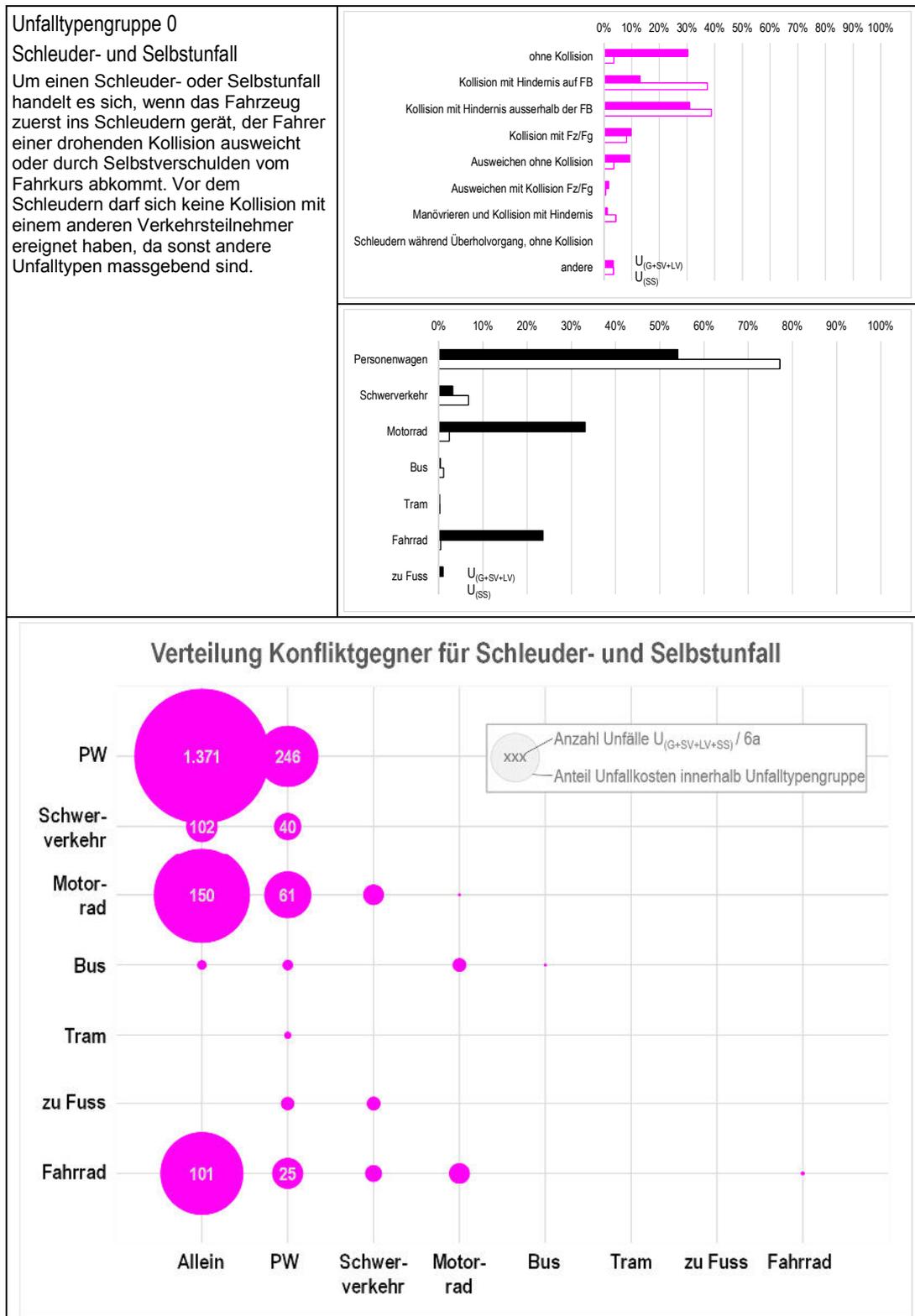
UTG 679 Rest

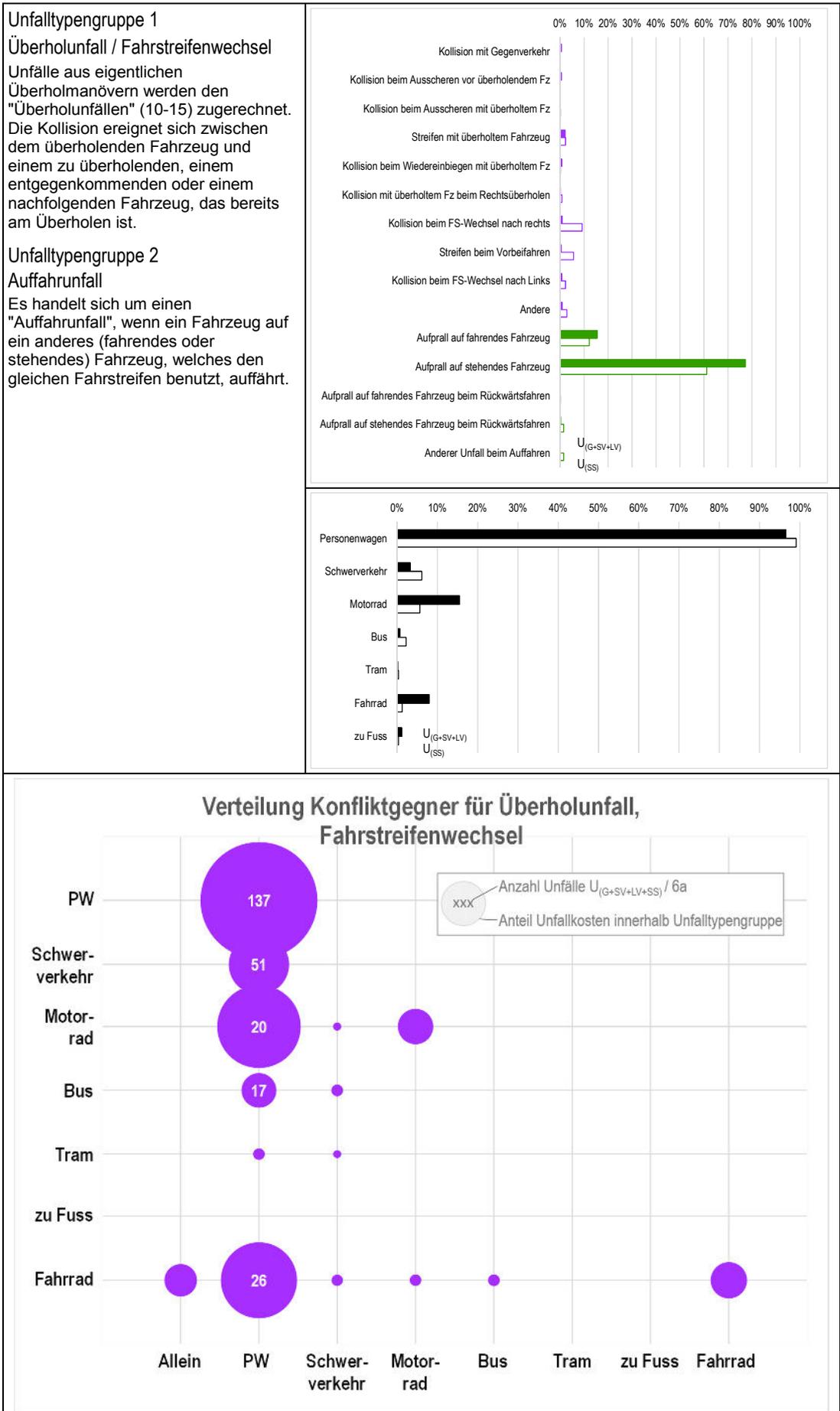
Fahrzeugart / FG	Alter / Neulenker	Geschlecht	CH / Migr.hint. / Touristen	Fahrzeugtyp / E-Bike	Unfalltypengruppe	Ort - 1. Nennung	Ort - 2. Nennung	Ort - 3. Nennung	Strasse	Sicht	Zeit	Zweck	Ablenkung	Stelle	Fussweg	Radweg	Unfallgegner	Beeinflussung	Fahrzeugklasse	Fahrzeugaalter	ADMAS	Ursache	Alter	Geschlecht	Migrationshintergrund	Observations	Erwartungswert	Risiko-Faktor
PW	25-64	M	CH		6	aO	iO				WE	Freiz.										unang.				177	37	4,78
PW	25-64	W	CH		6	aO	iO					Freiz.										unang.				147	30	4,90
PW	65-79	M			6	aO	iO															unang.				69	16	4,31
PW	65-79	W			6	iO	aO															unang.				32	10	3,20

Bei den restlichen Unfalltypengruppen auf Innerortsstrassen spielt allein der UTG 6 mit Frontalkollision eine Rolle. Dabei sind einerseits die 25-64-jährigen PW-Lenkenden im Freizeitverkehr betroffen. Weiterhin – allerdings mit eher kleinen Zahlen – sind die 65-79-jährigen Lenkenden betroffen. Immer spielt bei den Ursachen die unangepasste Fahrweise eine Rolle (Geschwindigkeit).

III.5 Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA

Struktur





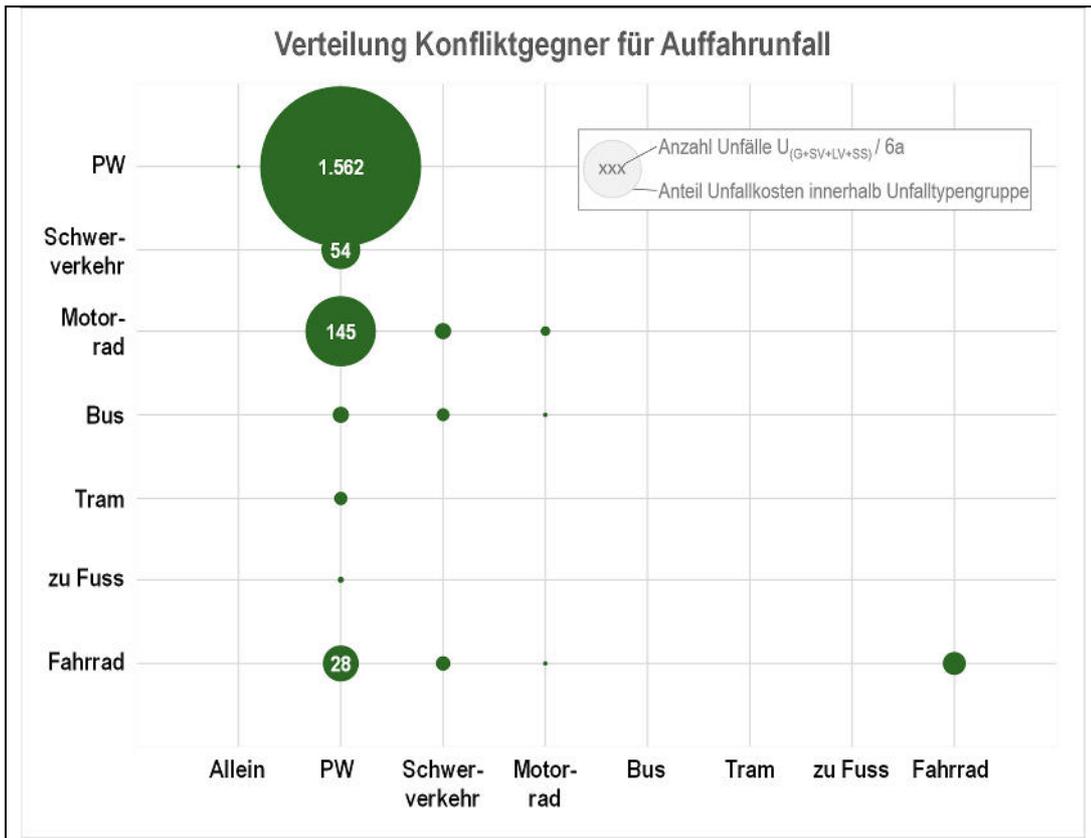


Abb.III.15 Unfalltypengruppen 12 – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner an Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA

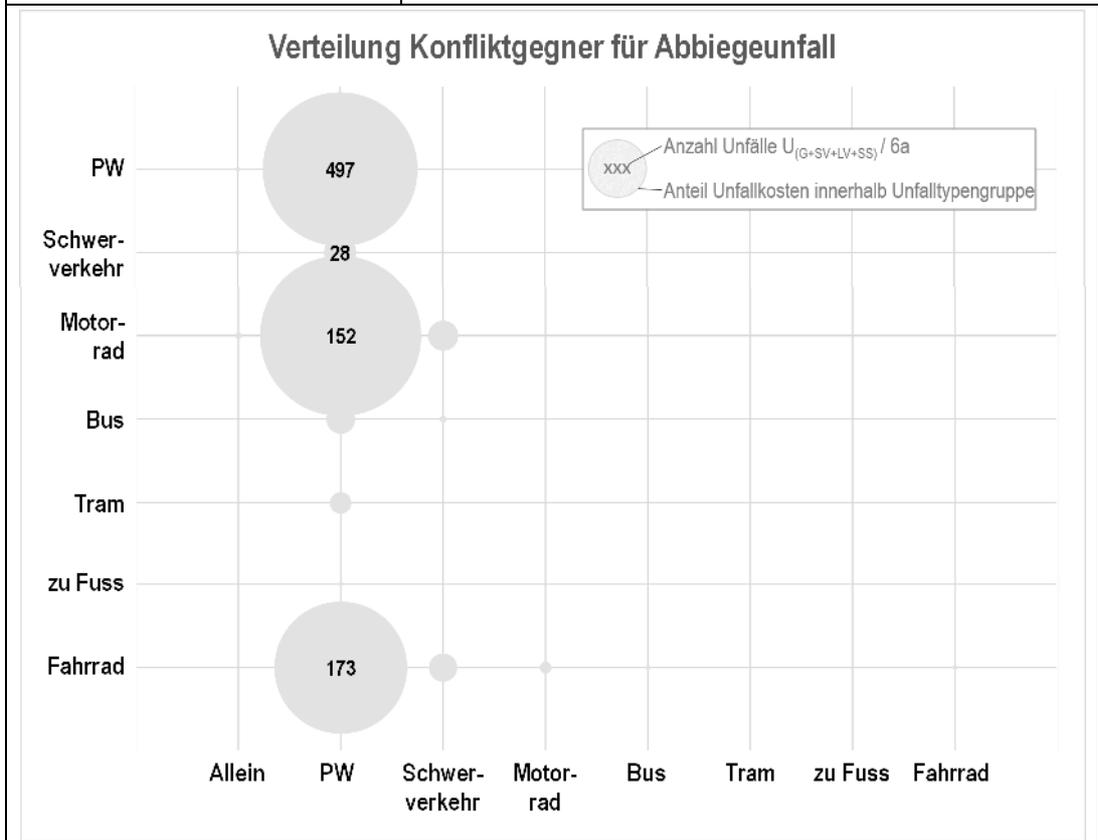
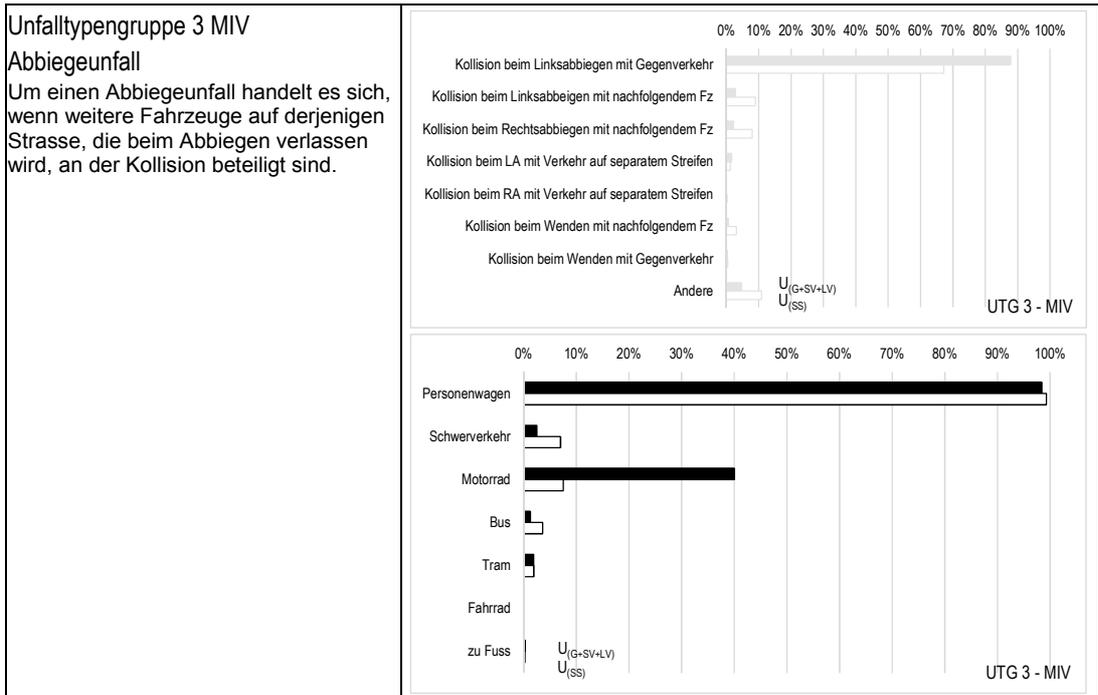


Abb.III.16 Unfalltypengruppe 3 MIV – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner an Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA

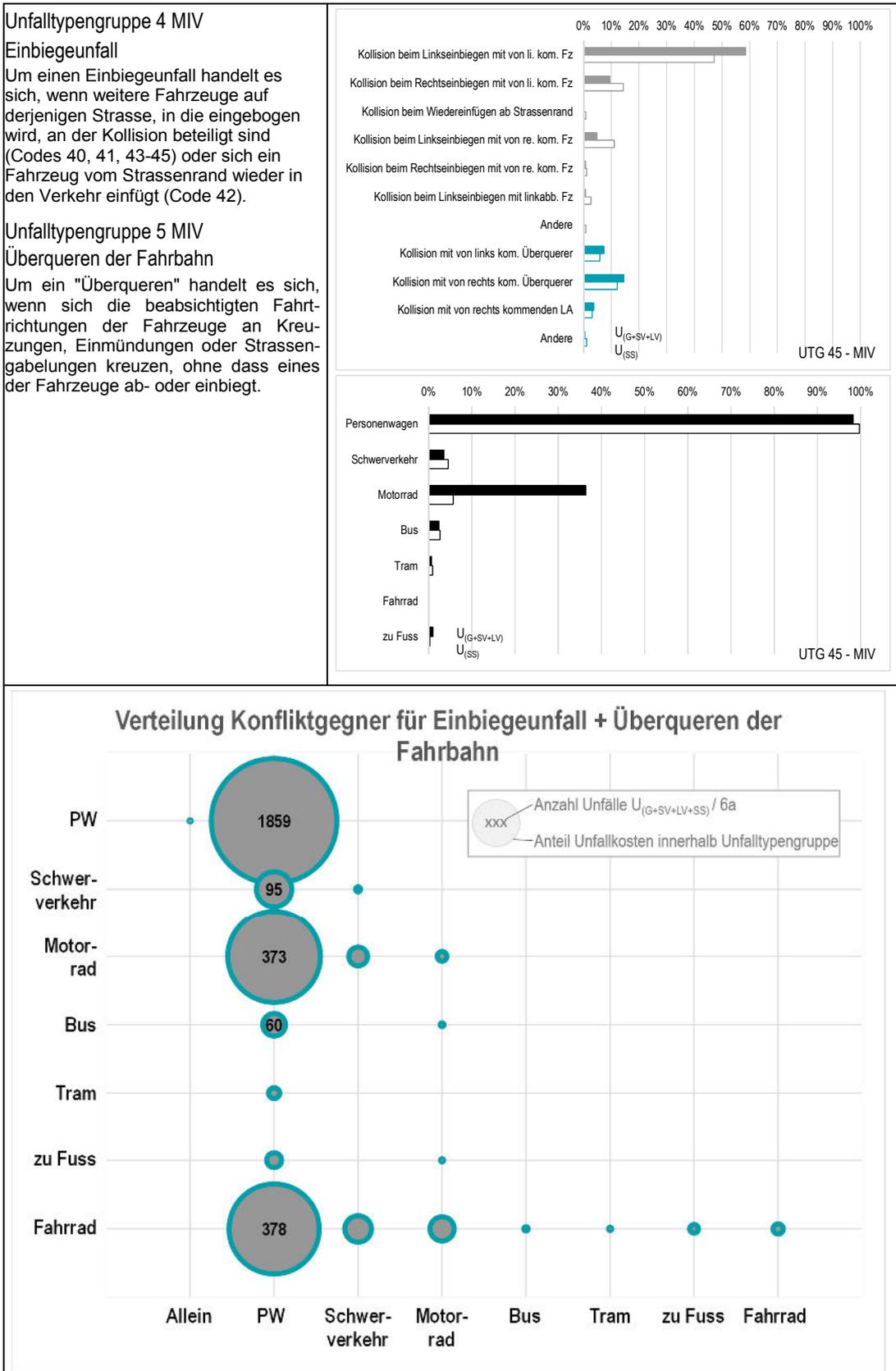
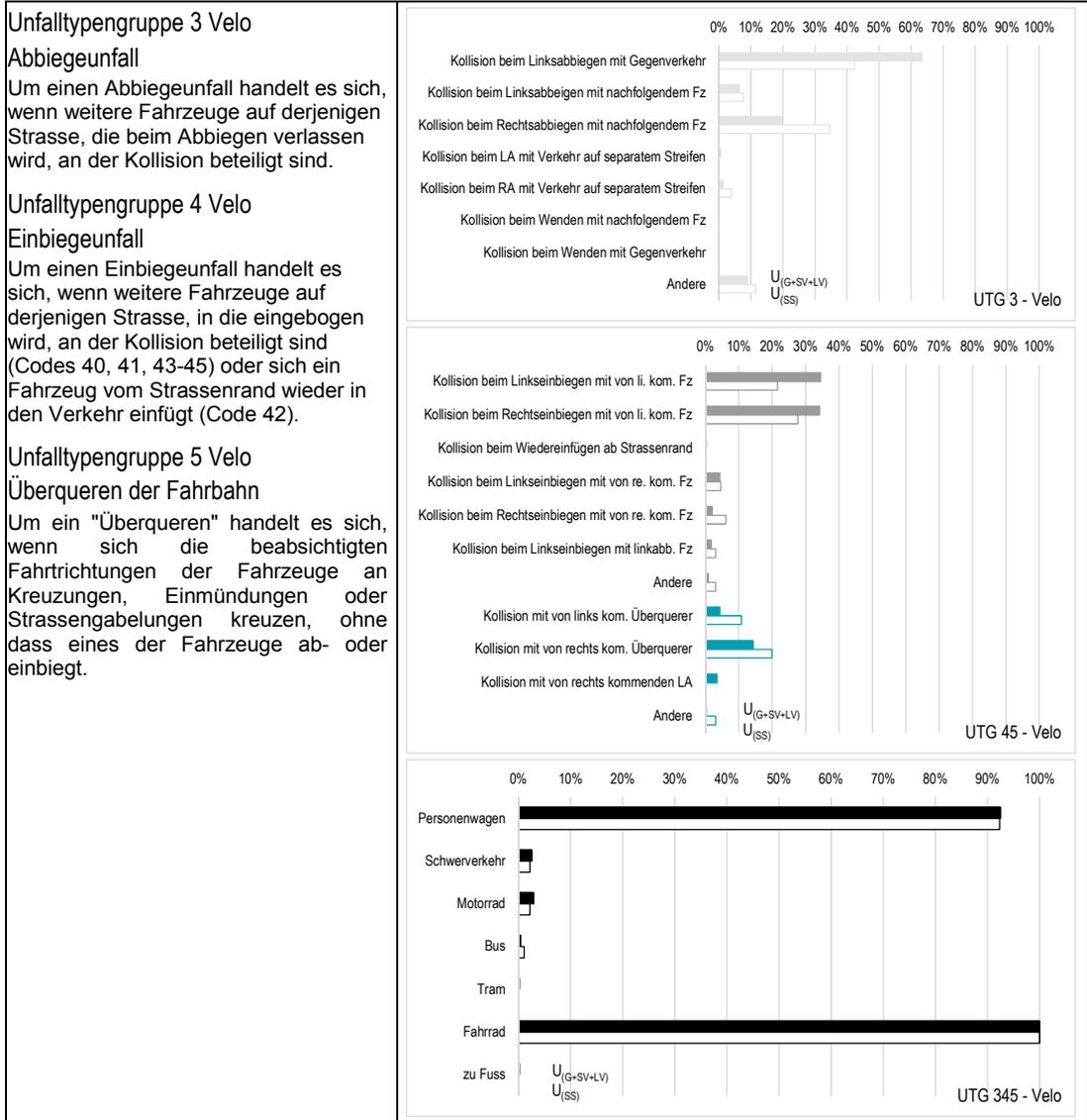


Abb.III.17 Unfalltypengruppen 45 MIV – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner an Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA



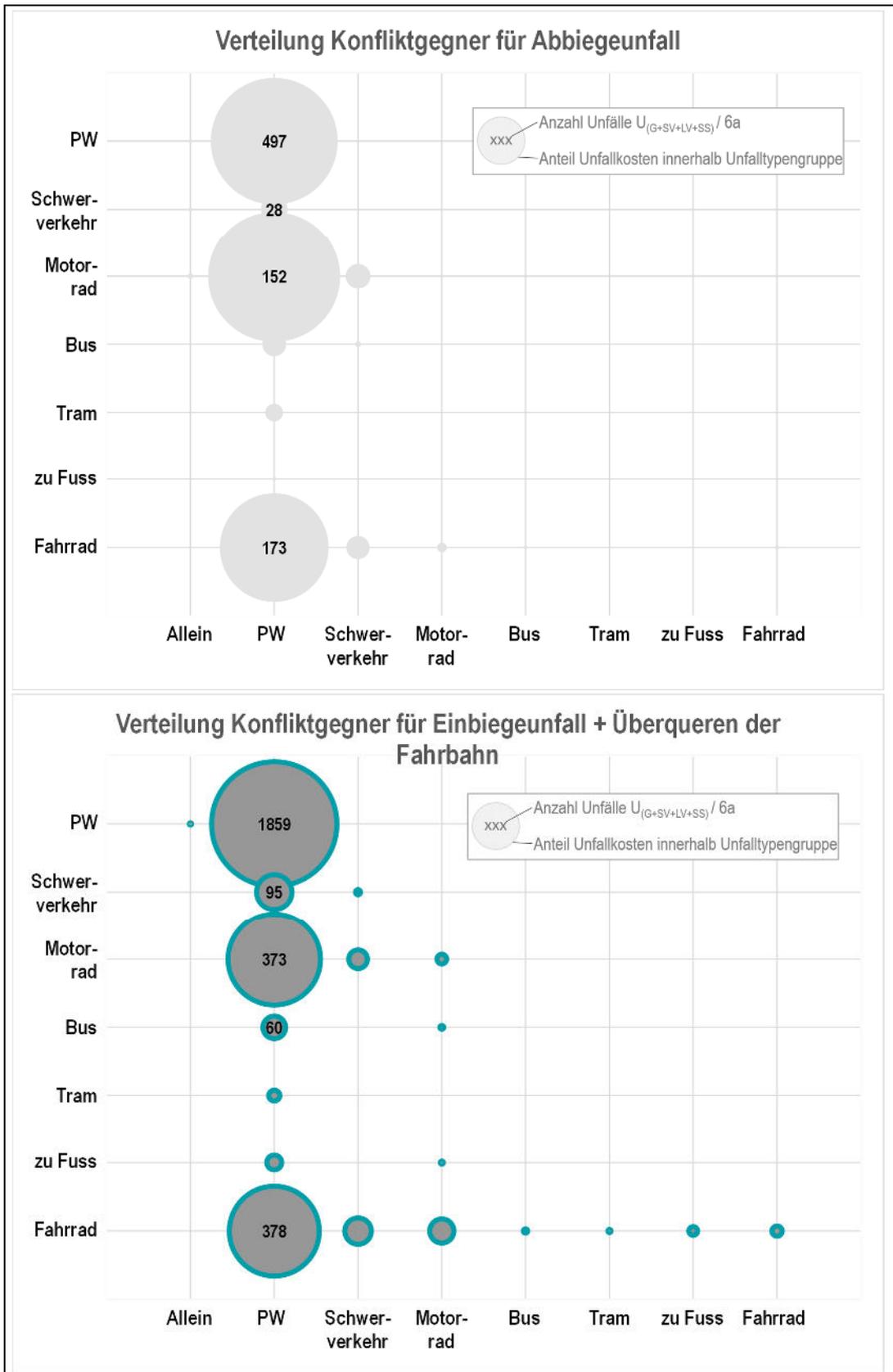
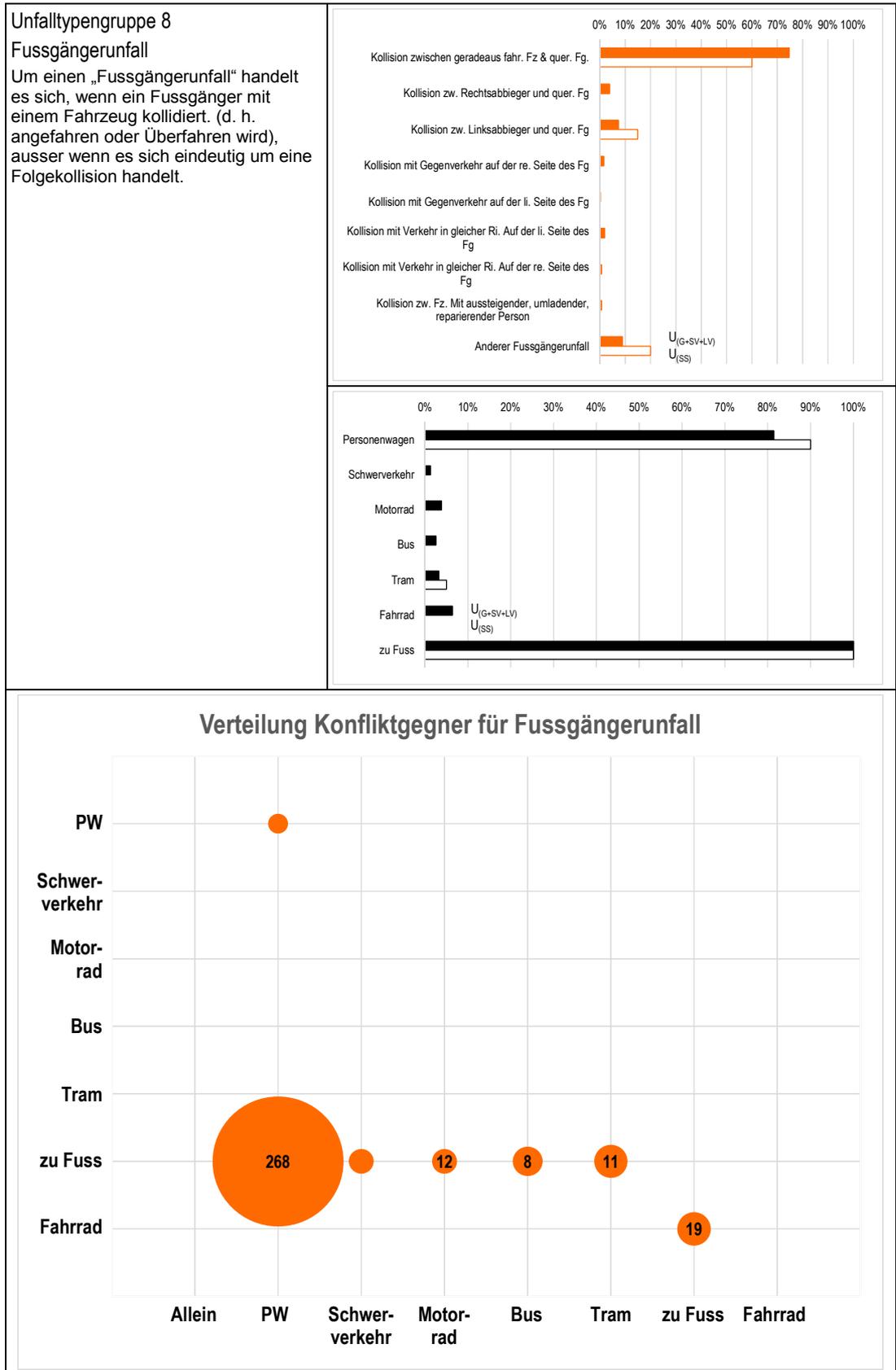


Abb.III.18 Unfalltypengruppe 345 Velo – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner an Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA



Auffälligkeiten

Tab. III.20 Auffälligkeiten Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA – Vergleich Gesamtkollektiv Analysenetze (Teil1)

Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA		UTG 0		UTG 12		UTG 3-MIV	
		U _(G+SH+LV)	U _(SS)	U _(G+SH+LV)	U _(SS)	U _(G+SH+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat	Feb, Aug, Sep	Dez - Feb	Mo - Mi	Mrz - Mai, Aug		
	Wochentag		Sa - So	Mo - Fr			
	Unfallzeit	19-06	19-06	09-16	06-09, 12-19	16-19	Mo - Fr 06-09, 12-19
	Hauptursache	11, 41	11, 41	17, 46	17, 44, 46	45	45
	Unfallschwere	hoch					
	Anzahl Objekte	1	1	>2	>2		
	Strassenart Zusatz						
	Verkehrsbedingungen	schwach	schwach	rege-stark	rege-stark	rege-stark	rege-stark
	Höchstgeschwindigkeit						
	Unfallstelle						
	Unfallstelle Zusatz						
	Strassenzustand	Glätte, (Nässe)	Glätte				
	Strassenzustand Zusatz	(ölig, Röllsplitt, Sand)					
	Strassenanlage	Gefälle, Steigung	Gefälle, Steigung	(Gefälle, Steigung)	Gefälle, Steigung	(Steigung)	Steigung
	Strassenanlage Zusatz						
	Bahnübergang						
	Witterung	Schneefall	Schneefall			(Regen)	
	Witterung Zusatz	(Nebel)	(Nebel)		(Sonnenblendung)		
	Verkehrsregelung					Handzeichengabe	Handzeichengabe
Lichtverhältnisse	Nacht	Nacht				Dämmerung	
Sichtbehinderung							
Temperatur (COSMO2)	-5 - 0, 10 - 20	-5 - 0		20 - 30			
Niederschlag (COSMO2)	Regen, Schneefall	leicht. Regen, Schneef.					
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger	Motorrad, Fahrrad				Motorrad	Motorrad
	E-Bike						
	Fahrzeugklasse	L3		N1	M1	M1	M1
	Leistungsgewicht	<0,04 / 0,2-0,4					
	Fahrzeugalter (Jahre)	15+	15+				
	Anprall auf Hinderniss		Insel, Bahnschranke				
	Fahrzweck (Hauptverursacher)	Freizeit		Arbeitsweg	Arbeitsweg	Arbeitsweg, Freizeit	Arbeitsweg, Freizeit
	Alkohol	ja	ja				
Medikamente / Drogen							
Haupt- verursacher	Geschlecht					weiblich	
	Alter (Jahre)	14-24, 65-79	18-24	18-64	25-64	65+	
	Führerausweisalter (Jahre)	0-2	0-2		6-20	6-9, 20+	
	Nationalität	Schweizer	Schweizer	Schweizer		Schweizer	
	Wohnland	Schweiz		Schweiz	Schweiz		Schweiz
	ADMAS Bewusste Missachtung	> 0	> 0				
	ADMAS Fahren unter Einfluss	1-2	> 0				
	ADMAS Fahrfehler			1-2		> 0	> 0
	ADMAS Geschwindigkeit	> 0	1-2				
	ADMAS Übermüdung						
ADMAS Anzahl Massnahmen		> 2			1-2	1-2	

Tab. III.21 Auffälligkeiten Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA – Vergleich Gesamtkollektiv Analysenetze (Teil 2)

Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA		UTG 45-MIV		UTG 345-RF		UTG 8	
		U _(G+SW+LV)	U _(SS)	U _(G+SW+LV)	U _(SS)	U _(G+SW+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat	Mai, Okt, Nov		Mai - Aug, Nov		Nov - Jan, Mrz	
	Wochentag		Mo, Mi, Do	Di		Mo - Di, Fr	
	Unfallzeit	06-09, 16-19	06-19	06-09, 12-16	06-09, 12-19	06-12, 19-24	
	Hauptursache	45	45	45	45	45, 52 hoch	45
	Unfallschwere						
	Anzahl Objekte						
	Straßenart Zusatz						
	Verkehrsbedingungen	rege	rege-stark	rege	rege	rege	
	Höchstgeschwindigkeit						
	Unfallstelle						
	Unfallstelle Zusatz						
	Strassenzustand	Nässe					
	Strassenzustand Zusatz						
	Straßenanlage						
	Straßenanlage Zusatz						
	Bahnübergang						
Witterung					Regen		
Witterung Zusatz			(Sonnenblendung)				
Verkehrsregelung			Handzeichengabe	Handzeichengabe	Dämmerung		
Lichtverhältnisse				Dämmerung	Dämmerung, Nacht		
Sichtbehinderung	ja		ja		ja		
Temperatur (COSMO2)			(20+)		(20+)	-5 - 10	
Niederschlag (COSMO2)			leichter Schneefall			(Regen)	
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger	Motorrad	Motorrad			Tram, (Bus)	Tram
	E-Bike						
	Fahrzeugklasse	M1		M1	M1		
	Leistungsgewicht	0,04 - 0,10	0,06 - 0,08				
	Fahrzeugalter (Jahre)						
	Anprall auf Hinderniss						
	Fahrzweck (Hauptverursacher)	Arbeitsweg, Freizeit	Arbeitsweg, Freizeit	Arbeitsweg			
	Alkohol						
Medikamente / Drogen							
Haupt- verursacher	Geschlecht	weiblich	weiblich	weiblich			
	Alter (Jahre)	65+	65+	65-79	(0-24, 65-79)	0-13, 65+	
	Führerausweisalter (Jahre)	10+	20+			20+	
	Nationalität	Schweizer	Schweizer	Schweizer			
	Wohnland	Schweiz	Schweiz	Schweiz		Schweiz	
	ADMAS Bewusste Missachtung						
	ADMAS Fahren unter Einfluss						
	ADMAS Fahrfehler	1-2	1-2	1-2			
	ADMAS Geschwindigkeit						
	ADMAS Übermüdung						
ADMAS Anzahl Massnahmen	1-2	1-2	1-2		1-2		

Signifikante Einflussgrössen Unfallmodellierung

Tab. III.22 Modellergebnisse Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA

Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA		U _(G+SV+LV)		U _(SS)	
		+	-	+	-
UTG 0	Exposition	DTV ($\beta = 0,69$)		DTV ($\beta = 0,68$) Arbeitsstellen (SV-Anteil)	
	Einflussfaktoren	ÖV-Haltestelle			
UTG 1 UTG 2	Exposition	DTV ($\beta = 1,6$) ÖV-Haltestellendichte		DTV ($\beta = 1,5$) ÖV-Haltestellendichte ¹	Einmündung
UTG 3 MIV	Exposition	DTV ($\beta = 1,3$)	Einmündung	DTV ($\beta = 1,5$) (Beschäftigte)	Einmündung
	Einflussfaktoren		Innerorts	gemeinsame Modellierung U _(G+SV+LV) und U _(SS)	
UTG 3 Velo	Exposition	DTV ($\beta = 1,2$) ² Wohnbevölkerung/ÖVHSD		gemeinsame Modellierung U _(G+SV+LV) und U _(SS)	
	Einflussfaktoren	(ÖV-Haltestelle) (Innerorts)			
UTG 45 MIV	Exposition	DTV ($\beta = 0,95$) (SV-Anteil)	Einmündung Innerorts	DTV ($\beta = 1,05$) Wohnbevölk. / Beschäftigte (SV-Anteil)	Einmündung Innerorts
	Einflussfaktoren		Zufahrt Erschliessungsstr.	gemeinsame Modellierung U _(G+SV+LV) und U _(SS)	
UTG 45 Velo	Exposition	DTV ($\beta = 1,06-1,25$) ² ÖV-Haltestellendichte ¹	Einmündung	gemeinsame Modellierung U _(G+SV+LV) und U _(SS)	
UTG 8	Exposition	DTV ($\beta = 0,8-1,0$) OV-Haltestellendichte ¹		gemeinsame Modellierung U _(G+SV+LV) und U _(SS)	
	Einflussfaktoren	ÖV-Haltestelle			

¹analog Wohnbevölkerungsdichte, Beschäftigendichte

²bei Berücksichtigung DTV_{velo} ($\beta=0,600^*$) und DTV*DTV_{velo} ($\beta=0,428^*$)

