



# Maßnahmen zur Reduzierung von Straßenbahnunfällen

Unfallforschung kompakt

Unfallforschung  
der Versicherer





## Inhalt

Vorbemerkung	4
Einleitung und Methodik	4
Sicherheit von Straßenbahnen – bundesweite Analyse	5
Struktur und Folgen der Unfälle	7
Ergebnisse der Unfallanalyse	9
Sicherheitsanalyse von Straßenbahnnetzen	13
Detailanalyse	13
Fazit und Empfehlungen	16
Quellen	18
Impressum	19

---

## Vorbemerkung

In 60 deutschen Großstädten gibt es Straßenbahnen. Passiert ein Verkehrsunfall mit Straßenbahnen wird das wegen der besonderen Unfallschwere in den Medien thematisiert. Die Anzahl dieser Unfälle stagniert seit Jahren, während die Anzahl Getöteter und Schwerverletzter auf Innerortsstraßen insgesamt rückläufig ist.

Die Bauhaus Universität Weimar hat im Auftrag der Unfallforschung der Versicherer (UDV) erstmals für Deutschland eine umfassende Untersuchung des Unfallgeschehens auf Basis von etwa 4.100 Straßenbahnunfällen aus 58 deutschen Städten im Zeitraum 2009 bis 2011 durchgeführt. Dies ist nahezu eine Vollerhebung aller Straßenbahnunfälle in Deutschland. Ziel des Forschungsvorhabens war es, herauszufinden wie, wo und wann die verschiedenen Verkehrsteilnehmergruppen in Unfällen mit Straßenbahnen verwickelt sind, welche Folgen die Unfälle haben und welche Maßnahmen dagegen helfen können.

Diese Broschüre fasst die wesentlichen Ergebnisse der Studie der Unfallforschung der Versicherer (UDV) zusammen. Ausführliche Details können dem Forschungsbericht Nr. 37 „Maßnahmen zur Reduzierung von Straßenbahnunfällen“ entnommen werden. Dieser Forschungsbericht kann unter [www.udv.de](http://www.udv.de) kostenlos heruntergeladen werden.

---

## Einleitung und Methodik

Auf dem innerörtlichen Straßennetz deutscher Städte gehen seit Jahren die Unfallzahlen zurück, insbesondere die der Getöteten und Schwerverletzten. Dieser positiv zu bewertende Trend der Entwicklung des Unfallgeschehens gilt nicht für Unfälle in Zusammenhang mit Straßenbahnen.

## Sicherheit von Straßenbahnen – bundesweite Analyse

Die absolute Zahl der Getöteten und Schwerverletzten bei Unfällen mit Straßenbahnen bezogen auf den Gesamtverkehr ist vergleichsweise gering, wird das Unfallgeschehen jedoch auf die Fahrleistung bezogen und mit dem anderer Verkehrsmittel (z.B. Busse und Personenkraftwagen) verglichen, so hat der Straßenbahnverkehr ein relativ hohes Unfallrisiko.

Mit dem Forschungsvorhaben sollten auf Basis umfassender Unfalldaten belastbare Erkenntnisse darüber gewonnen werden, ob und durch welche Maßnahmen Straßenbahnunfälle in ihrer Anzahl oder Schwere reduziert werden können.

Bei der Bearbeitung des Forschungsvorhabens wurden im Wesentlichen zwei methodische Ansätze kombiniert. In einem ersten Schritt erfolgte für 58 deutsche Städte mit Straßenbahnbetrieb eine statistische Auswertung des Unfallgeschehens. Es wurden ausschließlich Unfälle mit Personenschaden unter Beteiligung von Straßenbahnen betrachtet. Dazu erfolgte eine Abfrage der Unfalldaten der Jahre 2009, 2010 und 2011 bei den zuständigen Behörden. Ergänzt wurden diese Unfalldaten um straßenräumliche typisierte Merkmale, so dass die statistische Auswertung auf diese Typisierungsmerkmale ausgeweitet werden konnte.

Der zweite Schritt des Forschungsvorhabens bestand aus einer vertiefenden Untersuchung von Knotenpunkten und Streckenabschnitten mit auffälligem Unfallgeschehen, um charakteristische Sicherheitsdefizite zu erfassen.

Zudem erfolgte eine nach Straßentyp differenzierte Sicherheitsbewertung ganzer Straßenbahnnetze in ausgewählten Städten.

## Sicherheit von Straßenbahnen – bundesweite Analyse

Im Rahmen einer vergleichenden Beurteilung der Verkehrssicherheit wurden Unfallzahlen und Unfallschwere von Personenkraftwagen (Pkw), Bus und Straßenbahn gegenüber gestellt. Darüber hinaus wurden aussagekräftige Unfallkenngrößen in Abhängigkeit der Fahrleistung und in Abhängigkeit der Beförderungsleistung miteinander verglichen.

Tabelle 1: Zusammengefasste Eingangsgrößen des Verkehrsmittelvergleichs

Kennzahl	Einheit	mit Beteiligung Pkw, innerorts	mit Beteiligung Bus, innerorts	mit Beteiligung Straßenbahn
<b>Unfälle</b>	<b>Anzahl/a</b>	<b>215.979</b>	<b>5.397</b>	<b>1.814</b>
• mit Getöteten	Anzahl/a	690	27	36
• mit Schwerverletzten	Anzahl/a	23.558	706	340
• mit Leichtverletzten	Anzahl/a	142.386	4.026	1.054
• mit schwerw. Sachschaden	Anzahl/a	49.346	638	385
<b>Verunglückte</b>	<b>Anzahl/a</b>	<b>205.928</b>	<b>7.286</b>	<b>1.463</b>
• Getötete	Anzahl/a	719	29	41
• Schwerverletzte	Anzahl/a	25.394	784	210
• Leichtverletzte	Anzahl/a	179.815	6.473	1.212
<b>Unfallkosten</b>	<b>Mio. Euro</b>	<b>7,611</b>	<b>224</b>	<b>99</b>
<b>Fahrleistung</b>	<b>Mrd. Fzg.-km</b>	<b>182,32</b>	<b>1,08</b>	<b>0,30</b>
<b>Beförderungsleistung</b>	<b>Mrd. P.-km</b>	<b>272,61</b>	<b>18,53</b>	<b>16,48</b>

Quellen: [DESTATIS und Ifeu]

## Sicherheit von Straßenbahnen – bundesweite Analyse

Bei der Betrachtung der absoluten Unfallzahlen (Tabelle 1) ist zu erkennen, dass Unfälle mit Beteiligung von Straßenbahnen vergleichsweise selten sind. Auch die Anzahl der Verunglückten ist absolut betrachtet bei Straßenbahnunfällen relativ gering. Jedoch sterben bei Straßenbahnunfällen mehr Menschen als bei Unfällen mit Bussen; und das, obwohl Straßenbahnen in nur relativ wenigen deutschen Städten unterwegs sind. Die Unfallschwere bei Straßenbahnunfällen ist insgesamt auch deutlich höher als bei Unfällen mit Pkw und Bussen (Abbildung 1). Als Maß der Unfallschwere werden die durchschnittlichen volkswirtschaftlichen Kosten je Unfall innerorts betrachtet. Bei Unfällen mit Personenschaden zeigt sich für Straßenbahnunfälle eine um ca. 50 Prozent höhere Unfallschwere gegenüber Pkw und ca. 30 Prozent höhere Unfallschwere gegenüber Unfällen mit Bussen.

Der relative Bezug auf die Gesamtfahrleistung berücksichtigt, dass Straßenbahnen im Vergleich, insbesondere zum Pkw, aber auch zum Bus, eine wesentlich geringere Gesamtfahrleistung aufweisen. Die damit verbundene geringere Unfallwahrscheinlichkeit wird somit in der Bewertung durch die Berechnung der Unfallrate und die Folgen dieser Unfälle durch die Unfallkostenrate erfasst. Die Betrachtung der Beförderungsleistung berücksichtigt, dass Fahrten von Straßenbahnen nur durch eine Vielzahl von zusätzlichen Fahrten durch Busse und noch mehr durch Pkw kompensiert werden könnte.

