

Bewertung von Ortsumgehungen aus Sicht der Verkehrssicherheit

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Verkehrstechnik Heft V 203



bast

Bewertung von Ortsumgehungen aus Sicht der Verkehrssicherheit

von

Richard Dohmen
Michael Vieten
Tabea Kesting
Ursula Dürhager
Regina Funke-Akbiyik

IGS Ingenieurgesellschaft Stolz mbH
Neuss

**Berichte der
Bundesanstalt für Straßenwesen**

Verkehrstechnik Heft V 203

bast

Die Bundesanstalt für Straßenwesen veröffentlicht ihre Arbeits- und Forschungsergebnisse in der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen**. Die Reihe besteht aus folgenden Unterreihen:

A - Allgemeines
B - Brücken- und Ingenieurbau
F - Fahrzeugtechnik
M - Mensch und Sicherheit
S - Straßenbau
V - Verkehrstechnik

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben.

Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Die Hefte der Schriftenreihe **Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen** können direkt beim Wirtschaftsverlag NW, Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bgm.-Smidt-Str. 74-76, D-27568 Bremerhaven, Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0, bezogen werden.

Über die Forschungsergebnisse und ihre Veröffentlichungen wird in Kurzform im Informationsdienst **Forschung kompakt** berichtet. Dieser Dienst wird kostenlos abgegeben; Interessenten wenden sich bitte an die Bundesanstalt für Straßenwesen, Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit.

Impressum

Bericht zum Forschungsprojekt FE 82.278/2004:
Bewertung von Ortsumgehungen aus Verkehrssicherheitsicht

Projektbetreuung

Markus Lerner

Herausgeber

Bundesanstalt für Straßenwesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 04) 43 - 0
Telefax: (0 22 04) 43 - 674

Redaktion

Stabsstelle Presse und Öffentlichkeitsarbeit

Druck und Verlag

Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
Postfach 10 11 10, D-27511 Bremerhaven
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0
Telefax: (04 71) 9 45 44 77
Email: vertrieb@nw-verlag.de
Internet: www.nw-verlag.de

ISSN 0943-9331
ISBN 978-3-86918-085-4

Bergisch Gladbach, Februar 2011

Kurzfassung – Abstract

Bewertung von Ortsumgehungen aus Sicht der Verkehrssicherheit

Ziel der Untersuchung war es, ein standardisiertes Verfahren zur Abschätzung der Auswirkungen von Ortsumgehungen auf die Verkehrssicherheit zu entwickeln. Dieses Verfahren soll den Netzzusammenhang berücksichtigen und eine Bilanzierung der Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen ermöglichen. Dabei sind auch Umbaumaßnahmen und veränderte Verkehrsregelungen in den Ortsdurchfahrten, sofern diese im Zusammenhang mit der Ortsumgehung realisiert werden, zu berücksichtigen. Damit soll eine verbesserte Entscheidungsgrundlage für die Bewertung von Ortsumgehungen aus Verkehrssicherheitssicht zur Verfügung gestellt werden.

Das standardisierte Verfahren wurde anhand von konkreten Beispielen auf seine Aussagegenauigkeit hin überprüft. Hierfür wurden die realen Verkehrssicherheitswirkungen von 21 umgesetzten Ortsumgehungen in einem definierten relevanten Straßennetz erhoben und bilanziert.

Bei der Bilanzierung der Verkehrssicherheitswirkungen der 21 Beispiele im Vorher-Nachher-Vergleich zeigte sich, dass die Knotenpunkte im Zuge der Ortsumgehungen wesentlich dazu beitragen, ob der Vorher-Nachher-Vergleich positiv oder negativ ausfällt.

Resümierend kann festgehalten werden, dass über das (neue) Berechnungsverfahren die Möglichkeit besteht, die Auswirkungen von Ortsumgehungen auf die Verkehrssicherheit mit relativ geringem Aufwand abzuschätzen, wenn die Verkehrsbelastungen für den Vorher-Fall (ohne Ortsumgehung) und für den Nachher-Fall (mit Ortsumgehung) zur Verfügung stehen. Das Verfahren weist die voraussichtlichen Verkehrssicherheitswirkungen, die durch den Bau einer Ortsumgehung im Straßennetz entstehen, in ihrer Tendenz und den Absolutzahlen genauer aus als das derzeit angewendete Verfahren nach EWS.

Der Originalbericht enthält als Anhänge Detailinformationen zu den untersuchten 21 Beispielen (ANH. 1) sowie den Schlussbericht der ergänzenden Untersuchung „Analytisches Verfahren zur Ermittlung der Sicherheit von Ortsdurchfahrten“, die von der

Technischen Universität Dresden durchgeführt wurde (ANH. 2). Auf den Abdruck dieser Anhänge wurde in der vorliegenden Veröffentlichung verzichtet. Sie liegen bei der Bundesanstalt für Straßenwesen vor und sind dort einsehbar. Verweise auf die Anhänge im Berichtstext wurden zur Information des Lesers beibehalten.