Auffälligkeiten Ausreisser

Tab. III.23 Auffälligkeiten Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA – Vergleich Residuen (Teil 1)

Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA		UTG 0		UTG 12		UTG 3-MIV	
		U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat						(Do, Sa)
	Wochentag						(09-12, 16-19)
	Unfallzeit	(19-24)	(19-06)	(06-09, 16-19)	(19-24)	(06-12, 16-19)	
	Hauptursache		41		17	45	
	Unfallschwere						
	Anzahl Objekte						
	Strassenart Zusatz						
	Verkehrsbedingungen	schwach	schwach	schwach	schwach-rege		schwach
	Höchstgeschwindigkeit		50-80 km/h	50-80 km/h			
	Unfallstelle	Kurve	Kurve	Kurve			
	Unfallstelle Zusatz			(Glätte)			
	Strassenzustand						
	Strassenzustand Zusatz						
	Strassenanlage	Gefälle			Gefälle	Gefälle, Steigung	
	Strassenanlage Zusatz						
	Bahnübergang						
Witterung	Schneefall						
Witterung Zusatz							
Verkehrsregelung							
Lichtverhältnisse	(Dunkelheit)	(Dunkelheit)				Dunkelheit	
Sichtbehinderung							
Temperatur (COSMO2)	(-5-0)						
Niederschlag (COSMO2)	(Schneefall)				Schneefall, (Regen)		
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger						
	E-Bike						
	Fahrzeugklasse						
	Leistungsgewicht						
	Fahrzeugalter (Jahre)						
	Anprall auf Hindernis						
	Fahrzweck (Hauptverursacher)				(Arbeitsweg)		
	Alkohol						
Medikamente / Drogen							
Haupt- verursacher	Geschlecht	männlich					
	Alter (Jahre)				(25-64)		(18-24, 65-79)
	Führerausweisalter (Jahre)					(Neulenkler)	
	Nationalität			(Schweizer)			(Schweizer)
	Wohnland		Ausland				
	ADMAS Bewusste Missachtung						
	ADMAS Fahren unter Einfluss						
	ADMAS Fahrfehler						1-2
	ADMAS Geschwindigkeit						
	ADMAS Übermüdung					(1-2)	
ADMAS Anzahl Massnahmen		(1-2)				(1-2)	

Tab. III.24 Auffälligkeiten Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA – Vergleich Residuen (Teil 2)

Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA		UTG 45-MIV		UTG 345-RF		UTG 8	
		U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat						(Nov, Dez)
	Wochentag						
	Unfallzeit	Di (12-16)	(16-19)	(06-09, 12-16)		(06-09, 16-19)	
	Hauptursache	45		45		52	
	Unfallschwere						
	Anzahl Objekte						
	Strassenart Zusatz						
	Verkehrsbedingungen	schwach		schwach		schwach-rege	
	Höchstgeschwindigkeit			50-80 km/h			
	Unfallstelle						
	Unfallstelle Zusatz					Nässe	
	Strassenzustand						
	Strassenzustand Zusatz						
	Strassenanlage	(Steigung)				(Steigung)	
	Strassenanlage Zusatz						
	Bahnübergang						
Witterung					(Regen)		
Witterung Zusatz							
Verkehrsregelung							
Lichtverhältnisse					(Dunkelheit)		
Sichtbehinderung							
Temperatur (COSMO2)							
Niederschlag (COSMO2)							
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger						
	E-Bike						
	Fahrzeugklasse						
	Leistungsgewicht						
	Fahrzeugalter (Jahre)		(0-2)				
	Anprall auf Hinderniss						
	Fahrzweck (Hauptverursacher)			(Arbeitsweg)			
	Alkohol						
Medikamente / Drogen							
Haupt- verursacher	Geschlecht						
	Alter (Jahre)	(18-24, 65-79)				(0-13) (20+)	
	Führerausweisalter (Jahre)						
	Nationalität						
	Wohnland	Schweiz	(Ausland)	(Schweizer)			
	ADMAS Bewusste Missachtung						
	ADMAS Fahren unter Einfluss						
	ADMAS Fahrfehler			1-2			
	ADMAS Geschwindigkeit						
	ADMAS Übermüdung						
ADMAS Anzahl Massnahmen							

Einzelfallanalyse

Tab. III.25 Einzelfallanalysen Ausreisser auf Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA

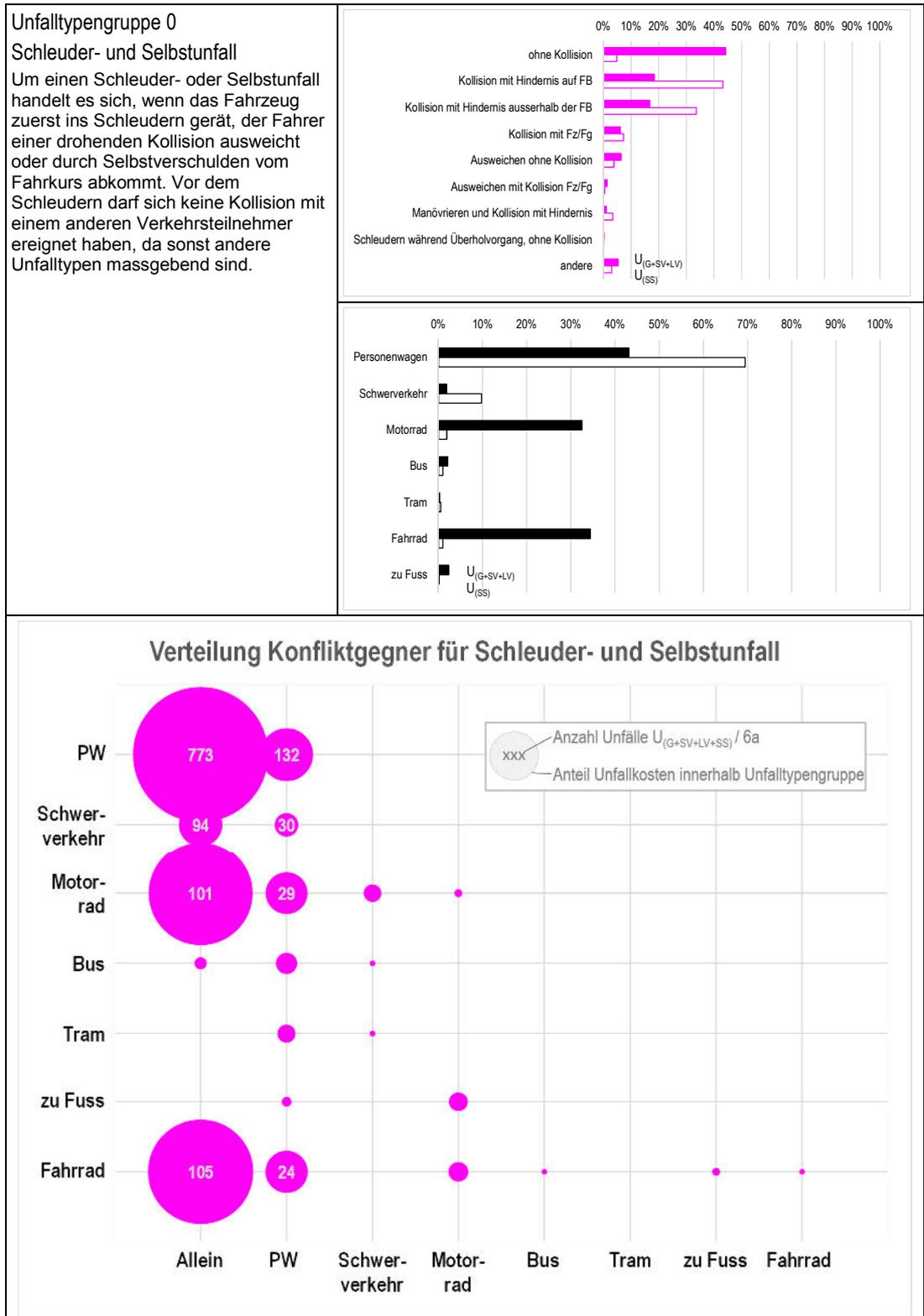
Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA	$U_{(G+SV+LV)}$ & $U_{(SS)}$
UTG 0	häufig Einmündungen in Kuven (in Form abknickenden Vortritts) begünstigt durch weite Eckausrundungen häufig in Ortsdurchfahrten oder am Ortsrand mit Ausserortscharakter (hohe Geschwindigkeiten) Innerortseinmündungen mit Rechtsvortritt (nur Markierung oder ohne jegliche Hinweise) Knoten mit Tram langgestreckte, teilweise breite Strassen mit plötzlich erscheinenden Knoten teilweise begünstigt durch Dunkelheit vereinzelt Velos beteiligt
UTG 1	vereinzelt auf Hauptfahrbahn bei fehlenden Linksabbiegefahrstreifen und Vorbeifahren/Überholen vereinzelt bei breiten wartepflichtigen Zufahrten meist leichte Folgen
UTG 2	häufigster Fall: weite Ausfahrkeile / zügige Eckausrundung für Rechtseinbieger spitzwinklige wartepflichtige Zufahrt ohne Abkröpfung fehlender Linksabbiegefahrstreifen auf übergeordneter Fahrbahn Sichtbehinderung, ungenügende Haltesichtweiten in untergeordneter Zufahrt zügig trassierte vortrittsbelastete Zufahrten z. B. Autobahnausfahrt schlechte Erkennbarkeit wartepflichtige Zufahrt meist Ausserorts oder in Ortsdurchfahrten, städtische Knoten mit ähnlichen Problemen (aber nur leichte Folgen) vereinzelt: vortrittsbelastete Zufahrt im Gefälle, FGS, unklare Führung bei Rechtsvortritt, Nässe
UTG3 MIV¹	zügig trassierte Hauptfahrbahn (hohe Geschwindigkeit Gegenverkehr) Einmündung in Aussenkurve (Sichtverdeckung durch vorausfahr. Verkehr oder Sichthindernisse) Gegenverkehr zweistreifig oder mit freiem Rechtsabbieger (vglw. häufig) schiefwinklige Zufahrt --> schnelles Abbiegen begünstigt komplexe Knoten Rechtsvortritt
UTG3 Velo	Zweirichtungsradweg abknickender Vortritt, Kurve, schnelles Abbiegen MIV, grosse Eckausrundung
UTG45 MIV	sehr häufig: abknickender Vortritt bzw. Hauptfahrbahn in Kurve + Einmündung Aussenkurve, Linkseinbieger Kollision von Links (übergeordneter Verkehr von schräg vorn) nicht erkennbare Vortrittsbelastung (fehlender Fahrbahnteiler bei Kreuzung, "Durchschuss") grosse Eckausrundung --> schnelles Rechtseinbiegen schnelle übergeordnete Strasse (komplexes Verkehrsgeschehen) mehrestreifige übergeordnete Fahrbahn (Überforderung, Sichtverdeckung Verkehr) komplexe Innerortsknoten mit Tram
UTG45 Velo	breite wartepflichtige Zufahrt (Sichtverdeckung durch wartende Fz) + grosse Eckausrundung = zügiges Rechtseinbiegen abknickender Vortritt, zügig trassiert schnelle übergeordnete Strasse (komplexes Verkehrsgeschehen) komplexer Knoten (mehrestreifig in übergeordnete Zufahrt, Zusatz-Abbiegefahrstreifen) Zweirichtungsradweg wahrscheinlich linksfahrende Velos aufgrund hoher Trennwirkung
UTG 8	FGS an zwei versetzten Einmündung bzw. FGS zwischen zwei Einmündungen (vglw. häufig) Sichtbehinderungen (enge Strassen, Einbauten, etc.) mehrestreifige Zufahrten grosszügige Eckausrundung (schnelles Ab-/Einbiegen) ansonsten sehr heterogen (z. T. ÖV-Haltestellen)

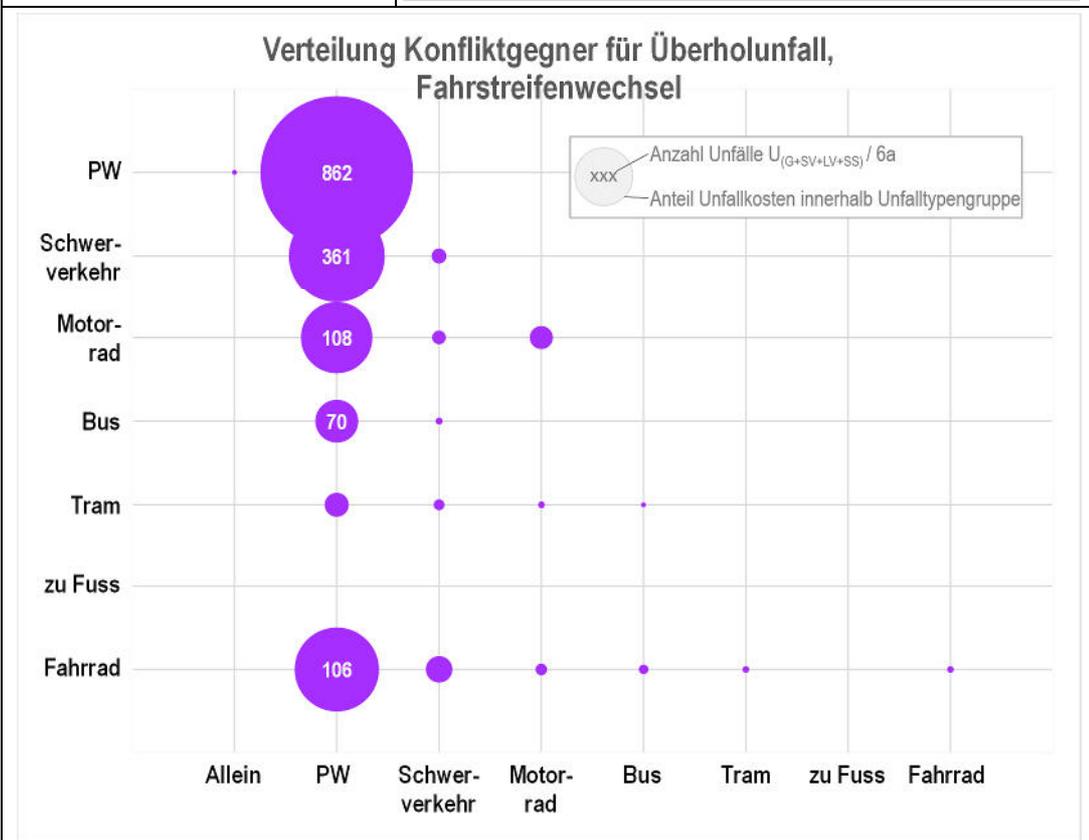
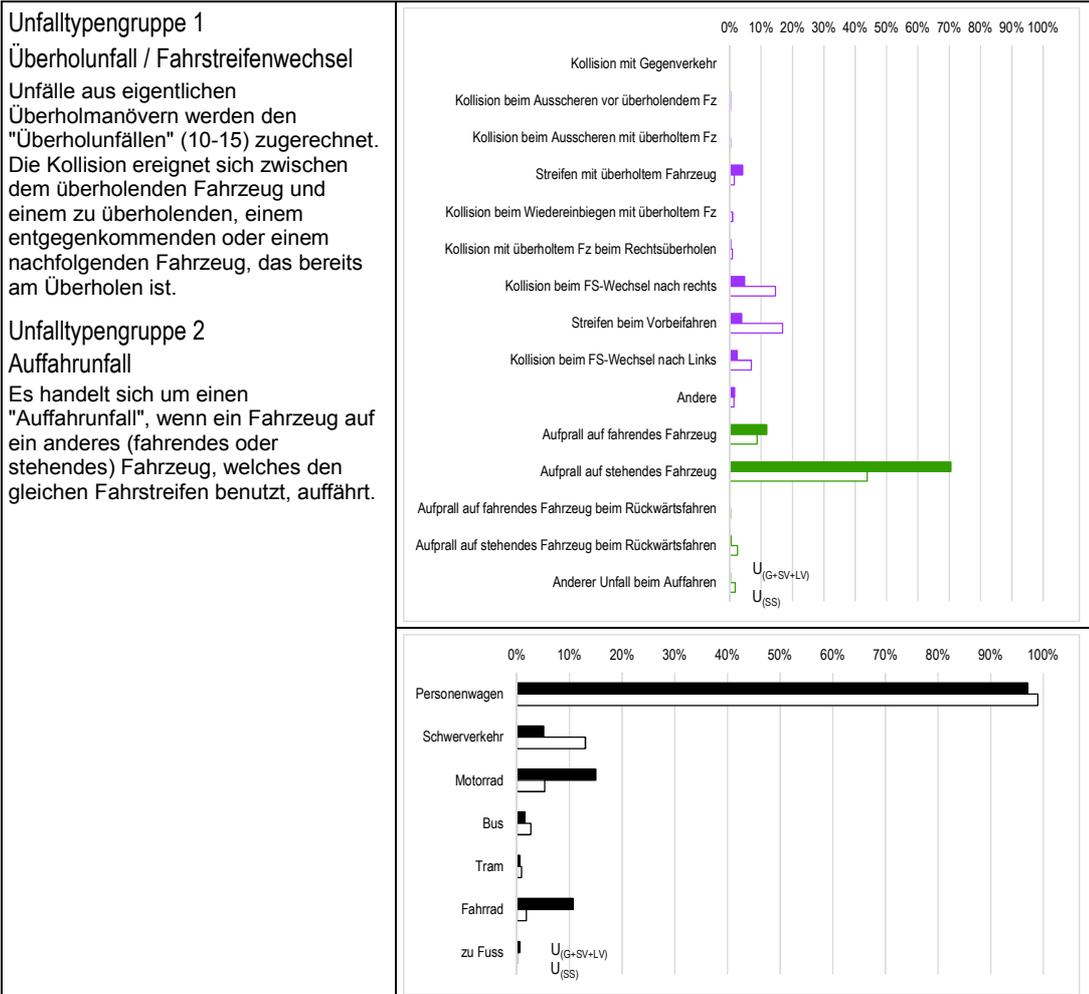
Abgleich mit TP1-M

Da in den Ergebnissen von TP1-M keine Unterscheidung nach Knotenformen oder der Verkehrsregelung existiert, kann an dieser Stelle kein expliziter Abgleich erfolgen. Es wird auf die Ausführungen in den Kapiteln III.3 und III.4 verwiesen.

III.6 Kreuzungen und Einmündungen mit LSA

Struktur





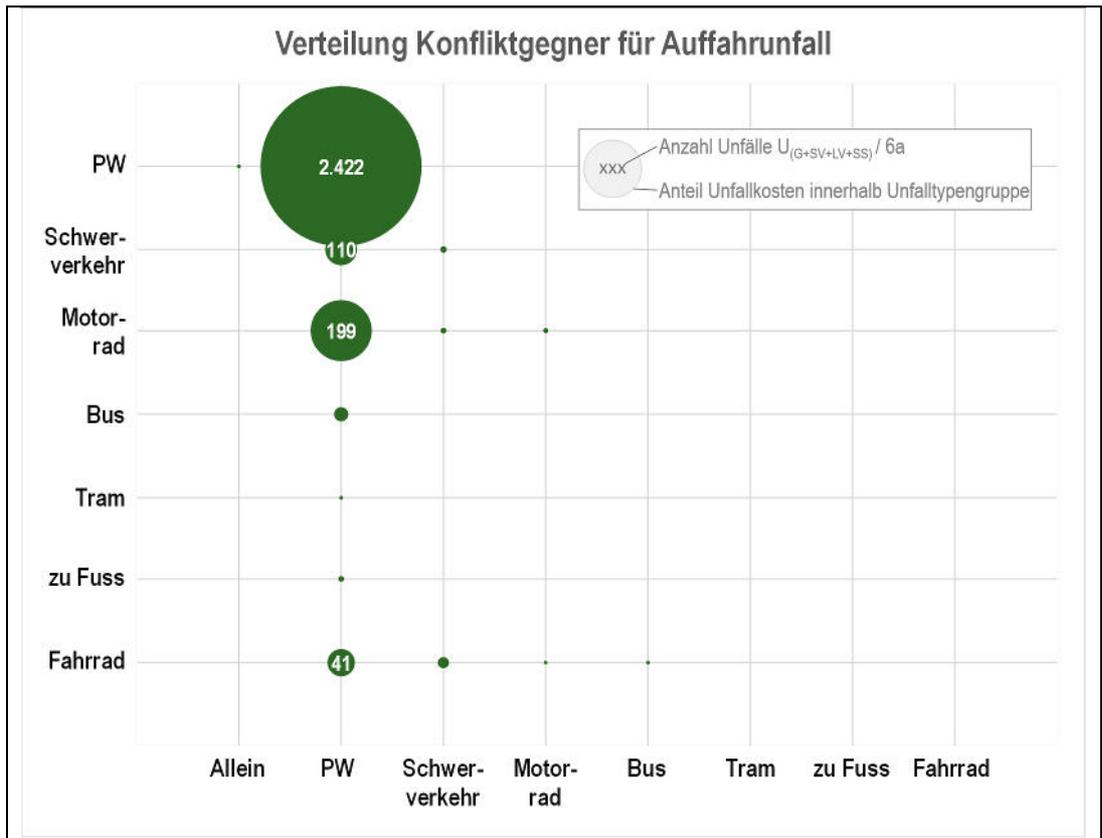


Abb.III.21 Unfalltypengruppen 12 – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner an Kreuzungen und Einmündungen mit LSA

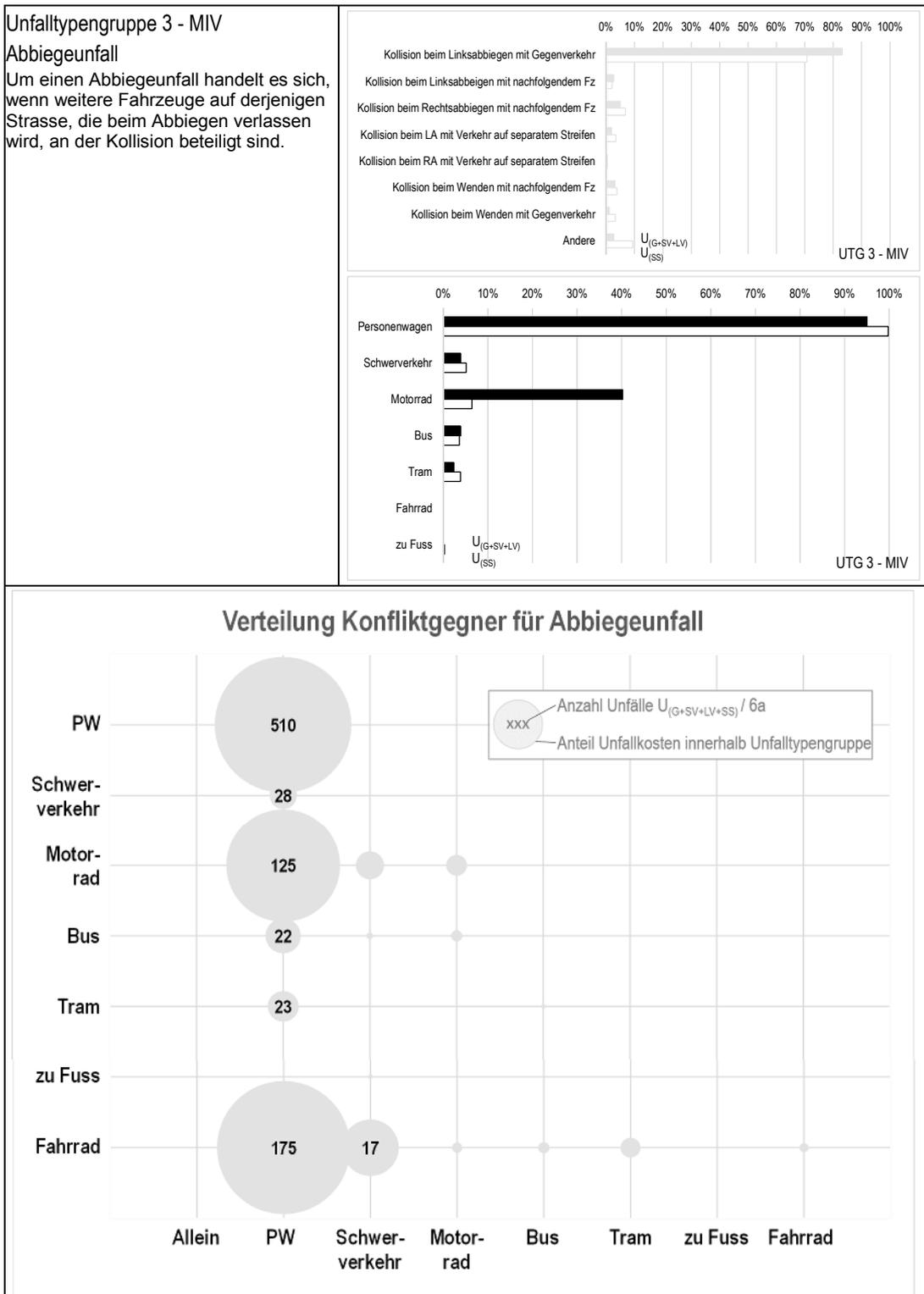


Abb.III.22 Unfalltypengruppe 3-MIV – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner an Kreuzungen und Einmündungen mit LSA

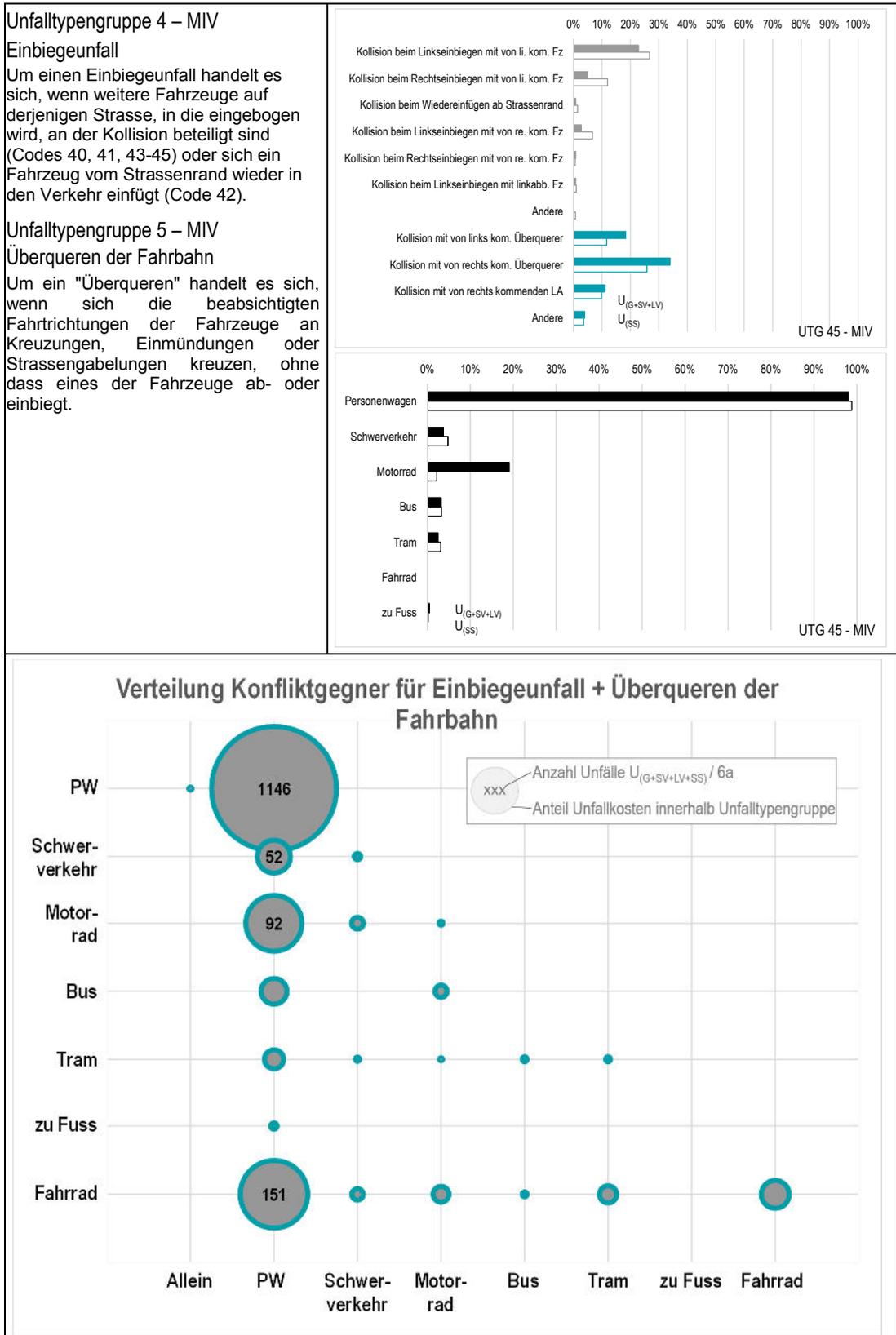
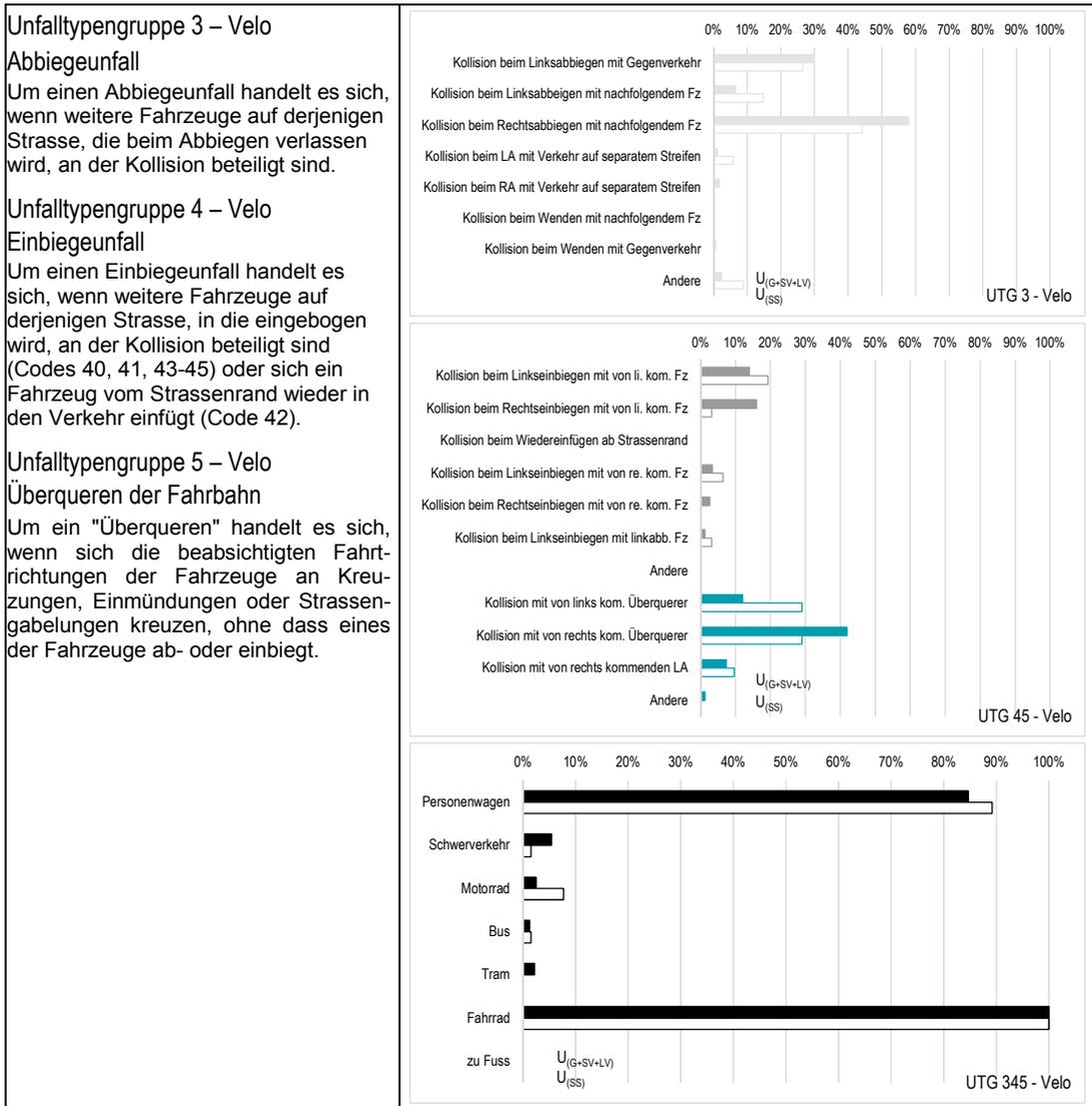


Abb.III.23 Unfalltypengruppe 45-MIV – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner an Kreuzungen und Einmündungen mit LSA



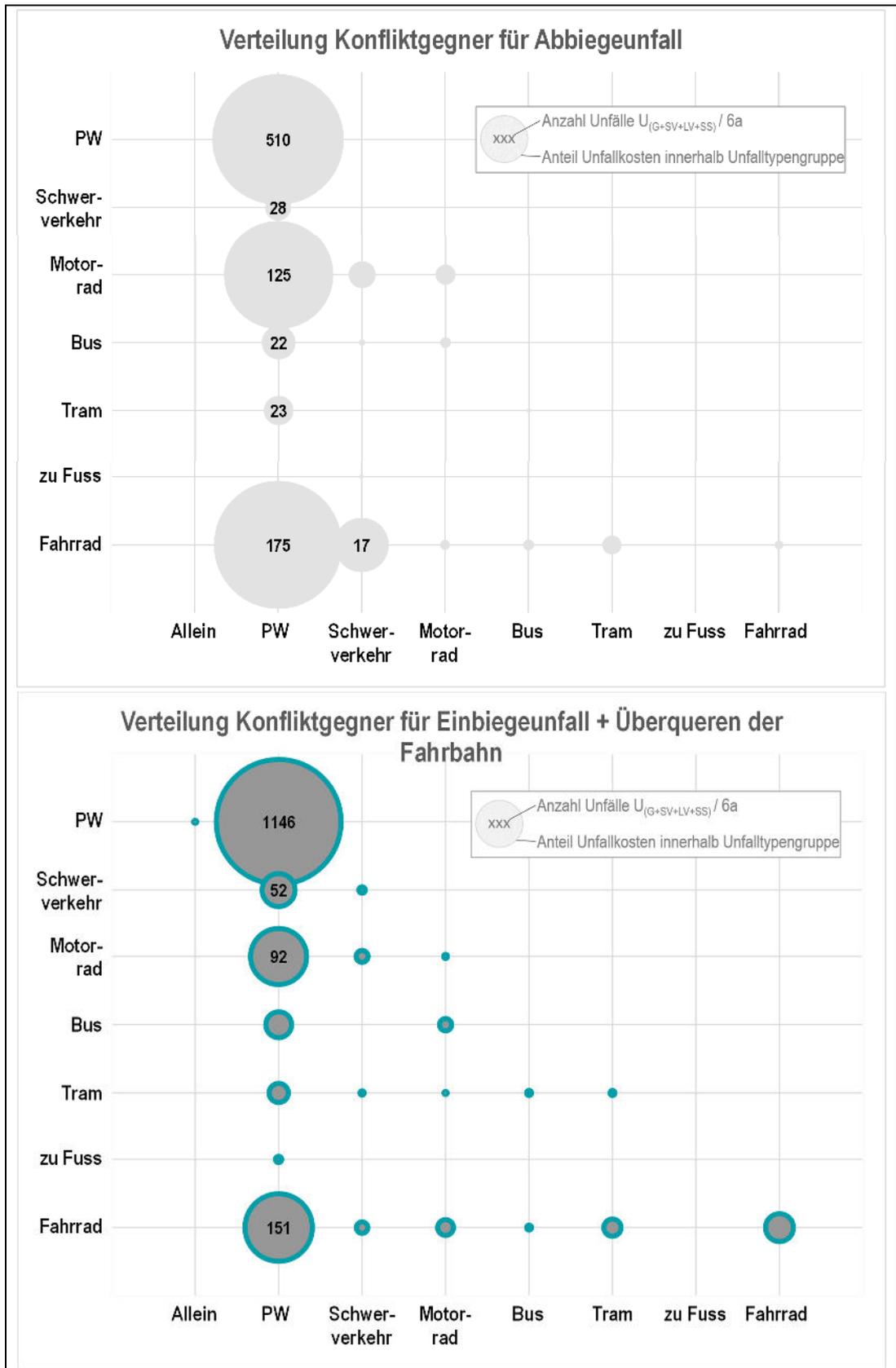


Abb.III.24 Unfalltypengruppe 345-Velo – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner an Kreuzungen und Einmündungen mit LSA

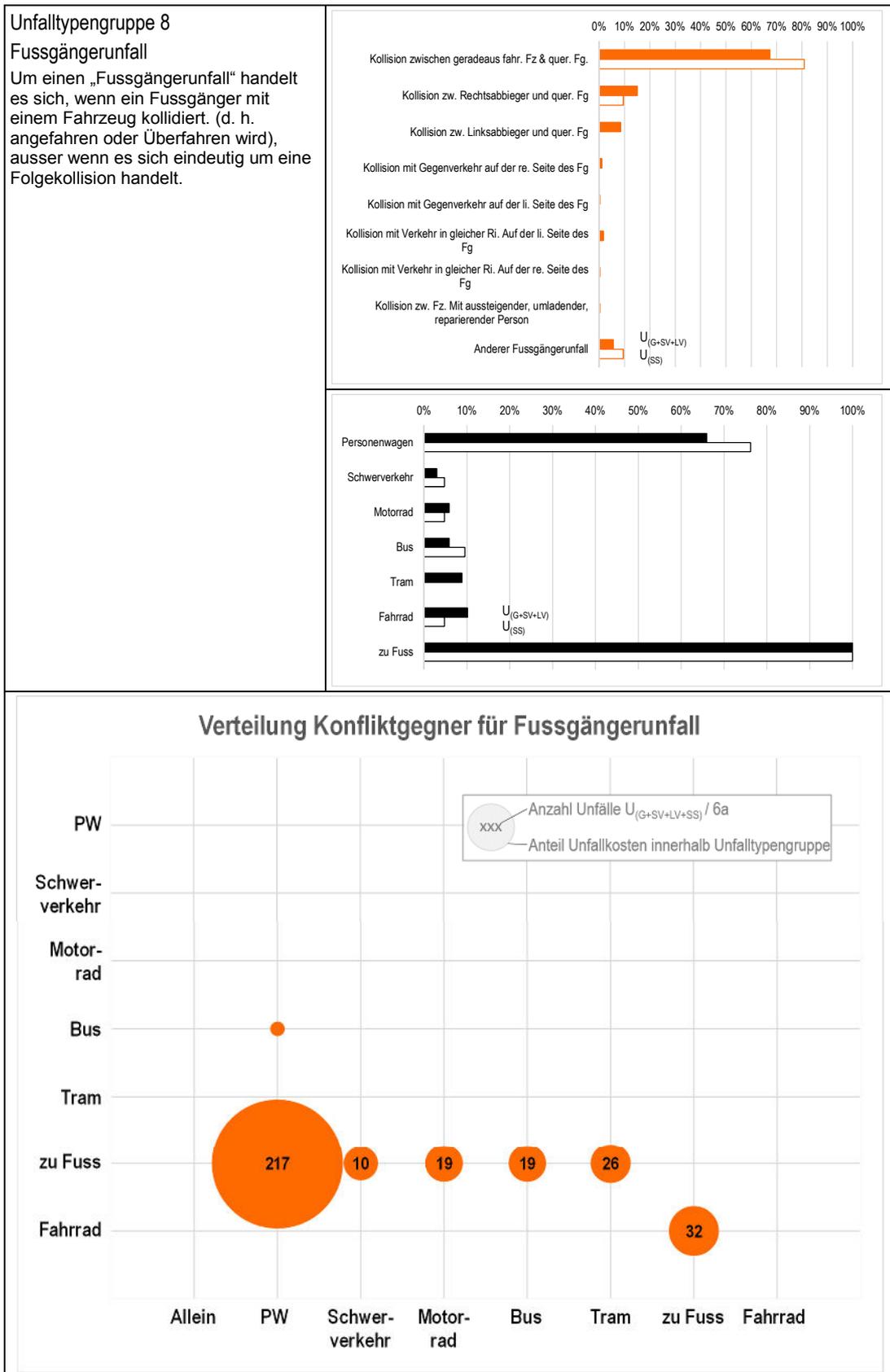


Abb.III.25 Unfalltypengruppe 8 – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner an Kreuzungen und Einmündungen mit LSA