Es zeigt sich, dass die Straßenbahn bezogen auf die gefahrenen Kilometer ein vergleichsweise unsicheres Verkehrsmittel ist (Abbildungen 2a und 2b). Die Unfallkostenrate liegt bei Straßenbahnen im Vergleich zum Pkw

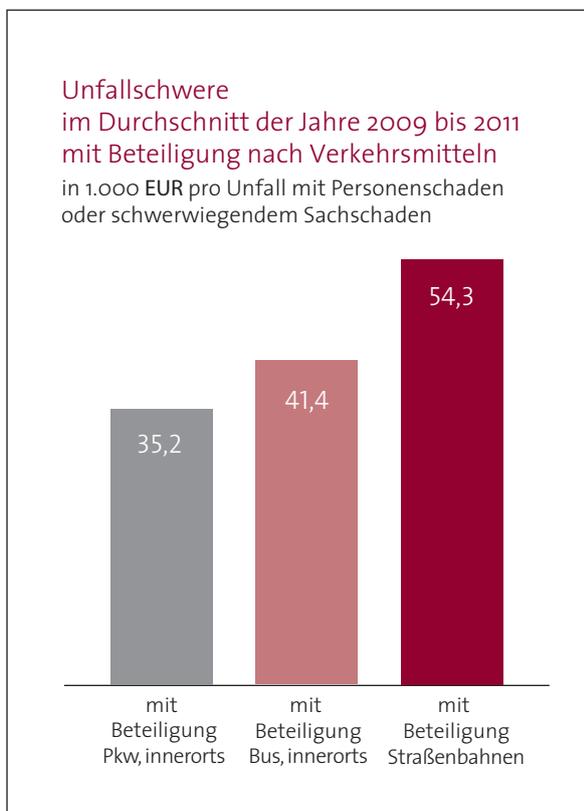


Abbildung 1: Verkehrsmittelvergleich nach Unfallschwere

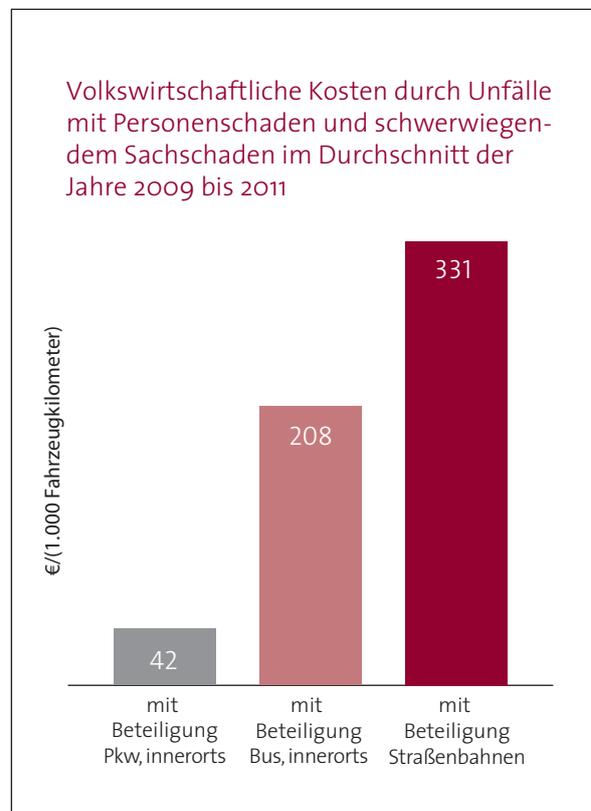


Abbildung 2a): Verkehrsmittelvergleich nach Fahrleistungen

um das 8-fache höher. Werden nur die Unfälle mit Getöteten betrachtet, erhöht sich das Risiko sogar auf das etwa 35-fache. Bezogen auf die beförderten Personen ist die Straßenbahn jedoch ein vergleichsweise sicheres Transportmittel. Das Unfallkostenrisiko (Unfallkosten je 1.000 Personen-Kilometer) bei Straßenbahnen beträgt insgesamt etwa nur 20 Prozent von dem der Pkw. Werden jedoch nur Unfälle mit Getöteten betrachtet, so weisen, bezogen auf die jeweilige Personenbeförderungsleistung, Straßenbahn, Bus und Pkw ein ähnlich hohes Unfallrisiko auf.

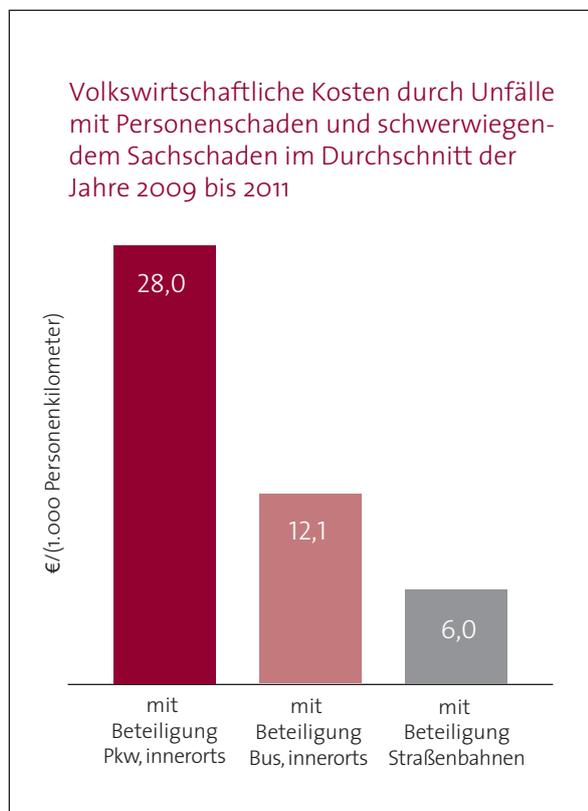


Abbildung 2b): Verkehrsmittelvergleich nach Beförderungsleistungen

## Struktur und Folgen der Unfälle

Datengrundlage und Datenaufbereitung

Für die Auswertung lagen die Unfalldaten der polizeilich aufgenommenen Unfälle mit Personenschaden der Jahre 2009 bis 2011 mit Beteiligung von Straßenbahnen von 58 deutschen Städten vor (Tabelle 2), das entspricht nahezu einer vollständigen Erfassung aller Straßenbahnunfälle Deutschlands über diese drei Jahre. Tabelle 2 und Tabelle 3 geben eine Übersicht über die Anzahl und Struktur der Verunglückten nach der Art der Verkehrs-beteiligung und der Schwere der Unfälle (Unfallkategorie).