Evaluation of bypass roads from road safety point of view

Aim of the research project was to develop a standardized practice to estimate the effects of bypasses on road safety. This method should regard the structure of the road network and allow to balance the impacts of bypasses on road safety. The practice should offer a better basis for the evaluation of road bypasses.

Based on concrete examples the standardized procedure has been verified on his statement accuracy. For this the real effects on traffic safety of 21 implemented bypasses in a defined relevant road network were collected and balanced.

When balancing the traffic safety impacts of the 21 examples in a pre-post comparison it was noticed that the nodes, realized as part of the bypass roads, make a decisive contribution on the balance of the pre-post-comparison to be positive or negative.

All in all can be summerized that with the new method it will be possible to estimate the effects of bypasses on road safety with low effort if the traffic load during the pre-period (without bypass) and during the past-period (with bypass) will be known. The new approach quantifies the traffic safety impacts, caused by the construction of a bypass in the road network in tendency and absolute figures, more realistic than the currently applied procedure by EWS.

The original report contains detailed information about the 21 samples investigated (Appendix 1) and the final report of the additional investigation on “An analytical procedure to determine the safety of town through-roads” carried out by Dresden Technical University (Appendix 2). These appendices were not included in this publication.

They are available from the Federal Highway Research Institute and may be viewed there. References to these appendices in the body of the report were retained for the information of the reader.

Inhalt

| | | | | | |
|----------|---|----|----------|--|----|
| 1 | Einleitung | 7 | 4 | Standardisierte Unfallkenngrößen | 33 |
| 1.1 | Ausgangssituation | 7 | 4.1 | Grundlagen | 33 |
| 1.2 | Ziel und Aufgabenstellung | 8 | 4.1.1 | Grundlagen für den Außerorts- bereich | 33 |
| 1.3 | Genereller Untersuchungsansatz | 9 | 4.1.2 | Grundlagen für den Innerorts- bereich | 34 |
| 2 | Grundlagen der Unfall- datenanalyse | 10 | 4.2 | Allgemeines zu den standardisierten Unfallkenngrößen | 35 |
| 2.1 | Möglichkeiten zur Beschreibung der Verkehrssicherheit | 10 | 4.2.1 | Unfälle mit leichtem Sachschaden | 35 |
| 2.2 | Unfalldichten | 11 | 4.2.2 | Anpassung der Unfallkostensätze für Unfälle mit Personenschaden | 36 |
| 2.3 | Unfallraten für die Strecken- abschnitte und Knotenpunkte | 12 | 4.3 | Standardisierte Unfallkenngrößen für den Außerortsbereich | 37 |
| 2.4 | Unfallkostensätze | 12 | 4.3.1 | Bisherige Erkenntnisse | 37 |
| 2.5 | Unfallkostenraten | 13 | 4.3.2 | Unfallkenngrößen für Knotenpunkte im Außerortsbereich | 37 |
| 3 | Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen | 14 | 4.3.3 | Unfallkenngrößen für Einfluss- bereiche an Knotenpunkten im Außerortsbereich | 38 |
| 3.1 | Bisherige Erkenntnisse | 14 | 4.3.4 | Unfallkenngrößen für freie Strecken im Außerortsbereich | 40 |
| 3.2 | Aufbau der Datengrundlage für Untersuchungsbeispiele | 16 | 4.3.5 | Übertragbarkeit der Unfallkenn- größen auf Ortsumgehungen | 40 |
| 3.2.1 | Auswahl geeigneter Orts- umgehungen | 16 | 4.4 | Unfallkenngrößen für den Innerortsbereich | 41 |
| 3.2.2 | Abgrenzung des relevanten Untersuchungsnetzes | 17 | 4.4.1 | Bisherige Erkenntnisse | 41 |
| 3.2.3 | Verkehrsbelastungen | 18 | 4.4.2 | Unfallkenngrößen für Knotenpunkte im Innerortsbereich | 42 |
| 3.2.4 | Unfallzahlen | 20 | 4.4.3 | Unfallkenngrößen für Einfluss- bereiche an Knotenpunkten im Innerortsbereich | 44 |
| 3.3 | Verkehrssicherheitswirkungen für die Untersuchungsbeispiele | 23 | 4.4.4 | Unfallkenngrößen für freie Strecken im Innerortsbereich | 47 |
| 3.3.1 | Allgemeines | 23 | 4.4.5 | Übertragbarkeit der Unfallkenn- größen auf Ortsdurchfahrten | 49 |
| 3.3.2 | Straßennetzlängen | 23 | 5 | Ansätze zur Bewertung der Ver- kehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen | 49 |
| 3.3.3 | Fahrleistungen | 24 | 5.1 | Vorhandene Bewertungsverfahren | 49 |
| 3.3.4 | Anzahl der Unfälle | 25 | 5.1.1 | Empfehlungen für die Sicherheits- analyse von Straßennetzen (ESN) | 49 |
| 3.3.5 | Unfalldichte | 26 | 5.1.2 | Bewertungsverfahren der Bundes- verkehrswegeplanung (BVWP) | 50 |
| 3.3.6 | Unfallraten für die ausgewählten Untersuchungsbeispiele | 27 | | | |
| 3.3.7 | Unfallkosten | 28 | | | |
| 3.3.8 | Unfallkostenraten | 32 | | | |
| 3.3.9 | Beurteilung der Verkehrssicherheits- wirkungen der erhobenen Beispiele | 33 | | | |