Auffälligkeiten

Tab. III.26 Auffälligkeiten Kreuzungen und Einmündungen mit LSA – Vergleich Gesamtkollektiv Analysenetze (Teil 1)

Kreuzungen und Einmündungen mit LSA		UTG 0		UTG 12		UTG 3-MIV	
		U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat	Sa - So	Sa - So	Di, Fr	Mo - Fr		
	Wochentag	19-06, 09-12	19-06	09-16	09-19	19-24	16-24
	Unfallzeit	11, 15, 17	11, 17, 41	17, 42, 44, 46	17, 42	14, 45	13, 14, 45
	Hauptursache	hoch					
	Unfallschwere	1	1	>2	>2		
	Anzahl Objekte						
	Strassenart Zusatz						
	Verkehrsbedingungen	schwach-rege	schwach-rege	rege-stark	rege-stark	rege-stark	rege-stark
	Höchstgeschwindigkeit						
	Unfallstelle						
	Unfallstelle Zusatz						
	Strassenzustand	Nässe	Nässe, Glätte				Nässe
	Strassenzustand Zusatz						
	Strassenanlage	Gefälle					
	Strassenanlage Zusatz						
	Bahnübergang						
	Witterung	Regen	Regen, Schnee				Regen
Witterung Zusatz		Sonnenblendung				Sonnenblendung	
Verkehrsregelung					LSA n. i. Bet., Handzeich.	LSA nicht in Betrieb	
Lichtverhältnisse	Dunkelheit	Dunkelheit			Dämm., Dunkelheit	Dämm., Dunkelheit	
Sichtbehinderung							
Temperatur (COSMO2)							
Niederschlag (COSMO2)							
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger	Radfahrer, Motorrad		SNF		Motorrad, Bus	
	E-Bike						
	Fahrzeugklasse	L3				M1	M1
	Leistungsgewicht				0,02-0,04		
	Fahrzeugalter (Jahre)			0-5	0-5		0-10
	Anprall auf Hinderniss	Insel	Insel				
	Fahrzweck (Hauptverursacher)	Freizeit	ja	Wirtschaftsv., Arbeitsw.	Wirtschaftsverkehr		Freizeit
Alkohol	ja	ja					
Medikamente / Drogen							
Hauptverursacher	Geschlecht	männlich		männlich	männlich		weiblich
	Alter (Jahre)		18-24	25-64	25-64	18-64	18-24
	Führerausweisalter (Jahre)	0-2	0-2	6+	10-19		
	Nationalität	Schweizer					
	Wohnland				Ausland		
	ADMAS Bewusste Missachtung	1-2	> 0		> 2		
	ADMAS Fahren unter Einfluss	> 0	> 0				
	ADMAS Fahrfehler					> 0	1-2
	ADMAS Geschwindigkeit						
	ADMAS Übermüdung						
ADMAS Anzahl Massnahmen							

Tab. III.27 Auffälligkeiten Kreuzungen und Einmündungen mit LSA – Vergleich Gesamtkollektiv Analysenetze (Teil 2)

Kreuzungen und Einmündungen mit LSA		UTG 45-MIV		UTG 345-RF		UTG 8	
		U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat	Sa - So	Fr, So	Mai - Okt		Nov - Jan, Jun	
	Wochentag	19-06	09-12, 19-24	Mo- Do			
	Unfallzeit	14, 45		14, 45	14, 45	51, 52	13, 45, 51, 52
	Hauptursache					hoch	
	Unfallschwere						
	Anzahl Objekte						
	Strassenart Zusatz						
	Verkehrsbedingungen	rege-stark	rege-stark	rege-stark	rege-stark	rege-stark	rege
	Höchstgeschwindigkeit						
	Unfallstelle						
	Unfallstelle Zusatz						
	Strassenzustand	Nässe	Nässe			Nässe	
	Strassenzustand Zusatz						
	Strassenanlage						
	Strassenanlage Zusatz						
	Bahnübergang						
	Witterung	Regen	Regen			(Regen)	
Witterung Zusatz		Sonnenblendung					
Verkehrsregelung	LSA nicht in Betrieb	LSA nicht in Betrieb	LSA n. i. Bet., Handzeich.	Handzeich., (LSA n. i. Bet.)			
Lichtverhältnisse	Dämm., Dunkelheit	Dämm., Dunkelheit			(Dämm., Dunkelheit)		
Sichtbehinderung	ja				ja		
Temperatur (COSMO2)	5-10	0-20	10-20		0-10		
Niederschlag (COSMO2)	Regen, leicht. Schneefall						
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger	Motorrad, Bus, Tram				Bus, Tram	
	E-Bike						
	Fahrzeugklasse	M1	M1				
	Leistungsgewicht	0,06-0,20		0,02-0,04			
	Fahrzeugalter (Jahre)						
	Anprall auf Hinderniss						
	Fahrzweck (Hauptverursacher)	Freizeit	Freizeit	Wirtschaftsverkehr		Wirtschaftsverkehr	
Alkohol							
Medikamente / Drogen							
Hauptverursacher	Geschlecht	weiblich	weiblich				
	Alter (Jahre)	18-64	25-79		0-13	0-17	
	Führerausweisalter (Jahre)		20+				
	Nationalität						
	Wohnland	Ausland				Ausland	
	ADMAS Bewusste Missachtung						
	ADMAS Fahren unter Einfluss						
	ADMAS Fahrfehler						
	ADMAS Geschwindigkeit						
	ADMAS Übermüdung						
ADMAS Anzahl Massnahmen		1-2					

Signifikante Einflussgrössen Unfallmodellierung

Tab. III.28 Modellergebnisse Kreuzungen und Einmündungen mit LSA

Kreuzungen und Einmündungen mit LSA		$U_{(G+SV+LV)}$		$U_{(SS)}$	
		+	-	+	-
UTG 0	Exposition	DTV ($\beta = 0,4$) ÖV-Haltestellendichte	SV-Anteil	DTV ($\beta = 0,4$)	ÖV-Haltestellendichte ¹
	Einflussfaktoren				Innerorts
UTG 1 UTG 2	Exposition	DTV ($\beta = 1,0$) ÖV-Haltestellendichte	SV-Anteil	DTV ($\beta = 1,1$)	Einmündung
	Einflussfaktoren	(Koordinierung)	Anzahl Haltestellen	gemeinsame Modellierung $U_{(G+SV+LV)}$ und $U_{(SS)}$	
UTG 345 MIV	Exposition	DTV ($\beta = 0,5$)	Einmündung ÖV-Haltestellendichte ¹	DTV ($\beta = 0,6$)	Einmündung
	Einflussfaktoren	(Abschalten)	Innerorts	gemeinsame Modellierung $U_{(G+SV+LV)}$ und $U_{(SS)}$	
UTG 345 Velo	Exposition	DTV ($\beta = 0,3$) ÖV-Haltestellendichte ¹	SV-Anteil Einmündung	gemeinsame Modellierung $U_{(G+SV+LV)}$ und $U_{(SS)}$	
	Einflussfaktoren	Innerorts Sonderform			
UTG 8	Exposition	Arbeitsstellendichte	Einmündung	gemeinsame Modellierung $U_{(G+SV+LV)}$ und $U_{(SS)}$	
	Einflussfaktoren	ÖV-Haltestelle vorhanden Innerorts			

¹analog Wohnbevölkerungsdichte, Beschäftigtendichte

Auffälligkeiten Ausreisser

Tab. III.29 Auffälligkeiten Kreuzungen und Einmündungen mit LSA – Vergleich Residuen (Teil 1)

Kreuzungen und Einmündungen mit LSA		UTG 0		UTG 12		UTG 345-MIV	
		U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat					(Nov-Jan)	
	Wochentag			Sa - So			
	Unfallzeit				12-16, 19-24		19-24
	Hauptursache	(17)		(17)	42	(14)	(14)
	Unfallschwere						
	Anzahl Objekte						
	Strassenart Zusatz			(Ausfahrt Autobahn)			
	Verkehrsbedingungen			(rege)		(schwach)	schwach
	Höchstgeschwindigkeit						
	Unfallstelle						
	Unfallstelle Zusatz						
	Strassenzustand				(Nässe)		(Nässe)
	Strassenzustand Zusatz						
	Strassenanlage	(Gefälle)			Steigung		
	Strassenanlage Zusatz						
	Bahnübergang						
	Witterung						(Regen)
Witterung Zusatz						(Sonnenblendung)	
Verkehrsregelung							
Lichtverhältnisse							
Sichtbehinderung							
Temperatur (COSMO2)					4-10°C		
Niederschlag (COSMO2)							
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger	Velo	(SNF)				
	E-Bike						
	Fahrzeugklasse					2-5	
	Leistungsgewicht						
	Fahrzeugalter (Jahre)						
	Anprall auf Hinderniss						
	Fahrzweck (Hauptverursacher)				Wirtschaftsverkehr		(Wirtschaftsv. Arbeitsw.)
	Alkohol						
Medikamente / Drogen							
Haupt- verursacher	Geschlecht						
	Alter (Jahre)						
	Führerausweisalter (Jahre)			(6-9)			
	Nationalität					Schweizer	
	Wohnland	Schweiz				Schweiz	(Schweiz)
	ADMAS Bewusste Missachtung						
	ADMAS Fahren unter Einfluss						
	ADMAS Fahrfehler		(>2)				
	ADMAS Geschwindigkeit						
	ADMAS Übermüdung						
ADMAS Anzahl Massnahmen					(>0)		

Tab. III.30 Auffälligkeiten Kreuzungen und Einmündungen mit LSA – Vergleich Residuen (Teil 2)

Kreuzungen und Einmündungen mit LSA		UTG 345-RF		UTG 8	
		U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat			(Jan, Dez, Sep)	
	Wochentag				
	Unfallzeit				
	Hauptursache	45			
	Unfallschwere				
	Anzahl Objekte				
	Strassenart Zusatz				
	Verkehrsbedingungen	rege			
	Höchstgeschwindigkeit				
	Unfallstelle				
	Unfallstelle Zusatz				
	Strassenzustand				
	Strassenzustand Zusatz				
	Strassenanlage				
	Strassenanlage Zusatz				
	Bahnübergang				
	Witterung			(Regen)	
Witterung Zusatz			(Sonnenblendung)		
Verkehrsregelung					
Lichtverhältnisse			Dämm., Dunkelheit		
Sichtbehinderung	ja				
Temperatur (COSMO2)					
Niederschlag (COSMO2)			(Regen)		
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger				
	E-Bike	ja			
	Fahrzeugklasse	M1			
	Leistungsgewicht				
	Fahrzeugalter (Jahre)				
	Anprall auf Hinderniss				
	Fahrzweck (Hauptverursacher)	Wirtschaftsv., Arbeitsweg		Freizeit	
	Alkohol				
Medikamente / Drogen					
Hauptverursacher	Geschlecht				
	Alter (Jahre)				
	Führerausweisalter (Jahre)				
	Nationalität				
	Wohnland				
	ADMAS Bewusste Missachtung				
	ADMAS Fahren unter Einfluss				
	ADMAS Fahrfehler				
	ADMAS Geschwindigkeit				
	ADMAS Übermüdung				
	ADMAS Anzahl Massnahmen	(>0)			

Einzelfallanalyse

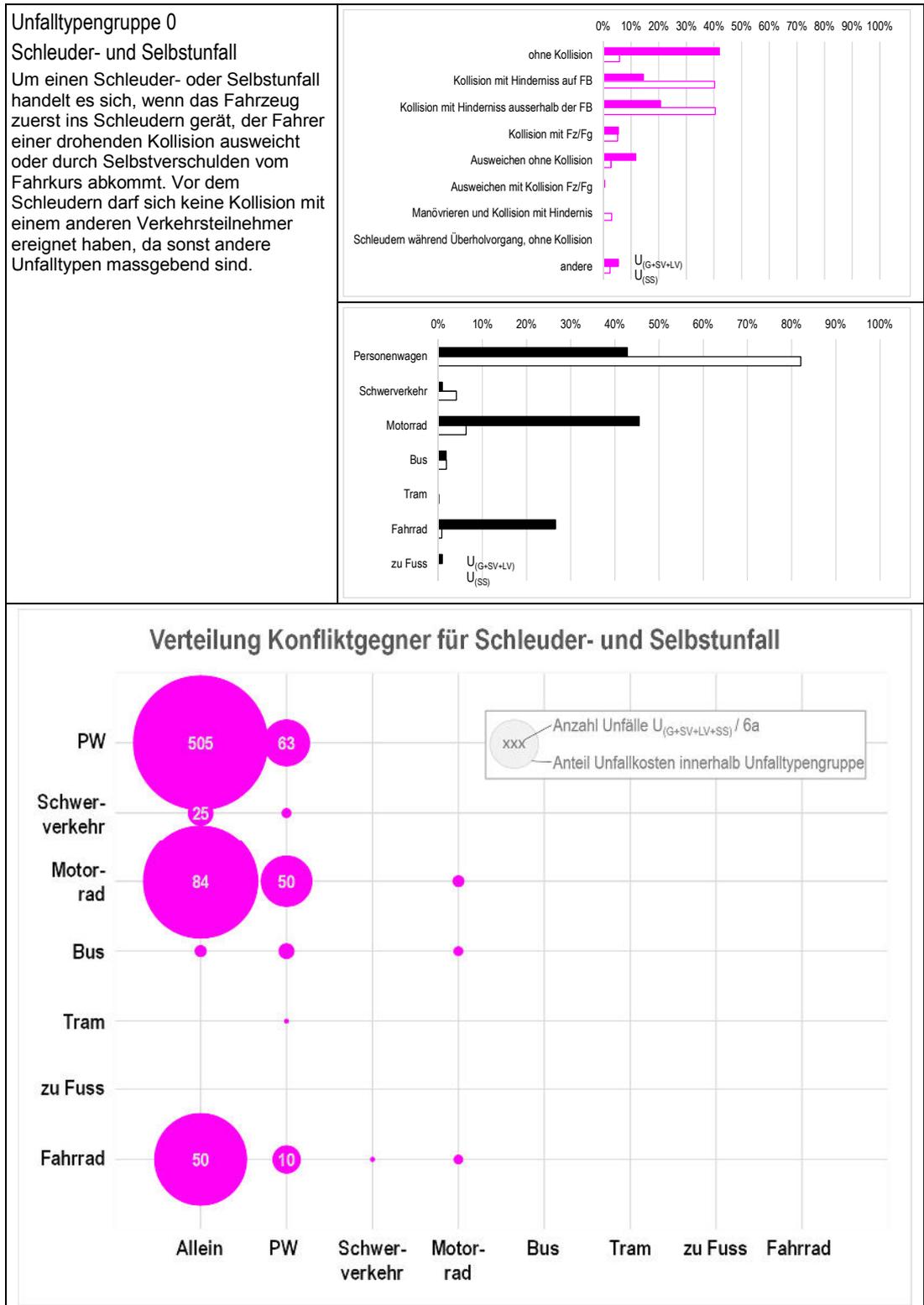
Tab. III.31 *Einzelfallanalysen Ausreisser auf Kreuzungen und Einmündungen mit LSA*

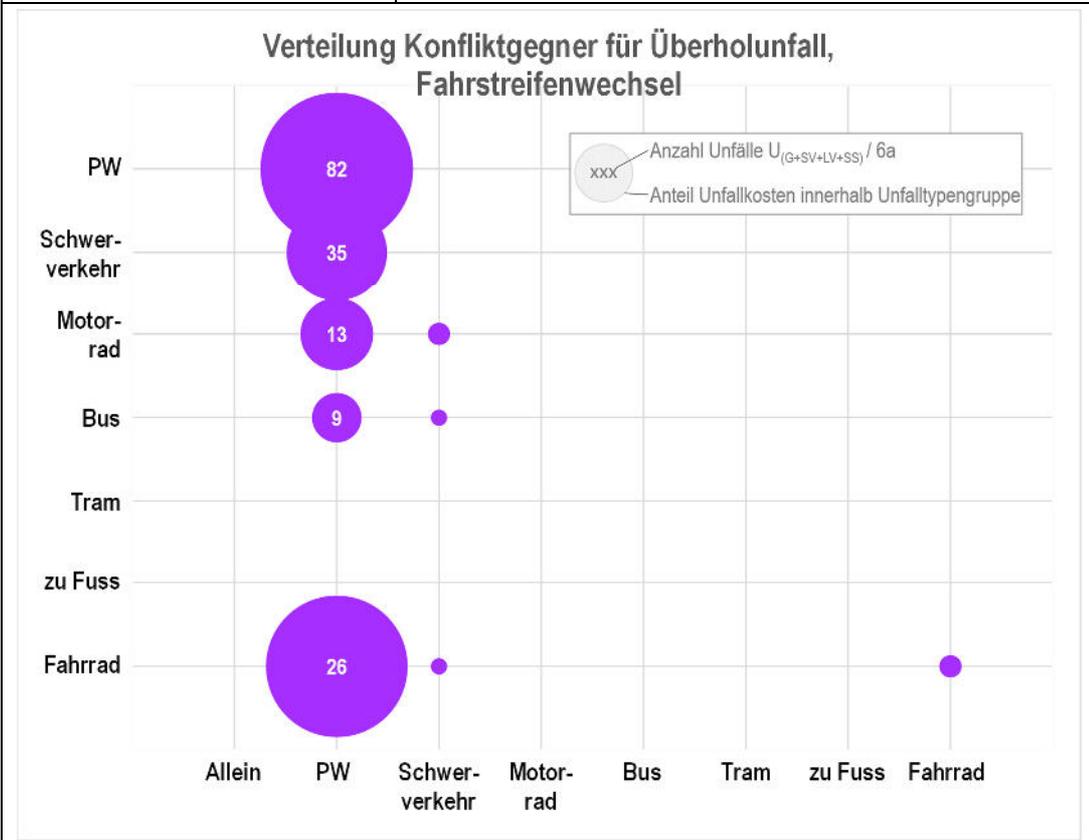
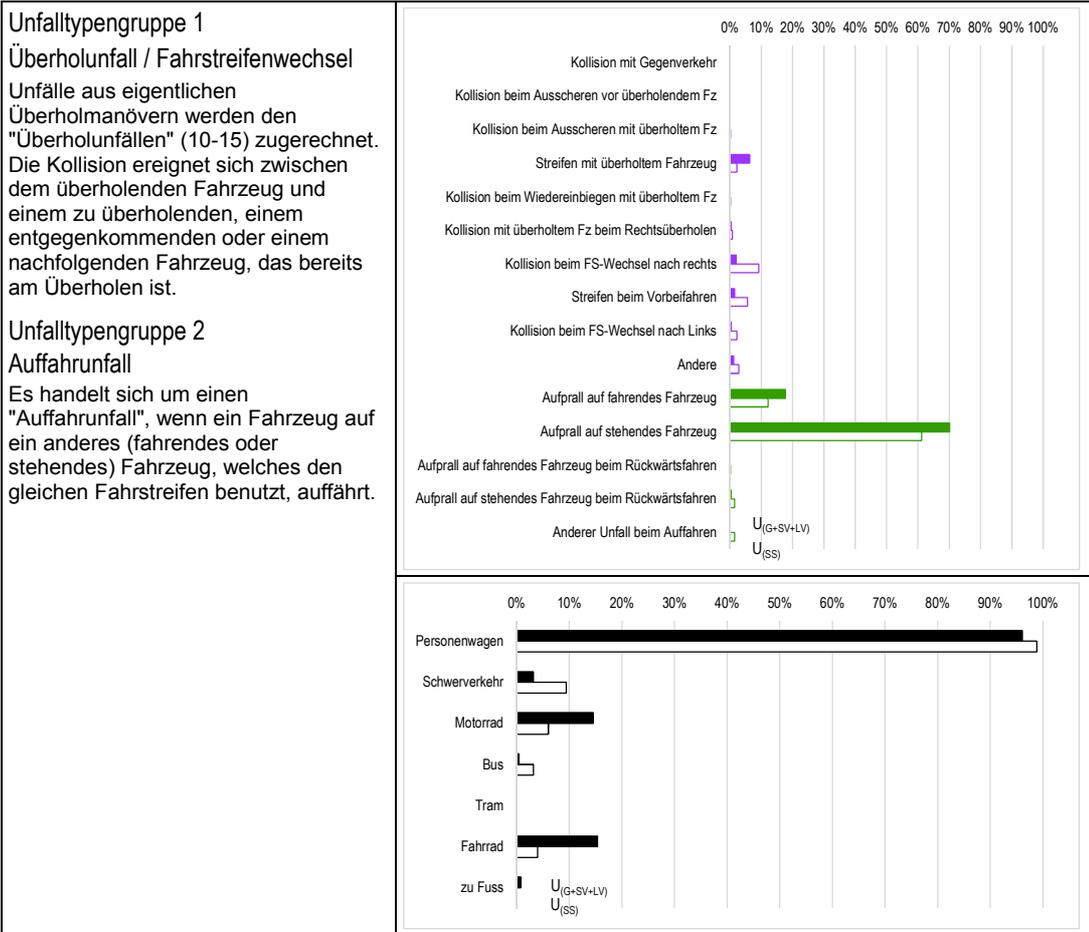
Kreuzungen und Einmündungen mit LSA	$U_{(G+SV+LV)}$ & $U_{(SS)}$
UTG 0	Knoten liegt in Kurve eingeschränkte Sicht auf Signalgeber/Knoten (u. a. wegen Kurve, keine Überkopfsignale) zügig trassierte Abbiegebeziehungen und Hauptfahrbahnen (u. a. an Autobahnanschlüssen) Tramgleise im Knoten in Kombination mit Unfallbeteiligung von Zweirädern (Velo oder Motorrad)
UTG 1	zweistreifige Abbiegeströme kurze Knotenabstände mit Verflechtungsvorgängen ("gestaffelte Signale") Sonderformen von Knoten
UTG 2	keine Überkopf-Signalgeber Kombination von Überkopf-Signalgeber mit Wegweisungsbeschilderung freier (d. h. nichtsignalisiert) Rechtsabbiegefahrstreifen langgestreckte Strassen & geringe LSA-Dichte kurvige Zufahrten mit Sichteinschränkungen auf Knoten bzw. Signalgeber (z. B. bei Abkröpfung) aufgrund Streckencharakteristik vermutetes hohes Geschwindigkeitsniveau (u. a. Autobahnausfahrten)
UTG 45 MIV	Abschalten auf "gelb blinkend" Rotlichtmissachtung - potenzielle/vermutete Ursachen: fehlende Überkopfsignalgeber lange Räumwege --> Defizite in Signalzeitenplanung vermutet vereinzelt: Vor-/Nachlauf, Kreisel mit LSA, fehlender LA-Schutz
UTG 45 Velo	Abbiegeunfälle (linksabb. Fz und geradeausf. Velo) bei bedingt verträglichen Linksabbiegeführungen abknickende Vorfahrt Rotlichtmissachtung Velofahrende an Knoten und an Querungsstellen weite Eckausrundung bei Abbiegeunfällen vereinzelt: linksfahrende Velos, keine vorgezogene Haltlinie für Velo, separater freier Rechtsabbiegefahrstreifen (nicht sign.)
UTG 8	Rechtsabbiegeunfälle bei weiter Eckausrundung (zügiges Abbiegen des Fz.) ÖV-Haltestellen (vorrangig in Knotenausfahrt oder bei Tram-Mittellagehaltestellen) Rotlichtmissachtung (tw. bei Dunkelheit) vereinzelt: abgesetzte Furten, mehrstreifige Zufahrten

Abgleich mit TP1-M

Da in den Ergebnissen von TP1-M keine Unterscheidung nach Knotenformen/Verkehrsregelungen existiert, kann an dieser Stelle kein expliziter Abgleich erfolgen. Es wird auf die Ausführungen in den Kapiteln III.3 und III.4 verwiesen.

III.7 Kreisel Struktur





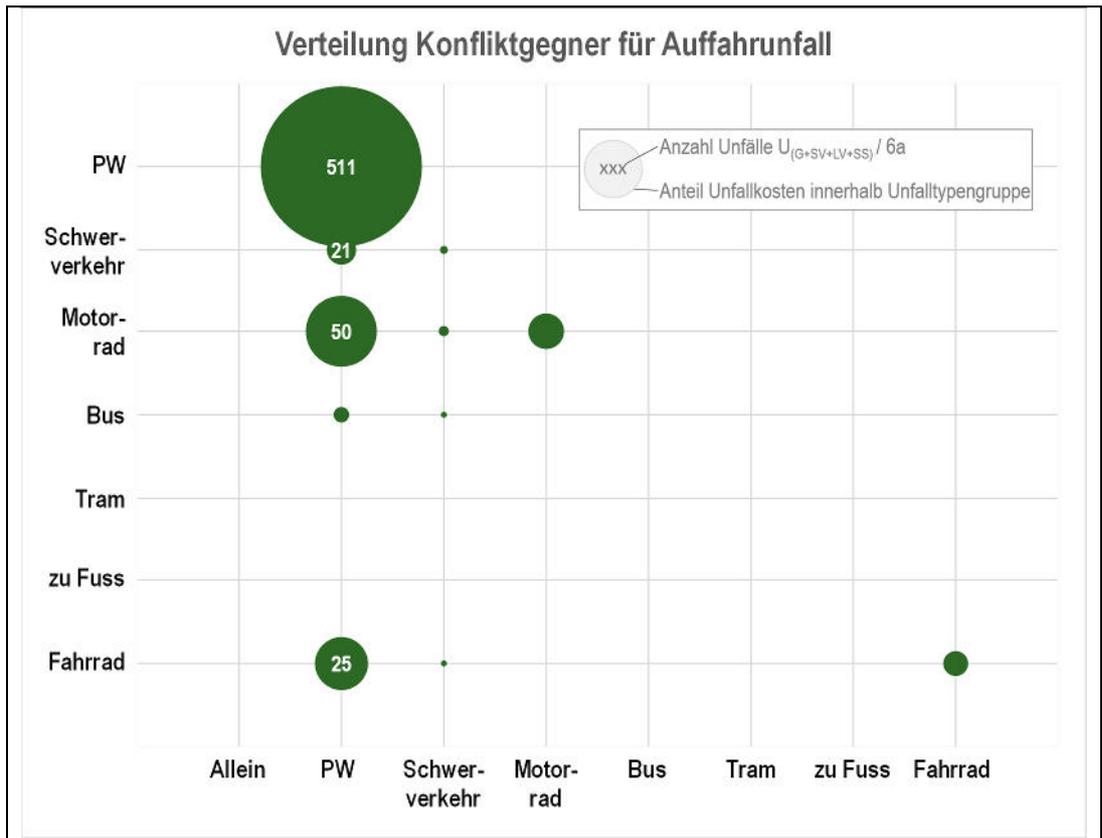
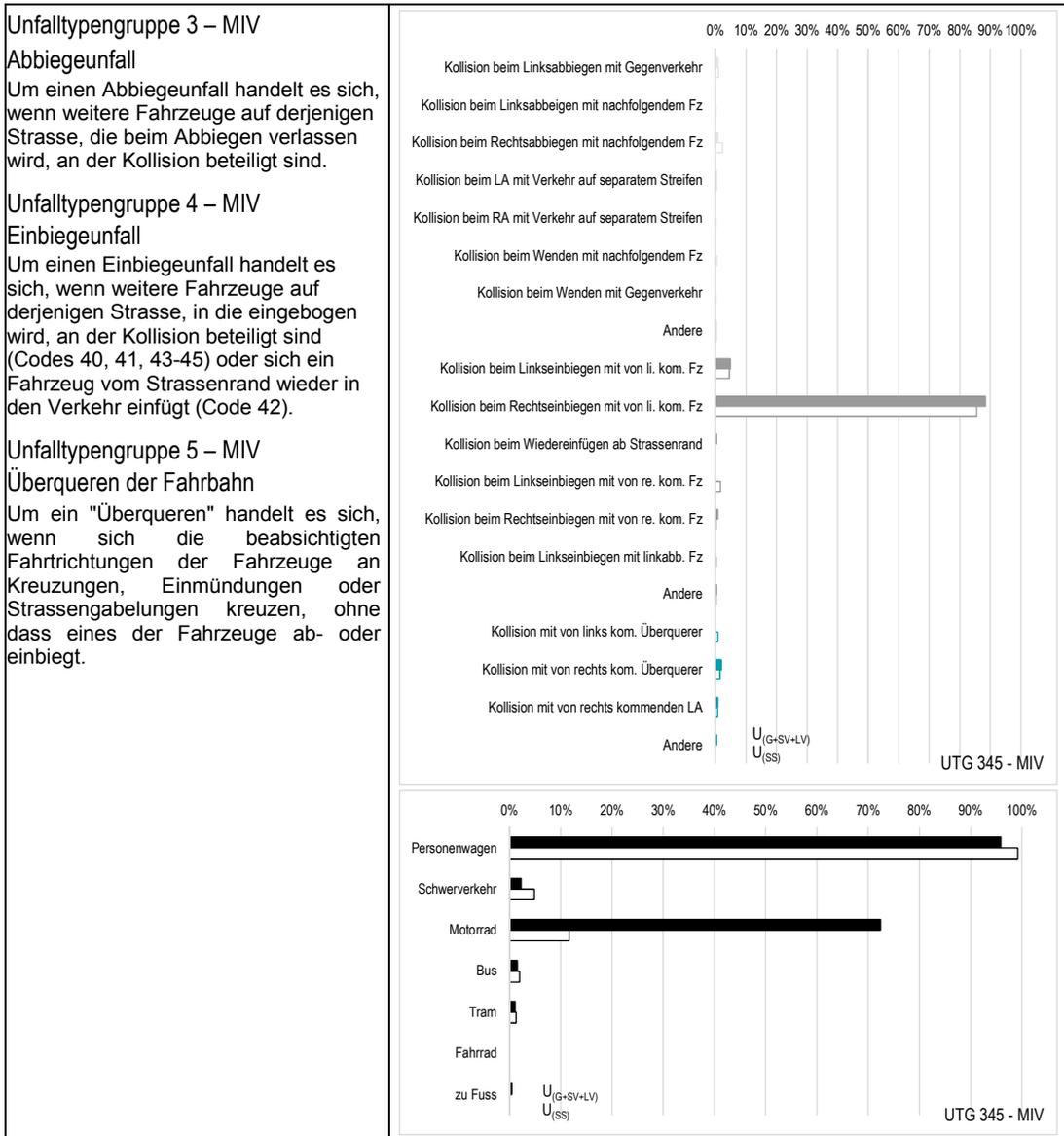


Abb.III.27 Unfalltypengruppen 12 – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner an Kreiseln



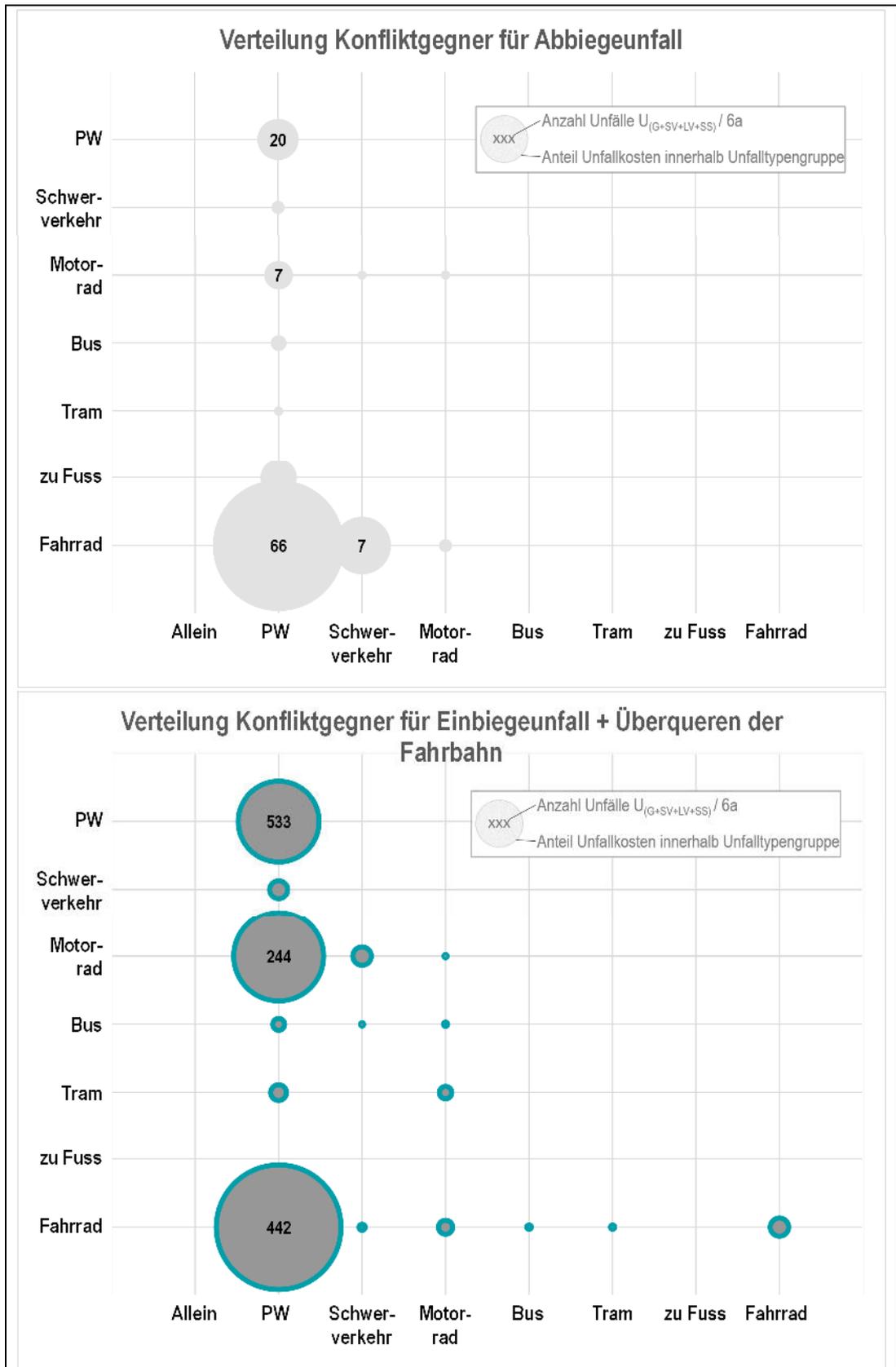
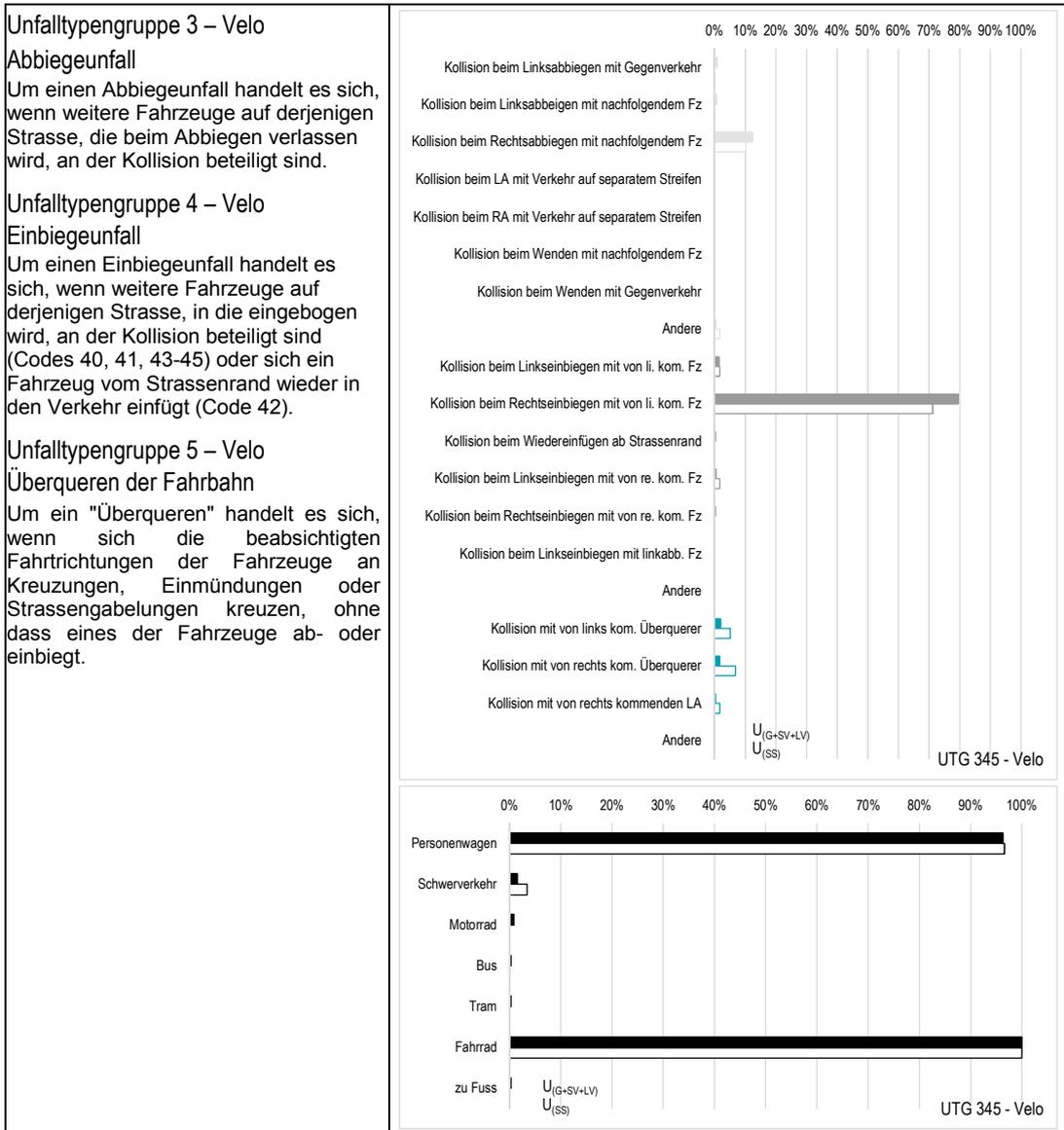


Abb.III.28 Unfalltypengruppen 345 MIV – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner an Kreiseln