Tabelle 2: Analysierte polizeilichen Unfalldaten (2009–2011, 58 Städte)

Unfall-kategorien	Anzahl Unfälle	dabei Verunglückte nach Unfallschwere		
		Anzahl Getötete	Anzahl Schwer-verletzte	Anzahl Leicht-verletzte
Unfall mit Getöteten:	100	100	6	58
Unfall mit Schwer-verletzten:	956	-	997	497
Unfall mit Leichtverletzten:	3.043	-	-	3.913
<b>Unfälle Gesamt:</b>	<b>4.099</b>	<b>100</b>	<b>1.003</b>	<b>4.468</b>
			<b>5.571</b>	

## Struktur und Folgen der Unfälle

Tabelle 3: Übersicht der bei Straßenbahnunfällen Verunglückten (2009–2011, 58 Städte)

Unfallkategorie		Unfall mit Getöteten	Unfall mit Schwerverletzten	Unfall mit Leichtverletzten	Summe
<b>Anzahl der Unfälle bei bekannter Unfallfolge nach Beteiligungsart *</b>		<b>93</b>	<b>864</b>	<b>2.693</b>	<b>3.650</b>
dabei Getötete nach Art der Verkehrsbeteiligung	Fußgänger	70	-	-	70
	Radfahrer	15	-	-	15
	Pkw-Insassen	7	-	-	7
	Straßenbahninsassen	1	-	-	1
	übrige Verkehrsteilnehmer	0	-	-	0
	<b>Summe Getötete</b>	<b>93</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>93</b>
dabei Schwerverletzte nach Art der Verkehrsbeteiligung	Fußgänger	2	333	-	335
	Radfahrer	0	134	-	134
	Pkw-Insassen	2	248	-	250
	Straßenbahninsassen	0	130	-	130
	übrige Verkehrsteilnehmer	0	46	-	46
	<b>Summe Schwerverletzte</b>	<b>4</b>	<b>891</b>	<b>-</b>	<b>895</b>
dabei Leichtverletzte nach Art der Verkehrsbeteiligung	Fußgänger	0	8	513	521
	Radfahrer	0	3	206	209
	Pkw-Insassen	3	74	1.176	1.253
	Straßenbahninsassen	53	276	1.298	1.627
	übrige Verkehrsteilnehmer	0	9	174	183
	<b>Summe Leichtverletzte</b>	<b>56</b>	<b>370</b>	<b>3.367</b>	<b>3.793</b>

\* Hinweis: Für 449 Unfälle standen die Unfallfolgen differenziert nach den einzelnen Verkehrsbeteiligten nicht zur Verfügung.

Für Auswertungen nach fahrleistungsbezogenen Kenngrößen von Straßenbahnunfällen wurden diese in Bezug zur Straßenbahnverkehrsstärke gesetzt, die querschnittsbezogen aus den Fahrplandaten ermittelt wurde.

Neben den polizeilich erfassten Merkmalen der vorliegenden Unfalldaten wurden den lokalisierten Unfällen weitere verkehrliche und straßenräumliche Merkmale für die anschließende Bewertung der Straßenverkehrsin-

frastruktur zugeordnet. Die Erfassung erfolgte im Wesentlichen aus Luftbildern und Befahrungsbildern bekannter Kartendienste. Die zusätzlich erhobenen Informationen sind Merkmale z.B. zur Entwurfssituation, Querschnittstyp, Haltestellenform, Knotenpunktmerkmale (Abstand, Knotenpunktform, Anzahl Zufahrten und Fahrstreifen, Querschnittstypen der Zufahrten) und Querungshilfenmerkmale (Abstand, Art der Querungshilfe).

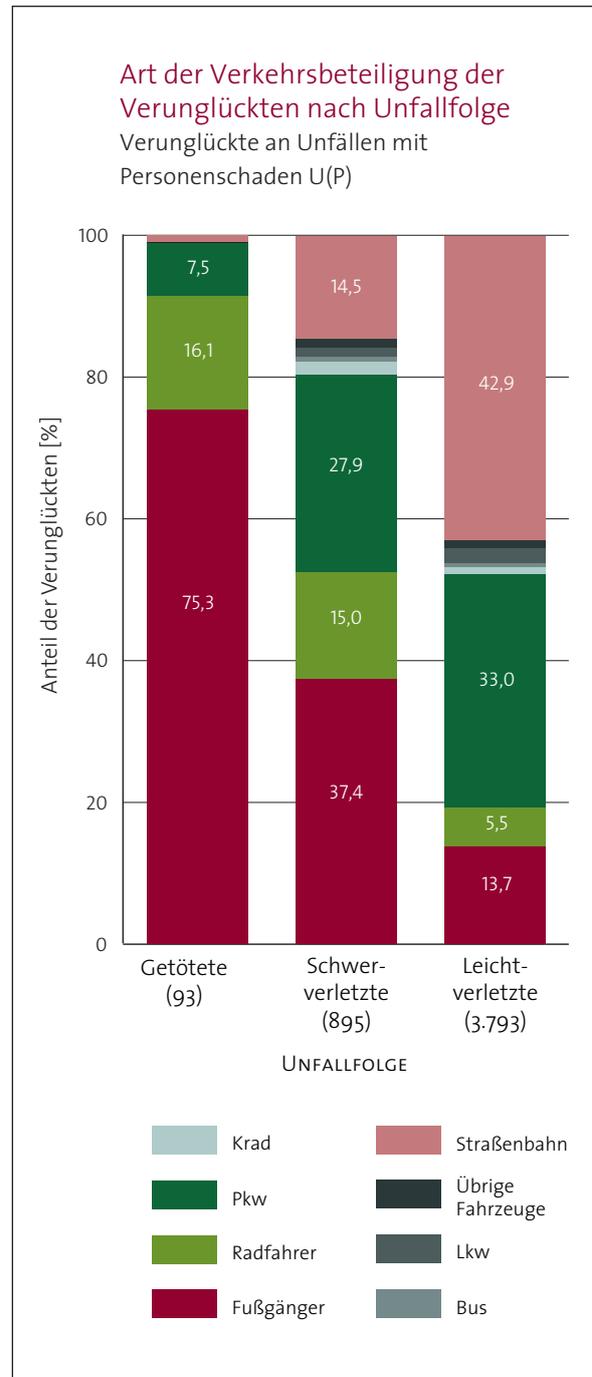
## Ergebnisse der Unfallanalyse

Über 4.000 Unfälle mit Personenschaden unter Beteiligung von Straßenbahnen wurden detailliert analysiert. Im Folgenden werden die wesentlichen Ergebnisse dargestellt.

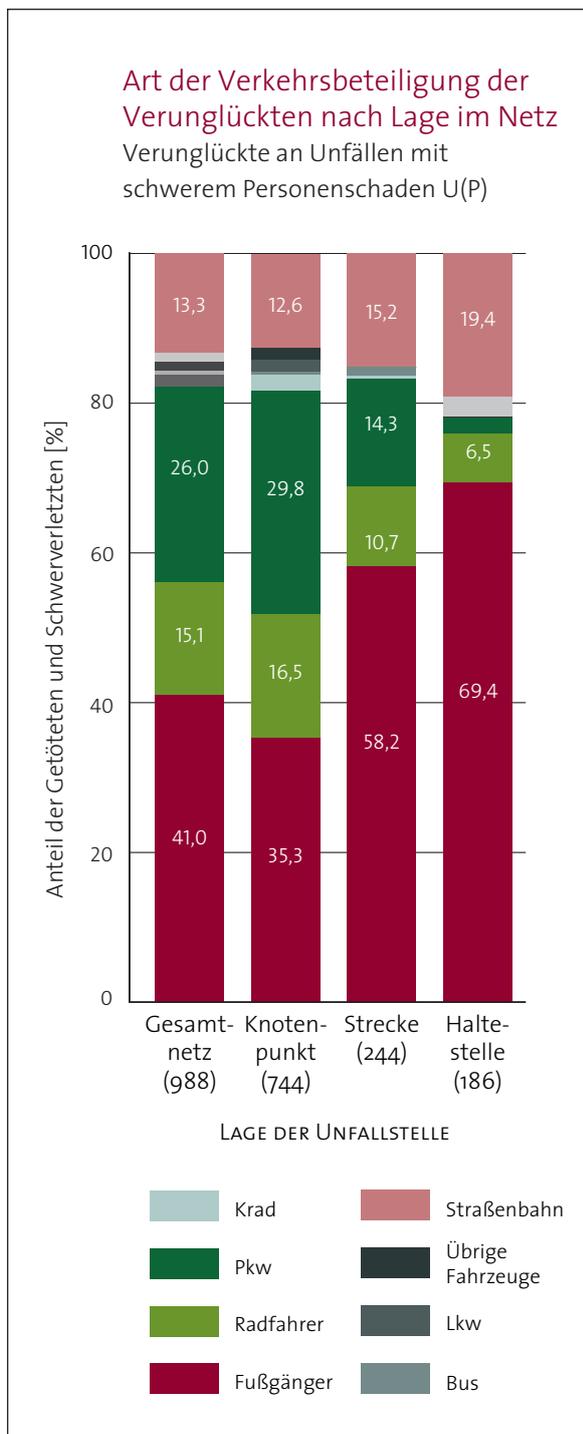
Fußgänger haben bei den Getöteten und bei den Schwerverletzten den weitaus größten Anteil (Abbildung 3). Radfahrer sind bei Unfällen mit Schwerverletzten ebenfalls überproportional betroffen. Bei den Leichtverletzten dominieren dagegen die Insassen von Straßenbahnen und Pkw.