| | | |
|------------------|--|-----------|
| 5.1.3 | Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen | 51 |
| 5.1.4 | Beurteilung der Bewertungsverfahren | 52 |
| 5.2 | Grundlagen für ein Bewertungsverfahren | 52 |
| 5.2.1 | Abgrenzung des relevanten Untersuchungsnetzes | 52 |
| 5.2.2 | Abschnittseinteilung des Straßennetzes | 53 |
| 5.2.3 | Typisierung der Strecken, Einflussbereiche und Knoten | 54 |
| 5.2.4 | Verkehrsbelastungen | 56 |
| 5.3 | Konzept für ein Bewertungsverfahren | 56 |
| 5.4 | Überprüfung des Bewertungsverfahrens anhand der Beispiele | 59 |
| 5.4.1 | Vergleich der berechneten Unfallkosten mit den realen Werten | 59 |
| 5.4.2 | Vergleich der über Unfallkostenraten ermittelten Sicherheitswirkungen von Ortsumgehungen mit realen Werten | 63 |
| 5.5 | Vergleich mit bestehenden Bewertungsverfahren | 65 |
| 6 | Verfahren zur Bewertung der Verkehrssicherheit von Ortsumgehungen | 66 |
| 6.1 | Ablauf des Bewertungsverfahrens | 66 |
| 6.2 | Abgrenzung des relevanten Straßennetzes | 66 |
| 6.3 | Typisierung der Streckenabschnitte und Knotenpunkte | 67 |
| 6.4 | Ermittlung der Verkehrsbelastungen im Ohne- und im Mit-Fall | 67 |
| 6.5 | Unfallkostenraten für Strecken- und Knotenpunkttypen | 67 |
| 6.6 | Ermittlung der Unfallkosten für die Strecken und Knoten | 69 |
| 6.7 | Bilanzierung der Verkehrssicherheit | 70 |
| 6.8 | Berechnungsblatt zur Bestimmung der Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen | 70 |
| Literatur | | 72 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-------|---|
| BMVBW | Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen |
| BMVBS | Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) |
| BVWP | Bundesverkehrswegeplan |
| DTV | Durchschnittlicher täglicher Verkehr [Kfz/24h] |
| ESN | Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen |
| EWS | Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen |
| FE | Forschungs- und Entwicklungsvorhaben |
| L | Länge [km] |
| OD | Ortsdurchfahrt |
| OU | Ortsumgehung |
| SVZ | Straßenverkehrszählung |
| t | Zeit [a] |
| U | Unfälle |
| U(LS) | Sonstige Unfälle mit Sachschaden |
| U(LV) | Unfälle mit leichtem Personenschaden (Leichtverletzte) |
| U(P) | Unfälle mit Personenschaden |
| U(S) | Unfälle mit Sachschaden |
| U(SP) | Unfälle mit schwerem Personenschaden (Getötete und Schwerverletzte) |
| U(SS) | Schwerwiegende Unfälle mit Sachschaden |
| UD | Unfalldichte [U/a·km] |
| UK | Unfallkosten [€] |
| UKD | Unfallkostendichte [1.000-€/a·km] |
| UKR | Unfallkostenraten [€/1.000·Kfz·km] |
| UR | Unfallraten [U/10 ⁶ ·Kfz·km] |
| WU | Unfallkostensatz [€/U] |

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) betreibt das „Programm für mehr Sicherheit im Straßenverkehr“ und verdeutlicht dadurch, dass die Erhöhung der Verkehrssicherheit zu den zentralen Zielen der Verkehrspolitik in Deutschland gehört.