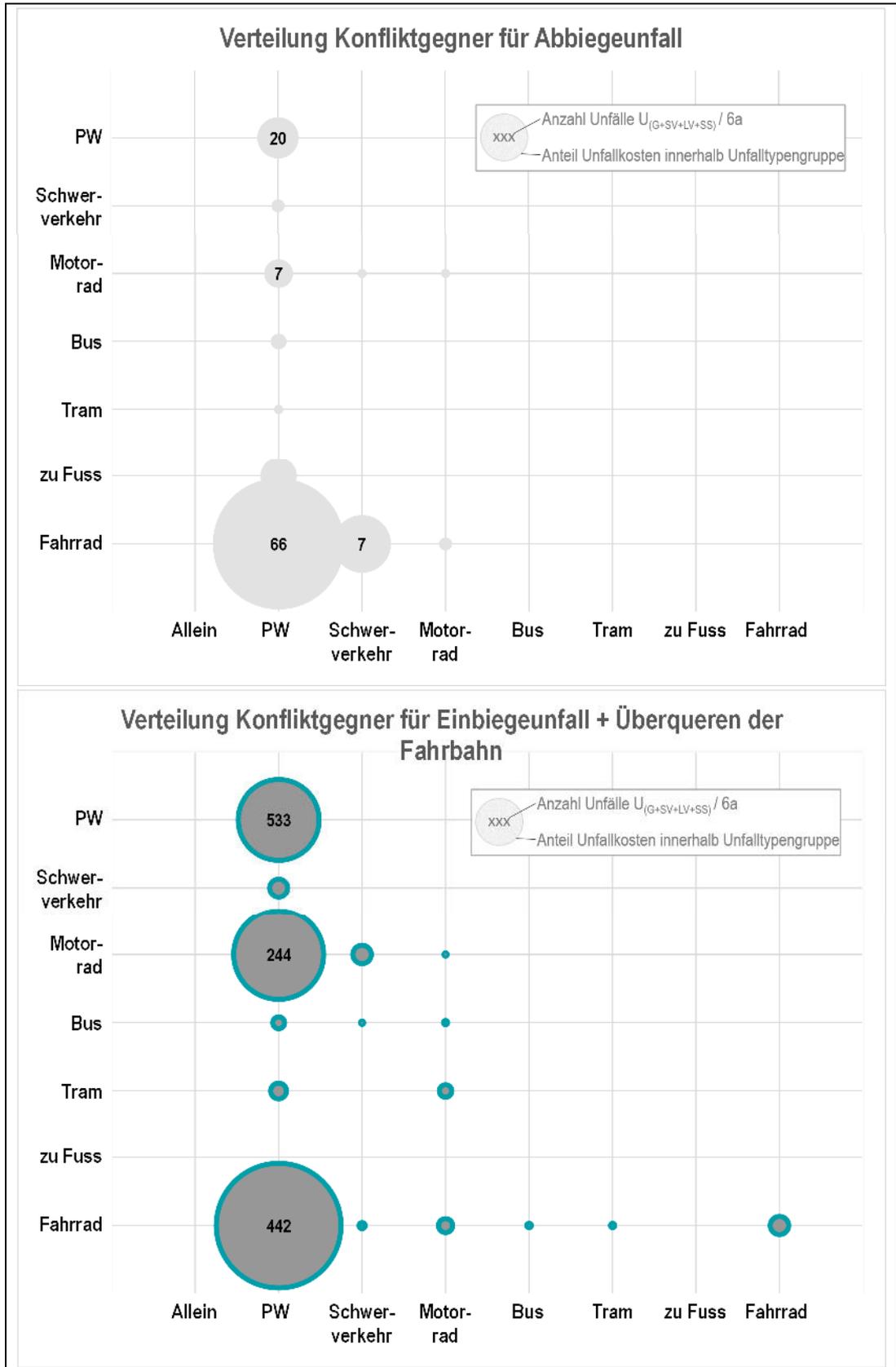
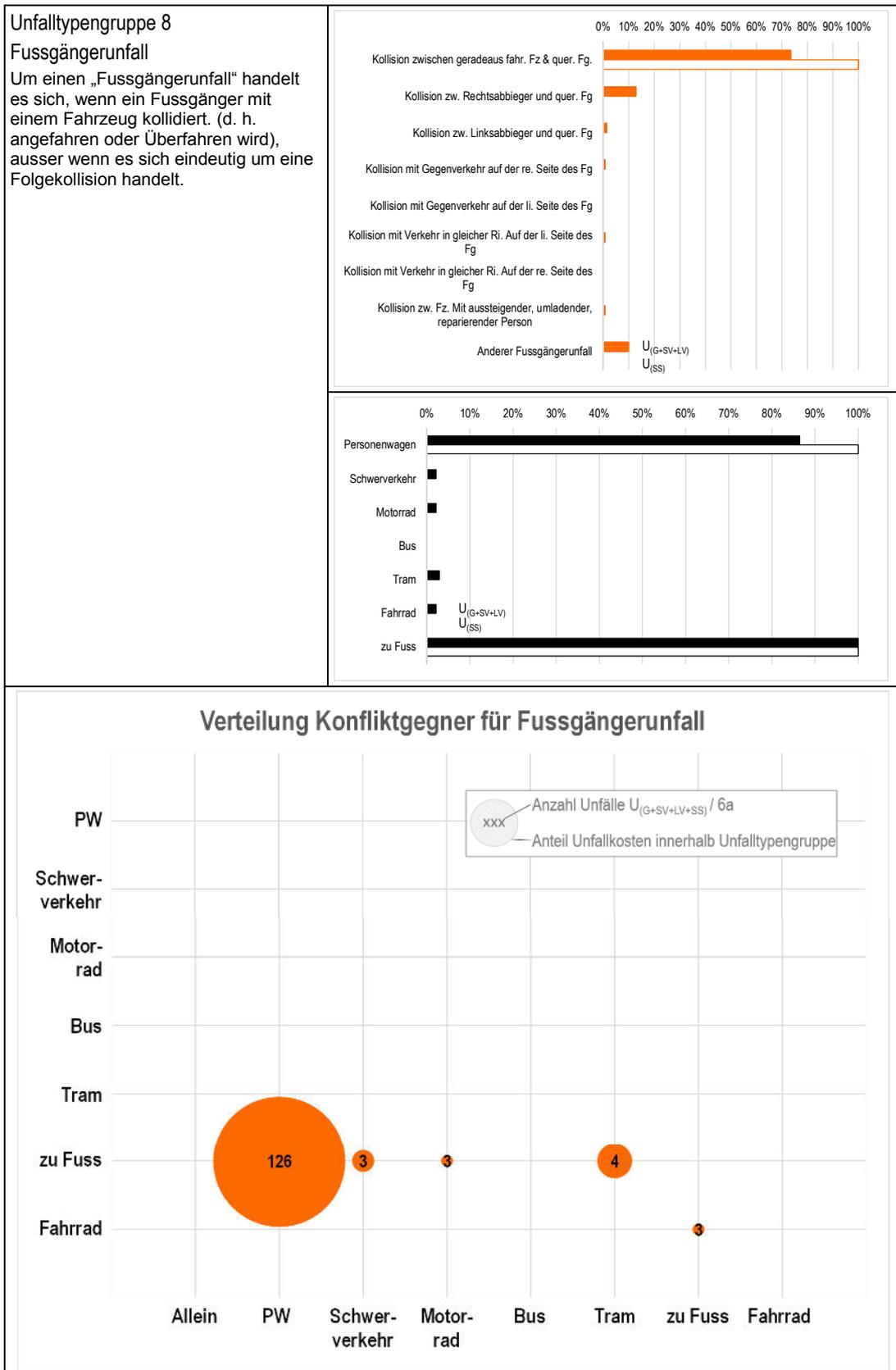


Abb.III.29 Unfalltypengruppe 345 Velo – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner an Kreiseln



Auffälligkeiten

Tab. III.32 Auffälligkeiten Kreisel – Vergleich Gesamtkollektiv Analysenetze (Teil 1)

Kreisverkehrsplätze (Kreisel)		UTG 0		UTG 12		UTG 345-MIV	
		U _(G+SV+LV) (Mai, Jul, Sep, Okt)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat	(Mai, Jul, Sep, Okt)	Sa - So	12-19	Mo - Fr	06-12, 19-24	06-16, 19-24
	Wochentag	Sa - So	Sa - So		09-19		
	Unfallzeit	19-06	19-06	17, 44, 46	17, 42, 46	45	45
	Hauptursache	11, 15, 41	11, 15, 41				
	Unfallsschwere	hoch					
	Anzahl Objekte	1	1	>2	>2		
	Strassenart Zusatz						
	Verkehrsbedingungen	schwach-rege	schwach	rege-stockend	rege-stark	rege-stark	rege-stark
	Höchstgeschwindigkeit						
	Unfallstelle						
	Unfallstelle Zusatz						
	Strassenzustand	Nässe	Nässe, Glätte		Nässe		Nässe
	Strassenzustand Zusatz	ölig, schmierig					
	Strassenanlage						
	Strassenanlage Zusatz						
	Bahnübergang						
	Witterung		Regen, Schnee (Nebel)			(Sonnenblendung)	Regen (Sonnenblendung)
Witterung Zusatz							
Verkehrsregelung							
Lichtverhältnisse	Nacht	Dämmerung, Nacht					
Sichtbehinderung							
Temperatur (COSMO2)							
Niederschlag (COSMO2)							
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger	Motorrad, Velo (ja)	Motorrad		Motorrad	Motorrad ¹	Motorrad
	E-Bike						
	Fahrzeugklasse	L3				M1	M1
	Leistungsgewicht	<0,04, 0,20-0,40			0,06-0,08		0,04-0,08
	Fahrzeugalter (Jahre)	(10+)	10+				
	Anprall auf Hindernis		Insel u.a.				
	Fahrzweck (Hauptverursacher)	Freizeit	Freizeit	Arbeitsweg	Arbeitsweg		Freizeit
	Alkohol	ja	ja				
Medikamente / Drogen							
Hauptverursacher	Geschlecht					weiblich	weiblich
	Alter (Jahre)	(14-17), 65-79	(14-17), 18-24			65-79	65-79
	Führerausweisalter (Jahre)		0-2	10+	10+	20+	20+
	Nationalität	Schweizer	Schweizer				Schweizer
	Wohnland		Schweiz		Schweiz		Schweiz
	ADMAS Bewusste Missachtung	> 2					
	ADMAS Fahren unter Einfluss	> 0	> 0				
	ADMAS Fahrfehler					> 0	> 0
	ADMAS Geschwindigkeit	1-2	1-2				
	ADMAS Übermüdung						
ADMAS Anzahl Massnahmen	> 2	> 0			1-2	1-2	

¹ca. 73%

Tab. III.33 Auffälligkeiten Kreisel – Vergleich Gesamtkollektiv Analysenetze (Teil 2)

Kreisverkehrsplätze (Kreisel)		UTG 345-RF		UTG 8	
		U _(G+S+H+V)	U _(SS)	U _(G+S+H+V)	U _(SS)
Unfall	Monat			Nov - Feb	
	Wochentag	Di - Do			
	Unfallzeit	06-12	06-09, 12-16	06-12	
	Hauptursache	45	45	45	
	Unfallsschwere			hoch	
	Anzahl Objekte				
	Strassenart Zusatz				
	Verkehrsbedingungen	rege-stark	rege	rege	
	Höchstgeschwindigkeit				
	Unfallstelle			Platz	
	Unfallstelle Zusatz				
	Strassenzustand	Nässe		Nässe	
	Strassenzustand Zusatz				
	Strassenanlage				
	Strassenanlage Zusatz				
	Bahnübergang				
	Witterung	Regen		Regen	
Witterung Zusatz	(Sonnenblendung)		(Sonnenblendung)		
Verkehrsregelung					
Lichtverhältnisse	Dämmerung		Dämmerung, Nacht		
Sichtbehinderung			ja		
Temperatur (COSMO2)			0-10		
Niederschlag (COSMO2)			Regen, Schneefall		
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger				
	E-Bike			(ja)	
	Fahrzeugklasse	M1	M1		
	Leistungsgewicht	0,04-0,08			
	Fahrzeugalter (Jahre)	<=10			
	Anprall auf Hinderniss				
	Fahrzweck (Hauptverursacher)	Arbeitsweg		Arbeitsweg	
	Alkohol				
Medikamente / Drogen					
Hauptverursacher	Geschlecht	weiblich			
	Alter (Jahre)	65-79	0-13, 65-79	65+	
	Führerausweisalter (Jahre)	20+	6+	20+	
	Nationalität	Schweizer			
	Wohnland	Schweiz			
	ADMAS Bewusste Missachtung				
	ADMAS Fahren unter Einfluss				
	ADMAS Fahrfehler	> 0	> 0	1-2	
	ADMAS Geschwindigkeit				
	ADMAS Übermüdung				
ADMAS Anzahl Massnahmen	1-2				

^aca. 73%

Signifikante Einflussgrössen Unfallmodellierung

Tab. III.34 Modellergebnisse Kreisel

Kreisel		$U_{(G+SV+LV)}$		$U_{(SS)}$	
		+	-	+	-
UTG 0	Exposition	DTV ($\beta = 0,4-0,5$)		DTV ($\beta = 0,45$)	
	Einflussfaktoren	Sonderform			(innerorts)
UTG 1	Exposition	DTV ($\beta = 1,5$)		DTV ($\beta = 1,7$)	
UTG 2		Beschäftigtendichte		Beschäftigtendichte	
			Einmündung		Einmündung
	Einflussfaktoren	(Sonderform) (Fahrbahnbreite>6.5m)	(v0)	Sonderform (Fahrbahnbreite>6.5m)	
UTG 345 MIV	Exposition	DTV ($\beta = 0,6$) Wohnbevölkerungsdichte		DTV ($\beta = 0,9$) Wohnbevölkerungsdichte	
			Einmündung		Einmündung
	Einflussfaktoren			Sonderform	
UTG 345 Velo	Exposition	DTV ($\beta = 0,44$) ÖV-Haltestellendichte ¹	SV-Anteil Einmündung	gemeinsame Modellierung $U_{(G+SV+LV)}$ und $U_{(SS)}$	
	Einflussfaktoren		v0 (kleiner Durchmesser)		
UTG 8	Exposition	DTV ($\beta = 0,6$) ÖV-Haltestellendichte ¹		gemeinsame Modellierung $U_{(G+SV+LV)}$ und $U_{(SS)}$	
	Einflussfaktoren	Sonderform ÖV-Haltestelle vorhanden			

¹analog Wohnbevölkerungsdichte, Beschäftigtendichte

Auffälligkeiten Ausreisser

Tab. III.35 Auffälligkeiten Kreisel – Vergleich Residuen (Teil 1)

Kreisverkehrsplätze (Kreisel)		UTG 0		UTG 12		UTG 345-MV	
		U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat						Fr, So
	Wochentag						
	Unfallzeit						
	Hauptursache	17		46	42		
	Unfallsschwere						
	Anzahl Objekte						
	Strassenart Zusatz						
	Verkehrsbedingungen					(rege)	schwach
	Höchstgeschwindigkeit						
	Unfallstelle						
	Unfallstelle Zusatz						
	Strassenzustand	(Glätte)					Nässe, Glätte
	Strassenzustand Zusatz	ölig, schmierig					
	Strassenanlage	(Gefälle)					
	Strassenanlage Zusatz						
	Bahnübergang						Schneefall
	Witterung						
Witterung Zusatz							
Verkehrsregelung							
Lichtverhältnisse							
Sichtbehinderung							
Temperatur (COSMO2)					0-4°C		
Niederschlag (COSMO2)			(leichter Schneefall)				
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger			(Motorrad, Velo)			
	E-Bikes	(ja)					
	Fahrzeugklasse						
	Leistungsgewicht						
	Fahrzeugalter (Jahre)					(2-5)	
	Anprall auf Hindernis	(ja)					
	Fahrzweck (Hauptverursacher)	(Freizeit)			(Freizeit)		(Freizeit)
	Alkohol						
Medikamente / Drogen							
Haupt- verursacher	Geschlecht			(weiblich)			
	Alter (Jahre)	(65-79)		(65-79)		(65-79)	(20+)
	Führerausweisalter (Jahre)				(10+)		
	Nationalität						
	Wohnland						
	ADMAS Bewusste Missachtung						
	ADMAS Fahren unter Einfluss						
	ADMAS Fahrfehler						
	ADMAS Geschwindigkeit					(1-2)	
	ADMAS Übermüdung						
ADMAS Anzahl Massnahmen							

Tab. III.36 Auffälligkeiten Kreisel – Vergleich Residuen (Teil 2)

Kreisverkehrsplätze (Kreisel)		UTG 345-RF		UTG 8	
		U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat			Nov-Feb	
	Wochentag				
	Unfallzeit			06-09, 16-24	
	Hauptursache			45	
	Unfallschwere				
	Anzahl Objekte				
	Strassenart Zusatz				
	Verkehrsbedingungen				
	Höchstgeschwindigkeit				
	Unfallstelle				
	Unfallstelle Zusatz				
	Strassenzustand			Nässe	
	Strassenzustand Zusatz				
	Strassenanlage				
	Strassenanlage Zusatz				
	Bahnübergang				
	Witterung			(Regen)	
Witterung Zusatz			(Sonnenblendung)		
Verkehrsregelung					
Lichtverhältnisse			Dämm., Dunkelheit		
Sichtbehinderung					
Temperatur (COSMO2)					
Niederschlag (COSMO2)					
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger				
	E-Bikes				
	Fahrzeugklasse				
	Leistungsgewicht				
	Fahrzeualter (Jahre)				
	Anprall auf Hindernis				
	Fahrzweck (Hauptverursacher)	(Arbeitsweg)		(Freizeit)	
	Alkohol				
Medikamente / Drogen					
Haupt- verursacher	Geschlecht	(männlich)	(männlich)		
	Alter (Jahre)				
	Führerausweisalter (Jahre)				
	Nationalität				
	Wohnland				
	ADMAS Bewusste Missachtung				
	ADMAS Fahren unter Einfluss				
	ADMAS Fahrfehler				
	ADMAS Geschwindigkeit				
	ADMAS Übermüdung				
ADMAS Anzahl Massnahmen					

Einzelfallanalyse

Tab. III.37 *Einzelfallanalysen Ausreisser an Kreiseln*

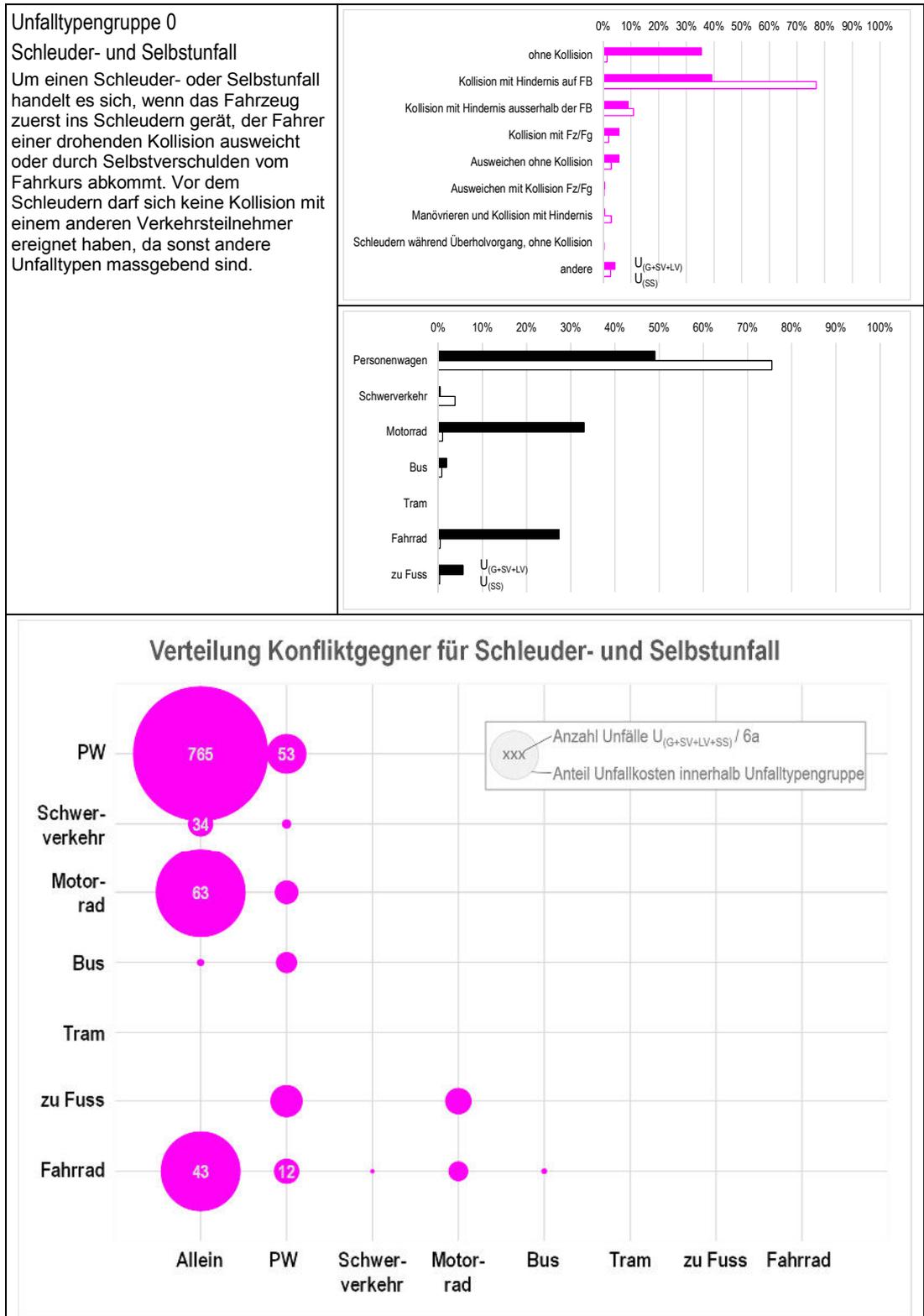
Kreisverkehrsplätze (Kreiseln)	$U_{(G+SV+LV)}$ & $U_{(SS)}$
UTG 0	<p>überdurchschnittlich oft Motorräder und Velos beteiligt, dann häufig auch schwerere Folgen</p> <p>nicht ausreichende Erkennbarkeit des Kreisels vermutet (Gründe: Dunkelheit, wenig Beschilderung, "schnelle" Zufahrten, Abkröpfung Zufahrten etc.)</p> <p>bei PW häufig Kollision mit Insel, Masten oder Einbauten (dann aber eher leichte Folgen)</p> <p>Ursachen bei Motorradfahrenden deuten auf unzureichende Fahrzeugkontrolle hin</p> <p>unfallbegünstigend wirken Dunkelheit, Nässe, Glätte</p> <p>vereinzelt: Sonderformen mit Tram, Radfahrer in Gefälle-Zufahrten, Alkohol, fehlende Ablenkung</p>
UTG 1	<p>Kreisel mit zweistreifigen Elementen (Zufahrten, Kreisfahrbahn) --> starke Häufung von Unfällen; auch SNF beteiligt</p> <p>überbreite Kreisfahrbahn und Kollision zw. PW und Velo</p>
UTG 2	<p>Auffahren vor FGS (Ausfahrt leicht auffälliger, ggf. begünstigt durch fehlende Ablenkung, weite Absetzung FGS, starke Fussgängerströme z. B. Bahnhof etc.)</p> <p>Rückstau vor oder im Kreisel</p> <p>Grundstückszufahrten an Kreisfahrbahn</p> <p>Erkennbarkeit Kreisel eingeschränkt</p> <p>Zufahrt im Gefälle oder Minikreisel auffällig bei Velobeteiligung</p>
UTG 45 MIV	<p>Personenschadensunfälle mit Motorradbeteiligung (auch bei regelkonformen Kreiseln)</p> <p>begünstigt durch eine tendenziell geringe Ablenkung geradeaus überquerender Fahrzeuge sowie breitere Kreisfahrbahnen</p> <p>weiterhin sind Nässe und Dunkelheit begünstigende Umstände an diesen Kreiseln</p> <p>eng beieinanderliegende Knotenarme</p> <p>vereinzelt auffällig: keine Anhebung Innenkreis, Gefälle in Zufahrt, ovale Form, eingeschränkte Erkennbarkeit, zweistreifige Zufahrten, weitere Knoten in geringem Abstand zum Kreisel oder SichtHindernisse</p>
UTG 45 Velo	<p>typischer Unfalltyp ist Velo auf Kreisfahrbahn vs. einfahrender PW; nur vereinzelt Abbiegeunfälle</p> <p>tendenziell geringere Ablenkung (aber auch gut gestaltete Kreiseln auffällig)</p> <p>breite Kreisfahrbahnen sowie fehlende, nicht oder nur leicht angehobene Innenkreise</p> <p>Gefälle im Knotenarm</p> <p>vereinzelt auffällig: ÖV-Haltestelle im Kreisel, zweistreifige Elemente, eng beieinanderliegende Knotenarme, Minikreisel, ovale Kreiselinself, Radstreifen im Kreisel</p>
UTG 8	<p>fehlende Geschwindigkeitsreduzierung der Fz im Kreis (zu geringe Ablenkung etc.)</p> <p>Einschränkungen der Sicht am Fahrbahnrand</p> <p>begünstigt durch Nässe/Dunkelheit</p> <p>vereinzelt auffällig: ÖV-Halt in der Kreiselmittle, zweistreifige Elemente & verschiedene Sonderformen</p>

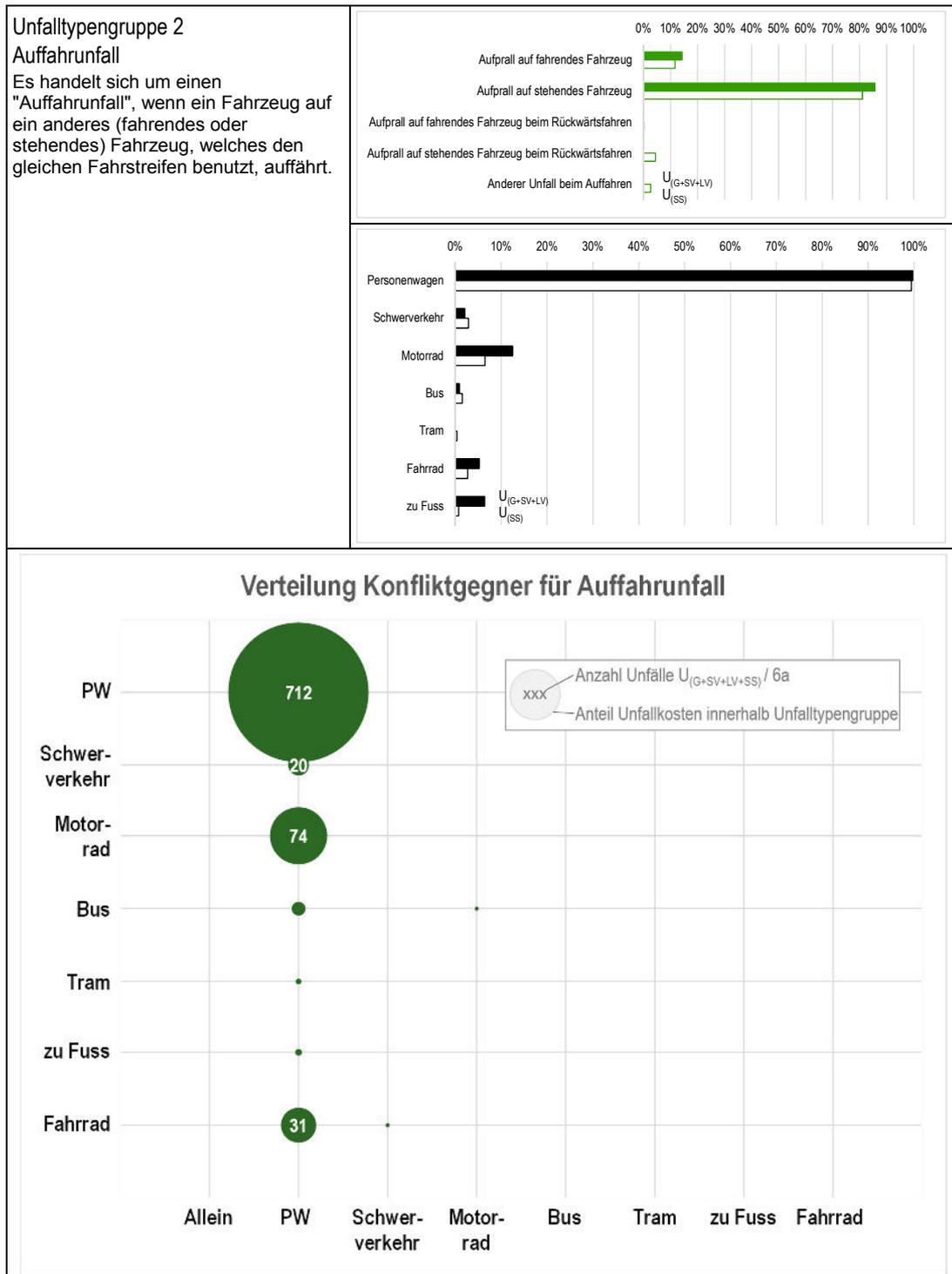
Abgleich mit TP1-M

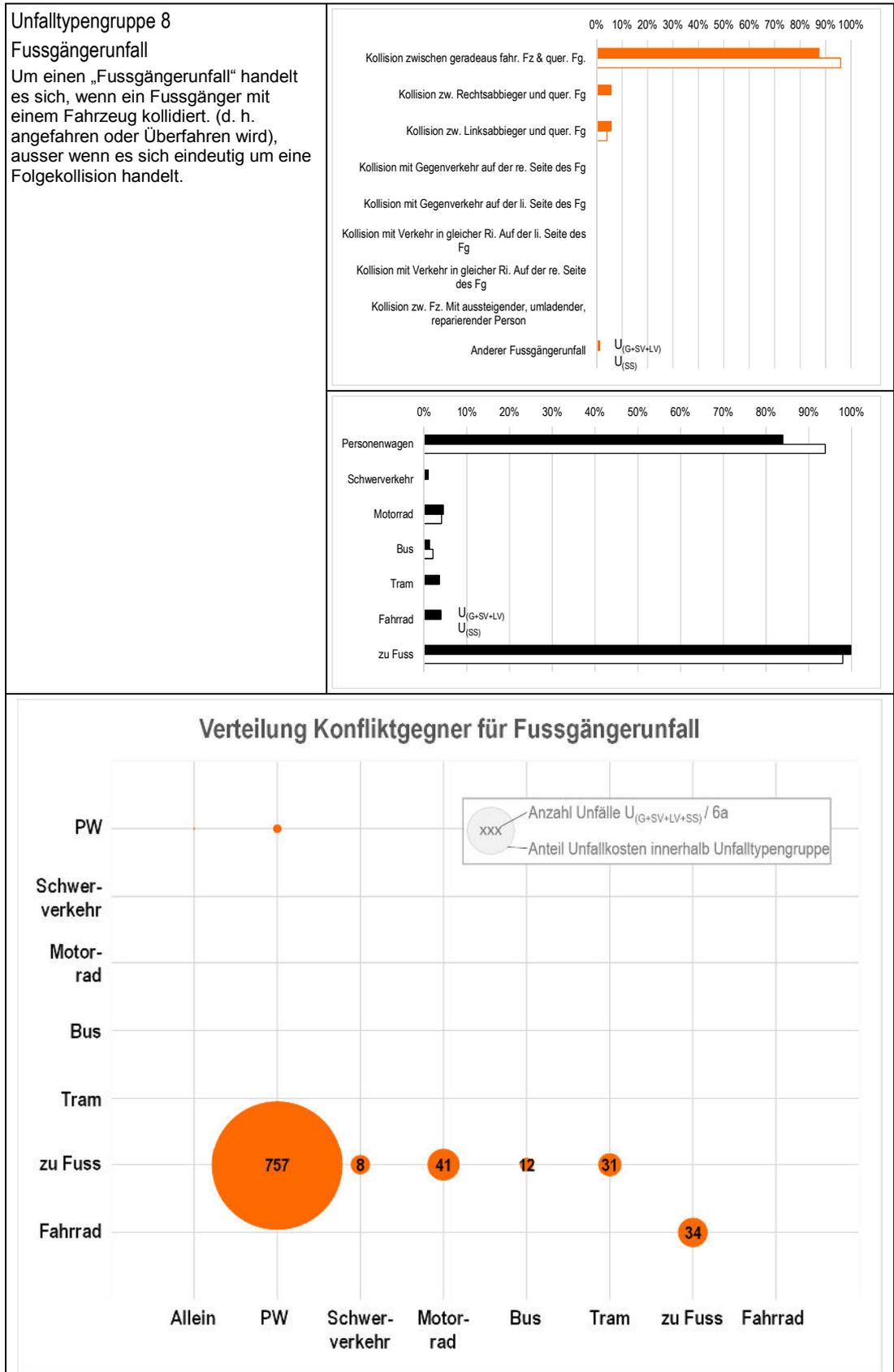
Da in den Ergebnissen von TP1-M keine Unterscheidung nach Knotenformen und Verkehrsregelung existiert, kann an dieser Stelle kein expliziter Abgleich erfolgen. Es wird auf die Ausführungen in den Kapiteln III.3 und III.4 verwiesen.

III.8 Fussgängerstreifen

Struktur







Auffälligkeiten

Tab. III.38 Auffälligkeiten Fussgängerstreifen – Vergleich Gesamtkollektiv Analysenetze

Fussgängerstreifen		UTG 0		UTG 2		UTG 8	
		U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat		Nov - Feb	(Feb)		Nov - Feb	
	Wochentag	Sa - So	Sa - So			Mo - Fr	
	Unfallzeit	19-06	19-06	06-16	09-19	06-09, 16-19, (19-24)	
	Hauptursache	11, 17	11, 17, 41	17, 46	17, 46	45, 52	
	Unfallschwere	hoch				hoch	
	Anzahl Objekte	1	1	2(-3)			
	Strassenart Zusatz						
	Verkehrsbedingungen	schwach	schwach	rege-stark	rege-stark	rege-stark	
	Höchstgeschwindigkeit						
	Unfallstelle			gerade Strecke			
	Unfallstelle Zusatz						
	Strassenzustand		Nässe, Glätte		Nässe	Nässe	
	Strassenzustand Zusatz						
	Strassenanlage			eben		eben	
	Strassenanlage Zusatz						
	Bahnübergang						
	Witterung		Regen, Schneefall		Regen Sonnenblendung	Regen Sonnenblendung	
Witterung Zusatz							
Verkehrsregelung							
Lichtverhältnisse	Dunkelheit	Dunkelheit			Dämm., Dunkelheit		
Sichtbehinderung					ja		
Temperatur (COSMO2)		-5-4°			-5-10°		
Niederschlag (COSMO2)		Regen, Schneefall			Regen, Schneefall		
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger	Motorrad, Radfahrer			Motorrad	Tram	
	E-Bikes						
	Fahrzeugklasse	L3				M1	
	Leistungsgewicht	<0,04 / 0,1-0,2				0,06-0,08	
	Fahrzeugalter (Jahre)						
	Anprall auf Hindernis	Insel/Schild/Pfosten	Insel/Schild/Pfosten			(Arbeitsweg)	
	Fahrzweck (Hauptverursacher)	Freizeit	ja	Arbeitsweg	(Arbeitsweg, Freizeit)	(Arbeitsweg)	
	Alkohol	ja					
Haupt- verursacher	Medikamente / Drogen						
	Geschlecht	(weiblich)			weiblich		
	Alter (Jahre)		65-79	18-64	(65-79)	0-13, 65+	
	Führerausweisalter (Jahre)	Neulenkler	20+			20+	
	Nationalität			Schweizer		Schweizer	
	Wohnland	Schweiz		Schweiz	Schweiz	Schweiz	
	ADMAS Bewusste Missachtung						
	ADMAS Fahren unter Einfluss	1 - 2	> 0				
	ADMAS Fahrfehler						
	ADMAS Geschwindigkeit						
	ADMAS Übermüdung						
ADMAS Anzahl Massnahmen							

Signifikante Einflussgrössen Unfallmodellierung

Tab. III.39 Modellergebnisse Fussgängerstreifen

Fussgängerstreifen		$U_{(G+SV+LV)}$		$U_{(SS)}$	
		+	-	+	-
UTG 0	Exposition	DTV ($\beta = 0,37$)	ÖV-Haltestellendichte	gemeinsame Modellierung $U_{(G+SV+LV)}$ und $U_{(SS)}$	
	Einflussfaktoren	(> Tempo 50) Mittelinsel ¹	Tempo 30		
UTG 2	Exposition	DTV ($\beta = 0,7$) Arbeitsstellendichte			
	Einflussfaktoren	FGS am Knoten ² FGS am LSA-Knoten ²			
UTG 8	Exposition	DTV ($\beta = 0,54$) Wohnbevölkerungsdichte ³ Arbeitsstellendichte ³			
	Einflussfaktoren		FGS am Knoten ² Tempo 30 FGS mit Fg-LSA (Mittelinsel) baulicher Mittelstreifen		

¹betrifft vorrangig $U_{(SS)}$ sowie FGS auf der freien Strecke

²betrifft Knoten des verkehrsorientierten Netzes

³korreliert stark mit ÖV-Haltestellendichte

Auffälligkeiten Ausreisser

Tab. III.40 Auffälligkeiten Fussgängerstreifen – Vergleich Residuen

Fussgängerstreifen		UTG 0	UTG 2	UTG 8
		$U_{(G+SV+LV)} + U_{(SS)}$	$U_{(G+SV+LV)} + U_{(SS)}$	$U_{(G+SV+LV)} + U_{(SS)}$
Unfall	Monat			
	Wochentag			
	Unfallzeit			(06-09)
	Hauptursache	(41)		(45)
	Unfallschwere			(hoch)
	Anzahl Objekte			
	Strassenart Zusatz			
	Verkehrsbedingungen		schwach-rege	schwach
	Höchstgeschwindigkeit			50-80 km/h
	Unfallstelle	(Kurve)		
	Unfallstelle Zusatz			
	Strassenzustand			(Nässe, Glätte)
	Strassenzustand Zusatz			
	Strassenanlage	Steigung		Gefälle
	Strassenanlage Zusatz			
	Bahnübergang			
	Witterung			
	Witterung Zusatz			
	Verkehrsregelung			
	Lichtverhältnisse			
Sichtbehinderung				
Temperatur (COSMO2)				
Niederschlag (COSMO2)			(Regen, Schneefall)	
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger			PW
	E-Bikes			
	Fahrzeugklasse			M1
	Leistungsgewicht	(0,06-0,08)		(0,04-0,10)
	Fahrzeugalter (Jahre)			
	Anprall auf Hindernis			
	Fahrzweck (Hauptverursacher)	(Freizeit)		
	Alkohol	(ja)		
Medikamente / Drogen				
Haupt- verursacher	Geschlecht	männlich		(männlich)
	Alter (Jahre)	25-64, 80+		
	Führerausweisalter (Jahre)			
	Nationalität			
	Wohnland	Ausland		(Ausland)
	ADMAS Bewusste Missachtung			
	ADMAS Fahren unter Einfluss			
	ADMAS Fahrfehler		> 0	(>0)
	ADMAS Geschwindigkeit	(1-2)		(1-2)
	ADMAS Übermüdung	(1-2)		
ADMAS Anzahl Massnahmen	> 0	(>0)	> 0	

Einzelfallanalyse

Tab. III.41 Einzelfallanalysen Ausreisser an Fussgängerstreifen

Fussgängerstreifen	$U_{(G+SV+LV)}$ & $U_{(SS)}$
UTG 0	PW mit leichten Unfällen und Kollision mit Mittelinsel begünstigt durch FGS in Kurve, keine Leitlinienmarkierung, ungenügende Ausstattung/Erkennbarkeit FGS, Ausfahrt Knoten bei weiter Eckausrundung, zügige Strecken mit Ausserortscharakter, sehr enge Abkröpfung in Knotenzufahrt, Verbreiterung Fahrbahn wegen Mittelinsel, ungenügende Erkennbarkeit Knoten (vortrittsbelastete Zufahrt) MR / Velo mit schwereren Unfällen meist ohne Kollision sondern beim Ausweichen mit ähnlich unfallbegünstigenden Faktoren wie oben + Velo im Gefälle
UTG 2	häufig in Knotenarmen (knotenspezifische Sicherheitsdefizite) "schnelle" Strecken (tlw. mit Tempo 60) ungenügende Ausstattung (u. a. SichtHindernisse, keine Mittelinsel, Defizite Erkennbarkeit) vereinzelt auffällig: Bus-Haltestelle, FGS in Kurve, Schulweg, Gefälle, grosse Eckausrundung am Knoten
UTG 8	mit Abstand am häufigsten fielen SichtHindernisse in ca. 1-1,5m Abstand zum Fahrbahnrand auf teilweise in Kombination mit direkte Lage des FGS auf Fussgänger Verbindung überbreite und zweistreifige Zufahrten und Fahrbahnen auch kurz vor/nach dem FGS Vermutung ungenügender Beleuchtung (nur durchgängige Strassenbeleuchtung) Einschränkungen Erkennbarkeit FGS (z. B. nur FGS-Beschilderung am Rand) schnelle Strassen (u. a. Ortseingangsbereich, Tempo 60, sehr breit) gut ausgestattete FGS auffällig hinsichtlich querenden Kindern/Jugendlichen vereinzelt auffällig: Bus-Haltestelle, Sichtverdeckung durch einbiegende Fahrzeuge am Fahrbahnrand (Tankstelle/Parkplatz), weite Eckausrundung, Kurve, Sonderformen von Knoten

Abgleich mit TP1-M

Da in den Ergebnisse von TP1-M – mit Ausnahme der Fussgängerunfälle – keine Unterscheidung nach Fussgängerstreifen existiert, kann an dieser Stelle kein expliziter Abgleich für die UTG 0 und UTG 2 erfolgen.

Es wird auf die Ausführungen in den Kapiteln III.3 und III.4 verwiesen.