Bei besonderer Betrachtung der Getöteten und Schwerverletzten nach der Lage der Unfallstelle im Netz (Abbildung 4) zeigt sich, dass Fußgänger überproportional an Strecken und Haltestellen schwer verunglücken. Absolut ereignen sich die meisten Unfälle mit schwerem Personenschaden bei Fußgängern an den Knotenpunkten.

Abbildung 3:  
Verunglückte nach Unfallfolge  
und Art der Verkehrsbeteiligung



## Ergebnisse der Unfallanalyse



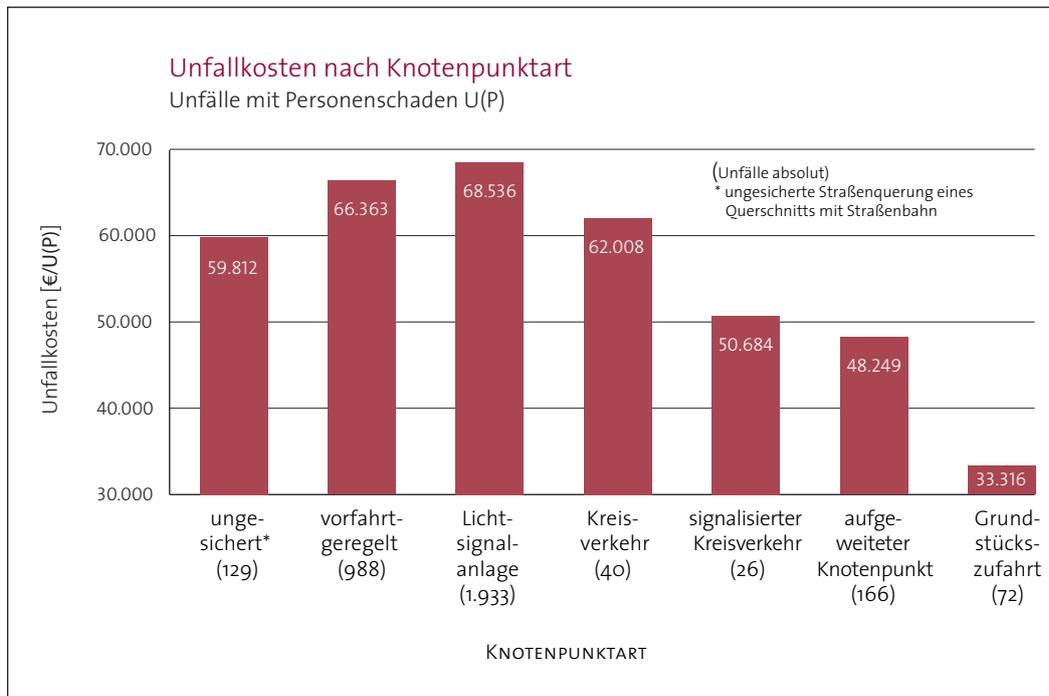
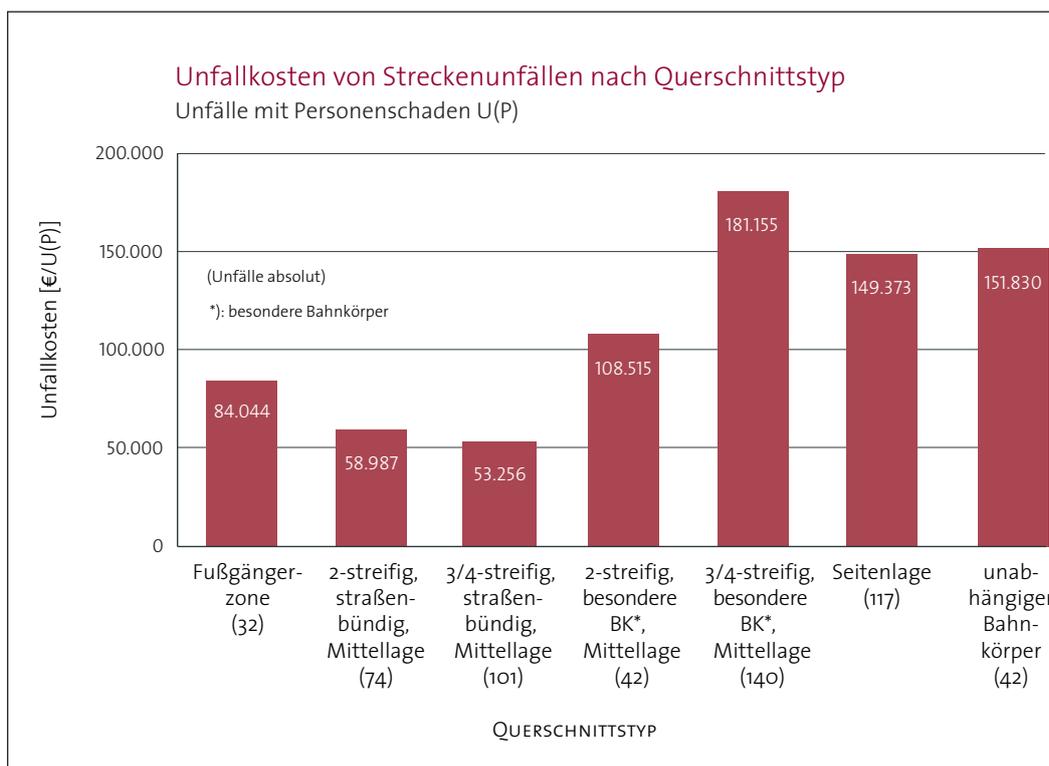
Bei Betrachtung der Hauptverursacher aller Straßenbahnunfälle mit Personenschaden ist zu erkennen, dass Straßenbahnen nur in relativ wenigen Fällen (15,7 Prozent) selbst Hauptverursacher von Straßenbahnunfällen sind. Etwa ein Drittel davon betrifft Alleinunfälle.

Aufgrund der unterschiedlichen Verunglücktenstruktur und Verteilung der Hauptverursacher der Straßenbahnunfälle wurde bei der detaillierten Betrachtung der Unfälle im Rahmen der Forschungsarbeit nach Art der Verkehrsbeteiligung und Lage der Unfallstelle differenziert.

Insbesondere lichtsignalgeregelte Knotenpunkte und 3- bzw. 4-streifige Straßen mit besonderem Bahnkörper in Mittellage weisen eine hohe Unfallschwere auf (Abbildung 5 und Abbildung 6). Bei diesen Unfällen ist der Anteil der Fußgänger als Hauptverursacher besonders hoch.