Die Bemühungen in diese Richtung waren bisher insgesamt recht erfolgreich. Trotz einer weiteren Zunahme der Kfz-Fahrleistung sind die Indikatoren des Unfallgeschehens insgesamt rückläufig. So nahm die Anzahl der polizeilich erfassten Unfälle im Zeitbereich 2000 bis 2008 geringfügig von ca. 2,35 Mio. auf 2,29 Mio. ab. Deutlicher ist der Rückgang der Anzahl der Personenschäden im gleichen Zeitraum: Die Anzahl der bei Verkehrsunfällen getöteten Personen reduzierte sich von 7.503 auf 4.477; das entspricht einer Abnahme um über 40 %. Ähnlich stark reduzierte sich auch die Anzahl der bei Verkehrsunfällen verletzten Personen (von 504.074 auf 409.047) [BAST 2009]. Diese Zahlen belegen, dass durch gezielte Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit eine spürbare Verbesserung der Gesamtunfallsituation erreichbar ist.

Neben einer Vielzahl weiterer Aktivitätsbereiche (z. B. Verkehrsverhaltenstraining, Rettungswesen, Fahrzeugtechnik, Straßenraumgestaltung) wird dieses Ziel auch durch die Realisierung von Ortsumgehungen verfolgt. Dies wird u. a. dadurch deutlich, dass in dem Bedarfsplan, der im Oktober 2004 in Kraft getreten ist, für die Bundesfernstraßen 850 Ortsumgehungen aufgenommen wurden.

Durch die Umlenkung von Verkehrsströmen aus den Ortsdurchfahrten auf Umgehungsstraßen werden Straßenabschnitte, die in der Regel eine hohe Unfallbelastung aufweisen, entlastet und die Verkehrsströme auf Außerortsabschnitte, die entsprechend den neuesten Erkenntnissen bzgl. Verkehrsablauf, Leistungsfähigkeit und insbesondere Verkehrssicherheit gestaltet sind, verlagert. Dadurch soll nicht nur die Verkehrssicherheit erhöht werden; zusätzlich werden die Verkehrsqualität für den Durchgangsverkehr verbessert, sensible Bereiche vom Verkehr entlastet und damit Faktoren wie die Lärm- und Schadstoffbelastung, die Trennwirkung von Verkehrsachsen und die innerörtliche Umfeldqualität insgesamt positiv beeinflusst.

Um die Bauwürdigkeit von Ortsumgehungen nachzuweisen, wird in der Regel das Verfahren der gesamtwirtschaftlichen Nutzen-Kosten-Analyse eingesetzt. Die „Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen EWS“ [FGSV 1997] beschreiben ein solches Verfahren, das für die Bewertung von Infrastrukturmaßnahmen im Straßennetz eingesetzt wird. Ähnliche Ansätze werden im BVWP-Bewertungsverfahren [BMVBW 2005], aber auch bei den gesamtwirtschaftlichen Bewertungen für verschiedene Landesstraßenbedarfspläne eingesetzt.

Gemeinsam ist allen Verfahren, dass die Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit als eine wesentliche Nutzenkomponente Berücksichtigung finden und somit das Bewertungsergebnis maßgebend beeinflussen. Grundsätzlich besteht bei der Bewertung die Möglichkeit, das reale Unfallgeschehen – meist durch Auswertung der Unfalldaten der zurückliegenden drei Jahre – zu nutzen oder alternativ die Bewertung auf standardisierte Unfallraten oder Unfallkostenraten aufzubauen. Solche standardisierte Raten werden u. a. im BVWP-Verfahren vorgegeben.

Da bei der gesamtwirtschaftlichen Bewertung das gesamte Straßennetz, auf dem sich durch die Maßnahme – z. B. eine Ortsumgehung – Änderungen der Verkehrsbelastungen ergeben, einzubeziehen ist, erfolgt im Rahmen der Verfahren eine Bilanzierung der Verkehrssicherheitswirkungen über dieses „relevante“ Straßennetz (im vorliegenden Fall Ortsumgehung und Ortsdurchfahrt). Somit existieren bereits Verfahrensansätze, mit denen die Unfallwirkungen von Ortsumgehungen bilanziert werden. Auf diese methodischen Ansätze wurde im Rahmen der Untersuchung aufgebaut.

Bei den gesamtwirtschaftlichen Bewertungen für den Bundesverkehrswegeplan und die Landesstraßen-Bedarfspläne werden Rück- und Umbaumaßnahmen in den Ortsdurchfahrten meist nicht berücksichtigt. Dies liegt u. a. daran, dass sich aufgrund der Rückstufung der Ortsdurchfahrten die Baulastträgerschaft ändert und deshalb keine verbindlichen Aussagen zu solchen Maßnahmen getroffen werden können.

Dementsprechend werden bei der Bewertung die tatsächlich zu erwartenden Verkehrsverlagerungen auf die Ortsumgehung und damit auch die Wirkungen auf die Verkehrssicherheit im Einzelfall möglicherweise unterschätzt. Insofern können sich hier

Unterschiede zwischen den Berechnungsergebnissen der Bewertung und den tatsächlichen Wirkungen zeigen.