UTG 8 – Fussgängerunfall

Fahrzeugart / FG	Alter / Neulenkter	Geschlecht	CH / Migr.hint. / Touristen	Fahrzeugtyp / E-Bike	Unfalltypengruppe	Ort - 1. Nennung	Ort - 2. Nennung	Ort - 3. Nennung	Strasse	Sicht	Zeit	Zweck	Ablenkung	Stelle	Fussweg	Radweg	Unfallgegner	Beeinflussung	Fahrzeugklasse	Fahrzeugalter	ADMAS	Ursache	Alter	Geschlecht	Migrationshintergrund	Observations	Erwartungswert	Risiko-Faktor
FG				FG	8	iO									Fs/Rest		PW						0-13			1059	441	2.40
FG				Fzg	8	iO									Fs		PW						25-64			690	215	3.21
FG				FG	8	iO						WE		Platz	Fs/Rest		PW						65+			688	232	2.97
FG				FG	8	iO			x	x	Spitze				Fs		PW						25-64	w		594	142	4.18
FG				Fzg	8	iO			x	x	Spitze				Fs		PW							m		569	113	5.04
FG				Fzg	8	iO						WE		Platz	Rest/Fs		PW						18-24 / 6	m		445	143	3.11
FG				FG	8	iO									Fs		PW						25-64			404	149	2.71
FG				Fzg	8	iO			-	-	Spitze				Fs		PW						18-24 / 65	m		380	122	3.11
FG				Fzg	8	iO			x	x	Spitze				Fs/Rest		PW						45-64	m		247	75	3.29
FG				FG	8	iO									Fs/Rest		PW						18-24			184	70	2.63
FG				FG	8	iO									Fs/Rest		PW						14-17	w		174	49	3.55
FG				FG	8	iO			x	x	Spitze				Fs		PW						18-24	w		169	42	4.02
FG				FG	8	iO			x	x	Spitze				Fs		PW						65+	w		113	23	4.91
FG				FG	8	iO			x	x	Spitze				Fs		PW						0-13			100	18	5.56
FG				FG	8	iO			x	x	Spitze				Fs		PW						14-17			75	14	5.36
FG				Fzg	8	iO									Rest/Fs		RF						25-44	m		66	21	3.14

Die mit Abstand grösste Risikokonstellation stellen 0-13-jährige Fussgänger im Konflikt mit den PWs dar, allerdings nicht nur an Fussgängerstreifen (Risikofaktor im Vergleich aber eher gering). Gefolgt werden diese von den 25-64-jährigen Konfliktgegnern (PW-Lenkende). Die restlichen Erkenntnisse gleichen denen zu den Innerortsstrecken. Auffällig ist, dass im Vergleich des Fussgängerunfallgeschehens auf und ausserhalb von

Fussgängerstreifen, jeweils die Spitzenzeiten eine höhere Relevanz an den Fussgängerstreifen aufweisen.

III.9 Siedlungsgebiete

Struktur

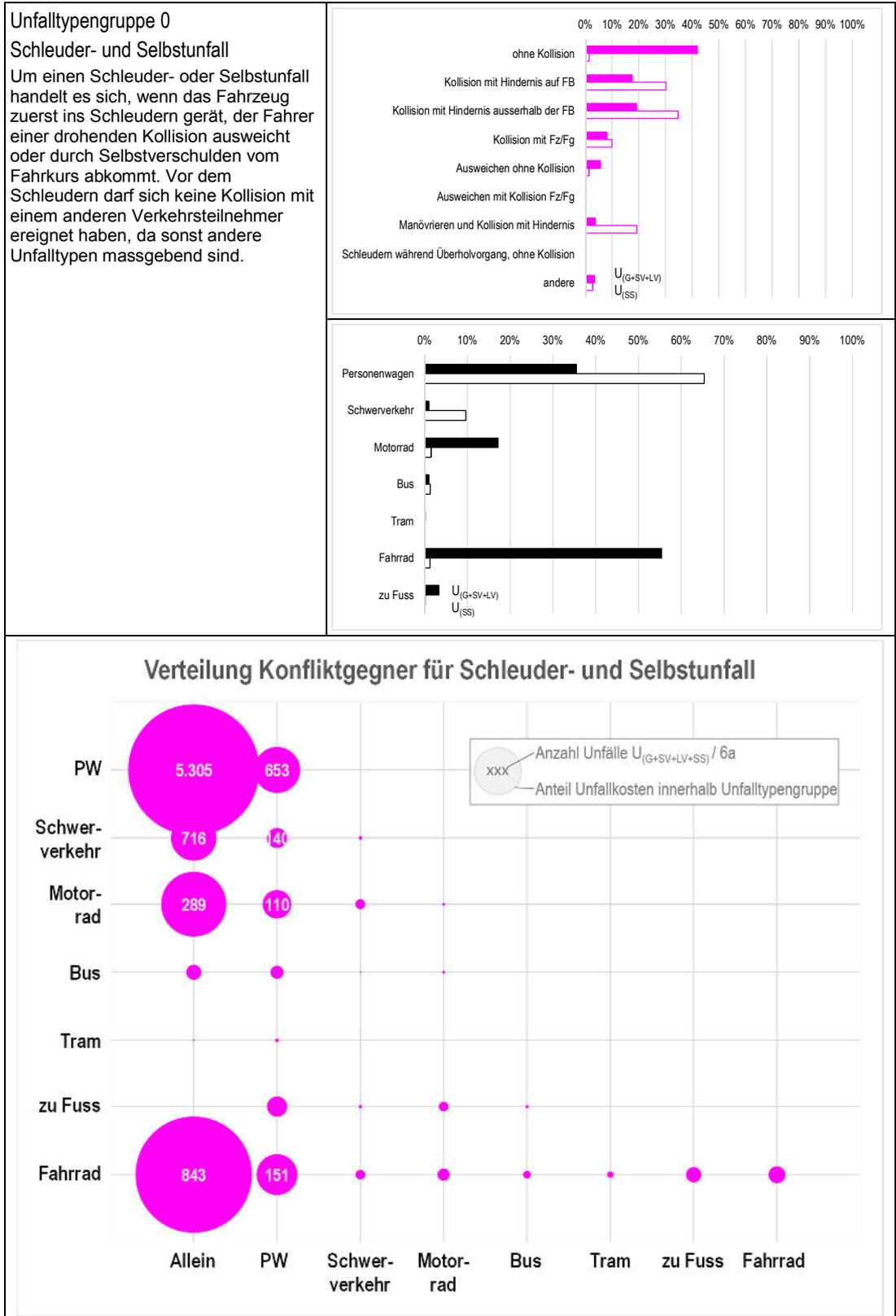
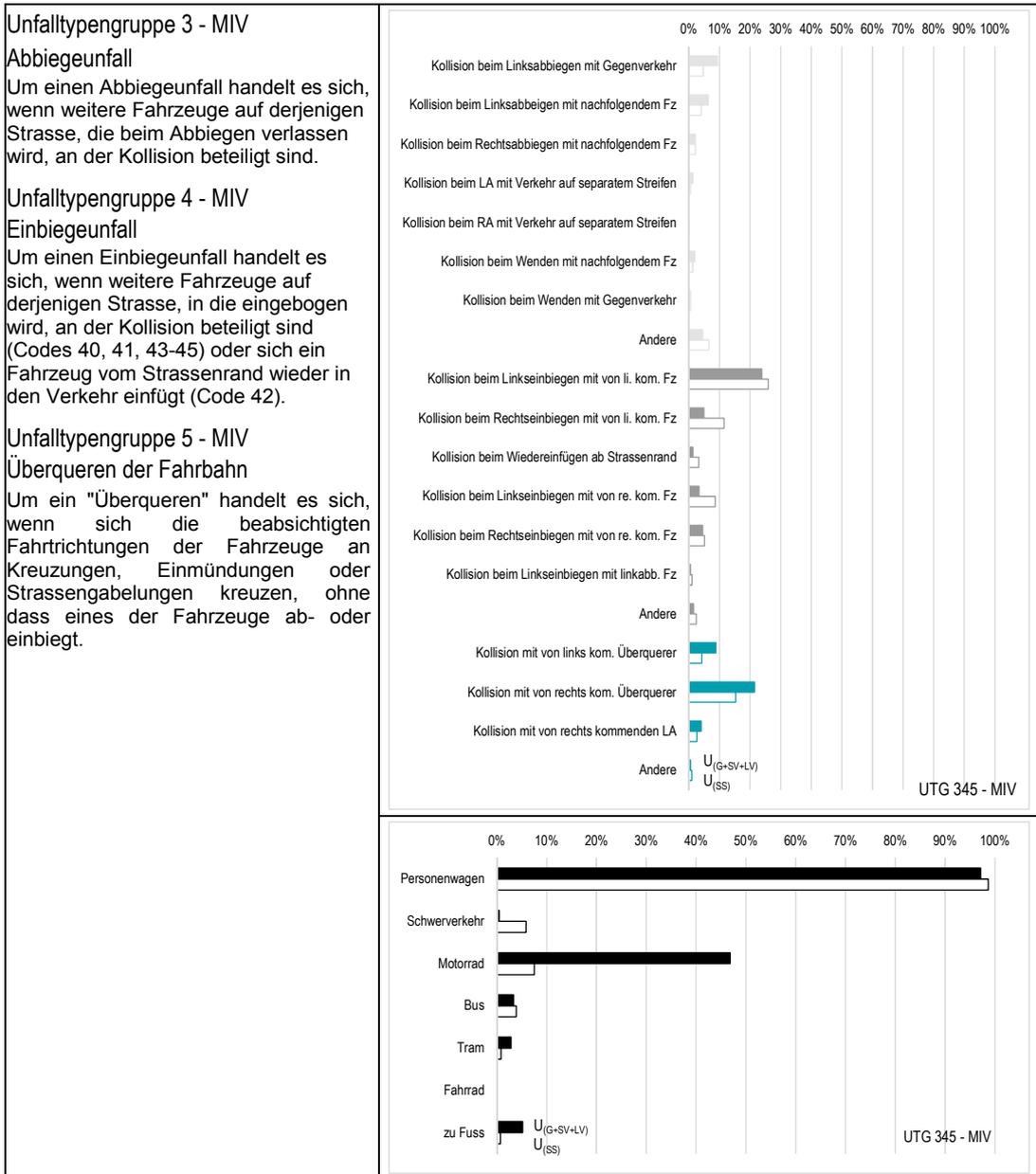


Abb.III.34 Unfalltypengruppe 0 – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner in Siedlungsgebieten



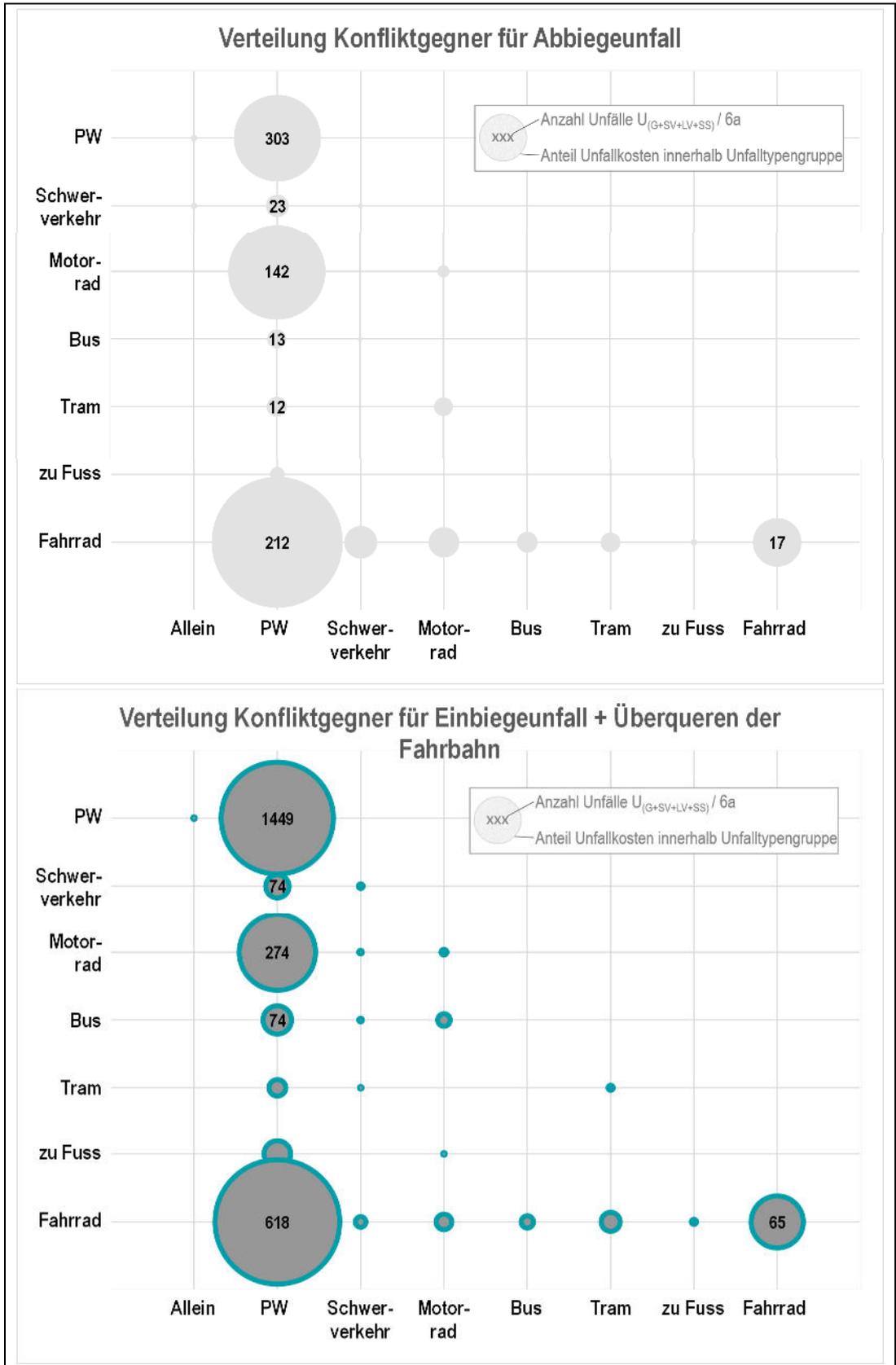
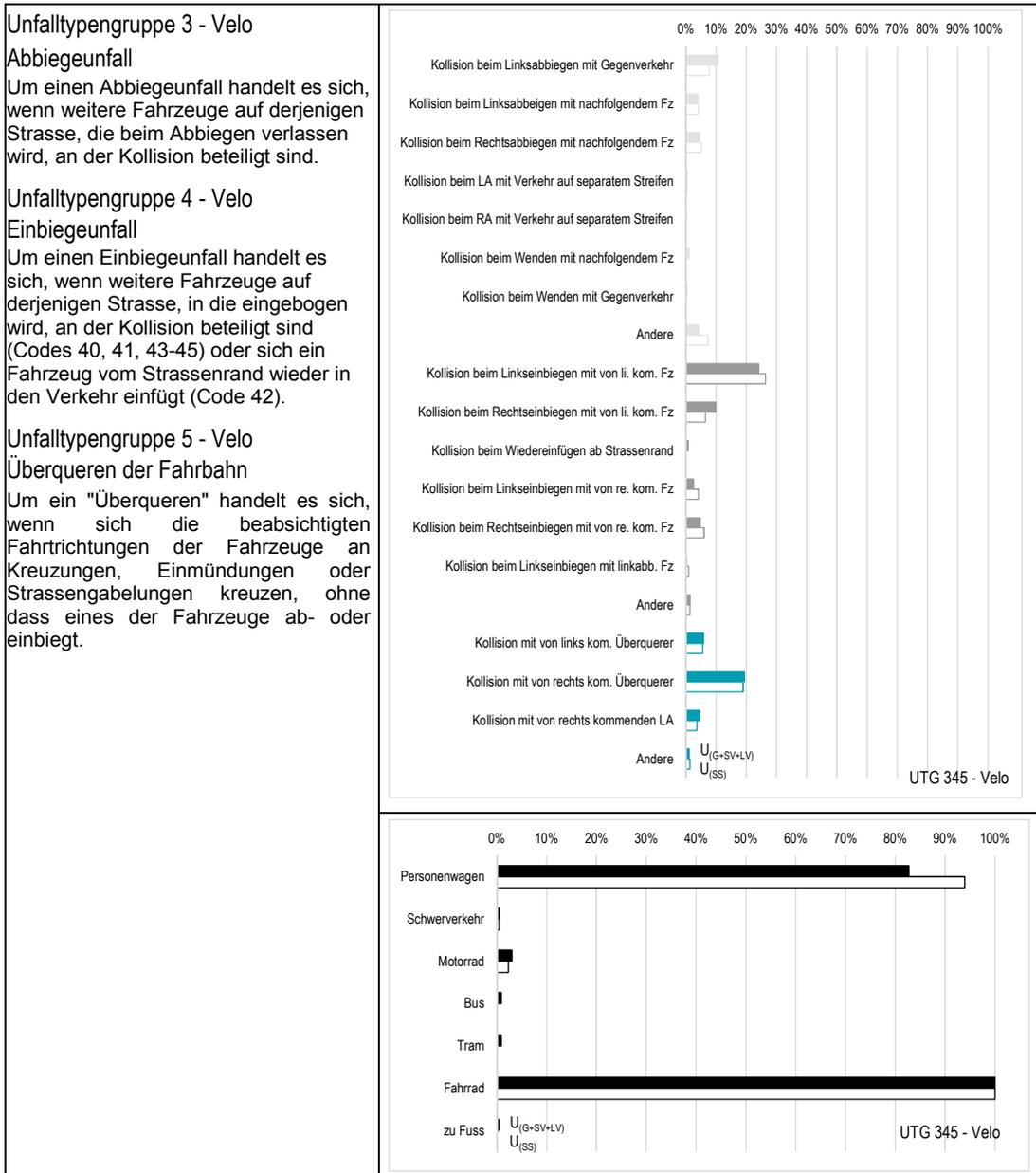


Abb.III.35 Unfalltypengruppe 345-MIV – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner in Siedlungsgebieten



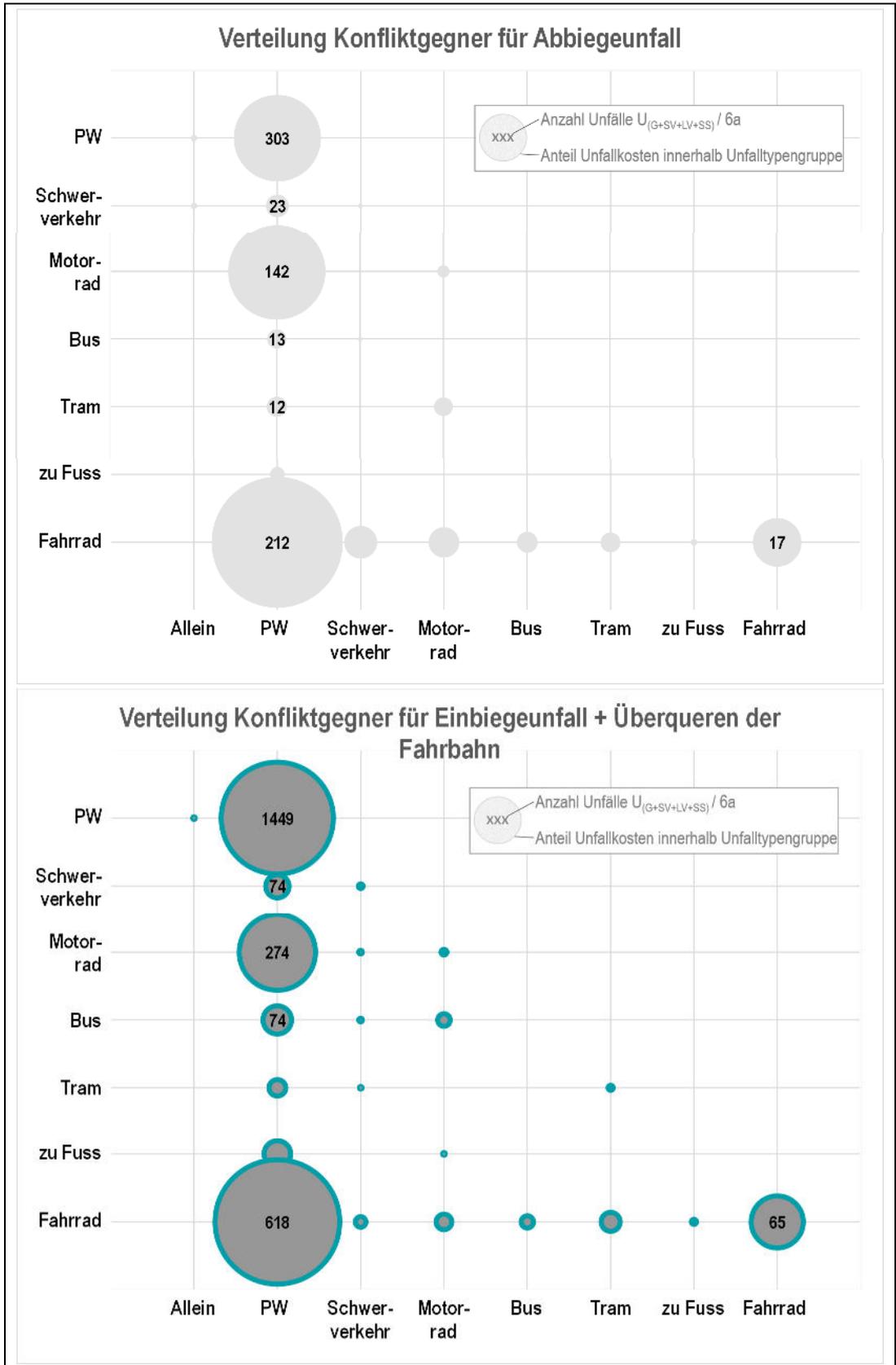
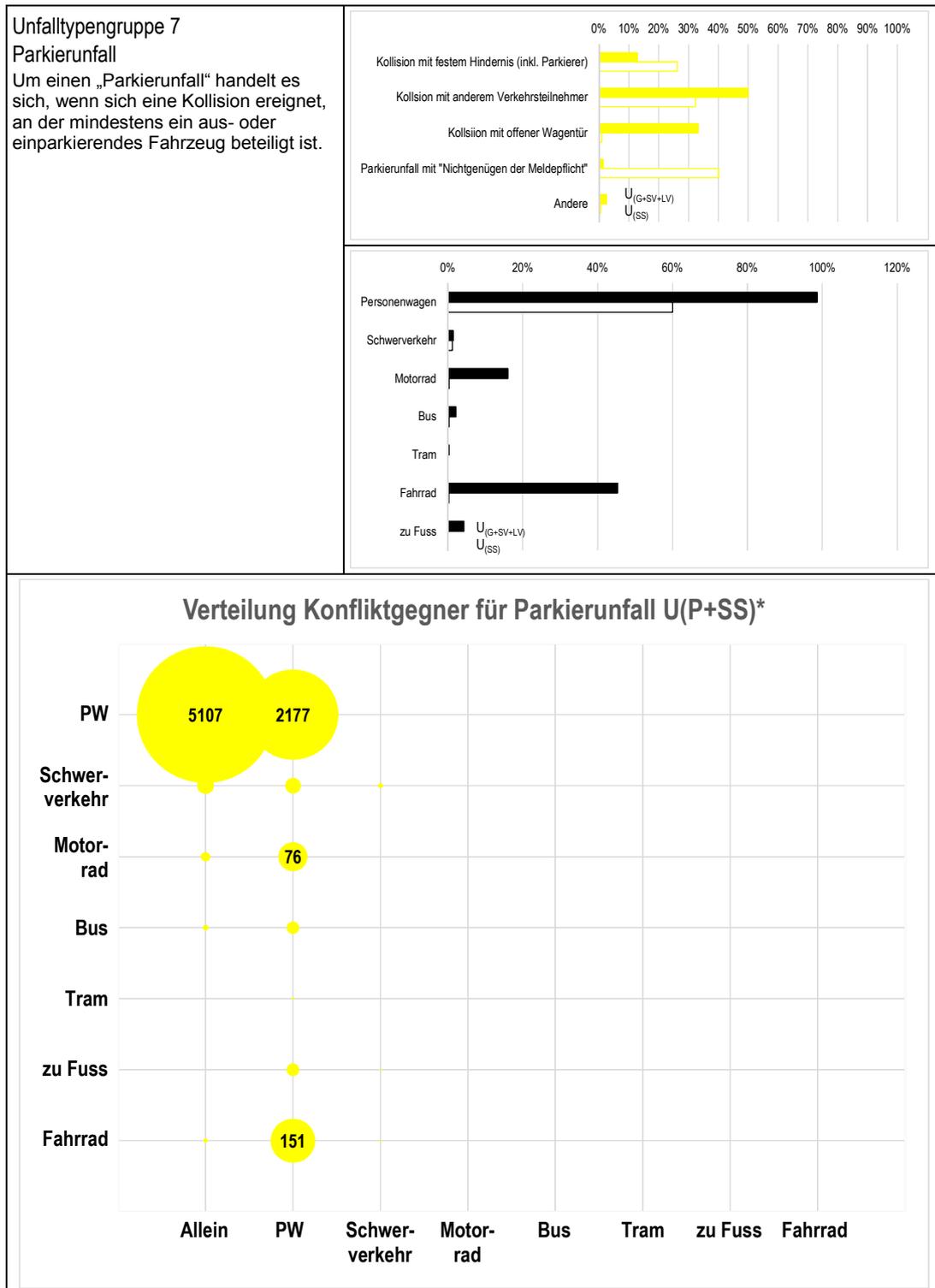


Abb.III.36 Unfalltypengruppe 345-Velo – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner in Siedlungsgebieten



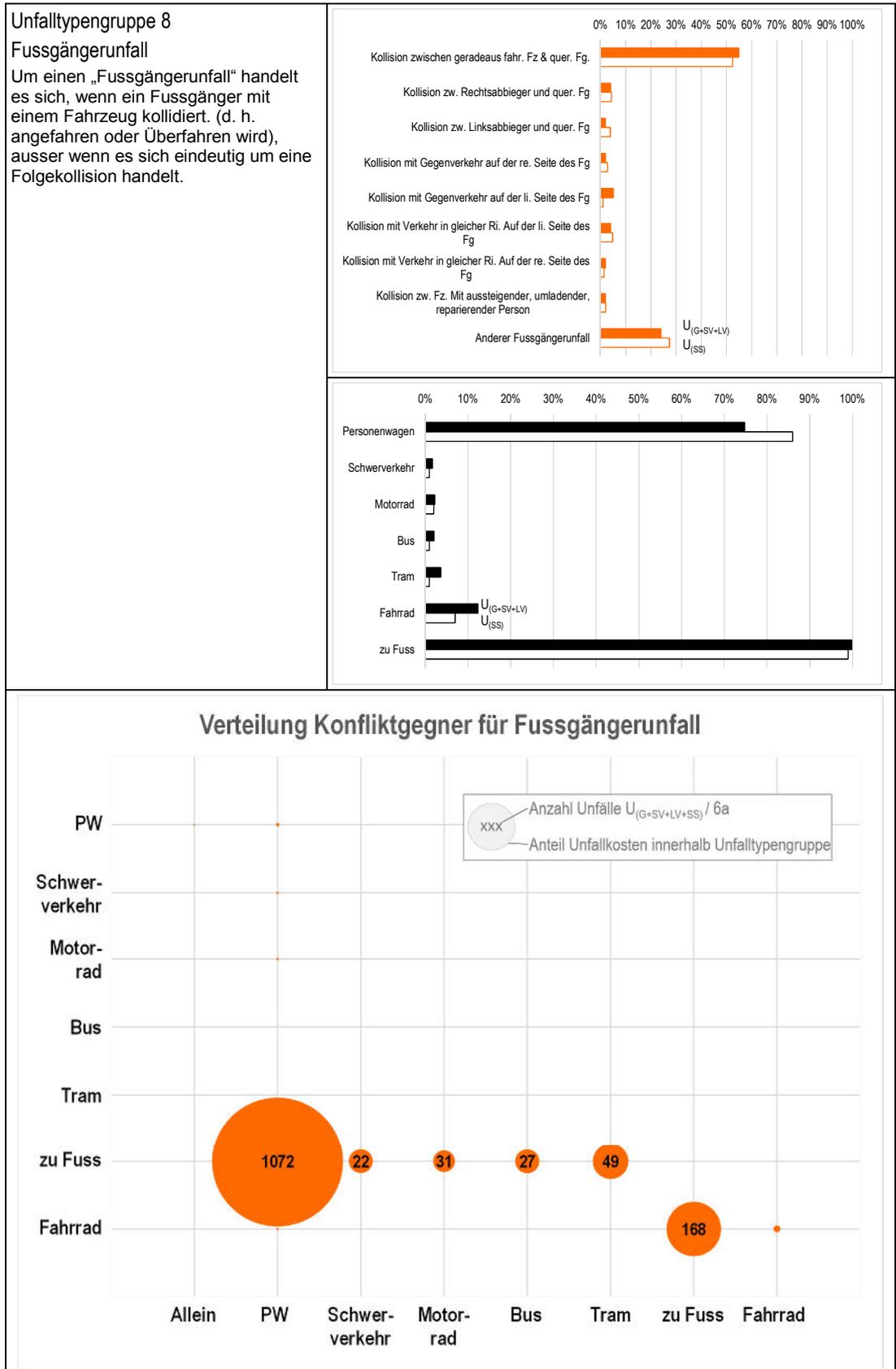


Abb.III.38 Unfalltypengruppe 8 – Unfalltypen, Beteiligung und Konfliktgegner in Siedlungsgebieten

Auffälligkeiten

Tab. III.42 Auffälligkeiten Siedlungsgebiete – Vergleich Gesamtkollektiv Analysenetze (Teil1)

Siedlungsgebiete		UTG 0		UTG 345-MIV		UTG 345-RF	
		U _(0+SW+LV)	U _(SS)	U _(0+SW+LV)	U _(SS)	U _(0+SW+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat	Mai - Sep			Mrz, Apr, Jun	Apr - Jun, Aug - Okt	Apr - Jun, Sep - Okt
	Wochentag	Fr - So		Mo - Di	Mo - Fr	Mo - Fr	Mo - Fr
	Unfallzeit	19-06, 09-12	19-06, 09-12	09-16	09-19	06-09, 12-19	06-09, 12-19
	Hauptursache	11, 41, 15	11, 46, 15	45, 48	45	45, 48	45, 48
	Unfallschwere	hoch					
	Anzahl Objekte	1	1				
	Strassenart Zusatz					Einbahnstrasse	Einbahnstrasse
	Verkehrsbedingungen	schwach	schwach	schwach	schwach	schwach	schwach
	Höchstgeschwindigkeit	T30 ~28% / T50 ~65%	T30 ~31% / T50 ~61%				
	Unfallstelle						
	Unfallstelle Zusatz						
	Strassenzustand						
	Strassenzustand Zusatz						
	Strassenanlage	Gefälle	Gefälle				
	Strassenanlage Zusatz						
	Bahnübergang						
	Witterung						
Witterung Zusatz							
Verkehrsregelung							
Lichtverhältnisse	Dunkelheit	Dunkelheit					
Sichtbehinderung			ja	ja	ja	ja	
Temperatur (COSMO2)	> 10				10-30	10-30	
Niederschlag (COSMO2)							
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger	Radfahrer		Motorrad, Bus	Motorrad, Bus		
	E-Bikes						
	Fahrzeugklasse		N1	M1	M1		
	Leistungsgewicht	<0,02			0,04-0,08		
	Fahrzeugalter (Jahre)			3-10			
	Anprall auf Hindernis						
	Fahrzweck (Hauptverursacher)	Freizeit	Wirtschaftsverkehr	Freizeit	Freizeit	(Arbeitsweg)	
	Alkohol	ja	ja				
Medikamente / Drogen							
Haupt- verursacher	Geschlecht			weiblich	weiblich		
	Alter (Jahre)	0-17, 65+	80+	65-79 ¹	25+	0-17 ²	0-17 ²
	Führerausweisalter (Jahre)				10+		
	Nationalität	Schweizer					
	Wohnland	Schweiz			Schweiz		Schweiz
	ADMAS Bewusste Missachtung	1-2					
	ADMAS Fahren unter Einfluss		(>0)				
	ADMAS Fahrfehler			1-2	1-2		
	ADMAS Geschwindigkeit						
	ADMAS Übermüdung						
ADMAS Anzahl Massnahmen				1-2			

¹auffälliger Anteil 0-13-jähriger Fussgänger (Fehlklassifizierung Unfalltyp)

²stark erhöhter Anteil 0-13-jähriger Radfahrer

Tab. III.43 Auffälligkeiten Siedlungsgebiete – Vergleich Gesamtkollektiv Analysenetze (Teil2)

Siedlungsgebiete		UTG 7		UTG 8	
		U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat		Jun	Jan, Mrz, Sep, Nov	
	Wochentag	Mo - Fr	Sa	Mo - Fr	
	Unfallzeit	09-19	00-06, 09-16	09-16	
	Hauptursache	15, 46	46, 91	46, 52	
	Unfallschwere			hoch	
	Anzahl Objekte				
	Strassenart Zusatz	Einbahnstrasse	Einbahnstrasse		
	Verkehrsbedingungen	schwach	schwach	schwach	
	Höchstgeschwindigkeit			T50	
	Unfallstelle			(Parkplatz mit 11%)	
	Unfallstelle Zusatz				
	Strassenzustand				
	Strassenzustand Zusatz				
	Strassenanlage				
	Strassenanlage Zusatz				
	Bahnübergang				
	Witterung				
	Witterung Zusatz				
	Verkehrsregelung				
	Lichtverhältnisse				
Sichtbehinderung	ja		ja		
Temperatur (COSMO2)		10+			
Niederschlag (COSMO2)					
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger	Radfahrer		Tram	
	E-Bikes	ja			
	Fahrzeugklasse	M1			
	Leistungsgewicht	(0,04-0,20)		(<0,02)	
	Fahrzeugalter (Jahre)				
	Anprall auf Hindernis				
	Fahrzweck (Hauptverursacher)	Freizeit		Wirtschaftsverkehr	
	Alkohol				
Medikamente / Drogen					
Hauptverursacher	Geschlecht			weiblich	
	Alter (Jahre)	65+	65+	0-13, 65+	
	Führerausweisalter (Jahre)	20+			
	Nationalität				
	Wohnland		Schweiz		
	ADMAS Bewusste Missachtung			>0	
	ADMAS Fahren unter Einfluss				
	ADMAS Fahrfehler				
	ADMAS Geschwindigkeit				
	ADMAS Übermüdung				
	ADMAS Anzahl Massnahmen				

Signifikante Einflussgrößen Unfallmodellierung

Tab. III.44 Modellergebnisse Siedlungsgebiete

Siedlungsgebiete		U _(G+SV+LV)		U _(SS)	
		+	-	+	-
UTG 0	Exposition	Netzlänge (β = 1,1) EW/Fläche (β = 0,006) Besch/Fläche (β = 0,006)		Netzlänge (β = 1,0) EW/Fläche (β = 0,005) Besch/Fläche (β = 0,008)	
	Einflussfaktoren	% Arbeitszone	% Wohnzone % Zone o. Nutzung (leer) Anteil Tempo 30 Netzdichte (NL/NF) % Zentrumszone % Mischzone	% Zone o. Nutzung (leer)	% Wohnzone %Arbeitszone Anteil Tempo 30 Netzdichte (NL/NF) % Zentrumszone % Mischzone
UTG 345 MIV	Exposition	Netzlänge (β = 1,3) EW/Fläche (β = 0,008-0,012) Besch/Fläche (β = 0,005-0,007)		Netzlänge (β = 1,3) EW/Fläche (β = 0,005-0,016) Besch/Fläche (β = 0,005-0,011)	
	Einflussfaktoren	% Arbeitszone	Netzdichte (NL/NF) % Wohnzone	% Arbeitszone	Netzdichte (NL/NF) % Wohnzone
UTG 345 Velo	Exposition	Netzlänge (β = 1,3) EW/Fläche (β = 0,015) Besch/Fläche (β = 0,005)		gemeinsame Modellierung U _(G+SV+LV) und U _(SS)	
	Einflussfaktoren	% Arbeitszone % Zone öffentl. Nutzung	Netzdichte (NL/NF) AK-Dichte am Rand		
UTG 7	Exposition	Netzlänge (β = 1,0-1,1) EW/Fläche (β = 0,013) Besch/Fläche (β = 0,006)		Netzlänge (β = 0,95-1,0) EW/Fläche (β = 0,01-0,024) Besch/Fläche (β = 0,007-0,012)	
	Einflussfaktoren	% Zone öffentl. Nutzung	% Wohnzone (% Zentrumszone) Anteil T30	%Arbeitszone % Zone öffentl. Nutzung	% Wohnzone % Zentrumszone % Zone o. Nutzung (leer)
UTG 8	Exposition	Netzlänge (β = 0,8-1,1) EW/Fläche (β = 0,008-0,011) Besch/Fläche (β = 0,004-0,009)		gemeinsame Modellierung U _(G+SV+LV) und U _(SS)	
	Einflussfaktoren	Arbeitsstellendichte ¹ % Mischzone >0 % Arbeitszone >0	Anteil T30 % Wohnzone % Zentrumszone >0 % Zone o. Nutzung (leer)		

¹alleiniger sign. Einflussfaktor bei isolierter Betrachtung Fg vs. Velo

Auffälligkeiten Ausreisser

Tab. III.45 Auffälligkeiten Siedlungsgebiete – Vergleich Residuen (Teil 1)

Siedlungsgebiete		UTG 0		UTG 345-MIV		UTG 345-RF	
		U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat		(Mrz, Dez)				
	Wochentag		(Sa)	Mo, Mi, Do			
	Unfallzeit		(12-16)		(9-12, 16-24)		
	Hauptursache		41		45	45	45
	Unfallschwere						
	Anzahl Objekte						
	Strassenart Zusatz						
	Verkehrsbedingungen		rege		rege		
	Höchstgeschwindigkeit	T50	T50	T50	T50	T50	T50
	Unfallstelle	Kurve	Parkplatz		Parkplatz		
	Unfallstelle Zusatz						
	Strassenzustand		Glätte				
	Strassenzustand Zusatz						
	Strassenanlage						
	Strassenanlage Zusatz						
	Bahnübergang						
	Witterung		(Regen, Schneefall)				
	Witterung Zusatz						
Verkehrsregelung					(Dämm., Dunkelheit)		
Lichtverhältnisse							
Sichtbehinderung					(ja)	(ja)	
Temperatur (COSMO2)							
Niederschlag (COSMO2)							
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger		SNF		SNF		
	E-Bikes	(ja)					
	Fahrzeugklasse						
	Leistungsgewicht						
	Fahrzeugalter (Jahre)						
	Anprall auf Hindernis						
	Fahrzweck (Hauptversucher)						
	Alkohol Medikamente / Drogen						
Haupt- versucher	Geschlecht		männlich				
	Alter (Jahre)		18-64		25-64	(18-24, 80+)	
	Führerausweisalter (Jahre)		(0-2, 6-9)				
	Nationalität						
	Wohnland						
	ADMAS Bewusste Missachtung		(>2)				
	ADMAS Fahren unter Einfluss						
	ADMAS Fahrfehler				(>0)		
ADMAS Geschwindigkeit	(>0)						
ADMAS Übermüdung							
ADMAS Anzahl Massnahmen	(1-2)	(1-2)	(1-2)	(1-2)	(>2)		

¹Gefälle auffälliger als Steigung

Tab. III.46 Auffälligkeiten Siedlungsgebiete – Vergleich Residuen (Teil 2)

Siedlungsgebiete		UTG 7		UTG 8	
		U _(G+SV+LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV)	U _(SS)
Unfall	Monat			Mrz, Jul - Sep	
	Wochentag		Fr - Sa	Fr - So	
	Unfallzeit		09-16		
	Hauptursache	17, 46	46	46	
	Unfallschwere			hoch	
	Anzahl Objekte				
	Strassenart Zusatz				
	Verkehrsbedingungen	schwach	rege, stark	rege, stark	
	Höchstgeschwindigkeit	T50	T50	T50	
	Unfallstelle		Parkplatz		
	Unfallstelle Zusatz			(Parkfeld)	
	Strassenzustand				
	Strassenzustand Zusatz				
	Strassenanlage	(Gefälle ¹ , Steigung)			
	Strassenanlage Zusatz				
	Bahnübergang				
	Witterung		Regen	Regen	
	Witterung Zusatz				
	Verkehrsregelung				
	Lichtverhältnisse	(Dunkelheit)			
Sichtbehinderung	(ja)				
Temperatur (COSMO2)					
Niederschlag (COSMO2)					
Objekt (Objekt 01)	Fahrzeugart / Fussgänger				
	E-Bikes	ja			
	Fahrzeugklasse	M1			
	Leistungsgewicht		0,04-0,10		
	Fahrzeugalter (Jahre)				
	Anprall auf Hindernis				
	Fahrzweck (Hauptverursacher)		Freizeit		
	Alkohol				
Medikamente / Drogen					
Haupt- verursacher	Geschlecht		männlich		
	Alter (Jahre)	(18-24, 65-79)		(25-64)	
	Führerausweisalter (Jahre)	(0-2)	6+	10-19	
	Nationalität				
	Wohnland		Schweiz		
	ADMAS Bewusste Missachtung				
	ADMAS Fahren unter Einfluss	(>0)			
	ADMAS Fahrfehler				
	ADMAS Geschwindigkeit	(>0)		(1-2)	
	ADMAS Übermüdung				
ADMAS Anzahl Massnahmen	(>0)		(>2)		

¹Gefälle auffälliger als Steigung

Einzelfallanalyse

Tab. III.47 Einzelfallanalysen Ausreisser in Siedlungsgebieten

Siedlungsgebiete	$U_{(G+SV+LV)}$ & $U_{(SS)}$
UTG 0	Gewerbegebiete Velos dominieren vereinzelt auffällig: Wohngebiete neben Shopping-Zentren (Parksuchverkehr), grosse Parkplätze, Ortskern, hoch belastete Erschliessungsstrassen z. B. am See
UTG ³⁴⁵ MIV	langgestreckte, zügige Strassen in Gewerbe-/Industriegebieten (vermutlich) hoch belastete aber ungenügend ausgestattete Anbindungen von Gewerbegrundstücken Parkplätze bzw. Zu-/Abfahrt Parkplätze vereinzelt auffällig: hoch frequentierte Ziele innerhalb Siedlungsgebiet (z. B. Schwimmbad, Stadion) mit ungenügend ausgestatteten Knoten (teilweise nur Rechtsvortritt)
UTG ³⁴⁵ Velo	Velorouten durch Siedlungsgebiete Kreisel Knoten an neuralgischen Punkten (z. B. Brücken über Bahnstrassen mit hoher Trennwirkung) Knoten mit Rechtsvortritt / Vortrittsregelung und Sichthindernissen (z. B. zugeparkte Knotenarme oder sonstige Sichthindernisse) Gefällestrecken in Knotenzufahrten ungenügend ausgestattete Knoten
UTG 7	Senkrecht- und Schrägparkstände an Strassen und auf Parkplätzen (in Bezug auf das Rückwärtsfahren) Öffnen der PW-Wagentür mit Konfliktgegner Velo/Motorrad sehr schmale Strassen Gefällestrassen und Velobeteiligung (Öffnen Wagentür)
UTG 8	Bereiche vor wichtigen Fussgängerzielen (vorrangig Bahnhöfe) Mischverkehrsbereiche (d. h. Gemeinschaftsstrassengestaltung, Mischverkehr, Flachborde) Parkplätze (hier vor allem Rückwärtsfahren problematisch) langgestreckte Strassen (ohne Unterbrechung durch Knoten etc.) innerhalb und am Rand von Siedlungsgebieten Fussgänger vs. Velo in Gefällestrecken an FGS auffällig vereinzelt auffällig: Parkieren am Fahrbahnrand, Fz-freie Einkaufsstrassen mit Tram/Bus, ungenügend ausgestattete Gewerbegebietsstrassen (Shoppingzentrum etc.)