Abbildung 4:  
Getötete und Schwerverletzte  
nach Lage im Netz und Art der  
Verkehrsbeteiligung

## Ergebnisse der Unfallanalyse

Abbildung 5:  
Unfallsschwere  
nach Knoten-  
punktartAbbildung 6:  
Unfallsschwere  
nach Quer-  
schnittstyp

Ergebnisse der Unfallanalyse

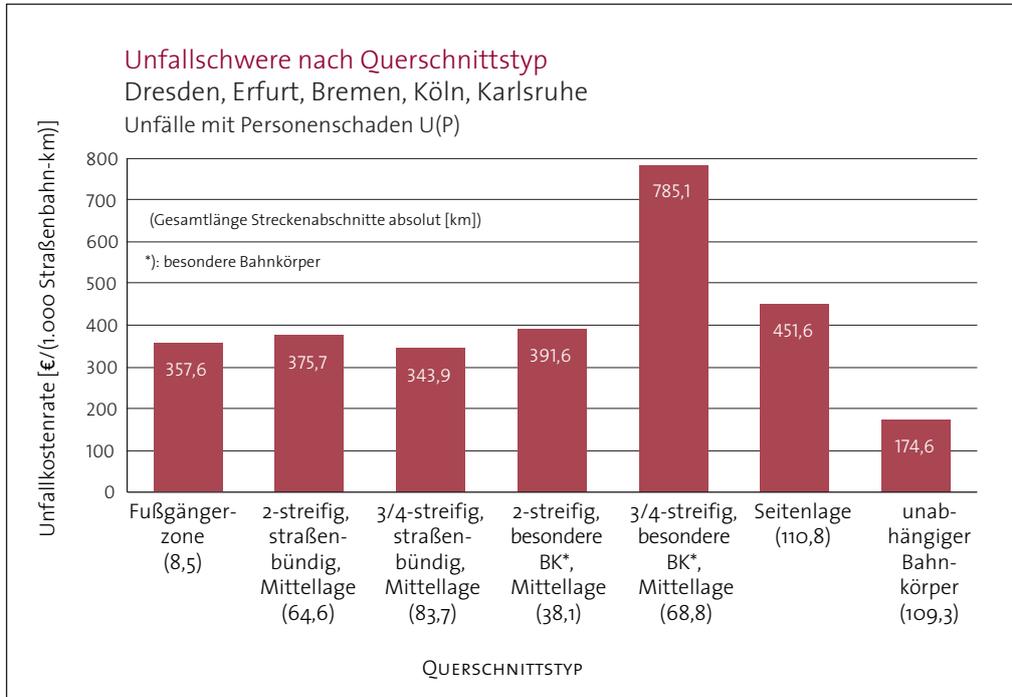


Abbildung 7:  
Unfallkostenrate  
nach Querschnittstyp alle  $U_{Strab}(P)$

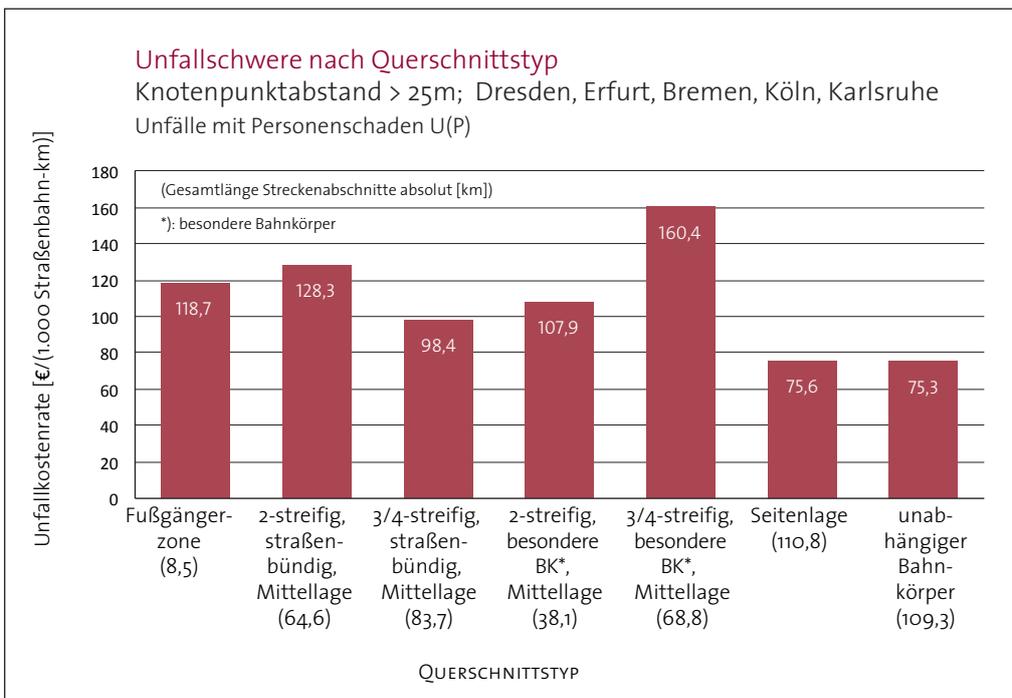


Abbildung 8:  
Unfallkostenrate  
nach Querschnittstyp Nur  $U_{Strab}(P)$   
außerhalb von  
Knotenpunkten

---

## Sicherheitsanalyse von Straßenbahnnetzen

Um längenbezogene Merkmalsverteilungen und differenzierte Unfallkenngrößen zu erhalten, wurde für fünf Städte (Dresden, Bremen, Köln, Karlsruhe und Erfurt) eine gesonderte Netzanalyse bezüglich der Merkmalsausprägungen differenziert nach Querschnittstypen und RAST-Entwurfssituationen durchgeführt.

Basis der Unfalldaten bildeten die vorliegenden georeferenzierten, polizeilich erfassten Unfalldaten, die in ein Geoinformationssystem (GIS) importiert und auf dem jeweiligen Liniennetz übertragen wurden. Die Unfälle wurden dabei Netzsegmenten zugeteilt. Netzsegmente mit derselben Merkmalsausprägung wurden zusammengefasst und die dazugehörigen Unfallkenngrößen berechnet und analysiert.

Die wesentlichen Ergebnisse für Unfälle außerhalb von Knotenpunkten lassen sich für die untersuchten Querschnittstypen wie folgt zusammenfassen.

Der 3- bzw. 4-streifige Querschnitt mit besonderem Bahnkörper in Mittellage ist hinsichtlich der Unfallfolgen besonders auffällig (Abbildung 7), selbst dann, wenn nur die Unfälle außerhalb von Knotenpunkten (Abbildung 8) betrachtet werden. Die Unfallanalyse weist zudem hier eine besonders hohe Unfallschwere auf.

Der unabhängige Bahnkörper zeigt sich insgesamt als sicherster Querschnittstyp. Wenn hier jedoch Unfälle geschehen, sind die jedoch meist besonders schwer (s. Abbildung 6). Dieser Querschnitt ist jedoch in der Regel eher bei Neubau oder am Stadtrand zu realisieren.

Der Querschnitt mit Führung der Straßenbahn in Seitenlage zeigt zwar unter Berücksichtigung der Knotenpunkunfälle keinen wesentlichen Sicherheitsgewinn (Abbildung 7). Außerhalb der Knotenpunkte ist dieser Quer-

schnitt allerdings ähnlich sicher wie der unabhängige Bahnkörper, auch wenn die Unfälle, die hier geschehen, besonders schwer sind (Abbildung 6).

Werden die Ergebnisse der Untersuchungen von BAIER/MAIER, bei der auch Unfälle des Kfz-Verkehrs betrachtet wurden, berücksichtigt, können der unabhängige Bahnkörper und der Bahnkörper in Seitenlage als die insgesamt sichersten Führungsformen von Straßenbahnen bewertet werden.

---

## Detailanalyse

Um Rückschlüsse auf mögliche unfallbegünstigende Umstände der einzelnen Verkehrsanlagen zu erhalten, wurde eine Detailanalyse einschließlich einer Ortsbesichtigung an 21 ausgewählten Knotenpunkten und 11 Streckenabschnitten durchgeführt.

Ziel war es, weitere straßenräumliche Merkmale und Besonderheiten aufzunehmen sowie Defizite der Infrastruktur zu erkennen. Dafür wurden Bestandteile der Örtlichen Unfalluntersuchung nach dem Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen (M UKO) und des Sicherheitsaudits nach Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Straßen (ESAS) zusammengeführt. Die Dokumentation und Darstellung der Erkenntnisse der Ortsbesichtigungen erfolgte in Steckbriefen.