Daneben hat sich in der Vergangenheit auch herausgestellt, dass durch die Realisierung von Ortsumgehungen zwar die Unfallzahlen deutlich reduziert werden; aufgrund der oft größeren Streckenlänge der Ortsumgehungen im Vergleich zur Ortsdurchfahrt und der höheren Geschwindigkeit auf den Ortsumgehungen (Außerortsbereich) ergeben sich aber auch gegenläufige Effekte. Diese müssen durch eine möglichst sichere Gestaltung und Verkehrsregelung auf den Ortsumgehungen so weit wie möglich reduziert werden.

1.2 Ziel und Aufgabenstellung

Ziel der Untersuchung ist es, ein standardisiertes Verfahren zur Abschätzung der Auswirkungen von Ortsumgehungen auf die Verkehrssicherheit zu entwickeln. Dieses Verfahren soll den Netzzusammenhang berücksichtigen und eine Bilanzierung der Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen ermöglichen. Dabei sind auch Umbaumaßnahmen und veränderte Verkehrsregelungen in den Ortsdurchfahrten, sofern diese im Zusammenhang mit der Ortsumgehung realisiert werden, zu berücksichtigen. Damit soll eine verbesserte Entscheidungsgrundlage für die Bewertung von Ortsumgehungen aus Verkehrssicherheitssicht zur Verfügung gestellt werden.

Dementsprechend waren im Rahmen der Untersuchung die folgenden Aspekte zu berücksichtigen:

- Die Rahmenbedingungen für eine sinnvolle Abgrenzung des Untersuchungsnetzes, insbesondere im Innerortsbereich, sollten festgelegt werden. Es war zu klären, ob die Einbeziehung der eigentlichen Ortsdurchfahrt in das Untersuchungsnetz reicht oder ob zusätzliche Strecken des innerörtlichen Straßennetzes – insbesondere wenn eine Ortsumgehung Zwischenanbindungen aufweist – berücksichtigt werden müssen.
- Zu klären war außerdem, welche Maßnahmen nach Realisierung der Ortsumgehung im innerörtlichen Straßennetz häufig realisiert werden und wie sich diese auf die Verkehrssicherheit auswirken. Hierzu wurden die Erfahrungen aus realisierten Ortsumgehungen recherchiert.

- In den Bewertungsverfahren aus [FGSV 1997] und [BMVBW 2005] erfolgt eine Typisierung des Straßennetzes. Diese orientiert sich allerdings nicht nur an den Bedürfnissen einer Verkehrssicherheitsbewertung, sondern hat auch die übrigen Aspekte, die im Rahmen der gesamtwirtschaftlichen Bewertung einbezogen werden, zu berücksichtigen. Insofern war zu prüfen, ob die Streckentypisierung den Anforderungen einer Bewertung von Ortsumgehungen aus Sicht der Verkehrssicherheit entspricht oder ob speziell ausgerichtet auf das Unfallgeschehen eine veränderte Typisierung der Strecken und Knoten sinnvoll ist.
- Für die Außerortsstrecken ist aus vorliegenden Untersuchungen bekannt, dass insbesondere die Knotenpunkte und ihre Ausbildung wesentlichen Einfluss auf das Unfallgeschehen haben. Für die Ortsdurchfahrten erfolgte eine entsprechende Analyse im Rahmen des Forschungsvorhabens. Dementsprechend war für das Untersuchungsnetz eine Differenzierung der Typisierung nach Streckenabschnitten und Knotenpunkten sinnvoll.
- Zur Ermittlung von Unfallraten und Unfallkostenraten sind Informationen zu den Verkehrsbelastungen erforderlich. Insofern waren Vorgaben zu entwickeln, inwieweit – aufbauend auf Verkehrszählungen oder den Einsatz von verhaltensorientierten Verkehrsmodellen – die benötigten Daten ermittelt werden können.
- Zu den Kennzahlen des Unfallgeschehens (Unfallraten UR, Unfallkostenraten UKR) liegen aus verschiedenen Untersuchungen Daten und Informationen vor. Im Rahmen der Verfahrensentwicklung war allerdings zu klären, inwieweit insbesondere für den Zustand vor Realisierung einer Ortsumgehung auch aktuelle Erhebungsdaten (Unfallzahlen der zurückliegenden 3 Jahre) in das Verfahren einbezogen werden können oder ob generell mit standardisierten Kenngrößen zu arbeiten ist.

Die Ergebnisse der Untersuchung wurden so aufbereitet, dass das Verfahren nach der Veröffentlichung für entsprechende Fragestellungen angewendet werden kann.