Ableich mit TP1-M

Da in den Ergebnisse von TP1-M keine Unterscheidung nach Siedlungsgebieten existiert, kann an dieser Stelle kein expliziter Abgleich erfolgen. Es wird auf die Ausführungen in den Kapiteln III.3 und III.4 verwiesen.

Die hier grosse Gruppe der Parkierunfälle wird dominiert durch Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden, welche nicht Bestandteil der Analysen von TP1-M sind.

III.10 Wetter

Bereits in der ersten Phase des Forschungspakets VeSPA wurde der Einfluss des Wetters auf das Unfallgeschehen in einem Teilprojekt untersucht (siehe Ergebnisse in [274]). Im Rahmen der Bearbeitung führten insbesondere zwei Sachverhalte zu Einschränkungen der Aussagefähigkeit bzw. zu Diskussionen:

- Methodik: Beschränkung der Analyse auf ausschliesslich die Unfälle mit Personenschaden in einem vglw. kurzen Analysezeitraum (2 Jahre)
- Ergebnis: Rückgang der Unfallhäufigkeit der Unfälle mit Personenschaden bei Regenereignissen entgegen dem Grossteil der Erkenntnisse aus der Literatur

In der zweiten Phase konnte nun der Untersuchungszeitraum um zwei Jahre auf 2011 bis 2014 verdoppelt werden. Aufgrund der grösseren Analysestichprobe der Unfälle ergab sich auch die Möglichkeit, die Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden für den Kanton Zürich zu analysieren.

In der ersten Phase von VeSPA wurden für den beobachteten Regeneffekt zwei begründete Vermutungen aufgestellt, aber nur teilweise mit aussagekräftigen Daten unterlegt:

- Regenereignisse führen zu einem Rückgang der Exposition bzw. der Verkehrsstärken (vor allem im Freizeitverkehr), was den potenziellen Effekt der erhöhten Unfallhäufigkeit bei Regen überlagert und ggf. sogar umdreht.
- Regenereignisse führen zu einer Anpassung des Geschwindigkeitsverhaltens (Reduzierung von Geschwindigkeiten), was zu einem Rückgang der Unfallschwere bzw. einer Verlagerung der Unfälle mit Personenschaden zu den Unfällen mit ausschliesslich Sachschaden führt.

In den Tab. III.48 und Tab. III.49 sind die wichtigsten Ergebnisse der aktualisierten Unfall-Wetter-Modelle für die Gesamtschweiz (nur Unfälle mit Personenschaden, 2011-2014) sowie den Kanton Zürich (Unfälle mit Personen- und ausschliesslich Sachschaden, 2011-2014) dokumentiert.

Die im vorhergehenden Teilprojekt geäusserten Vermutungen können auf Basis der hier vorliegenden Ergebnisse bestätigt werden:

- Es findet ein Rückgang der Unfälle mit Personenschaden bei Regenereignissen statt. Dieser ist am stärksten bei den Unfällen mit schwerem Personenschaden $U_{(G+SV)}$ ausgebildet. Die Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden $U_{(SS)}$ nehmen bei Regenereignissen leicht zu. Werden alle Unfallschwerekategorien gemeinsam betrachtet, lässt sich keine bzw. nur eine sehr geringe Zunahme aller Unfälle bei Regenereignissen beobachten. Dies bestätigt die Hypothese, dass bei Regenereignissen vor allem eine Verlagerung der Unfälle hin zu leichteren Unfallschwerekategorien erfolgt.
- Unfälle mit Personenschaden im Freizeitverkehr (in Bezug auf den Hauptverursacher) weisen einen wesentlich stärkeren Rückgang bei Regenereignissen auf, als dies für den Berufsverkehr der Fall ist. Im Berufsverkehr wird sogar eine Zunahme der Unfallhäufigkeit bei den Unfällen mit leichtem Personenschaden $U_{(LV)}$ beobachtet. Die Wege im Freizeitverkehr sind wesentlich stärker von Regenereignissen abhängig als dies für den Berufsverkehr der Fall ist (Unvermeidbarkeit der Wege). Der Rückgang der Unfälle im Freizeitverkehr wird somit vorrangig auf den Rückgang der Exposition zurückgeführt⁵¹. Dies bestätigt die Hypothese, dass es zu einem Rückgang der

⁵¹ Eine andere theoretische Möglichkeit wäre, dass der Freizeitverkehr stärker als der Berufsverkehr seine Geschwindigkeiten bei Regenereignissen anpasst. Dies wird aber als unwahrscheinlich eingeschätzt, da gerade der Freizeitverkehr in Unfallsituationen mit überhöhten und nicht angepassten Geschwindigkeiten dominiert (z. B. Schleuder- und Selbstunfälle aber auch ADMAS-Gruppe „Geschwindigkeit“).

Exposition bei Regenereignissen kommt, welcher insgesamt zu weniger Unfällen mit Personenschaden führt.

Beide Hypothesen für den in der ersten Phase festgestellten Regeneffekt können auf Basis der hier analysierten Modelle mit einer grösseren Stichprobe bestätigt werden. Die in den Hypothesen genannten Effekte überlagern sich, was zu einer dritten Schlussfolgerung führt:

- Regenereignisse führen zu einer Reduzierung der Unfallschwere aber insgesamt zu einer Zunahme der Unfallhäufigkeit. Zweiteres folgt aus den Beobachtungen, dass
 - bei nahezu gleichbleibender Unfallhäufigkeit bei Regenereignissen über alle Unfallschwerekategorien hinweg und
 - dem gleichzeitig beobachteten Rückgang der Unfälle im Freizeitverkehr (aufgrund des Rückgangs der Exposition),
 - insgesamt eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für Unfälle bei Regenereignissen besteht.

Tab. III.48 Ergebnisse Unfall-Wetter-Modelle für Zeitraum 2011-2014 (Gesamtschweiz)

		Regressionskoeffizienten (tägliche Unfallhäufigkeiten)									
		U _(G-SV)		U _(LV)		nur Temperatur+Regen		Freizeitverkehr (HU)		Berufsverkehr (HU)	
		U _(G-SV)	U _(LV)	U _(G-SV)	U _(LV)	U _(G-SV)	U _(LV)	U _(G-SV)	U _(LV)	U _(G-SV)	U _(LV)
Anzahl Unfälle		16.753	55.661	16.753	55.661	9.566	27.854	3.323	12.937		
Anzahl Tage		20.454	20.454	20.454	20.454	20.454	20.454	20.454	20.454		
		Modell A (stetige Wetterkenngrossen)									
Temperatur	avgT [°C/d]	0,032 ***	0,020 ***	0,036 ***	0,020 ***	0,041 ***	0,028 ***	0,009 .	0,010 ***		
Regen	avgNS [mm/d]	-0,012 ***	-0,003 ***	-0,011 ***	-0,002 **	-0,017 ***	-0,006 ***	-0,001 n.S.	0,005 **		
Schneefall	avgSN [mm/d]	0,017 *	0,051 ***	-	-	0,006 n.S.	0,037 ***	0,030 *	0,075 ***		
Schneehöhe	avgSH [cm]	-0,077 ***	-0,049 ***	-	-	-0,093 ***	-0,064 ***	-0,024 n.S.	-0,025 .		
fixed effects	Region	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Jahr	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Monat	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Feiertag	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Freitag	x	x	x	x	x	x	x	x		
	Wochenende	x	x	x	x	x	x	x	x		

*** p < 0,001 / ** p < 0,01 / * p < 0,05 / . p < 0,10 / n.S. p > 0,10
Schätzung auf Basis der angepassten negativen Binomialverteilung

Tab. III.49 Ergebnisse Unfall-Wetter-Modelle für Zeitraum 2011-2014 (Kanton Zürich)

		Regressionskoeffizienten (tägliche Unfallhäufigkeiten)							
		U _(G-SV)		U _(LV)		U _(SS)		nur Temperatur+Regen	
		U _(G-SV)	U _(LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV+SS)	U _(G-SV)	U _(LV)	U _(SS)	U _(G+SV+LV+SS)
Anzahl Unfälle		2.447	9.384	41.064	52.895	2.447	9.384	41.064	52.895
Anzahl Tage		20.454	20.454	20.454	20.454	20.454	20.454	20.454	20.454
		Modell A (stetige Wetterkenngrossen)							
Temperatur	avgT [°C/d]	0,037 ***	0,028 ***	0,004 *	0,010 ***	0,041 ***	0,026 ***	-0,007 ***	0,000 n.S.
Regen	avgNS [mm/d]	-0,009 *	-0,006 **	0,005 ***	0,002 .	-0,009 *	-0,006 **	0,004 **	0,001 n.S.
Schneefall	avgSN [mm/d]	0,011 n.S.	0,047 ***	0,075 ***	0,071 ***				
Schneehöhe	avgSH [cm]	-0,090 .	-0,007 n.S.	0,085 ***	0,072 ***				
fixed effects	Jahr	x	x	x	x	x	x	x	x
	Monat	x	x	x	x	x	x	x	x
	Feiertag	x	x	x	x	x	x	x	x
	Freitag	x	x	x	x	x	x	x	x
	Wochenende	x	x	x	x	x	x	x	x

*** p < 0,001 / ** p < 0,01 / * p < 0,05 / . p < 0,10 / n.S. p > 0,10
Schätzung auf Basis der angepassten negativen Binomialverteilung

In vertiefenden Analysen mit der ergänzenden Analysestichprobe konnten die Ergebnisse aus der ersten Phase von VESPA ebenfalls bestätigt werden. Das bedeutet, dass erhöhte Unfallhäufigkeiten bei Regenereignissen vor allem auf Strassen mit Tempolimits oberhalb von 80 km/h (Hochleistungsstrassen), bei Unfällen mit Beteiligung von Fussgängern sowie bei Dunkelheit bestehen.

IV Massnahmenbewertung

IV.1 Abschätzung Wirksamkeit Sonderprogramm Kurven

Die Abschätzung geht von folgender Annahme aus: Strecken mit ungenügend ausgebildeten Kurven können durch entsprechende Massnahmen, auf das Sicherheitsniveau einer Strecke mit einem stetigen und nach den Anforderungen der Relationstrassierung ausgerichteten Kurvenverlauf angehoben werden.

Hierfür wird auf Basis der Analysenetze das Ausserortsunfallgeschehen der Strecken modelliert. Neben Abschnittslänge und DTV werden auch Kurvigkeit und Hügeligkeit als Expositionsgrössen im Modell berücksichtigt (Randbedingungen des Geländes). Als signifikante Einflüsse auf die Schleuder- und Selbstunfälle (UTG 0) konnten Abweichungen von den Vorgaben der Relationstrassierung sowie eine Unterschreitung des „Mindestradius“ von 300 m ermittelt werden. Laut SN 640 080b entspricht dies einer Projektierungsgeschwindigkeit zwischen 85 und 90 km/h, was als v_{85} auf den meisten Ausserortsstrassen angenommen wird. Es gilt zu berücksichtigen, dass die Kurvenradien auch nur eine grobe Abschätzung darstellen.

Die Modellergebnisse sind in Abb.IV.1 dargestellt und beispielhaft in einem Diagramm illustriert.

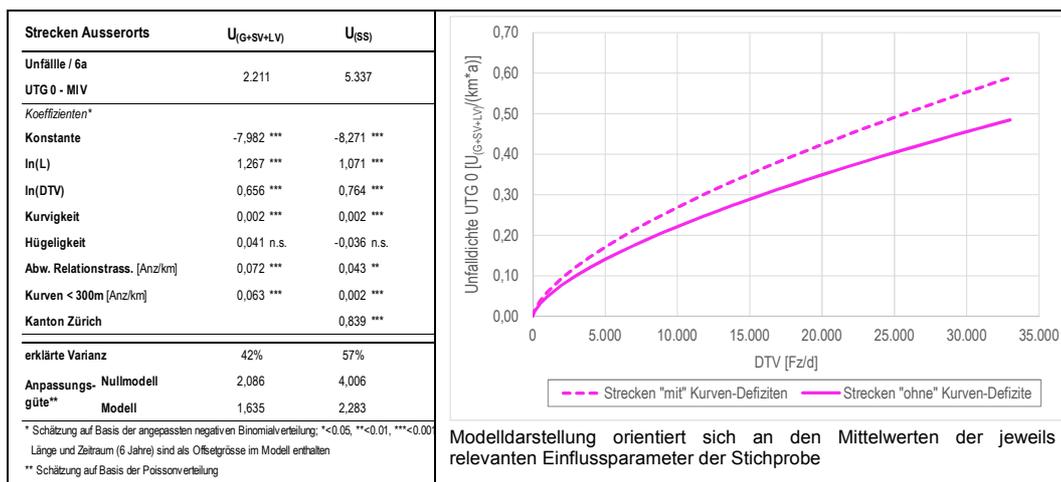


Abb.IV.1 Unfallmodell zur Abbildung von Einflüssen auf das Unfallgeschehen in Kurven

Anhand dieses Modells lassen sich für die Analysetichprobe jährliche Unfallzahlen der Schleuder-/Selbstunfälle für verschiedene Szenarien abschätzen:

- mittlere jährliche Unfallzahl im Betrachtungszeitraum $369 U_{(G+SV+LV)}/\text{Jahr}$
- Nullszenario (keine Massnahmen): $345 U_{(G+SV+LV)}/\text{Jahr}$
- Analyseszenario (Sanierung Kurven): $297 U_{(G+SV+LV)}/\text{Jahr}$

Im Vergleich von Null- und Analyseszenario ergibt sich ein Rückgang von **ca. 14%**. Aus dem Vergleich der realen Unfallzahlen und der aus dem Unfallmodell ermittelten Unfallzahlen (Nullszenario) zeigt sich, dass durch das Modell eine Unterschätzung stattfindet. Dies kann u. a. auf die Einschränkungen in der Modellentwicklung zurückgeführt werden, da potenziell relevante Einflussfaktoren aufgrund der Datenlage nicht berücksichtigt werden können. Das betrifft vor allem Einflüsse, welche Sicherheitsdefizite darstellen. Damit liegt der tatsächliche Rückgang ggf. oberhalb der ermittelten 14%. Eine Orientierung könnte die Abschätzung auf Basis der tatsächlichen Unfallzahlen im Vergleich zum Analyseszenario sein, wobei sich ein Rückgang von rund **19,5%** ergibt. Auch diese Abschätzung ist ungenügend, da Modellwerte mit Zufallswerten verglichen werden. Es wird letztendlich von einer durchschnittlichen Wirksamkeit von **15%** ausgegangen. Darin ist schon eine Abschätzung des Wirkungsbereichs enthalten, da von allen Schleuder- und

Selbstunfällen ausgegangen wird. Bei den Unfällen mit ausschliesslich Sachschaden wird eine Wirksamkeit von **12%** abgeschätzt.

IV.2 Abschätzung Wirksamkeit Überwachung Geschwindigkeit

In [34] finden sich Ergebnisse von Geschwindigkeitsmessungen auf Autobahnen mit Unterscheidungen nach Tag und Nacht:

- Autobahnen mittlere Geschwindigkeit auf Überholfahrstreifen v_m am Tag 122 km/h
- Autobahnen mittlere Geschwindigkeit auf Überholfahrstreifen v_m bei Nacht 127 km/h

Es wird abgeschätzt, dass durch Überwachungsmassnahmen jeweils mindestens eine mittlere Geschwindigkeit von 120 km/h erreicht wird (konservative Annahme).

In [32], [33] und [37] wird das sogenannte Power-Modell für die Abschätzung der Auswirkungen von Geschwindigkeitsreduzierungen verwendet. Dieses basiert auf zahlreichen Untersuchungen aus verschiedenen Ländern.

$$\frac{U_{nachher}}{U_{vorher}} = \left[\frac{v_m(nachher)}{v_m(vorher)} \right]^a$$

U	Anzahl Unfälle
v_m	mittlere Geschwindigkeit
a	Exponent entsprechend der Schwere­kategorie der Unfälle (z.B. $a=2$ für Unfälle mit Personenschaden)

Der Exponent a wird in [32] folgendermassen spezifiziert:

- $U_{(G+SV)} \rightarrow a = 2,6$
- $U_{(LV)} \rightarrow a = 1,1$
- $U_{(SS)} \rightarrow a = 1,5$

Hieraus ergeben sich folgende Anpassungsfaktoren für das Unfallgeschehen (Crash Modification Factors CMF), unter Berücksichtigung der oben angegebenen Geschwindigkeitsniveaus:

- Tag
 - $CMF_{(G+SV)} = 0,958$
 - $CMF_{(LV)} = 0,98$
 - $CMF_{(SS)} = 0,976$
- Nacht
 - $CMF_{(G+SV)} = 0,863$
 - $CMF_{(LV)} = 0,94$
 - $CMF_{(SS)} = 0,92$

Diese CMFs beziehen sich auf das gesamte Unfallgeschehen. Eine Eingrenzung auf ausschliesslich Unfälle mit der Unfallursachengruppe 41 „Geschwindigkeit“ ist nicht zielführend, da grundsätzlich jeder Unfall im fliessenden Verkehr – mehr oder weniger – von der Geschwindigkeit abhängig ist. Letztendlich stellt dieser Wert eine mittlere Abschätzung dar, welche sowohl höhere Wirksamkeiten bei typischen „Geschwindigkeitsunfällen“ wie der UTG 0 (Schleuder-/Selbstunfälle) als auch niedrigere bzw. mittlere Wirksamkeiten bei z. B. der UTG 1 (Überholen/Fahrstreifenwechsel) berücksichtigt. Es werden daher alle relevanten Unfalltypengruppen (UTG 0/1/2/6) auf den Hauptfahrbahnen der Autobahnen und Autostrassen angesetzt:

Lichtverhältnisse	Unfallkategorie	Potenzial	CMF	Wirksamkeit (abs.)
Tag	$U_{(G+SV)}$	158	0,958	6,6 U/a
	$U_{(LV)}$	1110	0,98	22 U/a
	$U_{(SS)}$	7.495	0,976	180 U/a
Nacht	$U_{(G+SV)}$	73	0,863	10 U/a

	$U_{(LV)}$	376	0,94	23 U/a
	$U_{(SS)}$	2.770	0,92	222 U/a

Diese Abschätzung ist eher exemplarisch einzuordnen, da weder der Umfang der Netzbereiche für diesen Massnahmenansatz noch die tatsächlichen Geschwindigkeitsniveaus oder Unfallzahlen bekannt sind. Weiterhin gilt nur auf einem Teil der Autobahnen ein Tempolimit von 120 km/h und ist ansonsten niedriger. Aus diesem Grund wird von relativ geringen Geschwindigkeitsänderungen ausgegangen, aber das gesamte Unfallgeschehen auf den Autobahnen berücksichtigt (Unfalltypengruppen 0/1/2/6, Unfallstelle „Gerade“ oder „Kurve“). Im Einzelfall werden die Wirksamkeiten an den „auffälligen“ bzw. risikohaften Stellen höher liegen.

IV.3 Abschätzung Einfluss Anschlussdichte Ausserortstrecken

Über das Ausserortstreckenmodell lässt sich der Einfluss von Anschlüssen aus Liegenschaften und kleinerer, öffentlichen und privaten Strassen abschätzen. Es wird dabei zwischen zwei Arten von Anschlüssen unterschieden. Anschlüsse der Priorität 1 sind Strassen, welche nicht als Ausserortstrecken in das Modell einfließen. Im OSM-Datensatz entsprachen diese Strassen den Attributen „tertiary“ oder „residential“. Anschlüsse der Priorität 2 sind dann tendenziell eher private Zufahrten zu Feldwegen oder Privatgrundstücken. Ein Anschluss entspricht einem Knotenarm im Sinne einer Einmündung. Anschlüsse werden über die Länge normiert und als Anschlussdichte im Modell berücksichtigt.

In Abb.IV.2 kann der Einfluss der Anschlussdichte auf die Anzahl an Unfällen mit Personenschaden je Kilometer und Jahr abgelesen werden. Der dargestellte Zusammenhang berücksichtigt die Unfalltypengruppen Auffahrunfälle, Abbiege-Unfälle, Einbiege-Unfälle und Überqueren-Unfälle (UTG 2345). Es gilt zu berücksichtigen, dass das Diagramm für Strassen mit einem DTV von 4000 Fz/d gilt. Es lassen sich auf Basis des Modells aber beliebige viele Funktionen auch für andere Verkehrsaufkommenskategorien erstellen.

Das Unfallmodell soll eine Hilfestellung bieten, um für bestehende oder geplante Strassen das Ausmass des Einflusses einer hohen Erschliessungsdichte abzuschätzen. Darauf aufbauend kann dann z. B. eine passende Netzhierarchiestufe oder Entwurfsklasse ausgewählt werden.

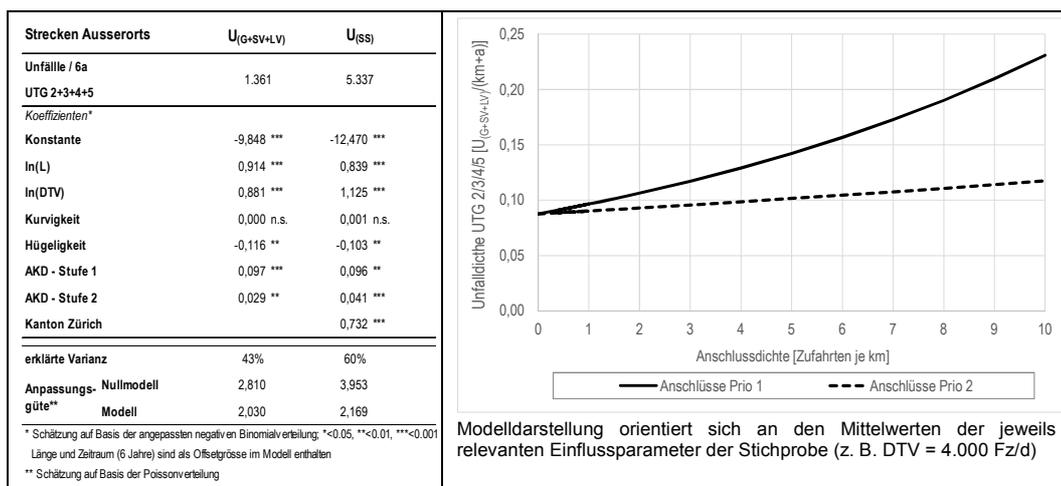


Abb.IV.2 Unfallmodell zur Abbildung des Einflusses der Anschlussdichte auf Ausserortstrecken

IV.4 Abschätzung Einfluss Sonderprogramm Kreisel

Für eine beispielhafte Abschätzung der potenziellen Wirksamkeit eines Sonderprogramms für Kreisel werden alle bekannten Kreisel im Kanton Zürich und Bern anhand von Luftbildern und Befahrungsdaten nach Sicherheitsdefiziten kategorisiert. Hier wird eine einfache Einteilung vorgenommen:

- Kreisel ohne (offensichtliche) Sicherheitsdefizite
- Kreisel mit (offensichtlichen) Sicherheitsdefiziten

Als „offensichtliche“ Sicherheitsdefizite werden die Ergebnisse der Einzelfallanalyse aus Tab. III.37 verwendet. Hierzu gehören u. a. Sonderformen von Kreiseln (u. a. Tram oder ÖV-Haltestelle im Kreisel), ungenügende Ablenkung bei Kreiseldurchfahrt, Grundstückszufahrten innerhalb des Kreisels sowie zweistreifige Elemente in den Knotenarmen oder der Kreiselfahrbahn. Die Vorgehensweise der Festlegung von Defiziten ist bei Weitem nicht so genau, wie im Rahmen eines Audits oder einer Inspektion. Es geht hier eher um eine grobe Kategorisierung. Häufigstes Defizit war die ungenügende Ablenkung im Kreisel, welches schon in [288] als bestimmendes sicherheitsrelevantes Entwurfs-element beschrieben wurde. In der VSS SN 640 263 wird eine Ablenkung um das Zweifache der Fahrstreifenbreite in der Zufahrt aus Sicherheitsgründen empfohlen (Horizontalversatz), welches auch der Empfehlung aus [287] entspricht. Diesen Wert wird nur von vglw. wenigen Kreiseln tatsächlich eingehalten. Als Defizit wird daher eine Unterschreitung des Versatzes von mindestens 1,5-mal der Breite des Fahrstreifens in der Kreiselfahrt verwendet.

In Abb.IV.3 sind die Modellergebnisse für den Vergleich von Kreiseln mit und ohne Defiziten in Bezug auf alle Unfälle dargestellt.

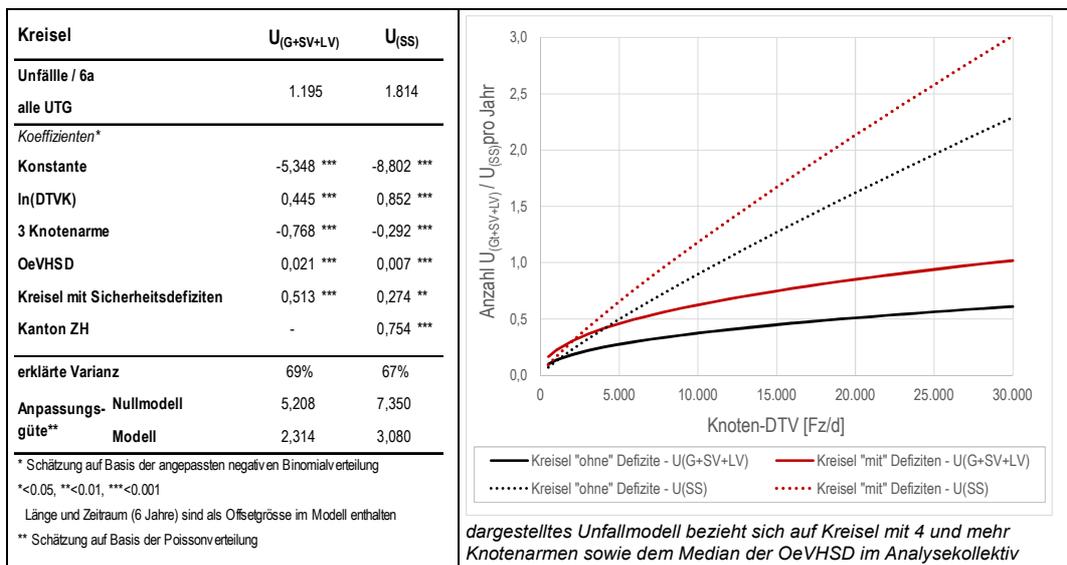


Abb.IV.3 Unfallmodelle zur Abbildung des Unterschieds von Kreiseln mit und ohne „offensichtlichen“ Defiziten (OeVHSD – ÖV-Haltstellendichte als Stellvertretergrösse für das Aufkommen im Langsamverkehr)

Im ersten Schritt kann aus dem Anteil der Kreisel mit (offensichtlichen) Sicherheitsdefiziten der Wirkungsbereiche für bspw. ein Sonderprogramm abgeschätzt werden. Im vorliegenden Fall konnten an 222 von 336 Kreiseln Sicherheitsdefizite festgestellt werden. An diesen Kreiseln finden sich rund 80 % aller Unfälle mit Personenschaden an den untersuchten Kreiseln. Da keine Unterscheidung nach der Relevanz der Defizite vorgenommen wurde,

wird nur ca. die Hälfte dieses Werts als Abschätzung für den Wirkungsbereich eines Sonderprogramms angesetzt (d. h. 40%)⁵².

Aus dem Modell kann ein Rückgang des Unfallniveaus bei Kreiseln ohne Sicherheitsdefizite, im Vergleich zu Kreiseln mit Sicherheitsdefiziten von 67% (in Bezug auf $U_{(G+SV+LV)}$) bzw. 32% (in Bezug auf $U_{(SS)}$) festgestellt werden (abgeleitet aus der Differenz zwischen den beiden Kurven in Abb.IV.3 rechts). Daran wird auch deutlich, dass sich die Defizite (vor allem die fehlende oder ungenügende Ablenkung) auch auf die Unfallschwere auswirken. Bei rund 200 Unfällen mit Personenschaden pro Jahr an den Kreiseln würde sich somit eine Verbesserungspotenzial von $199 U/a * 0,40 * 0,67 = 53 U_{(G+SV+LV)}/a$ ergeben.

Dies entspricht einer sehr allgemeinen und groben Abschätzung. Die absolute Wirksamkeit wird auf Basis der „realen“ Unfallzahlen berechnet. Hierdurch kommt es zum „regression-to-the-mean-effect“, welcher eine Überschätzung der Wirkungen zu Folge hat. Eine rein modellbasierte Abschätzung berücksichtigt keine realen Unfallzahlen, sondern einzig die auf Basis der Modelle und der vorliegenden Verkehrsbelastung ermittelten Erwartungswerte des Unfallgeschehens. Mit dieser Methode ergibt sich im Beispiel ein Verbesserungspotenzial von insgesamt $67 U_{(G+SV+LV)}/a$ ⁵³ in beiden Kantonen. Dies entspricht in Bezug auf die Erwartungswerte (aus dem Unfallmodell abgeleitete Unfallhäufigkeiten) einem Rückgang um rund 32% und kann als Wirksamkeit angesetzt werden.

In ausgewählten Untersuchungen der deutschsprachigen Forschungsliteratur werden im Gegensatz zu den hier gewonnenen Erkenntnissen, Kreisel mit zweistreifigen Elementen als mindestens so sicher wie „normale“ Kreisel (nur einstreifige Elemente) bezeichnet (siehe u. a. [290] und [289]). Für diesen Vergleich werden allerdings vor allem Unfallziffern aus einer älteren Veröffentlichung von 1997 ([288]) herangezogen. Ein direkter Vergleich dieser Untersuchungen mit den hier vorliegenden Analysen wird dadurch erschwert, dass z. B. in [290] keine Angaben zu den Unfallschwerekategorien gemacht werden. Es wird aber angenommen, dass jeweils alle Unfälle (mit und ohne Personenschaden) dort berücksichtigt wurden⁵⁴. Die Untersuchungszeiträume in [290] liegen im Bereich von 2006 bis 2011 (tlw. bis 2012). Die Anzahl an Kreiseln mit zweistreifigen Elementen ist in der hier vorliegenden Analyse Stichprobe zu klein, um daraus aussagekräftige Kennzahlen zu generieren. Aus Tab. IV.50 wird aber deutlich, dass die Unfallziffern der hier untersuchten Kreisel, welche in hohem Masse durch einstreifige Kreisel dominiert sind, deutlich unterhalb der Unfallziffern der zweistreifigen Kreisel aus [290] liegen. Dieser Vergleich stellt aber nur eine Tendenz dar, da den verglichenen Stichproben unterschiedliche Verteilungen über die Kantone zugrunde liegen.

Tab. IV.50 Vergleich Unfallziffern [$U/10^6Fz$] für zweistreifige Kreisel aus [290] und den in dieser Untersuchung betrachteten Kreiseln (Kt. BE und ZH)

$UZ_{(G+SV+LV+SS)}$ zweistreifige Kreisel, [290]	$UZ_{(G+SV+LV+SS)}$ Kreisel ohne Defizite	$UZ_{(G+SV+LV+SS)}$ Kreisel mit Defiziten	$UZ_{(G+SV+LV+SS)}$ Kreisel mit Defiziten aber ohne zweistreifige Elemente
0,4163 <i>(0,37 ohne zwei Kreisel mit hoher UU)</i>	0,2688	0,3207	0,2943

⁵² Es werden im Rahmen eines Sonderprogramms wahrscheinlich nur die „schlimmsten“ Knoten saniert. Aus diesem Grund werden nicht alle Kreisel mit „offensichtlichen“ Defiziten hier angesetzt, sondern nur rund 50%.

⁵³ Diese Wirksamkeit entspricht eher zufällig der im vorigen Absatz dokumentierten Wirksamkeit, obwohl hier auch die lokalen Charakteristika jedes einzelnen Kreisels berücksichtigt werden.

⁵⁴ Dies führt allerdings zu Ungenauigkeiten, da zweistreifige Kreisel aus einer Vielzahl an Kantonen mit unterschiedlichen Erhebungsqouten der Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden berücksichtigt werden.

IV.5 Grundlage für Potenzialabschätzung der Massnahmen

Tab. IV.51 Definitionen zur Abgrenzung der Potenziale in der Massnahmenbewertung

CODE	Massnahmen	U _(G+SV) /a	U _L /a	U _(G+SV+L) /a	Anteil U _(G+SV)	U* _(SS) /a	Abgrenzung Unfallkollektiv für Potenzialabschätzung (u. a. Filter für Unfallattribute)			Sonstiges
							UTG	OL*	UB***	
INF-M1-KU	Sonderprogramm Sicherheitsverbesserung in Kurven auf Ausserortsstrassen	568	1.182	1.750	32%	4.461	0	aO	MIV	Unfallstelle 480 / 481
INF-M1-Kn-VF	Sonderprogramm Sicherheitsverbesserung Kreuz. & Einm. ohne LSA /Grundstückzuf.	390	1.688	2.078	19%	6.317	12345	aO+IO	MIV+FG	Unfallstelle 485 / 487 (Unfallstelle Zusatz 500 aber ohne Unfallstelle 485-487; Verkehrsregelung 600)
INF-M1-Kn-LSA	Sonderprogramm Sicherheitsverbesserung Kreuz. & Einm. mit LSA	124	837	960	13%	3.400	012345	aO+IO	MIV+FG	(Abschätzung über Faktor zur Hochrechnung CH-Unfälle anhand Anteil Unfälle an LSA-Knoten im Analysedatensatz)
INF-M1-Kn-KVP	Sonderprogramm Sicherheitsverbesserung Kreisel	72	397	470	15%	1.649	012345	aO+IO	MIV+FG	Unfallstelle 486
INF-M1-Kn-Velo	Sonderprogramm Sicherheitsverbesserung für Velos an Knoten	271	939	1.210	22%	484	345	aO+IO	Velo	Unfallstelle 485-487
INF-M1-TÖFF	Sonderprogramm Motorräder - Strecke	856	1.623	2.479	35%	1.140	0126	aO+IO	MR	
	Sonderprogramm Motorräder - Knoten	513	1.295	1.808	28%	705	345	aO+IO	MR	
INF-M2	Standardisierung von Strassen in Entwurfsklassen - aO	1.128	2.840	3.968	28%	8.293	ohne 9	aO	alle	Anteil klassifiziertes Netz**
	Standardisierung von Strassen in Entwurfsklassen - iO	1.833	7.121	8.954	20%	20.683	ohne 9	iO	alle	Anteil verkehrsorientiertes Netz**
INF-M3	Ausbau VBA auf HLS - hohe Belastung	48	504	552	9%	2.726	12	AB	MIV	kein Rast-/Parkplatz, Strassenzustand 522-525, Verkehrsbedingungen 452-454
	Ausbau VBA auf HLS - Wetterereignisse	42	320	362	11%	2.527	02	AB	MIV	kein Rast-/Parkplatz, Strassenzustand 522-525, Unfallstelle 480 / 481
INF-M4	verkehrstechnische Ausstattung von Tunneln intensivieren	12	86	97	12%	399	2	AB	MIV	Strassenanlage Zusatz1 561
INF-M5	Entflechtung von Fahrstreifenwechselforgängen auf HLS	28	239	267	11%	1.374	12	AB/AS	MIV	Anschlussbereiche**
INF-M6	Überprüfung und Optimierung Wegweisung auf HLS	29	208	237	12%	1.673	012	AB/AS	MIV	Anschlussbereiche** der Ausfahrten (Abschätzung über Anteil Unfälle Strassenart Zusatz1 441)
INF-M7	Erschliessungsgrad an Ausserortsstrassen reduzieren bzw. sicherer gestalten	214	825	1.039	21%	1.599	2345	aO	alle	(Abschätzung über Anteil UTG2345 im Kollektiv Strecken Ausserorts** an allen Ausserortsunfällen)
INF-M8	Wildunfallmassnahmen	18	32	50	35%	600	9	aO	MIV	Unfallstelle 480 / 481 / 489
INF-M9	Kreisel an Haupttrouten des Zweiradverkehrs vermeiden, Velorouten von Kreiseln abgr.	103	445	548	19%	323	alle	iO	Velo+MR	Unfallstelle 486
INF-M10	Intensivierung der Sicherung von Querungsanlagen - Fussgängerstreifen	269	606	875	31%	88	028	aO+IO	FG	Vortrittsregelung 491
	Intensivierung der Sicherung von Querungsanlagen - Mittelinseln	11	23	34	33%	3	028	aO+IO	FG	keine Vortrittsregelung 491, Unfallstelle Zusatz1 511
INF-M11	Reduzierung vortrittsberechtigter Querungsanlagen für Fussgänger	265	597	863	31%	86	28	aO+IO	FG	Vortrittsregelung 491
INF-M12	autom. Fussgänger-Detektion und Signalisierung - Dunkelheit	38	87	125	30%	6	028	iO	FG	Vortrittsregelung 491, Lichtverhältnisse 622, keine Witterung 582-585
	autom. Fussgänger-Detektion und Signalisierung - Regen, Schnee, Hagel	76	153	229	33%	18	028	iO	FG	Vortrittsregelung 491, Witterung 582-585
INF-M13	Strassennetzhierarchie prüfen und nach Sicherheitskriterien anpassen	643	1.961	2.605	25%	7.605	alle	iO	alle	(Abschätzung über Anteil Innerortsunfälle in Siedlungsgebieten**)
INF-M14	Veloroutenplanung nach Sicherheitsaspekten optimieren	756	2.124	2.880	26%	605	alle	iO	Velo	
INF-M15	Sicherheitsanforderungen in Gewerbe-/Industriegebieten	643	1.961	2.605	25%	7.605	alle	iO	alle	(Abschätzung über Anteil Innerortsunfälle in Siedlungsgebieten**)
ÜW-M1	Intensivierung stationärer Geschwindigkeitsüberwachung auf HLS - Tag	158	1.110	1.268	12%	7.495	0126	AB/AS	MIV	Unfallstelle 481 / 481, Lichtverhältnisse 620 / 621 / 623
	Intensivierung stationärer Geschwindigkeitsüberwachung auf HLS - Nacht	73	376	449	16%	2.770	0126	AB/AS	MIV	Unfallstelle 481 / 481, Lichtverhältnisse 622
ÜW-M2	Kampagne und Überwachung linksfahrender Velos	289	1.098	1.387	21%	361	345	iO	Velo	
ÜW-M3	Intensivierung punktueller Alkoholkontrollen innerorts	126	335	460	27%	1.781	0	iO	MIV	
ORG-M1	Mindeststandard für sichere Gestaltung definieren	4.304	14.452	18.755	23%	65.080	alle	alle	alle	
ORG-M2	Verbesserung der Sicherung von Autobahnbaustellen	10	57	67	14%	417	0126	AB/AS	MIV	Unfallstelle 480 / 481, Strassenanlage Zusatz1 563
ORG-M5	Grenzwert für Fussgängerunfälle festlegen ("Fussgänger-USP")	701	1.464	2.164	32%	260	8	alle	FG	
ORG-M6	Erhöhung der Anforderungen zur Gestaltung von Fussgängerstreifen	263	590	854	31%	98	8	iO	alle	Vortrittsregelung 491
ORG-M7	(Mit-)Finanzierung einer verkehrssicheren Strasseninfrastruktur	532	1.368	1.900	28%	-	alle	alle	alle	(Abschätzung auf Basis Unfallschwerpunktanalyse des ASTRA)
FAS-M1	ISA - Szenario A	63	269	332	19%	1.187	ohne 7	alle	MIV	ADMAS Objekt 01 - Person 01 Kategorie Geschwindigkeit >2, ohne UTG 0 mit Velobeteiligung
	ISA - Szenario B	632	2.583	3.215	20%	9.773	ohne 7	alle	MIV	Alter Objekt 01 - Person 01 18-24 Jahre, ohne UTG 0 mit Velobeteiligung
	ISA - Szenario C	273	1.098	1.371	20%	5.306	ohne 7	alle	MIV	Fahrtzweck Objekt 01 810-815 / 817 / 821, ohne UTG 0 mit Velobeteiligung
	ISA - Szenario D	3.860	13.663	17.523	22%	54.846	ohne 7	alle	MIV	ohne UTG 0 mit Velobeteiligung
FAS-M2	Förderung Fahrerassistenzsystem FAS - Fokus Abstand, Bremsen und Car-to-X	80	776	856	9%	3.336	2	AB	MIV	
FAS-M3	Förderung Fahrerassistenzsystem FAS - Fokus Rückwärts-Ausparken	68	153	220	31%	4.793	alle	alle	FG	Hauptursache Objekt 01 4601