Im Ergebnis zeigten sich an allen begangenen Örtlichkeiten Abweichungen von den Vorgaben in aktuellen Regelwerken, die sicherheitsrelevant sein können. Oft wurde den allgemeinen Grundsätzen für eine sichere Gestaltung durch Erkennbarkeit, Begreifbarkeit, Einheitlichkeit, Befahrbarkeit/ Begehbarkeit und Übersichtlichkeit nicht entsprochen.

Bei den untersuchten Verkehrsanlagen, war jedoch eine Vielzahl der Unfälle auch auf mangelnde Akzeptanz der Verkehrsregelungen zurückzuführen. Hinzu kommt, dass

## Detailanalyse

Tabelle 4: Charakteristische Sicherheitsdefizite an Knotenpunkten

Knotenpunkte		
Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage	Fußgänger	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fehlende Sichtfelder im Fall von Ausfall der Lichtsignalanlage und zur Erhöhung der Wahrnehmbarkeit bevorrechtigter Schienenfahrzeuge</li> <li>- Keine umwegefremde geradlinige Führung über Fußgängerfurten in jedem Knotenpunktarm</li> <li>- Grundsatz des durchgängigen Betriebs Tag und Nacht nicht beachtet</li> <li>- Eingeschränkte Sicht auf Signalgeber</li> <li>- Unterschiedliche Freigabezeit hintereinanderliegender Furten</li> </ul>
	Radfahrer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fehlende Sichtfelder im Fall von Ausfall der Lichtsignalanlage und zur Erhöhung der Wahrnehmbarkeit bevorrechtigter Schienenfahrzeuge</li> <li>- Fehlende zusätzliche Signalgeber für den Radverkehr bei Führung des Radverkehrs auf der Fahrbahn und gemeinsamer Signalisierung mit dem Kfz-Verkehr</li> </ul>
	Kfz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fehlende Sichtfelder im Fall von Ausfall der Lichtsignalanlage und zur Erhöhung der Wahrnehmbarkeit bevorrechtigter Schienenfahrzeuge</li> <li>- Schlechte Erkennbarkeit und Begreifbarkeit der Lichtsignalsteuerung</li> <li>- Grundsatz des durchgängigen Betriebs Tag und Nacht nicht beachtet</li> <li>- Fehlende Erkennbarkeit von signalisierten Gleisquerungen außerhalb von Verkehrsknotenpunkten</li> <li>- Fehlender Zeitvorsprung oder räumlicher Vorsprung für Straßenbahnen im Fall von Missachtung von Fahrtrichtungsgeboten</li> <li>- Keine/ ungeeignete Unterstützung von Fahrtrichtungsgeboten</li> <li>- Unzureichende Anzahl an zulässigen Wendemöglichkeiten bei baulich getrennten Bahnkörpern mit anschließendem Verbot des Wendens oder Abbiegens am Knotenpunkt</li> <li>- Eingeschränkte Sicht auf Signalgeber</li> <li>- Unvollständige Signalisierung</li> </ul>
	Haltestelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fehlende geschwindigkeitsdämpfende Elemente für Radfahrer an Rampen von Hochbahnsteigen</li> </ul>
Knotenpunkte ohne Lichtsignalanlage	Fußgänger	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine geeigneten Überquerungsanlagen über bevorrechtigte Zufahrten</li> </ul>
	Radfahrer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine geeigneten Überquerungsanlagen über bevorrechtigte Zufahrten</li> <li>- Schlechte Erkennbarkeit, Begreifbarkeit, Übersichtlichkeit, Einheitlichkeit und Befahrbarkeit der Radverkehrsanlagen</li> <li>- Fehlende Möglichkeit des Linksabbiegens für Radfahrer</li> </ul>
	Kfz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fehlende Signalisierung trotz mangelnder Erkennbarkeit, Begreifbarkeit, Übersichtlichkeit, Einheitlichkeit und/oder einer relevanter Knotenstrombelastung</li> </ul>
Kreisverkehrsplätze	Fußgänger	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Überquerungsstellen zu weit von der Kreisfahrbahn abgesetzt</li> <li>- Einheitlichkeit der Zu- und Ausfahrten ist nicht gegeben</li> </ul>
	Radfahrer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine signaltechnische Sicherung bei Führung von Straßenbahnen über die Kreisfahrbahn</li> </ul>
	Kfz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine signaltechnische Sicherung bei Führung von Straßenbahnen über die Kreisfahrbahn</li> <li>- Überschreitung der Kapazität des Kfz-Verkehrs mit Rückstau auf die Gleisquerung in der Kreisfahrbahn</li> </ul>

Tabelle 5: Charakteristische Sicherheitsdefizite der freien Strecke

Strecken		
Besondere Bahnkörper in Mittellage	Fußgänger	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unzureichende Aufstellflächen zwischen Gleisbereich und Fahrbahn bei linearem Überquerungsbedarf</li> <li>- Fehlende Überquerungsanlage bei ausgeprägtem Überquerungsbedarf</li> <li>- Lage der Querungshilfe außerhalb der Fußgängerüberquerungslinien</li> <li>- Bei Signalregelung im Gleisbereich keine Unabhängigkeit von der Signalisierung der Fahrbahnfurten</li> <li>- Unterschiedliche Freigabezeit hintereinanderliegender Furten</li> <li>- Keine Eindeutige Signalisierung der Straßenbahn in Verbindung mit den Signalbildern Fo (Halt) und F1 (Fahrt freigegeben) an signalisierten Querungsstellen</li> <li>- Lange Wartezeiten/Sperrzeiten für Fußgänger</li> </ul>
	Radfahrer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Besonderer Bahnkörper von Straßenbahnen ist zu Lasten ausreichender Flächen für andere Nutzungsansprüche</li> <li>- Keine Verhinderung der Mitbenutzung von ÖPNV-Fahrestreifen mit Gleisen durch Radfahrer</li> </ul>
	Kfz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Besondere Bahnkörper sind nicht baulich durch Borde von der Fahrbahn abgegrenzt</li> </ul>
	Haltestelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Umwegebehaftete Anbindung der Haltestelle für Fußgänger</li> <li>- Lage der Haltestelle gewährleistet keine sichere Erreichbarkeit für Fahrgäste</li> <li>- Fehlende zusätzliche Sicherheitseinrichtungen (Umlaufgitter, zusätzliche Signalgeber in geringer Höhe, akustische Signale) bei unübersichtlichen Querungsstellen, gradliniger Führung oder bei hohem Fußgänger- und Radverkehrsaufkommen</li> <li>- gradlinige Führung querender Fußgänger und Radfahrer über die Haltestelleninsel</li> <li>- Freigabezeiten der Fußgängerfurten als Haltestellenzugang nicht auf einfahrende ÖPNV-Fahrzeuge abgestimmt</li> <li>- Keine Anrampung der Haltestelleninsel zur Überquerungsstelle</li> </ul>
Besondere Bahnkörper in Seitenlage	Fußgänger	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fehlende Überquerungsanlage bei ausgeprägtem Überquerungsbedarf</li> <li>- Lage der Querungshilfe außerhalb der Fußgängerüberquerungslinien</li> <li>- Unterschiedliche Freigabezeit hintereinanderliegender Furten</li> <li>- Keine eindeutige Signalisierung der Straßenbahn in Verbindung mit den Signalbildern Fo (Halt) und F1 (Fahrt freigegeben) an signalisierten Querungsstellen</li> <li>- Lange Wartezeiten/ Sperrzeiten für Fußgänger</li> </ul>
	Radfahrer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fehlende zusätzliche Sicherheitseinrichtungen (Umlaufgitter, zusätzliche Signalgeber in geringer Höhe, akustische Signale) bei unübersichtlichen Querungsstellen, gradliniger Führung oder bei hohem Fußgänger- und Radverkehrsaufkommen</li> <li>- fehlende Signalisierung oder fehlende Umlaufgitter von Querungsstellen für den Radverkehr außerhalb von Knotenpunkten z.B. im Zuge von Radverkehrsachsen</li> <li>- Besonderer Bahnkörper von Straßenbahnen ist zu Lasten ausreichender Flächen für andere Nutzungsansprüche</li> <li>- Keine Verhinderung der Mitbenutzung von ÖPNV-Fahrestreifen mit Gleisen durch Radfahrer</li> </ul>
	Haltestelle	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Freigabezeiten der Fußgängerfurten als Haltestellenzugang nicht auf einfahrende ÖPNV-Fahrzeuge abgestimmt</li> </ul>
Straßenbündige Bahnkörper	Fußgänger	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sichteinschränkung durch abgestellte Fahrzeuge nicht zuverlässig verhindert</li> </ul>