1.3 Genereller Untersuchungsansatz

Um den derzeitigen Wissensstand zur Sicherheitsbewertung von Ortsumgehungen zu erfassen, erfolgten eine Auswertung und Beurteilung vorliegender Erkenntnisse. Im Vordergrund standen hierbei:

- Untersuchungen, die sich mit den Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen befassten,
- Untersuchungen mit Aussagen zu den Kenngrößen der Verkehrssicherheit auf Ortsumgehungen, Ortsdurchfahrten sowie im Übrigen außer- bzw. innerörtlichen Straßennetz sowie
- Verfahren, die derzeit zur Beurteilung der Verkehrssicherheitswirkung von Straßenbaumaßnahmen und dementsprechend auch für Ortsumgehungen eingesetzt werden (BVWP-Bewertungsverfahren, EWS).

Zu den Rahmenbedingungen für die Bewertung von Ortsumgehungen aus Verkehrssicherheitssicht gehört außerdem die Abgrenzung des zu berücksichtigenden Straßennetzes. Dabei war zu klären, inwieweit neben dem klassifizierten und dem innerörtlichen Hauptstraßennetz – dieses wird bei den gängigen Bewertungen grundsätzlich berücksichtigt – zusätzlich Straßen mit Sammelfunktion einzubeziehen sind. Dies kann erforderlich werden, wenn Verkehrsregelung und Straßeninfrastruktur in der Ortsdurchfahrt verändert werden und sich dadurch auch innerörtlich Verkehrsverlagerungen ergeben. Bei der Festlegung des zu berücksichtigenden Straßennetzes gilt generell, dass alle Streckenabschnitte, auf denen Veränderungen der Verkehrsbelastungen zu erwarten sind, in die Bewertung einbezogen werden müssen.

Um konkrete Aussagen zu den Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen machen zu können, wurden insgesamt 21 Beispiele ausgewählt, für die umfangreiche Daten recherchiert wurden. Dazu gehörten die Unfallzahlen für Zeiträume vor bzw. nach Realisierung der Ortsumgehung, eine detaillierte Recherche der Netzsituation – ebenfalls vor bzw. nach Realisierung der Ortsumgehung – und die Ermittlung von Verkehrsbelastungen im für eine Beurteilung relevanten Straßennetz auf Basis der Ergebnisse der Straßenverkehrszählung 2000. Für jedes der Untersuchungsbeispiele wurde ein lokales Verkehrsmodell erstellt, um netzdeckende Verkehrsbelastungen sowohl für den

Zeitraum vor sowie nach Realisierung der Ortsumgehung zu erhalten.

Aufbauend auf diesen Daten erfolgte eine Beurteilung der Verkehrssicherheitswirkungen durch die realisierten Ortsumgehungen anhand von standardisierten Unfallkenngrößen (vgl. Kapitel 3). Zielsetzung war, in einem späteren Arbeitsschritt das zu entwickelnde Verfahren zur Beurteilung der Verkehrssicherheitswirkung von Ortsumgehungen anhand der konkreten Beispiele auf seine Aussagegenauigkeit hin zu überprüfen.

Um für die Verkehrssicherheitslage auf den Ortsumgehungen über standardisierte Unfallkenngrößen zuverlässige Aussagen treffen zu können, ist eine detaillierte Typisierung erforderlich, die bzgl. des Unfallgeschehens nach unterschiedlichen Bau- und Betriebsmerkmalen für die Streckenabschnitte und Knotenpunkte unterscheidet.

Ähnliches gilt auch für die Ortsdurchfahrten bzw. das innerörtliche Straßennetz. Auch hier sollen möglichst detaillierte Kenngrößen zur Beschreibung der Verkehrssicherheit genutzt werden, um die – meist positiven – Effekte von Ortsumgehungen auf die innerörtliche Verkehrssicherheit möglichst realistisch abbilden zu können.

Um die Datenbasis zur Sicherheitslage in den Ortsdurchfahrten zu verbessern, wurde das ursprüngliche Leistungsspektrum des Forschungsvorhabens, das zu diesem Thema nur eine Literaturliteraturauswertung vorsah, um eine Analyse der innerörtlichen Verkehrssicherheit, die durch den Lehrstuhl für Straßenverkehrstechnik der Technischen Universität Dresden im Unterauftrag durchgeführt wurde, ergänzt. Darin wurden die Zusammenhänge zwischen Straßencharakteristik und Unfallgeschehen bei für Ortsdurchfahrten typischen Entwurfsituationen analysiert und pauschale Unfallkenngrößen für Ortsdurchfahrten entwickelt (vgl. Kapitel 4.4).