* Ortslage, jeweils ohne Unfälle auf Autobahnen/Autostrassen sofern nicht explizit genannt

** Abschätzung erfolgt unter Berücksichtigung des Analysekollektivs dieser Untersuchung

*** Unfallbeteiligung

Abkürzungsverzeichnis

Begriff	Bedeutung
AB	Autobahn
ADMAS	Register der Administrativmassnahmen
aO	ausserorts
aOvN	Strecken ausserorts
AS	Autostrasse
DTV	Durchschnittlich täglicher Verkehr
DWV	Durchschnittlicher Werktagesverkehr
FAS	Fahrerassistenzsystem
Fg	Fussgänger
FGS	Fussgängerstreifen
FR	Velo ohne elektrische Tretunterstützung
FR _e	Velo mit elektrischer Tretunterstützung
GVM	Gesamtverkehrsmodell
HLS	Hochleistungsstrasse
iO	innerorts
iOvN	verkehrsorientierte Strecken innerorts
ISA	Intelligent Speed Adaption
K	Knoten
KVP	Kreisel / Kreisverkehrsplatz
L	Länge
LBUS	Linienbus
LI	Lieferwagen
LSA	Kreuzung oder Einmündung mit Lichtsignalanlage
MIV	Motorisierter Individualverkehr
Mfz	Motorfahrzeuge
MOFIS	Fahrzeug- und Halterdatenregister
MR	Motorrad
NS	Nationalstrasse
NSM	Network Safety Management (Netzeinstufung nach SNR 641 725)
PW	Personenwagen
RBUS	Reisebus
Rf	Velo
RIA	Road Safety Impact Assessment (Folgeabschätzung nach SNR 641 721)
SG	Siedlungsgebiet
SNF	Schweres Nutzfahrzeug (Schwerverkehr)
SPF	Safety Performance Funktion (Unfalldichtefunktion in Abhängigkeit des DTV oder einer anderen Expositionsgrösse)
SV	Schwerverkehr

$U_{(G+SV+LV)}$	Unfälle mit Personenschaden (schwerste Folge entweder G – Getötete, SV – Schwerverletzte oder LV – Leichtverletzte)
$U_{(SS)}$	Unfälle mit ausschliesslich Sachschaden
UTG	Unfalltypengruppe
UTG 0	Schleuder- oder Selbstunfall
UTG 1	Überholunfall / Fahrstreifenwechsel
UTG 2	Auffahrunfall
UTG 3	Abbiegeunfall
UTG 4	Einbiegeunfall
UTG 5	Überqueren der Fahrbahn
UTG 6	Frontalkollision
UTG 7	Parkierunfall
UTG 8	Fussgängerunfall
UTG 9	Tierunfall
UTG 00 (hier 10)	anderer Unfalltyp
VBA	Verkehrsbeeinflussungsanlagen
VF	Kreuzung oder Einmündung ohne Lichtsignalanlage
v_0	(mittlere) Wunschgeschwindigkeit aus Verkehrsnachfragemodell

Glossar

Begriff	Bedeutung																								
Abbiegeunfall	Um einen Abbiegeunfall handelt es sich, wenn weitere Fahrzeuge auf derjenigen Strasse, die beim Abbiegen verlassen wird, an der Kollision beteiligt sind.																								
Anderer Unfall	Der Unfalltyp "Anderer Unfalltyp" ist nur zu wählen, wenn keiner der übrigen Unfalltypen zutrifft oder das Fahrmanöver kurz vor dem Unfall nicht ermittelt werden kann.																								
Auffahrt	Bereich bei dem sich Fahrzeuge in den Verkehr einfädeln bzw. auf die z. B. Autobahn auffahren																								
Auffahrnfall	Es handelt sich um einen "Auffahrnfall", wenn ein Fahrzeug auf ein anderes (fahrendes oder stehendes) Fahrzeug, welches den gleichen Fahrstreifen benutzt, auffährt.																								
Ausfahrt	Bereiche bei dem Fahrzeuge aus dem Verkehr ausfädeln bzw. die z. B. Autobahn verlassen																								
Eckausrundung	Einlenkerradius, Radius am Schnittpunkt der äusseren Fahrbahnänder an Kreuzungen und Einmündungen																								
Einbiegeunfall	Um einen Einbiegeunfall handelt es sich, wenn weitere Fahrzeuge auf derjenigen Strasse, in die eingebogen wird, an der Kollision beteiligt sind (Codes 40, 41, 43-45) oder sich ein Fahrzeug vom Strassenrand wieder in den Verkehr einfügt (Code 42).																								
Frontalkollision	Um eine Frontalkollision handelt es sich, wenn ein Fahrzeug die Gegenfahrbahn benutzt (z. B. Kurvenschneiden).																								
Fussgängerunfall	Um einen Fussgängerunfall handelt es sich, wenn ein Fussgänger mit einem Fahrzeug kollidiert, (d. h. angefahren oder überfahren wird), ausser wenn es sich eindeutig um eine Folgekollision handelt.																								
Parkierunfall	Um einen „Parkierunfall“ handelt es sich, wenn sich eine Kollision ereignet, an der mindestens ein aus- oder einparkierendes Fahrzeug beteiligt ist.																								
Schleuder- oder Selbstunfall	Um einen Schleuder- oder Selbstunfall handelt es sich, wenn das Fahrzeug zuerst ins Schleudern gerät, der Fahrer einer drohenden Kollision ausweicht oder durch Selbstverschulden vom Fahrkurs abkommt. Vor dem Schleudern darf sich keine Kollision mit einem anderen Verkehrsteilnehmer ereignet haben, da sonst andere Unfalltypen massgebend sind.																								
Tierunfall	Um einen Tierunfall handelt es sich, wenn das Tier direkt am Unfall beteiligt ist (d. h. angefahren oder überfahren wird). Weicht ein Fahrer einer drohenden Kollision mit einem Tier aus, handelt es sich um UTG 0.																								
Überholunfall, Fahrstreifenwechsel	Unfälle aus eigentlichen Überholmanövern werden den "Überholunfällen" (10-15) zugerechnet. Die Kollision ereignet sich zwischen dem überholenden Fahrzeug und einem zu überholenden, einem entgegenkommenden oder einem nachfolgenden Fahrzeug, das bereits am Überholen ist.																								
Überqueren der Fahrbahn	Um ein "Überqueren" handelt es sich, wenn sich die beabsichtigten Fahrtrichtungen der Fahrzeuge an Kreuzungen, Einmündungen oder Strassengabelungen kreuzen, ohne dass eines der Fahrzeuge ab- oder einbiegt.																								
Unfalltypengruppe	<table border="1"> <tbody> <tr> <td></td> <td>Schleuder- oder Selbstunfall</td> <td></td> <td>Frontalkollision</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Überholunfall, Fahrstreifenwechsel</td> <td></td> <td>Parkierunfall</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Auffahrnfall</td> <td></td> <td>Fussgängerunfall</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Abbiegeunfall</td> <td></td> <td>Tierunfall</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Einbiegeunfall</td> <td></td> <td>Andere</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Überqueren der Fahrbahn</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Schleuder- oder Selbstunfall		Frontalkollision		Überholunfall, Fahrstreifenwechsel		Parkierunfall		Auffahrnfall		Fussgängerunfall		Abbiegeunfall		Tierunfall		Einbiegeunfall		Andere		Überqueren der Fahrbahn		
	Schleuder- oder Selbstunfall		Frontalkollision																						
	Überholunfall, Fahrstreifenwechsel		Parkierunfall																						
	Auffahrnfall		Fussgängerunfall																						
	Abbiegeunfall		Tierunfall																						
	Einbiegeunfall		Andere																						
	Überqueren der Fahrbahn																								

Literaturverzeichnis

-
- [1] Matena, S.; Louwerse, W.; Schermers, G.; Vaneerdewegh, P. et al. (2008). **“Road Design and Environment – Best practice on Self-explaining and Forgiving Roads.”**, WP3 des RIPCORDEREST-Projekts
-
- [2] Lippold, Chr. (2014). **„Sicherheit durch funktionsgerechte Standardisierung von Landstrassen – Die neuen RAL und das M EKLBest“**, Vortrag zur Bundestagung Unfallkommission am 23. Und 24.09.2014 in Dresden
-
- [3] Weller, G.; Dietze, M.; Marchesini, P.; Houtenbos, M.; Fördös, A. (2011). **„Deliverable No 1 – Definition, Comparison and Evaluation of Existing Selfexplaining Road Approaches in Europe“**, Deliverable im EU-Projekt ERASER– Evaluation to Realise a common Approach to Self-explaining European Roads
-
- [4] Schlag, B.; Voigt, J.; Lippold, Chr.; Enzfelder K. (2015). **„Auswirkungen von Querschnittsgestaltung und längsgerichteten Markierungen auf das Fahrverhalten auf Landstrassen“**, Bergisch-Gladbach: Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen BAST: Heft V 249
-
- [5] Beenker, N., Mook, H. van, Dijkstra, A.; Ruijter, M. de (2004). **„Waterschap gaat door met 60 km-gebieden“**, Verkeerskunde, 55 (2)
-
- [6] Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (2012). **„Richtlinie für die Anlage von Landstrassen - RAL“**, FGSV-Verlag, Köln
-
- [7] Theeuwes, J. & Godthelp, H. (1995). **„Selfexplaining roads.“**, Safety Science, 19
-
- [8] Rijkswaterstaat Zeeland (2010). **„Handleiding strepen op de weg“**
-
- [9] Geem, C. van; Charmann, S.; Ahern, A.; Annund, A. et al. (2013). **“Speed adaption control by self explaining roads (SPACE).“**, 16th Road Safety on Four Continents Conference, Peking, China 15-17 Mai, 2013
-
- [10] Schermers, G.; Wegmann, F.; Vliet, P. van; Horst, R. van der; Boender J. (2010). **„Country Report – the Netherlands“**, 4th International Symposium on Highway Geometric Design
-
- [11] Lamm, R.; Beck, A.; Zumkeller, K. (1999). **„Analyse von Zusammenhängen zwischen Verkehrssicherheit und Strassenentwurf auf Ausserortsstrassen“**, In: Strassen- und Tiefbau; Heft 12, S. 6 – 12
-
- [12] Dietze, M.; Ebersbach, D.; Lippold, CH.; Mallschützke, K.; Gatti, G.; Wiecziensky, A. (2008). **„Safety Performance Function“**, Schlussbericht zum RIPCORDEREST-Projekt – URL: <http://ripcord.bast.de> (05.06.2008)
-
- [13] Taylor, M. C.; Baruya, A.; Kennedy, J.V. (2002). **“The relationship between speed and accidents on rural single-carriageway roads.”**, Crowthorne: Transport Research Laboratory (TRL Report 511)
-
- [14] Lippold, C. (1997). **„Weiterentwicklung ausgewählter Entwurfsgrundlagen von Landstrassen.“**, Darmstadt: Fachbereich Wasser und Verkehr der TU Darmstadt (Dissertationsschrift)
-
- [15] Maier, R.; Berger, R.; Schüller, H. (2013). **„Bewertungsmodell für die Verkehrssicherheit von Landstrassen“**, Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen (Berichte der BAST, Verkehrstechnik, Heft V226)
-
- [16] Bark, A.; Krähling, D.; Kutschera, R.; Baier, M. M.; Baier, R.; Klemps-Kohnen, A.; Schuckließ, L.; Maier, R.; Berger, R. (2015). **„Bewertung der Sicherheitsbelange der Strasseninfrastruktur“**, Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen (bisher unveröffentlichter Schlussbericht zum Projekt FE 16.0012/2009)
-
- [17] Berger, R. (2016). **„Modelle zur Bewertung der Verkehrssicherheit von Landstrassen“**, Dresden: Dissertation am Lehrstuhl Strassenverkehrstechnik der TU Dresden.
-
- [18] Elvik, R.; Vaa, T. (2009). **“The Handbook of Road Safety Measures.”**, Oxford: ELSEVIER Ltd.
-
- [19] Turner, B.; Steinmetz, L.; Lim, A.; Walsh, K. (2012). **„Effectiveness of Road Safety Treatments“**, Sydney: Austroads Ltd.
-
- [20] Oberste Baubehörde im Bayrischen Staatsministerium des Innern (2011). **„Unfallhäufungen auf Landstrassen, Sicherheitsmassnahmen, Wirksamkeit“**, Zentralstelle für Verkehrssicherheit der Strassenbauverwaltung in Bayern
-
- [21] Atkinson, J.; Chandler, B.; Betkey, V.; Weiss, K. et al. (2014). **„Manual für Selecting Safety Improvements on High Risk Rural Roads“**, Washington, DC: Federal Highway Administration, Office of Safety
-
- [22] Cenek, P.; Brodie, C.; Davies, R.; Tate, F. (2011). **„A Prioritisation scheme für the safety management of curves“**, 3rd International Surface Friction Conference, Safer Road Surfaces – Saving Lives, Gold Coast, Australia
-
- [23] Egeler, Chr.; Driel, C. van; Jordi, P.; Deuber, M. (2009). **„Neue Methoden zur Erkennung und Durchsetzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit“**, Forschungsauftrag VSS 2006/901 im Auftrag des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute
-

- [24] Kidd, B.; Turner, B.; Makwasha, T. (2014). „**Methods for Reducing Speed on Rural Roads – Compendium of Good Practice**“, Sydney: AUSTRROADS
- [25] NZ Transport Agency (2011). „**High-risk rural roads guide**“, Wellington: NZTA
- [26] Oxley, J.; Corben, B.; Koppel, S.; Fildes, B.; Jacques, N.; Symmons, M.; Johnston, I. (2004). „**Cost-effective infrastructure measures on rural roads**“, Monash University – Accident Research Centre
- [27] SWOV – Institute for Road Safety Research (2013). „**Run-off-road crashes**“, The Hague: SWOV Fact sheet
- [28] Gerlach, J.; Kesting, T.; Thiemeyer, E.-M. (2008). „**Möglichkeiten der schnelleren Umsetzung und Priorisierung strassenbaulicher Massnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit**“, Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen BAST (Beispielsammlung zu FE 82.277/2004).
- [29] SWOV – Institute for Road Safety Research (2014). „**Speed cameras: how they work and what effect they have**“, The Hague: SWOV Fact sheet
- [30] Erke, A.; Goldenbeld, Ch.; Vaa, T. (2009). „**Good practice in the selected key areas: Speeding, drink driving and seat belt wearing: Results from meta-analysis**“, Deliverable 9 des EU-Forschungsprojekts PEPPER – Police Enforcement Policy and Programmes on European Roads
- [31] Gains, A.; Nordstrom, M.; Heydecker, B.; Shrewsbury, J. et al. (2005). „**The national safety camera programme**“, London: PA Consulting Group
- [32] Elvik, R. (2009). „**The Power Model of the relationship between speed and road safety – Update and new analyses**“, Oslo: TOI Institute of Transport Economics
- [33] Kallberg, V-P.; Ewert, U. (2008). „**Method for the prediction of the effects on safety of traffic enforcement measures**“, Deliverable 4b des EU-Forschungsprojekts PEPPER – Police Enforcement Policy and Programmes on European Roads
- [34] Thoma, J. (1993). „**Geschwindigkeitsverhalten und Risiken bei verschiedenen Strassenzuständen, Wochentagen und Tageszeiten**“, Bern: Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu (bfu-Report 20)
- [35] Ragnoy, A. (2011) „**Automatic section speed control**“, Norwegian Public Roads Administration, Directorate of Public Roads, Traffic Safety, Environment and Technology Department (VD report Nr. 1 E)
- [36] KapschTrafficCom (2016) „**Section Speed Enforcement: for Road Safety**“, www.kapsch.net
- [37] Ewert, U. (2008) „**Faktenblatt: Geschwindigkeit**“, Bern: Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu und Fonds für Verkehrssicherheit FVS.
- [38] Belarbi, F., Fremont, G., Petit, F. (2007). „**Cofiroute; Système de mesure des temps intervehiculaires sur l'autoroute A10**“, TEC No.194
- [39] Lippold, Chr.; Weise, G.; Jähig, T. (2009). „**Verbesserung der Verkehrssicherheit auf einbahnig zweistreifigen Ausserortsstrassen (AOSI), Teil: linienhaft angeordnete, ortsfeste Geschwindigkeitsüberwachungsanlagen (OGÜ)**“, Dresden: Bericht der Projektgruppe AOSI
- [40] Siegener, W. et al. (2000) „**Unfallgeschehen im Bereich von Streckenbeeinflussungsanlagen unter besonderer Berücksichtigung der Verkehrsbelastung**“, Bonn: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen
- [41] Nagl, P.; Kummer, S.; Deweis, N.; Schwietring, Chr. (2008) „**Ökonomische Aspekte von Streckenbeeinflussungsanlagen (SBA) am Beispiel der VBA Tirol der ASFINAG**“, In: Strassenverkehrstechnik S. 130 – 139, Heft 3, 2008
- [42] Hochmuth, J.; Corbin, J.; Treazise, M.; McKenna, D. (2006). „**Wisconsin Ramp Analysis Tool (WRAT)**“, London: 13th ITS World Congress
- [43] Jacobsen, L.; Stribiak, J.; Nelson, L.; Sallman, D. (2006) „**Ramp Management and Control Handbook**“, Washington D.C.: Federal Highway Administration
- [44] ASFINAG (2007). „**Verkehrstechnische Grundsätze zur Planung von Verkehrstelematikanlagen**“, Wien: Autobahn- und Schnellstrassen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft
- [45] Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen FGSV (2003). „**Hinweise zur variablen Fahrstreifenzuteilung – Anwendungsbeispiele und Einsatzmöglichkeiten**“, Köln: FGSV-Verlag
- [46] Trapp, R.; Feltges, M. (2009). „**Ermittlung der Wirksamkeit von Verkehrsbeeinflussungsanlagen**“, In: Strassenverkehrstechnik 53 (2009) H. 6, S. 375-379
- [47] Busch, F.; Grosanic, S.; Dinkel, A.; Schieferstein, A.; Stadler, M. (2009) „**Begleitforschung und Ergänzung des Merkblatts 'Ermittlung der Wirksamkeit von Verkehrsbeeinflussungsanlagen'**“, Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen BAST
- [48] Rapp Trans AG (2011). „**Auswirkungen von Abschnittsgeschwindigkeitskontrollen (AGK) auf das Fahrverhalten und Unfallgeschehen**“, Bern: Bundesamt für Strassen ASTRA (Schlussbericht zum Projekt Enforcement Nationalstrassen ENFON)
- [49] Ernst, S.; Patel, M.; Capers, H. et al. (2006). „**Underground Transportations Systems in Europe : Safety, Operations and mergency Response**“, Washington DC: Federal Highway Administration FHWA

- [50] SWAREFLEX Traffic + Industries (2016). URL: www.swareflex.com; SWARO LINE – Intelligente Leitführungssysteme
- [51] Manser, M. P.; Hancock, P.A. (2007). „**The influence of perceptual speed regulation on speed perception, choice, and control: Tunnel wall characteristics and influences**“, In: Accident Analysis and Prevention 39 (2007), S. 69-78
- [52] Kircher, K.; Ahlstrom, C. (2012). „**The impact of tunnel design and lighting on the performance of attentive and visually distracted drivers**“, In: Accident Analysis and Prevention 47 (2012), S. 153-161
- [53] Bassan, S. (2016). „**Overview of traffic safety aspects and design in road tunnels**“ In: IATSS Research
- [54] Salvisberg, U.; Allenbach, R.; Cavegn, M.; Hubacher, M.; Siegrist, S. (2004). „**Verkehrssicherheit in Autobahn- und Autostrassentunneln**“, Bern: Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu-Report Nr. 51)
- [55] Bakaba, J. E.; Enke, M.; Heine, A.; Lippold, Chr.; Maier, R.; Ortlepp, J.; Schulz, R. (2012). „**Untersuchung der Verkehrssicherheit im Bereich von Baustellen auf Bundesautobahnen**“, Berlin: Unfallforscher der Versicherer, Forschungsbericht VI 04
- [56] Ortlepp, J. (2012). „**Modifizierte Beschilderung in Autobahnbaustellen – Gelbe Baustelle**“, Hahn: Vortrag zur Bundestagung der Dozenten der Unfallkommissionen
- [57] Sümmermann, A. (2012). „**Verkehrssicherheits- und Verkehrsablaufuntersuchungen in Arbeitsstellen längerer Dauer auf Autobahnen in Deutschland**“, Aachen: RWTH Aachen (Dissertationsschrift)
- [58] Fischer, L.; Brannolte, U. (2006). „**Sicherheitsbewertung von Massnahmen zur Trennung des Gegenverkehrs in Arbeitsstellen**“, Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen BAST (Heft V 142)
- [59] Spacek, P.; Heil, C.; Leemann, N. (2008). „**Verkehrssicherheit an Tagesbaustellen und bei Anschlüssen im Baustellenbereich von Hochleistungsstrassen**“, Zürich: ETHZ (Forschungsauftrag VSS 2005/303, Schlussbericht)
- [60] Freeman, M.; Mitchel J.; Coe, G. A. (2004). „**Safety performance of traffic management at major motorway road works**“, Transport Research Laboratory TRL (Report TRL595)
- [61] Vogel, T. et al. (2009) „**Baustellensicherheit bei Kunstbauten**“, Zürich: IBK ETH (Forschungsauftrag AGB 2005/110)
- [62] Leeb, R. (2015). „**Neue SN 640885 : Signalisation von Baustellen auf Autobahnen und Autostrassen – Sicherheitsaspekte wurden wesentlich verschärf**“, In: Strasse und Verkehr 4 (2015), S. 6-23
- [63] Röthlisberger, J. (2013). „**Nationalstrassen – Umfeld, Problemstellungen und Antworten**“, Campus Sursee: SISTRA Fachtagung
- [64] Brilon, W.; Lohoff, J. (2012). „**Lange Verteilerfahrbahnen an Autobahnen mit dichter Knotenpunktfolge**“, Bonn: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik (Band 1073)
- [65] Virginia Department of Transportation (2015). „**Expected Roadway Project Crash Reductions for HB2 Safety Factor Evaluation**“ (Präsentation)
- [66] Cooner, S.A.; Venglar, S.; Rathod, Y. (2007). „**Ramp reversal projects: Guidelines for successful implementation**“, Austin: Texas Department of Transportation
- [67] Lindenmann, H. P.; Grau-Leemann, N.; Huber, Ch. A.; Weissert, M.; Gerber, F. (2012). „**Verkehrssicherheitsbeurteilung bestehender Verkehrsanlagen (Road Safety Insepction)**“, Zürich: Schlussbericht zum Forschungsauftrag VSS 2009/302 im Auftrag des VSS
- [68] Spacek, P.; Lindenmann, H. P.; Latuske, N.; Weber, T. (2009). „**Auswirkungen von fahrzeuginternen Informationssystemen auf das Fahrverhalten und die Verkehrssicherheit – Verkehrstechnischer Teilbericht**“, Zürich: Schlussbericht zum Forschungsauftrag ASTRA 2004/016
- [69] Schmidt, M.; Siegener, W.; Gyarmati, J. et al. (2006). „**IMPROVER Final Report, Subproject 4, Harmonisation of road signs and road markings on the TERN from a safety point of view**“, Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen (Schlussbericht EU-Projekt)
- [70] VTT Technical Research Centre of Finland et al. (2006). „**IMPROVER Appendix D, Subproject 4, Internal Deliverable Report WP 4.2, Harmonisation needs of road signing on the TERN**“
- [71] SWOV – Institute for Road Safety Research (2010). „**Safety effects of navigations systems**“, The Hague: SWOV Fact sheet
- [72] Arbaiza, A.; Luca-Alba, A.; Blanch, M.T.; Cabrejas, A. B. (2012). „**Variable Message Signs Harmonisation – Principles of VMS Message Design**“.
- [73] Agg, H. J. (1994) „**Direction Sign Overload**“, Crowthorne: TRL (Project Report 77)
- [74] Färber, B.; Färber, B.; Siegener, W.; Süther, B. (2007). „**Aufnahme von Wegweisungsinformationen im Strassenverkehr – AWewiS**“, Bonn: BMVBS (Forschung Strassenbau und Strassenverkehrstechnik Heft 979)
- [75] Gatti, G.; Polidori, C.; Galvez, I.; Mallschützke, K. et al. (2007). „**Safety Handbook for Secondary Roads**“, WP13 des RIPCORD-ISEREST-Projekts

- [76] Department Bau, Amt für Städtebau, Raum und Verkehr der Stadt Winterthur (2014). „**Merkblatt: Verkehrserschliessung Grundstückszufahrten**“
- [77] NZ Transport Agency (2007). „**Accessway standards and guidelines**“, (Appendix 5B, Transit Planning Policy Manual)
- [78] Belluz, L.; Morrall, J.; Smith G. (2006). „**Rural Intersection Safety Handbook**“, Transport Canada
- [79] Rose, D. C.; Gluck, J.; Williams, K.; Kramer, J. (2005). „**A Guidebook for Including Access Management in Transportation Planning**“, NCHRP Report 548, Transportation Research Board
- [80] FHWA (2012) „**Proven Safety Countermeasures, Corridor Access Management**“
- [81] <http://www.cmfclearinghouse.org/>
- [82] Jaarsma, R.; Louwse, R.; Dijkstra, A.; Vries, J.; Spaas, J.-P. (2011). „**Making minor rural road networks safer: The effects of 60 km/h-zones**“, In: Accident Analysis and Prevention 43 (2011), S. 1508-1515
- [83] Mosler-Berger, Chr. (2011) „**Massnahmen gegen Wildunfälle auf Strassen – ein Überblick**“, In: Strassen und Verkehr Nr. 6 / Juni 2011
- [84] Voß, H. (2007). „**Unfallhäufungen mit Wildunfällen – Modellversuch im Oberbergischen Kreis**“, Berlin: Unfallforscher der Versicherer des GDV (Forschungsbericht 01/07)
- [85] Brockmann, S. (2007). „**Wildunfälle**“, Vortrag Pressforum, 25.04.2007
- [86] ADAC (2013) „**Wildunfallprävention**“, München: ADAC e.V. – Ressort Verkehr (Fachinformation)
- [87] Huijser, M.; Hayden, L. (2010). „**Evaluation of the Reliability of an Animal Detection System in a Test-Bed**“, Montana State University
- [88] <http://www.deercrash.org>
- [89] Strein, M.; Burghardt, F.; Haas, F.; Suchant, R. (2008) „**Pilotprojekt Elektronische Wildwarnanlage B292 bei Aglasterhausen**“, Freiburg: Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) (Endbericht im Auftrag des Innenministerium Baden-Württemberg)
- [90] Bissonette, J. A.; Cramer, P. (2008). „**Evaluation of the Use and Effectiveness of Wildlife Crossings**“, Washington DC: Transportation Research Board (NCHRP Report 615)
- [91] Baier, R.; Leu, P.; Klemps-Kohnen, A.; Reinartz, A.; Maier, R.; Schmotz, M. (2014). „**Minikreisverkehre – Ableitung ihrer Einsatzbereiche und Einsatzgrenzen**“, Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen BASt (Heft V240)
- [92] Bondzio, L.; Ortlepp J.; Scheit, M.; Voß, H.; Weinert, R. (2012). „**Verkehrssicherheit innerörtliche Kreisverkehre**“, Berlin: Unfallforscher der Versicherer des GDV (Forschungsbericht VI 05)
- [93] Daniels, S.; Brijs, T.; Nuyts, E.; Wets, G. (2008). „**Roundabouts and safety for bicyclist: empirical results and influence of different facility designs**“, Kansas City: TRB National Roundabout Conference
- [94] Hels, T.; Orozova-Bekkevold, I. (2007). „**The effect of roundabout design features on cyclist accident rate**“, In: Accident Analysis and Prevention 39 (2007), S. 300-307
- [95] Sakshaug, L.; Laureshyn, A.; Svensson, A.; Hyden, Chr. (2010). „**Cyclist in roundabouts – Different design solutions**“
- [96] Daniels, S.; Brijs, T.; Nuyts, E.; Wets, G. (2011). „**Extended prediction models for crashes at roundabouts**“, In: Accident Analysis and Prevention 49 (2011), S. 198-207
- [97] Alrutz, D.; Bohle, W.; Müller, H.; Prahlow, H.; Hacke, U.; Lohmann G. (2009). „**Unfallrisiko und Regelakzeptanz von Fahrradfahrern**“, Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen BASt (Heft V 184)
- [98] Alrutz, D.; Bohle, W.; Maier, R.; Enke, M.; Pohle, M.; Zimmermann, F.; Ortlepp, J.; Schreiber M. (2015). „**Einfluss des Radverkehrsaufkommens und Radverkehrsinfrastruktur auf das Unfallgeschehen**“, Berlin: Unfallforscher der Versicherer UDV des GDV (Forschungsbericht Nr. 29)
- [99] Alrutz, D.; Bohle, W.; Busek, S. (2015). „**Nutzung von Radwegen in Gegenrichtung - Sicherheitsverbesserungen**“, Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen BASt (Heft V261)
- [100] Unfallforscher der Versicherer UDV (2016). „**Typische Unfälle zwischen Pkw und Radfahrern**“, Berlin: Unfallforscher der Versicherer UDV des GDV (Unfallforschung kompakt Nr. 55)
- [101] Hamacher, M.; Kühn, M.; Hummel T. (2016). „**Analyse der Radfahrer-Pkw-Kollision**“, Berlin: Unfallforscher der Versicherer UDV des GDV (Forschungsbericht Nr. 36)
- [102] Unfallforscher der Versicherer UDV (2015). „**Planung verkehrssicherer Infrastruktur für den zukünftigen Radverkehr**“, Berlin: Unfallforscher der Versicherer UDV des GDV (Unfallforschung kompakt Nr. 48)
- [103] Reid, S.; Adams, S. (2010). „**Infrastructure and cyclist safety**“, Crowthorne: Transport Research Laboratory TRL (Project Report PPR580)

- [104] Jensen, S. U. (2007). „**Bicycle Tracks and Lanes: a Before-After Study**“, In: Proceedings of the Transportation Research Board Conference.
- [105] Angenendt, W.; Blase, A.; Klöckner D. et al. (2005). „**Verbesserung der Radverkehrsführung an Knoten**“, Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen BAST (Heft V 124)
- [106] Schepers, J. P.; Kroeze, P. A.; Sweers, W.; Wüst, J. C. (2011). „**Road factors and bicycle-motor vehicle crashes at unsignalized priority intersections**“, In: Accident Analysis & Prevention 43 (2011) S. 853-861
- [107] Thomas, B.; DeRobertis, M. (2013). „**The safety of urban cycle tracks: A review of the literature**“, In: Accident Analysis and Prevention 52 (2013), S. 219-227
- [108] Ohm, D.; Fiedler, F.; Zimmermann, F.; Kraxenberger, T.; Maier, R.; Hantschel, S.; Otto, M. (2015) „**Führung des Radverkehrs im Mischverkehr auf innerörtlichen Hauptverkehrsstrassen**“, Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen BAST (Heft V257)
- [109] Schepers, P.; Heinen, E.; Methorst, R.; Wegmann, F. (2013). „**Road safety and bicycle usage impacts of unbundling vehicular and cycle traffic in Dutch urban networks**“, In: Europ. J. Transport Infrastruct. Res. 13 (3), S. 221–238.
- [110] Abdel-Aty, M.A.; Lee, C.; Juneyoung, P. et al. (2014). „**Validation and application of the Highway Safety Manual (Part D) in Florida**“, Orlando: University of Central Florida
- [111] Schepers, P.; Twisk, D.; Fishman, E.; Fyhri, A.; Jensen, A. (2016). „**The Dutch road to a high level of cycling safety**“, In: Safety Science (Article in Press)
- [112] Walter E.; Achermann-Stürmer, Y.; Scaramuzza, G.; Niemann, S.; Cavegn, M. (2012). „**Fahrradverkehr**“, Bern: Beratungstelle für Unfallverhütung (bfu-Sicherheitsdossier Nr. 08)
- [113] adfc Thüringen (2011). „**Links fahren – ein Kavaliersdelikt, Radfahren – aber richtig!!**“, Faltblatt des ADFC
- [114] Landeshauptstadt Potsdam (2012). „**Radsicherheitskonzept – LH Potsdam**“
- [115] Presseportal.de (2013). „**Schwerpunktaktion "Fehlverhalten von Radfahrern" in Ahaus**“
- [116] OECD/ITF (2008). „**Towards Zero, Ambitious Safety Target and the Safe System Approach**“, Transport Research Centre of OECD and International Transport Forum
- [117] Mooren, L.; Grzebieta, R.; Job, S. (2013). „**Can Australia be a global leader in road safety?**“, Proceedings of the 2013 Australasian Road Safety Research, Policing & Education Conference
- [118] SWOV – Institute for Road Safety Research (2013). „**Sustainable Safety: principles, misconceptions, and relations with other visions**“, The Hague: SWOV Fact sheet
- [119] Wegman, F.; Aarts, L. (2006). „**Advancing Sustainable Safety**“, The Hague: SWOV Institute for Road Safety Research
- [120] Schüller, H. (2015). „**Sicherheitsmanagement der Strasseninfrastruktur im Ausland**“, In: Strasse und Verkehr 1-2 (2005), S. 24-29
- [121] Kononov, J.; Allery, B. (2003). „**Level of Service of Safety – Conceptual Blueprint and Analytical Framework**“, In: Transportation Research Record 1840
- [122] New Zealand Transport Agency (2012). „**High-risk intersection guide**“, Wellington, NZ
- [123] Balck, H.; Schüller, H. et al. (2014). „**Verfahren zur Zusammenführung von Informationen unterschiedlicher Netzanalysensysteme**“, Darmstadt/Stuttgart: Forschungsprojekt der Bundesanstalt für Strassenwesen (bisher unveröffentlichter Schlussbericht).
- [124] McMullan, M. (2014). „**Safety in Design Minimum Standard for Road Projects**“, Wellington: NZ Transport Agency
- [125] International Transport Forum (2015). „**Road Infrastructure Safety Management**“, Research Report der IRTAD
- [126] European Commission, Directorate-general for Mobility and Transport (2014). „**Study on the effectiveness and on the improvement of the EU legislative framework on road infrastructure safety management (Directive 2008/96/EC), Ex-Post Evaluation**“ (Final report)
- [127] European Investment Bank EIB (2013) „**EIB's approach to Road Safety**“, Vortrag im Rahmen des JASPERS Networking Platform Workshop on Road Maintenance, Operations and Road Safety
- [128] Lindenmann, H. P.; Leeman, N.; Doerfel, M. (2011). „**Grundlagen zur Quantifizierung der Auswirkungen von Sicherheitsdefiziten**“, Zürich: ETH (Schlussbericht zum Forschungsauftrag VSS 2005/302)
- [129] Wegman, F.; Lynam, D.; Nilsson, G. (2005). „**SUNflower: a comparative study of the developments of road safety in Sweden, the United Kingdom, and the Netherlands**“
- [130] SWOV – Institute for Road Safety Research (2015). „**Intelligent Speed Assistance (ISA)**“, The Hague: SWOV Fact sheet

- [131] Vaa, T.; Assum, T.; Elvik, R. (2014). „**Driver support systems: Estimating road safety effects at varying levels of implementation**“, Oslo: Institute of Transport Economics (TOI report 1304/2014)
- [132] Hynd, D. et al. (2015). „**Benefit and Feasibility of a Range of New Technologies and Unregulated Measures in the fields of Vehicle Occupant Safety and Protection of Vulnerable Road Users**“, Crowthorne: TRL (Report für die Europäische Kommission)
- [133] Carsten, O. (2016). „**The Science Behind Intelligent Speed Assistance**“, Institute for Transport Studies, university of Leeds
- [134] Jost, G. (2016). „**Fit Safety as Standard**“, Göteborg: iSAFER Talk (European Transport Safety Council)
- [135] Carsten, O. (2005). „**Benefits and Costs (PROSPER-Project)**“, Vortrag beim PROSPER Seminar 23.11.2005 in Brüssel
- [136] Lukaszewicz, T. (2016). „**Ford Intelligent Speed Limiter**“, Vortrag iSAFER, Dublin 28.04.2016
- [137] <http://etsc.eu/projects/isaferr/>
- [138] Wik, M. (2016). „**ISA in reality**“, Vortrag iSAFER, Dublin 28.04.2016
- [139] Temmerman, K., Geerts, D., Lahaye-Beauche, S., Berg, S. van den, Dufrane, A., Bastin, C., Bue, V. de (2012). „**Voorstel Belgische Kamer van Volksvertegenwoordigers.**“
- [140] Lie, A. (2016). „**Euro NCAP's and the Swedish Transport Administration's efforts in promoting improved speed management**“, Vortrag iSAFER, Göteborg 15.02.2016
- [141] Pas, J.W.G.M van der; Marchau, V.A.W.J.; Walker, W.E.; Wee, G.P. van; Vlassenroot, S.H. (2012). „**ISA implementation and uncertainty: A literature review and expert elicitation study**“, In: Accident Analysis and Prevention 48 (2012), S. 83-96
- [142] Lai, B.S.F.; Chorlton, K.; Fowkes, M. (2007). „**ISA-UK, intelligent speed adaption, results of motorcycle trial**“, University of Leeds & MIRA Ltd (Projekt des Department for Transport in GB)
- [143] Rassmus, J. (2016). „**Swedish National Road Database (NVDB) and TN-ITS**“, Vortrag iSAFER. Dublin 28.04.2016
- [144] Department of Transport, Tourism and Sport (2013). „**Speed Limits Review**“, Irland
- [145] Department for Transport (2013). „**Setting local speed limits**“, London: DfT
- [146] Ziegler, H.; Kathmann, T.; Pozybill, M.; Mayer-Kretz, M. (2011). „**Erfahrungsbericht Verkehrsmonitoring Baden-Württemberg 2010**“, In: Strassenverkehrstechnik 7 (2011)
- [147] Jurewicz, C.; Phillips, C.; Tziotis, M.; Turner, B. (2014). „**Model National Guidelines for Setting Speed Limits at High-risk Locations**“, Sydney: Austroads Ltd. (Research Report AP-R455-14)
- [148] Winner, H.; Hakuli, S.; Lotz, F.; Singer, Chr. (Hrsg.) (2015). „**Handbuch Fahrerassistenzsysteme Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort**“, Springer Vieweg / Continental (3. Auflage)
- [149] Weiß, Chr. (2013). „**Sichere Intelligente Mobilität sim^{TD}, Testfeld Deutschland, TP5-Abschlussbericht**“, Sindelfingen: Daimler AG
- [150] Wertheimer, R. et al. (2014). „**Forschungsinitiative Ko-FAS – Verbundprojekt Ko-PER – Fahrerassistenz und präventive Sicherheit mittels kooperativer Perzeption: Partnerübergreifender Schlussbericht**“, Bonn : Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)
- [151] SWOV – Institute for Road Safety Research (2010). „**Advanced Cruise Control (ACC)**“, The Hague: SWOV Fact sheet
- [152] Hummel, T.; Kühn, M.; Bende, J.; Lang, A. (2011). „**Fahrerassistenzsysteme Ermittlung des Sicherheitspotenzials auf Basis des Schadensgeschehens der Deutschen Versicherer**“, Berlin: Unfallforscher der Versicherer UDV des GDV (Forschungsbericht FS 03)
- [153] Malone, K. et al. (2014). „**Impact Assessment and User Perception of Cooperative Systems**“, Deliverable D11.4 des EU-Projekts Drive C2X
- [154] Dokic, J.; Müller, B.; Meyer, G. (2015). „**European Roadmap Smart Systems for Automated Driving**“, EPoSS – European Technology Platform on Smart Systems Integration
- [155] ERTRAC (2015). „**Automated Driving Roadmap**“, ERTRAC Task Force “Connectivity and Automated Driving”
- [156] Schjindel-de Nooji, M. et al. (2010). „**Definition of necessary vehicle and infrastructure systems for Automated Driving**“, Study Report des EU-Projektes SMART
- [157] Choi, S.; Thalmayr, F.; Wee, D.; Weig, F. (2016). „**Advanced driver-assistance systems: Challenges and opportunities ahead**“, McKinsey&Company,
URL: <http://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/advanced-driver-assistance-systems-challenges-and-opportunities-ahead>
- [158] Parliament of Victoria, Road Safety Committee (2010). „**Pedestrian Safety in car parks**“