## Fazit und Empfehlungen

Strecken		
Unabhängige Bahnkörper	Fußgänger	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fehlende Überquerungsanlage bei ausgeprägtem Überquerungsbedarf</li> <li>- Lage der Querungshilfe außerhalb der Fußgängerüberquerungslinien</li> <li>- das Queren wird an nicht dafür vorgesehenen Stellen unzureichend wirksam unterbunden</li> </ul>
	Radfahrer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fehlende zusätzliche Sicherungseinrichtungen (Umlaufgitter, zusätzliche Signalgeber in geringer Höhe, akustische Signale) bei unübersichtlichen Querungsstellen, gradliniger Führung oder bei hohem Fußgänger- und Radverkehrsaufkommen</li> </ul>
	Straßenbahn	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fehlende Durchsetzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit für Straßenbahnfahrzeuge</li> <li>- geringe Sichtweiten</li> </ul>

Querungsstellen im Zusammenhang mit Fußgängerunfällen häufig nicht an den dafür notwendigen Stellen, z.B. im Zuge von Fußgängerachsen, lagen. Auch Haltestellen in Mittellage waren häufig nur an einem Bahnsteigende mit einer Querungshilfe angebonden.

Beim Kfz-Verkehr wurde beobachtet, dass an Bahnkörpern in Mittellage häufig verbotswidrig über den Gleiskörper links abgebogen wird. Unfälle mit Radfahrern gibt es, wenn die Vorfahrt der Straßenbahn nicht erkannt wird oder Radfahrer ohne anzuhalten die Schienen überqueren.

Aus den Ergebnissen wurde eine die ESAS ergänzende Prüfliste zur Bewertung straßenbahnbezogener Infrastruktur erstellt. Sie können bei Planung und Auditierung unterstützend herangezogen werden. Die Tabellen 4 und 5 fassen die Sicherheitsdefizite nach Art der Verkehrsanlage differenziert nach der jeweiligen Verkehrsteilnehmergruppe zusammen.

## Fazit und Empfehlungen

Insgesamt ereignen sich an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlagen (48 Prozent), vorfahrtsgeregelten Knotenpunkten (23 Prozent) und Strecken in Mittellage mit 3 bzw. 4 Kfz-Fahstreifen (7 Prozent) die meisten Unfälle mit schwerem Personenschaden. Aus der Unfallanalyse konnten Hinweise gewonnen werden, wo bei Planung

und Betrieb von Straßenbahnverkehrsanlagen in Abhängigkeit von der Art der Verkehrsteilnahme und der Form der Verkehrsanlage besondere Sorgfaltspflicht geboten ist.

Unter Berücksichtigung der Knotenpunkunfälle zeigt sich, dass Bahnkörper in Mittellage deutlich weniger sicher sind als in Seitenlage oder unabhängige Bahnkörper. Bei den beiden letzteren ist dabei auf der Strecke auf eine ausreichende Anzahl und die sichere Gestaltung von gut erkennbaren und übersichtlichen Querungshilfen zu achten. An diesen Stellen sollte die Erkennbarkeit von Gleisen und die Bevorrechtigung von Straßenbahnen betont sowie die Erkennbarkeit und Begreifbarkeit der Lichtsignalsteuerung optimiert werden.

Der 3- bzw. 4-streifige Querschnitt mit besonderem Bahnkörper in Mittellage hat die höchste Unfallkostenrate bezogen auf die Straßenbahnbelastung. Auffällig bei den besonderen Bahnkörpern ist die überproportionale Anzahl an Fußgängern als Hauptverursacher. Querungshilfen liegen häufig außerhalb der Fußgängerwegverbindungen. Darüber hinaus sind Querungshilfen häufig nicht richtliniengerecht gesichert und deren Lichtsignalanlagen oft durch lange Wartezeiten und einen langen Rot-Nachlauf nach Durchfahrt der Straßenbahnen geprägt. Der Sicherung des querenden Fußgängerverkehrs kommt daher eine besondere Bedeutung zu. Dazu sollte eine sorgfältige Analyse des Querungsbedarfs durchgeführt und eine entsprechende Anzahl von sicheren Überquerungsstellen vorgesehen werden. Zudem sollte die Begreifbarkeit der Lichtsignale und auch ihre Akzeptanz verbessert werden.

## Fazit und Empfehlungen

An Knotenpunkten sind besondere Bahnkörper vor allem dann unfallauffällig, wenn Kraftfahrzeuge widerrechtlich abbiegen bzw. wenden. Durch die bauliche Gestaltung und verkehrstechnische Sicherung von Wendemöglichkeiten auf der freien Strecke und an den Knotenpunkten kann der Abbiegedruck reduziert werden. Zusätzlich sollten Straßenbahnen an lichtsignalgeregelten Knotenpunkten gegenüber abbiegenden Kraftfahrzeugen einen Zeit- oder Wegevorsprung erhalten.

Bei der Betrachtung der Unfallkostenraten auf Basis der Straßenbahnverkehrsstärken wurden für lichtsignalgeregelte Knotenpunkte und vorfahrtgeregelte Knotenpunkte ähnliche Unfallkostenraten ermittelt. Bei hohen Verkehrsstärken sind Lichtsignalknotenpunkte dabei vergleichsweise sicherer. Der Unterschied zwischen den beiden Knotenpunktarten ergibt sich im Wesentlichen aber aus der unterschiedlichen Struktur der Hauptverursacher. Während bei Unfällen an unsignalisierten Knotenpunkten überproportional häufig Kraftfahrzeuge Hauptverursacher sind, sind Fußgänger und Radfahrer häufig überproportional Unfallverursacher an Knotenpunkten mit Lichtsignalanlagen. Häufig festgestellte Defizite an den auditierten Lichtsignalknotenpunkten sind die mangelnde Erkennbarkeit der Schienenfahrzeuge und die unzureichende Erkennbarkeit der Signalgeber. Zudem wird das Rotlicht in vielen Fällen durch Fußgänger und Radfahrer missachtet. Häufig wurde zudem festgestellt, dass Radfahrer mit hoher Geschwindigkeit die Gleise queren, falls nicht Umlaufgitter zu einer Reduzierung der Geschwindigkeit oder zum Absteigen beitragen. Auch an unsignalisierten Knotenpunkten tragen mangelnde Erkennbarkeit, Übersichtlichkeit oder Begreifbarkeit zum Unfallgeschehen bei.

Bei den Ortsbegehungen im Rahmen der Detailanalyse konnten aufbauend auf diesen und weiteren Erkenntnissen charakteristische Sicherheitsdefizite an Knotenpunkten und Strecken ermittelt werden. Darunter zählen unter anderem:

- schlechte Erkennbarkeit, Begreifbarkeit und Übersichtlichkeit von Knotenpunkten,

- unterschiedliche Freigabezeiten hintereinanderliegender Fußgängerfurten,
- eingeschränkte Sicht auf die Signalgeber,
- fehlende Überquerungsanlagen für Radfahrer über bevorrechtigte Zufahrten,
- Nachtabstaltung von Signalanlagen.