Da die Stichprobe der Ortsumgehungsbeispiele aufgrund der erhobenen Daten nicht ausreichte, um aussagekräftige Ergebnisse zu standardisierten Unfallkenngrößen für Ortsumgehungen zu erhalten, wurde auf Daten aus dem Forschungsvorhaben FE 82.311/2006 „Quantifizierung der Sicherheitswirkungen verschiedener Bau-, Gestaltungs- und Betriebsformen auf Landstraßen“ [VIETEN 2010], das ebenfalls durch die IGS Ingenieurgesellschaft Stolz bearbeitet wurde, zurückgegriffen.

Damit stehen auch für den Außerortsbereich Unfallkenngrößen zur Verfügung, die auf einer breiten Datenbasis ermittelt wurden. Zu berücksichtigen ist allerdings, dass das untersuchte Kollektiv der Außerortsstraßen (Bestand) sich im Bezug auf die Verkehrssicherheit von den Ortsumgehungen (Neubau) unterscheiden kann. Dieses war zu klären bzw. zu berücksichtigen.

Aufbauend auf den Erkenntnissen der Grundlagenarbeiten (Kapitel 3 und 4) wurde eine standardisierte Vorgehensweise entwickelt, die eine Beurteilung der Verkehrssicherheit in dem relevanten Streckennetz – dazu gehören die Ortsdurchfahrt, die Ortsumgehung sowie sonstige Strecken, auf denen sich Verkehrsverlagerungen durch die Realisierung der Ortsumgehung ergeben – ermöglicht.

Der entwickelte Verfahrensansatz zur Beurteilung der Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen wurde zunächst in Bezug auf die Aussagequalität überprüft. Dazu erfolgte für die 21 Untersuchungsbeispiele eine Gegenüberstellung zwischen dem tatsächlich erfassten Unfallgeschehen und den über standardisierte Unfallkenngrößen ermittelten Unfallzahlen und Unfallkosten (vgl. Kapitel 5.4). Außerdem wurden die Ergebnisse des entwickelten Bewertungsverfahrens den entsprechenden mit dem Ansatz der EWS ermittelten Ergebnissen gegenübergestellt (vgl. Kapitel 5.5).

Aus den gewonnenen Erkenntnissen wurde zusammenfassend ein Verfahren zur Prognose der Verkehrssicherheitswirkungen bei der Realisierung von Ortsumgehungen entwickelt (vgl. Kapitel 6).

In Bild 1 sind die vier wesentlichen Arbeitsschritte der Untersuchung aufgeführt.

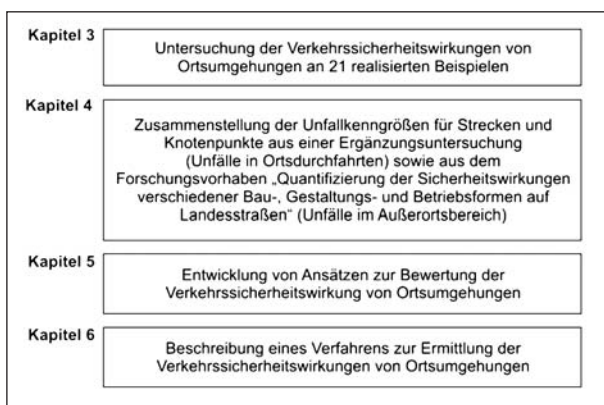


Bild 1: Arbeitsschritte der Untersuchung zur Bewertung von Ortsumgehungen aus Verkehrssicherheitssicht

2 Grundlagen der Unfalldatenanalyse

2.1 Möglichkeiten zur Beschreibung der Verkehrssicherheit

Als Ausdruck der Verkehrssicherheit einer Verkehrsanlage kann das Unfallgeschehen der Verkehrsanlage betrachtet werden.

Das Unfallgeschehen einer Verkehrsanlage wird durch die Anzahl und Schwere der Verkehrsunfälle beschrieben. Zur Ermittlung der Verkehrssicherheit einer Verkehrsanlage und zum Vergleich des Unfallgeschehens verschiedener Verkehrsanlagen müssen die Anzahl und die Schwere der Straßenverkehrsunfälle betrachtet werden. Da die Unfallschwere ein besonders wichtiges Unterscheidungsmerkmal bei Unfalluntersuchungen ist [FGSV 1991], erfolgt eine einheitliche Einteilung der Unfälle in Unfallkategorien nach der Unfallschwere (vgl. Tabelle 1), wobei die schwerste Folge maßgebend ist.