- [159] Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu (2011). „**Via sicura - Massnahmenband**“, Bern: bfu
- [160] <http://www.astra.admin.ch/themen/verkehrssicherheit/03967/06861/index.html?lang=de>
- [161] Gerhartz-Path, U. (2012). „**Verkehrssicherheitsarbeit in Rheinland-Pfalz**“, Bundestagung 2012 Unfallkommissionen
- [162] Spahn, V. (2012) „**Sonderprogramme zur Verbesserung der Verkehrssicherheit im Bestand**“, ADAC-Fachtagung am 10.09.2012 in Hannover
- [163] Schriftliche Anfrage im Bayerischen Landtag vom 03.07.2015 (17/6974) „**Sind Sonderprogramme oder Sondermassnahmen für spezielle Unfallschwerpunkte geplant, wenn ja, welche, bzw. wenn nein, warum nicht?**“
- [164] <http://www.mw.niedersachsen.de/aktuelles/presseinformationen/sonderprogramm-fuer-radwege-und-mehr-verkehrssicherheit-geht-in-die-zweite-runde-2015-werden-13-millionen-euro-bereitgestellt-130598.html>
- [165] AUSTRALIAN GOVERNMENT, DEPARTMENT OF INFRASTRUCTURE AND REGIONAL DEVELOPMENT (2014). „**Black Spot Programme**“, URL: <http://investment.infrastructure.gov.au/funding/blackspots/index.aspx>
- [166] Federal Highway Administration FHWA (2014) „**Highway Safety Improvement Program (HSIP)**“, URL – <http://safety.fhwa.dot.gov/hsip/>
- [167] Thüringer Ministerium für Bau und Verkehr (2004). „**Mobilität und Verkehrssicherheit, Thüringer Verkehrssicherheitsprogramm**“, Erfurt: TMBV
- [168] Schüller, H.; Zulauf, C. (2012). „**Konzeptpapier – In-Depth Investigation of Road Accidents InDIRA**“, Stuttgart/Zürich: PTV Transport Consult Gmb / EBP (Projekt Infrastruktur-Sicherheitsinstrumente ISSI des Bundesamtes für Strassen ASTRA)
- [169] SWOV – Institute for Road Safety Research (2016). „**Driving under the influence of alcohol**“, The Hague: SWOV Fact sheet
- [170] Erke, A.; Goldenbeld, Ch.; Vaa, T. (2009). „**Good practice in the selected key areas: Speeding, drink driving and seat belt wearing: Results from meta-analysis**“, EU-Projekt PEPPER Police Enforcement Policy and Programmes on European Roads, Deliverable 9
- [171] Harrison, W.; Newman, S.; Baldock, M.; McLean, J. (2003). „**Drink-Driving Enforcement — Issues in Developing Best Practice**“, Sydney: AUSTROADS Inc.
- [172] Rößger, L.; Schade, J.; Schlag, B.; Gehlert, T. (2011). „**Verkehrsregelakzeptanz und Enforcement**“, Berlin: Unfallforscher der Versicherer UDV des GDV (Forschungsbericht VV 06)
- [173] Scaramuzza, G.; Walter E. (2011). „**Unfallgeschehen in den Wochenendnächten**“, Bern: Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu (bfu-Faktenblatt Nr. 06)
- [174] Cavegn, M. et al. (2008). „**Beeinträchtigte Fahrfähigkeit von Motorfahrzeuglenkenden Risiko-beurteilung, Unfallanalyse und Präventionsmöglichkeiten**“, Bern: Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu, Fonds für Verkehrssicherheit FVS (Sicherheitsdossier 04)
- [175] SWOV – Institute for Road Safety Research (2013). „**Penalties in traffic**“, The Hague: SWOV Fact sheet
- [176] Elvik, R.; Sorensen, M.W.J.; Naevestad, T.O. (2013). „**Factors influencing safety in a sample of marked pedestrian crossings selected for safety inspections in the city of Oslo**“, In: Accident Analysis and Prevention 59 (2013), p. 64-70
- [177] Zegeer, C. V. et al. (2005). „**Safety Effects of Marked Versus Unmarked Crosswalks at Uncontrolled Locations: Final Report and Recommended Guidelines**“, Washington D.C.: Federal Highway Administration, Office of Safety Research and Development
- [178] Unfallforscher der Versicherer des GDV (2013). „**Innerörtliche Unfälle mit Fussgängern und Radfahrern**“, Berlin: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. - Unfallforschung der Versicherer
- [179] Füsser, K.; Jacobs, A.; Steinbrecher, J. (1993). „**Sicherheitsbewertung von Querungshilfen für den Fussgängerverkehr**“, Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen BAST (Heft V4)
- [180] Scaramuzza, G.; Ewert, U. (1997). „**Sicherheitstechnische Analyse von Fussgängerstreifen**“, Bern: Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu-Report 33)
- [181] SWOV – Institute for Road Safety Research (2010). „**Crossing facilities for cyclists and pedestrians**“, The Hague: SWOV Fact sheet
- [182] Mennicken, C. (1999). „**Sicherheits- und Einsatzkriterien für Fussgängerüberwege**“, Hannover: Institut für Verkehrswirtschaft, Strassenwesen und Städtebau der Universität Hannover (Heft 24 der Schriftenreihe des Instituts)
- [183] New Zealand Transport Agency NZTA (2014). „**Guidelines for the Selection of Pedestrian Facilities**“, Wellington
- [184] Fitzpatrick, K., Turner, S., Brewer, M., Carlson, P., Ullman, B. (2006). „**Improving Pedestrian Safety at Unsignalized Crossings**.“

- [185] Schweizer, T.; Brucks, W.; Pochon, M.; Thomas, Chr. (2012) „**Unfälle auf Fussgängerstreifen in der Stadt Zürich**“, Zürich: Dienstabteilung Verkehr
- [186] Alrutz, D.; Bohle, W.; Müller, H.; Busche, K.; Maier, C.; Otte, S. (2006). „**Sicherheitsbewertung von Überquerungsanlagen**“, Schlussbericht zum Forschungsvorhaben im Auftrag des Verkehrstechnischen Instituts der Deutschen Versicherer, Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft. Berlin/Hannover
- [187] Jones, T. L., Tomcheck, P. (2000). „**Pedestrian accidents in marked and unmarked crosswalks: A quantitative study.**“ Institute of Transportation Engineers. ITE Journal, 70(9), 42.
- [188] Gerlach, J.; Seipel, S.; Poschadel, S.; Boenke, D. (2014). „**Sichere Knotenpunkte für schwächere Verkehrsteilnehmer**“, Berlin: UDV des GDV
- [189] Bondzio, L.; Ortlepp, J.; Scheit, M.; Voß, H.; Weinert, R. (2012). „**Verkehrssicherheit innerörtliche Kreisverkehre**“, Berlin: UDV des GDV
- [190] In-depth Understanding of Accident Causation for Vulnerable Road Users, <http://www.indev-project.eu>
- [191] Seeck, A. (2014). „**Was kann das Auto zum Fussgängerschutz beitragen?**“, Wuppertal: 1. Deutscher Fussverkehrskongress (Bundesanstalt für Strassenwesen)
- [192] Gitelman, V., Balasha, D., Carmel, R., Hendel, L., Pesahov, F. (2012). „**Characterization of pedestrian accidents and an examination of infrastructure measures to improve pedestrian safety in Israel.**“, In: Accident Analysis & Prevention, 44(1), 63-73.
- [193] Jonsson, T. (2005). „**Predictive Models for accidents on urban links: A focus on vulnerable road users**“, Lund: Department of Technology and Society, Lund Institute of Technology (Dissertationsschrift, Bulletin 226)
- [194] Leden, L., Wikström, P. E., Gärder, P., Rosander, P. (2006). „**Safety and accessibility effects of code modifications and traffic calming of an arterial road**“, Accident Analysis & Prevention, 38(3), 455-461
- [195] Walter, E., Achermann Stuermer, Y., Scaramuzza, G., Niemann, S., Cavegn, M. (2013). „**Fussverkehr**“, (bfu-Sicherheitsdossier 11)
- [196] TRAFICON (2012). „**Pedestrian Presence Detection – Above-Ground video sensors for pedestrian detection**“ (Werbebroschüre)
- [197] Hagen, L. T. (-). „**Selecting the Most Effective ITS Application for Pedestrian Safety in Florida**“, Tallahassee: Cetner for Urban Transportation Research
- [198] Hughes, R.; Hhuang, H.; Zeeger, Ch.; Cynecki, M. (2001). „**Evaluation of automated pedestrian detection at signalized intersections**“, McLean: Federal Highway Administration, Highway Research Center
- [199] Schlag, B.; Stern, J.; Butterwegge, P.; Degener, S. (2009). „**‘Lob und Tadel’ – Wirkungen des Dialog-Display**“, Berlin: Unfallforscher der Versicherer UDV des GDV (Forschungsbericht VV 01)
- [200] Bax, B. et al. (2016). „**Assessment of selected ITS applications on safety, comfort, mobility and socio-economic impact**“, Deliverable D3.1 des EU-Projekts VRUITS – Improving the safety and mobility of vulnerable road users through ITS applications
- [201] Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (2012). „**M Uko - Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen**“, FGSV-Verlag, Köln
- [202] Maurer, R. (2015). „**Überprüfung Fussgängerstreifen, Bericht**“, Thun, Tiefbauamt
- [203] Baumann, D. (2013). „**Überprüfung der Fussgängerstreifen auf Kantonsstrassen Ergebnisse und Massnahmenempfehlungen**“, Bern: Tiefbauamt des Kt. Bern
- [204] Virginia Department of Transportation (2012). „**Guidelines for the installation of marked crosswalks**“
- [205] Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen FGSV (2007). „**Richtlinie für die Anlage von Stadtstrassen – RASt 06**“, Köln: FGSV-Verlag
- [206] Pulugurtha, S. S.; Vasudevan, V.; Nambisan, S.S.; Dangeti, M. R. (2012). „**Evaluating the effectiveness of infrastructure-based countermeasures on pedestrian safety**“, Transportation Research Board 91st Annual Meeting
- [207] Bartels, B.; Liers, H. (2014). „**Bewegungsverhalten von Fussgängern im Strassenverkehr – Teil 2**“, Dresden: Verkehrsunfallforschung an der TU Dresden GmbH VUFO (FAT-Schriftenreihe 268, VDA).
- [208] Aurich, A. (2012). „**Modelle zur Beschreibung der Verkehrssicherheit innerörtlicher Hauptverkehrsstrassennetze unter besonderer Berücksichtigung der Umfeldnutzung**“, Dresden: Lehrstuhl Strassenverkehrstechnik, TU Dresden
- [209] Kim, K.; Yamashita, E. (2002): „**Motor vehicle crashes and land use – empirical analysis from Hawaii**“, In: Transportation Research Record, No. 1784, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D. C., Seiten 73-79
- [210] Wedagama, D.; Bird, R.; Metcalfe, A. (2006). „**The influence of urban land-use on non-motorised transport casualties.**“, Accident Analysis and Prevention, 38, S. 1049-1057.

- [211] Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (2008). „**Richtlinie für integrierte Netzgestaltung**“, FGSV-Verlag, Köln
- [212] SWOV – Institute for Road Safety Research (2010). „**Functionality and homogeneity**“, The Hague: SWOV Fact sheet
- [213] Dijkstra, A. (2011). „**EN ROUTE TO SAFER ROADS – How road structure and road classification can affect road safety**“, Dissertationsschrift
- [214] Department of Planning, Transport and Infrastructure (2013). „**A Functional Hierarchy for South Australia’s Land Transport Network**“.
- [215] Hummel, T. (2001). „**Land use planning in Safer Transportation Network Planning, Safety principles, planning framework, and library information**“, Leidschendam: SWOV Institute for Road Safety Research
- [216] Oehler, S.; Seyboth A.; Schwerz, S.; Locher, C. (2010). „**VEK 2030, Verkehrsentwicklungskonzept der Landeshauptstadt Stuttgart, Entwurf zur Beteiligung der Öffentlichkeit**“, Stuttgart, Amt für Stadtplanung und Stadtgestaltung
- [217] Bundesamt für Strassen ASTRA (2015). „**Ergebnisbericht Pilot-Anwendung Netzeinstufung (NSM), Projekte in Kantonen und Städten**“, Bern: ASTRA
- [218] Auer, B. (2015). „**Netzhierarchien, Strassenfunktionen und Geschwindigkeiten - Erfahrungen und Herausforderungen**“, Vortrag der Bereichsleiterin Verkehrsinfrastruktur im Amt für Mobilität (SVI-Regionalgruppentreffen Bern)
- [219] Scaramuzza, G. (2008). „**Prozess-Evaluation des bfu-Modells Tempo 50/30 innerorts**“, Bern: Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu (bfu-Report Nr. 60)
- [220] Weijermars, W.; Gitelman, V.; Papadimitriou, E.; Azevedo, C. (2008). „**Safety performance indicators for the road network**“, Association for European Transport and contributors
- [221] Nielsen, G. (2006). „**INTEGRATION OR SEGREGATION – RECOMMENDATIONS OF THE PRINCIPLES OF URBAN ROAD NETWORK DESIGN FOR THE SUSTAINABLE CITY**“, Association for European Transport and contributors
- [222] Nielsen, G. (2007). „**Traffic integration or segregation for the sustainable city - A review of current debate and literature**“, Swedish Road Administration
- [223] North Lincolnshire Council (2001). „**Industrial Roads Design Guide**“
- [224] Ingham, R. (2014). „**Guidelines for Planning and Assessment of Road Freight Access in Industrial Areas**“, Sydney: AUSTRROADS Ltd. (Research Report AP-R470-14)
- [225] Baier, R.; Benthous, D.; Enke, M.; Klemps, A.; Maier, R.; Schäfer, K.H.; Schüller, H. (2007a). „**Potenziale zur Verringerung des Unfallgeschehens an Haltestellen des ÖPNV/ÖPSV**“, Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Strassenwesen (Berichte der Bundesanstalt für Strassenwesen, Mensch und Sicherheit, Heft M 190)
- [226] Unfallforschung der Versicherer (2016). „**Massnahmen zur Reduzierung von Strassenbahnunfällen**“, Berlin: UDV (Unfallforschung kompakt Nr. 56).
- [227] <http://www.augsburger-allgemeine.de/augsburg/Augsburger-Bodenampeln-loesen-weltweites-Interesse-aus-id37609267.html>
- [228] <http://www.theguardian.com/cities/2016/apr/29/always-practise-safe-text-the-german-traffic-light-for-smartphone-zombies>
- [229] Reynolds, J. (2009). „**Exploring the road safety impacts of Platform and Easy Access Stops in Melbourne Final Report**“, Monash University, Case Studie in Transport Engineering
- [230] Castanier, C.; Paran, F.; Delhomme, P. (2012). „**Risk of crashing with a tram: Perceptions of pedestrians, cyclists and motorists**“, In: Transportation Research Part F 15 (2012) S. 387-394
- [231] Vardon, B. (2014). „**ROAD USER INTERACTION WITH NEW OR EXTENDED LRT LINES**“, AITPM 2014 National Conference
- [232] Currie, G.; Tivendale, K.; Scott, R. (2011). „**Safety at Kerbside Tram Stops – Accident Analysis and Mitigation**“, Transportation Research Record
- [233] Schagen, I.; Machata, K.; et al. (2012). „**BestPoint – Criteria for BEST Practice Demerit POINT Systems.**“, Project No. MOVE/SUB/2010/D3/300-1/S12.569987-BestPoint
- [234] SWOV – Institute for Road Safety Research (2012). „**Demerit point system**“, The Hague: SWOV Fact sheet
- [235] European Transport Safety Council (2011). „**Traffic Law Enforcement across the EU, Tackling the Three Main Killers on Europe’s Roads**“
- [236] House of Commons, Transport Committee (2016). „**Road traffic law enforcement, Second Report of Session 2015–16**“, London: The Stationary Office Limited

- [237] Zaal, D. (1994). **“Traffic law enforcement: A review of the literature “**, Clayton: Monash University & SWOV
- [238] SWOV – Institute for Road Safety Research (2013). **“Penalties in traffic“**, The Hague: SWOV Fact sheet
- [239] Zietlow, G. (2006). **“The Road Safety Cent“**, Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH
- [240] Global Road Safety Partnership (ohne Jahresangabe). **“Road Safety Management, Information Note 3: Funding“**, Genf: GRSP Road Safety
- [241] Job, S.; Zukoska, J.; Sekerinska, L.; Czapski, R.; Lines, C. (2015). **“Note on International Examples of Road Safety Funding Systems“**
- [242] Australian Government, Department of Infrastructure und Regional Development (2014). **“Black Spot Programme.“** URL: <http://investment.infrastructure.gov.au/funding/blackspots/index.aspx>
- [243] Federal Highway Administration FHWA (2014B) **“Highway Safety Improvement Program (HSIP).“**, URL – <http://safety.fhwa.dot.gov/hsip/>
- [244] Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu (2015). **“SINUS-Report 2015, Sicherheitsniveau und Unfallgeschehen im Strassenverkehr 2014“**, Bern : bfu, FVS
- [245] Nelson, A.; Scholar, V. (ohne Jahresangabe). **“Liveable Copenhagen: The Design of a Bicycle City“** Copenhagen, Seattle : Center for Public Space Research, University of Washington
- [246] Trickett, L. (2014). **“Cycle Form“**, Birmingham Council House (verschiedene Präsentation zur Veloplanung in Birmingham)
- <http://www.aviewfromthecyclepath.com/2013/04/the-netherlands-sets-best-example-but.html>
- [247] <http://www.cycling-embassy.org.uk/wiki/we-should-be-creating-networks-cycle-routes-quiet-back-streets>
<https://bicycledutch.wordpress.com/2012/05/08/no-copenhagen-thats-not-good-enough/>
- [248] ELVIK, R. (2009). **“The non-linearity of risk and the promotion of environmentally sustainable transport.“**, In: Accident Analysis and Prevention 41 (2009), S. 849-855
- [249] Schepers, P.; Hagenzieker, M.; Methorst, R.; van Wee, B.; Wegmann, F. (2014). **“A conceptual framework for road safety and mobility applied to cycling safety“**, In: Accident Analysis and Prevention 62 (2014), S. 331-340
- [250] Heydon, R.; Lucas-Smith, M. (2014). **“Making Space for Cycling – A guide for new developments and street renewals“**, London: Cyclenation
- [251] CIVITAS (2014). **“Thematic Group discussion document : Super Cycle Highways“**
- [252] Schepers, P. (2013). **“A safer road environment for cyclist“**, Delft: Technische Universität Delft (Dissertation)
- [253] Tiefbauamt des Kantons Bern (2015). **“Anlagen für den Veloverkehr“**, Bern : Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion
- [254] Bau- und Umweltschutzdirektion, Kanton Basel-Landschaft (2010). **“Fuss- und Veloverkehr in der Agglomeration Basel Wegleitung für die Gemeinden“**, Liestal: Kt. BL
- [255] Velokonferenz Schweiz (2015). **“Velobahnen, Grundlagen“** Bern : Bundesamt für Strassen ASTRA
- [256] Bundesamt für Strassen / FVS / SchweizMobil (2008). **“Planung von Velorouten, Handbuch“**, Bern : Bundesamt für Strassen ASTRA
- [257] Küng, M. (2016). **“Von wegen mehr Sicherheit : Der blinkende Fussgängerstreifen in Küttigen fällt durch“**, Aarau : AZ Zeitungen AG, az Aargauer Zeitung (Artikel vom 12.03.2016)
- [258] Gadiant, F. et al. (2013). **“Infrastrukturmassnahmen Motorradsicherheit, Empfehlungen zu Planung, Realisierung und Betrieb, Vollzugshilfe“**, Bern: Bundesamt für Strassen ASTRA
- [259] Unfallforscher der Versicherer UDV (2009). **“Bekämpfung von Baumunfällen auf Landstrassen“**, Berlin : UDV (Unfallforschung kompakt Nr 13)
- [260] Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (2007). **“Merkblatt zur Verbesserung der Verkehrssicherheit auf Motorradstrecken - MVMot“**, Bonn : FGSV-Verlag
- [261] Maier, R.; Schindler, V.; Unger, M.; Körner, M.; Scholz, Th.; Kühn, M. (2008). **“Unfallgefährdung von Motorradfahrern“**, Forschungsbericht der Unfallforschung der Versicherer..
- [262] ADAC und DVR (2010). **“Motorrad fahren – auf sicherer Strasse! Ein Leitfaden für die Praxis“**, München/Bonn: Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e. V. / Deutscher Verkehrssicherheitsrat e. V.
- [263] Walther, E. et al. (2009). **“Motorradverkehr“**, Bern: Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu (bfu-Sicherheitsdossier Nr. 05)
- [264] Unfallforscher der Versicherer UDV (2009). **“International Motorcycle Symposium 2009“**, Berlin 21-22.09.2009 (Proceedings).

- [265] Winkelbauer, M. et al. (2012). **“Powered Two Wheelers - Safety Measures Guidelines, Recommendations and Research Priorities”**, Deliverable D28 des 2BESAFE-Projektes der EU
- [266] <http://www.motorradonline.de/schlagworte/streckensperrung/359508>
- [267] SWOV – Institute for Road Safety Research (2015). **“Alcohol interlock devices”**, The Hague: SWOV Fact sheet
- [268] Coates, N. (2015). **“Obstructions in the road – Making them visible”**, AITPM 2015 National Conference
- [269] Scaramuzza, G.; Uhr, A.; Niemann, S. (2015). **“E-Bikes im Strassenverkehr – Sicherheitsanalyse”**, Bern: Beratungstelle für Unfallverhütung bfu (bfu-Report Nr. 72)
- [270] Schleinitz, K. et al. (2014). **“Pedelec-Naturalistic Cycling Study”**, Berlin: Unfallforschung der Versicherer UDV (Forschungsbericht Nr. 27)
- [271] Unfallforscher der Versicherer UDV (2014). **“Intelligente Systeme zur Verbesserung der Motorradsicherheit”**, Berlin: UDV (Unfallforschung kompakt Nr. 45)
- [272] Schüller, H., Balmberger, M.; Straumann, R.; Ulmer, M. (2014). **„Forschungspaket VeSPA, Teilprojekt 2 – Einflüsse von Situation und Infrastruktur auf das Strassenunfallgeschehen: Phase 1“**, Bern: Forschungsauftrag SVI 2012/ 003 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI).
- [273] SNR 641 721. **„Strassenverkehrssicherheit; Folgeabschätzung“**, (RIA, Road Safety Impact Assessment)
- [274] Heuel, S.; Straumann, R.; Schüller, H.; Keller, U. (2014). **„Forschungspaket VeSPA, Teilprojekt 4 – Einflüsse des Wetters auf das Strassenunfallgeschehen“**, Bern: Forschungsauftrag SVI 2012/ 005 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI).
- [275] Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu (2002). **„Erarbeitung der Grundlagen für eine Strassenverkehrssicherheitspolitik des Bundes“**, Bern: Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK; Bundesamt für Strassen ASTRA
- [276] Bundesamt für Strassen ASTRA (2005) **„Via sicura, Handlungsprogramm des Bundes für mehr Sicherheit im Strassenverkehr“**, Bern: Bundesamt für Strassen ASTRA
- [277] Bodenmann, B.R., T. Ohnmacht, H. Schüller, M. Balmberger, R. Frick, Ph. Wüthrich, B. Notter, Th. Eichholzer, L. Baumgartner und K.U. Schmitt (2013) **„Forschungspaket VeSPA: Datenlage und –qualität“**, Bern: Forschungsauftrag SVI 2012/001 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI), SVI (Arbeitsbericht)
- [278] Bundesamt für Strassen ASTRA (2010). **„MISTRA, Fachapplikation Verkehrsunfälle (VU), Instruktionen zum Unfallaufnahmenprotokoll (UAP), Anhang 1: Unfalltypen“**, Bern: ASTRA
- [279] Bundesamt für Strassen ASTRA (2010). **„MISTRA, Fachapplikation Verkehrsunfälle (VU), Instruktionen zum Unfallaufnahmenprotokoll (UAP), Anhang 2: Ursachen und Hauptursache“**, Bern: ASTRA
- [280] Deublein, M. et al. (2014) **„PURNA – Entwicklung, Anwendung und Evaluation einer Methode zur Prädiktion von Unfallrisiken auf Nationalstrassen“**, Zürich: ETH, Matrisk
- [281] Montmollin, B.; Lehmann, D.; Tripet M. (2007). **„Sécurité routière: importance du paysage dans la lisibilité de la route“**, Bern: Bundesamt für Strassen ASTRA (VSS-Forschungsbericht 2003/602)
- [282] Gerlach, J.; Ortlepp, J.; Voß, H. (2009). **„Shared Space – eine neue Gestaltungsphilosophie für Innenstädte?, Beispiele und Empfehlungen für die Praxis“**, Berlin: Unfallforscher der Versicherer
- [283] Winkelbauer, M.; Bagar, H.; Höher, G.; Wollendorfer, C. (2014) **„Kurvenschneiden bei Motorradfahrern, Bestandsaufnahme und Gegenmassnahmen“**, In: Zeitschrift für Verkehrsrecht (2014) 04
- [284] Egeler, C.; Erzinger, F.; Wälti, M.; Blumenstein, A.; Kauffmann V.; Schade, J.; Rössger, L.; Schlag, B. (2015). **„Langsamverkehrsfreundliche Lichtsignalanlagen“**, Bern: Forschungsauftrag SVI 2011/024 auf Antrag der Schweizerischen Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)
- [285] Hackenfort, M. (2012). **„Zwei von drei Velofahrenden verhalten sich regelwidrig“**, In: Newsletter „Prävention und Gesundheitsförderung SVV“ Nr. 02/2012 des Schweizerischen Versicherungsverbands
- [286] SN 640 241. **„Querungen für den Langsamverkehr, Fussgängerstreifen“**
- [287] Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen (2006). **„Merkblatt für die Anlage von Kreisverkehren“**, FGSV-Verlag, Köln
- [288] Bühlmann, F.; Spacek, P. (1997). **„Unfallgeschehen und Geometrie der Kreiselanlagen“**, Bern: Bundesamt für Strassenbau (Forschungsauftrag 17/93 auf Antrag des VSS)
- [289] Lindenmann, H. P.; Spacek, P.; Leemann N.; Belopitov, I.; Shojaati, M.; Brilon, W.; Geppert, A. (2009) **„Leistungsfähigkeit zweistreifiger Kreisel“**, Bern: Bundesamt für Strassen ASTRA (Forschungsauftrag VSS 2005/301 auf Antrag des VSS, Schlussbericht)
- [290] Doerfel, M.; Bättig, F.; Lindenmann, H. P.; Huber, Chr. A.; Berger, N. (2015). **„Verkehrssicherheit zweistreifiger Kreisel“**, Bern: Bundesamt für Strassen ASTRA (Forschungsprojekt VSS 2010/301 auf Antrag des VSS, Schlussbericht)

-
- Geppert, A. (2013). „**Verkehrsqualität und Verkehrssicherheit an zweistreifigen Kreisverkehren und an Turbokreisverkehren**“ Bochum: Lehrstuhl für Verkehrswesen der Ruhr-Universität Bochum (Dissertationsschrift, Heft 37)
-
- [292] Weidmann, U.; Kupferschmid, J.; Riegel, B.; Stölzle, W.; Klass-Wissing, T. (2015). „**Vision Mobilität Schweiz 2050**“, Zürich/St.Gallen: ETHZ/Universität St.Gallen (IVT/Lehrstuhl für Logistikmanagement)
-
- [293] Stadt Zürich, Stadtrat (2015). „**Stadtverkehr 2025**“, Zürich: Tiefbauamt
-
- [294] De Haan, P. (2011). „**Mobilitätsverhalten heute und in Zukunft**“, Bern: VCS-Tagung Öffentlicher Verkehr am 24.06.2011
-
- [295] Forum Zukunft urban Mobilität (2012). „**Zukunft urban Mobilität**“, Zürich: Schlussbericht November 2012
-
- [296] Beckmann, J. (2014). „**10 Thesen zur Zukunft der urbanen Mobilität**“, Bern: Mobilitätsakademie Oktober 2014
-
- [297] Scaramuzza G.; Degener, S.; Allenbach, R. (2016). „**SERFOR: Voranalyse „Self Explaining and Forgiving Roads**“, Bern: Bundesamt für Strassen (Schlussbericht Forschungsprojekt VSS 2012/311 auf Antrag des Schweizerischen Verbands der Strassen- und Verkehrsfachleute)
-
- [298] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2000), „**Knoten, Knoten mit Kreisverkehr**“, SN 640263.
-
- [299] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1991), „**Projektierung, Grundlagen, Geschwindigkeit als Projektierungselement**“, SN 640080b.
-
- [300] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (1999), „**Knoten, Führung des leichten Zweiradverkehrs**“, SN 640252.
-
- [301] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS (2016), „**Querungen für den Fussgänger- und leichten Zweiradverkehr, Fussgängerstreifen**“, SN 640241.
-

Projektabschluss



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: 23.08.2016

Grunddaten

Projekt-Nr.: SVI 2014/009
 Projekttitel: Forschungspaket VeSPA – Verkehrssicherheitsgewinne durch Datapooling und strukturierte Datenanalysen
 Teilprojekt 2-M: Massnahmen und Potenziale im Bereich Infrastruktur
 Enddatum: 17.11.2016

Texte

Zusammenfassung der Projektergebnisse:

Die zweite Phase des Forschungspakets VeSPA im Bereich Strasseninfrastruktur vertieft die Analysen der ersten Phase, leitet darauf aufbauend Massnahmenansätze her und bewertet diese. Grundlage stellen die Analysekollektive der Strassennetze aus den Kantonen Bern, Basel-Stadt und Zürich sowie die Autobahnen und Autostrassen des Nationalstrassennetzes dar. Unfalldaten werden mit weiteren Datensätzen zu Strasseninfrastruktur, Verkehr, Wetter, Fahrzeugen und Administrativmassnahmen kombiniert. Die Strasseninfrastruktur wird eingeteilt in Netzbereiche mit grundsätzlich unterschiedlichen Verkehrsverhalten und daraus resultierendem Unfallgeschehen: Autobahnen/Autostrassen, Strecken Ausserorts, Strecken Innerorts, Kreuzungen und Einmündungen mit LSA, Kreuzungen und Einmündungen ohne LSA, Kreisel, Siedlungsgebiete und Fussgängerstreifen. In einem mehrstufigem Analyseprozess werden aufeinander aufbauend, folgende Arbeitsschritte durchgeführt: Beschreibung Unfallstruktur, Ermittlung Auffälligkeiten, Beschreibung von Safety Performance Funktionen, expositionsbereinigte Untersuchung signifikanter Einflussgrössen, Ermittlung Auffälligkeiten sowie Einzelfallanalyse von Ausreissern und der Abgleich mit TP1-M. Eine Vielzahl der Analyseergebnisse ist bekannt und wird hiermit bestätigt. Es zeigen sich aber auch bisher weniger beachtete Auffälligkeiten, wie u. a. die Problematik des Zweiradverkehrs in Kreiseln (z. B. Velo im Kreisel im Konflikt mit einfahrenden Fahrzeugen), die Sicherheitsdefizite in der Relationstrassierung sowie im Zusammenhang mit der erhöhten Erschliessungsdichte auf Ausserortsstrecken, die Probleme in Siedlungsgebieten mit massgeblich gewerblicher und industrieller Nutzung oder das sicherheitskritische Einbiegen und Queren aus vortrittsbelasteten Zufahrten in Aussenkurven. Wichtigste und zentrale Erkenntnis dieses Forschungsprojektes ist aber Folgende: Die grössten Sicherheitsdefizite und daraus resultierende Verbesserungspotenziale liegen in der inkonsequenten Umsetzung bestehender Verfahren, Normen und Erkenntnisse mit Relevanz für die Strasseninfrastruktursicherheit.

Aufgrund des identifizierten Umsetzungsproblems werden vermehrt Sonderprogramme für Verbesserungen der Infrastruktur im Bestand vorgeschlagen. Diese Sonderprogramme betreffen vorrangig Kurven auf Ausserortsstrecken, Knoten (u. a. aufgrund deren höheren Relevanz für die wachsende Gruppe älterer Verkehrsteilnehmender) sowie den Zweiradverkehr (Velos an Knoten und Motorräder an Knoten und auf Strecken). Zahlreiche Massnahmen betreffen Anpassungen in der Klassifizierung und Ausgestaltung des Strassennetzes. Hierunter fallen auch die Stichworte selbsterklärende Strasse, Überprüfung und Anpassung einheitlicher Geschwindigkeitsregimes oder Mindeststandards für die Strassenprojektierung. Der Fuss- und Veloverkehr sollte weiterhin eine zentrale Zielgruppe für Sicherheitsmassnahmen sein, da diese Verkehrsteilnehmenden unter den schwersten Folgen bei Unfällen leiden. Es werden Ansätze zur Verbesserung der Sicherheit an Fussgängerstreifen vorgeschlagen, aber gleichzeitig auch stärker gesicherte, linienhafte Querungsanlagen gefordert. Dies kann u. U. auch den Rückbau oder Ersatz von FGS mit anderen Querungshilfen bedeuten. Eine durchgängige und an Sicherheitsaspekten ausgerichtete Veloroutenplanung, welche vor allem die Konflikte an den Knoten thematisiert, wird zukünftig mit mehr und älteren Velofahrenden an Bedeutung gewinnen. Im Bereich Education/Enforcement werden Kampagnen und Überwachungsmaßnahmen zur Reduzierung linksfahrender Velos, die schwerpunktmässige Kontrolle des Fahrens unter Einfluss von Alkohol auf Innerortsstrassen sowie die punktuelle und linienhafte Geschwindigkeitsüberwachung thematisiert. Da vor allem bei der Polizei nur eingeschränkte Ressourcen für die in hohem Masse wichtige Geschwindigkeitsüberwachung zur Verfügung stehen, wird dem Einsatz von ISA eine wichtige Rolle beigemessen. Im Gegensatz zu anderen fahrzeugseltigen Systemen, die stark durch Automobilindustrie in ihrer Verbreitung unterstützt werden, kann beim Einsatz von ISA der Bund bzw. der Gesetzgeber eine wichtige Rolle spielen.

Zielerreichung:

Zentrales Ziel bestand in der Ableitung und Bewertung von Massnahmen. Hierzu wurden zahlreiche Hinweise zu generellen Vorgehensweisen aber auch konkreten Massnahmenansätzen geliefert. Die zur Verfügung stehenden Datensätze wurden sehr detailliert ausgewertet und durchgehend für alle Netzbereiche und Unfalltypengruppen anhand von Safety Performance Funktionen visualisiert. Einzig die Ableitung aussagekräftiger Crash Modification Faktors (z. B. zur Wirksamkeit eines Radstreifens auf das Unfallgeschehen) konnte nur bedingt erfolgen, da unzureichende und inkonsistente Datensätze erhebliche Einschränkungen vorgaben. Die Problematik der fehlenden aber potenziell relevanten Datensätze wurde über eine Anpassung der Analysemethodik weitestgehend ausgeglichen.

Folgerungen und Empfehlungen:

Es braucht mit einzelnen Ausnahmen nur bedingt innovative Massnahmenansätze. Bestehende Ansätze müssen schneller, zielgerichtet und mit einer entsprechenden Finanzierung versehen, in die Praxis umgesetzt werden. In diesem Zusammenhang wird mit Nachdruck die bereits in Via sicura geforderte Verbesserung der Aus- und Weiterbildung von Fachleuten im Verkehrswesen mit Fokus auf die Verkehrssicherheit nochmals erwähnt. Grundsätzliche Schlussfolgerungen für die Praxis sind:

- unfallbasierte Zuweisung von Ressourcen
- klare Abgrenzung von Unterhalts- und Erhaltungsbudgets für Verkehrssicherheitsbelange
- Förderung flächendeckender Aus- und Weiterbildung von Fachleuten im Strassenverkehrswesen
- Aufbau und Förderung des integrierten Sicherheitsmanagements (u. a. Infrastruktur-Sicherheitsinstrumente)
- Entwicklung und Förderung von sicherheitsrelevanten Normen für das Bestandsnetz
- Förderung stärker verpflichtender (sicherheitsrelevanter) Standards und Regeln
- Einteilung und Aktualisierung der Strassennetzhierarchie nach Sicherheitsaspekten
- verbesserte Abstimmung zwischen Kantonen und Gemeinden im Sicherheitsmanagement

Publikationen:

Geplant sind Beiträge in Fachmedien (z. B. Strasse und Verkehr), in wissenschaftlichen Journals, Kurzdarstellungen auf den Homepages der Forschungsstellen, Integration einzelner Erkenntnisse in die Hochschulausbildung (Stufe Bachelor) sowie in Weiterbildungskurse. Die jährliche SVI-Forschungstagung soll ebenso als eine Multiplikationsmöglichkeit genutzt werden.

Der Projektleiter/die Projektleiterin:

Name: Schüller

Vorname: Hagen

Amt, Firma, Institut: PTV Transport Consult GmbH

Unterschrift des Projektleiters/der Projektleiterin:





FORSCHUNG IM STRASSENWESEN DES UVEK

Formular Nr. 3: Projektabschluss

Beurteilung der Begleitkommission:

Beurteilung:

Der Forschungsstelle ist es gelungen, basierend auf einem wissenschaftlichen Vorgehen (Literaturrecherche und Datenanalyse) ein konkretes Massnahmenset vorzuschlagen und zu bewerten, das die weiteren Diskussionen zur Verkehrssicherheit gewinnbringend beeinflussen wird. Alle Ziele wurden damit vollständig erreicht. Die Arbeit in dieser Phase des Pakets war für die Forschungsstelle anspruchsvoll, da zum einen hohe Erwartungen vorhanden waren und zum anderen die Möglichkeiten der Datenanalyse nahezu unbeschränkt sind.

Umsetzung:

Die Forschungsarbeit gibt konkrete Hinweise, wo und wie zukünftig angesetzt werden könnte, um die Zahl der Verkehrsoffer weiter zu reduzieren. Die wertvollen Erkenntnisse und die vorgeschlagenen Massnahmen können entweder direkt von den verantwortlichen Stellen verwendet werden oder wo erforderlich für die Umsetzung einer detaillierten Einzelplanung zugeführt werden.

weitergehender Forschungsbedarf:

Ein Monitoring der empfohlenen Massnahmen ist wissenschaftlich zu begleiten. Mit den Daten und Ergebnissen sowie zusätzlicher ausländischer Daten besteht nun auch die Möglichkeit, internationale Unterschiede und Gemeinsamkeiten im Verkehrsverhalten bezüglich der Verkehrssicherheit zu erkennen.

Einfluss auf Normenwerk:

indirekt

Der Präsident/die Präsidentin der Begleitkommission:

Name: Simma

Vorname: Anja

Amt, Firma, Institut: Bundesamt für Strassen ASTRA

Unterschrift des Präsidenten/der Präsidentin der Begleitkommission:

Anja Simma

Verzeichnis der Berichte der Forschung im Strassenwesen

Das Verzeichnis der in der letzten Zeit publizierten Schlussberichte kann unter www.astra.admin.ch (*Forschung im Strassenwesen --> Downloads --> Formulare*) heruntergeladen werden.

SVI Publikationsliste

Die Liste kann bei der [SVI](#) bezogen werden.