Ergänzt wurden diese gewonnenen Erkenntnisse um bereits bekannte Prüfkriterien von Straßenbahnverkehrsanlagen bei der Bewertung nach den „Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Straßen“ (ESAS). Die innerhalb dieses Forschungsvorhabens erarbeitete Defizitcheckliste stellt eine Ergänzung der durch BAIER im Rahmen der Fortschreibung der ESAS erstellten Prüfpunkte für Innerortsstraßen dar.

Aus den gewonnenen Erkenntnissen lassen sich folgende Empfehlungen ableiten:

Mehrstreifige Straßenquerschnitte mit dem Bahnkörper in Mittellage haben sich als unfallkritischer herausgestellt als eine Führung in Seitenlage oder auf unabhängigem Bahnkörper. Daher sollte bei Neu-/Um- und Ausbau die Führung in Seitenlage bevorzugt werden. Dort, wo ausreichend Fläche vorhanden ist, sollte der unabhängige Bahnkörper bevorzugt werden. Nur wenn dies nicht möglich ist, sollte die Mittellage geprüft werden. Dabei sind insbesondere die Knotenpunktbereiche hinsichtlich Verkehrssicherheit sehr sorgfältig zu planen.

An Knotenpunkten ist auf eine gut erkennbare Straßenbahnführung, ausreichende und gesicherte Überquerungsstellen für Fußgänger und auf gesicherte Führung abbiegender Kraftfahrzeuge zu achten. Der Kreuzungsbereich und auch die angrenzenden Seitenräume sind von Sichthindernissen und möglichst auch von harten Hindernissen freizuhalten, gegen die im Falle einer Kollision Fahrzeuge gedrückt werden könnten.

An bestehenden Querschnitten sind gesicherte Fußgängerquerungen dort nachzurüsten, wo ein punktueller Querungsbedarf besteht, gebündelte Fußgängerströme auftreten oder es vermehrt zu kritischen Situationen oder Unfällen beim Überqueren kommt. Welche Siche-

## Quellen

rungsarten sich dafür besonders eignen, wird derzeit in einem Forschungsprojekt der Bundesanstalt für Straßenwesen untersucht. Das Wenden und Abbiegen von Kraftfahrzeugen ist möglichst signaltechnisch gegenüber der Straßenbahn zu sichern oder baulich bzw. verkehrstechnisch zu unterbinden.

Straßenbahnen sollten an signalisierten Knotenpunkten gesonderte Phasen erhalten (konfliktfreie Führung). Es sollten grundsätzlich Sicherheitsaudits bei der Neu-/Um- oder Ausbauplanung von Verkehrsanlagen mit Straßenbahnbetrieb durchgeführt werden. Auch für den Bestand empfehlen sich Audits, um bestehende potenzielle Sicherheitsdefizite zu erkennen und zu beseitigen, insbesondere wenn es sich um Unfallhäufungsstellen handelt. Hierfür wurde im Rahmen des Projekts eine spezifische Checkliste entwickelt. Diese Checkliste kann auch Verkehrsbetriebe oder Unfallgutachter bei der Analyse von Unfällen unterstützen.

Neben den infrastrukturellen Maßnahmen gibt es auch weitere Maßnahmen zur Verbesserung der aktiven und passiven Sicherheit von Straßenbahnfahrzeugen und zur Beeinflussung des Verkehrsverhaltens. Hierzu sind jedoch noch vertiefende Forschungen erforderlich.

Es sollte durch entsprechende Forschungen geprüft werden, ob durch die Entwicklung aktiver und passiver fahrzeugseitiger Technologien an Straßenbahnen deren Verkehrssicherheit verbessert werden kann. Dazu gehört z.B. die automatische Erkennung von Konfliktsituationen durch kreuzende Verkehrsteilnehmer. Dies könnte verbunden sein mit einer automatisierten Warnung an den Fahrer oder auch an andere Verkehrsteilnehmer durch Klingelzeichen. Denkbar wäre auch die Einleitung einer Bremsung. Dies würde einerseits den Straßenbahnfahrer entlasten und andererseits die Straßenbahninsassen auf eine eventuelle bevorstehende stärkere Bremsung (Notbremsung) vorbereiten. Darüber hinaus sollten Forschungen durchgeführt werden, die sich mit einer energieabsorbierenden und weichen Gestaltung der Frontseite von Straßenbahnen beschäftigen, um die Unfallfolgen bei Kollisionen mit Fußgängern, Radfahrern sowie Kraftfahrzeugen gleichermaßen zu reduzieren.

Es sollten Untersuchungen durchgeführt werden, um geeignete Kampagnen zur Sensibilisierung aller Verkehrsteilnehmer zu entwickeln. Dazu gehören z.B. zielgruppenspezifische Ansprachen von Kraftfahrern hinsichtlich unbedachten Wendens oder von Fußgängern hinsichtlich unaufmerksamen Querens.

---

## Quellen

- BAIER 2014. Baier, R. Checklisten zum Sicherheitsaudit, Defizitarten innerorts; Entwurf 14.10.2014; unveröffentlicht
- BAIER, MAIER et al. 2007. Baier, R., Maier R., Aurich, A., Klemp, A., Sicherheitsgrad von Stadtstraßen mit und ohne schienengebundenem ÖPNV; im Auftrag von: Unfallforschung der Versicherer; Schlussbericht, 30.06.2007; unveröffentlicht
- BRANNOLTE, GRIESSBACH, PLANK-WIEDENBECK 2016. Maßnahmen zur Reduzierung von Unfällen mit Straßenbahnen im Auftrag von: Unfallforschung der Versicherer; Schlussbericht, Berlin 2016
- DESTATIS 2010-2012. Statistisches Bundesamt, Verkehrsunfälle; Fachserie 8, Reihe 7, 2009-2011; Wiesbaden 2010-2012 (jährlich)
- FGSV 2002. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Merkblatt zur Örtlichen Untersuchung in Unfallkommissionen (M Uko), FGSV-Nr.: 316/1, Köln 2012
- FGSV 2002. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Empfehlungen für das Sicherheitsaudit von Straßen (ESAS), FGSV-Nr.: 288, Köln 2002
- Ifeu 2013. Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Transport Emission Model (TREMOM 2013) im Auftrag von: Umweltbundesamt Version 5.3 (2012) Datenabruf: 19.06.2013 (Gohlisch, G., Fachgebiet 3.1 Umwelt und Verkehr, Umweltbundesamt) unveröffentlicht



Gesamtverband der Deutschen  
Versicherungswirtschaft e.V.

Wilhelmstraße 43/43 G, 10117 Berlin  
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin

Telefon 030 . 20 20 - 58 21  
Fax 030 . 20 20 - 66 33

[unfallforschung@gdv.de](mailto:unfallforschung@gdv.de)  
[www.udv.de](http://www.udv.de)  
[www.gdv.de](http://www.gdv.de)

Facebook: [facebook.com/unfallforschung](https://facebook.com/unfallforschung)  
Twitter: [@unfallforschung](https://twitter.com/unfallforschung)  
YouTube: [youtube.com/unfallforschung](https://youtube.com/unfallforschung)

Redaktion:  
Dr.-Ing. Jean Emmanuel Bakaba,  
Dipl.-Ing. Jörg Ortlepp

Gestaltung:  
pensiero KG, [www.pensiero.eu](http://www.pensiero.eu)

Bildquellen:  
Unfallforschung der Versicherer

Erschienen: 04/2016



Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.

Wilhelmstraße 43/43G, 10117 Berlin  
Postfach 08 02 64, 10002 Berlin

Tel.: 030/20 20 - 50 00, Fax: 030/20 20 - 60 00  
[www.gdv.de](http://www.gdv.de), [www.udv.de](http://www.udv.de)