Für eine zusammenfassende Betrachtung der Anzahl und Schwere von Unfällen bietet sich die Ermittlung von Unfallkosten an (vgl. Kapitel 2.4), die

| |
|---|
| <p>Unfallkategorie 1: Unfall mit Getöteten</p> <p>mind. 1 getöteter Verkehrsteilnehmer</p> |
| <p>Unfallkategorie 2: Unfall mit Schwerverletzten</p> <p>mind. 1 schwer verletzter Verkehrsteilnehmer, aber keine Getöteten</p> |
| <p>Unfallkategorie 3: Unfall mit Leichtverletzten</p> <p>mind. 1 leicht verletzter Verkehrsteilnehmer, aber keine Getöteten und keine Schwerverletzten</p> |
| <p>Unfallkategorie 4: Schwerwiegender Unfall mit Sachschaden</p> <p>Unfälle mit Sachschaden und Straftatbestand oder Ordnungswidrigkeitsanzeige, bei denen mindestens 1 Kraftfahrzeug nicht mehr fahrbereit ist (Abschleppen)</p> |
| <p>Unfallkategorie 5: Sonstiger Unfall mit Sachschaden</p> <p>Sachschadenumfälle mit Straftatbestand oder Ordnungswidrigkeitsanzeige ohne Alkohol, bei denen alle Kraftfahrzeuge fahrbereit sind, und Sachschadenumfälle mit lediglich geringfügiger Ordnungswidrigkeit (Verwarnung), unabhängig, ob Kfz fahrbereit oder nicht fahrbereit</p> |
| <p>Unfallkategorie 6: Schwerwiegender Unfall mit Sachschaden</p> <p>Sonstige Unfälle mit Sachschaden und mit Alkohol</p> |

Tab. 1: Beschreibung der Unfallkategorien nach [FGSV 2003a]

| |
|--|
| <p>Unfalltyp 1: Fahrrunfall (F)</p> <p>Der Unfall wurde ausgelöst durch den Verlust der Kontrolle über das Fahrzeug (wegen nicht angepasster Geschwindigkeit oder falscher Einschätzung des Straßenverlaufs, des Straßenzustandes o. Ä.), ohne dass andere Verkehrsteilnehmer dazu beigetragen haben.</p> |
| <p>Unfalltyp 2: Abbiege-Unfall (AB)</p> <p>Der Unfall wurde ausgelöst durch einen Konflikt zwischen einem Abbieger und einem aus gleicher oder entgegengesetzter Richtung kommenden Verkehrsteilnehmer an Kreuzungen, Einmündungen, Grundstücks- oder Parkplatzzufahrten.</p> |
| <p>Unfalltyp 3: Einbiegen/Kreuzen-Unfall (EK)</p> <p>Der Unfall wurde ausgelöst durch einen Konflikt zwischen einem einbiegenden oder kreuzenden wartepflichtigen und einem vorfahrtberechtigten Fahrzeug an Kreuzungen, Einmündungen oder Ausfahrten von Grundstücken oder Parkplätzen.</p> |
| <p>Unfalltyp 4: Überschreiten-Unfall (ÜS)</p> <p>Der Unfall wurde ausgelöst durch einen Konflikt zwischen einem Fahrzeug und einem Fußgänger auf der Fahrbahn, sofern dieser nicht in Längsrichtung ging und sofern das Fahrzeug nicht abgebogen ist.</p> |
| <p>Unfalltyp 5: Unfall durch ruhenden Verkehr (RV)</p> <p>Der Unfall wurde ausgelöst durch einen Konflikt zwischen einem Fahrzeug des fließenden Verkehrs und einem Fahrzeug, das parkt/hält bzw. Fahrmanöver im Zusammenhang mit dem Parken/Halten durchführte.</p> |
| <p>Unfalltyp 6: Unfall im Längsverkehr (LV)</p> <p>Der Unfall wurde ausgelöst durch einen Konflikt zwischen Verkehrsteilnehmern, die sich in gleicher oder entgegengesetzter Richtung bewegten, sofern dieser Unfall nicht einem anderen Unfalltyp entspricht.</p> |
| <p>Unfalltyp 7: Sonstiger Unfall (SO)</p> <p>Unfall, der sich nicht den Typen 1-6 zuordnen lässt. Beispiele: Wenden, Rückwärtsfahren, Parker untereinander, Hindernis oder Tier auf der Fahrbahn, plötzlicher Fahrzeugschaden.</p> |

Tab. 2: Verkürzte Beschreibung der Unfalltypen nach [FGSV 2003a]

die volkswirtschaftlichen Verluste durch Straßenverkehrsunfälle beziffern.

Sowohl die Anzahl der Unfälle (auch unterschieden nach den Unfallkategorien), die Anzahl der Unfallbeteiligten und die Anzahl der Verunglückten (auch unterschieden nach den Unfallfolgen) als auch die Unfallkosten sind Absolutzahlen des Unfallgeschehens. Um das Unfallgeschehen bzw. Ausschnitte des Unfallgeschehens beschreiben und miteinander vergleichen zu können, sind allerdings absolute Unfallzahlen allein meist wenig hilfreich. Daher bedient man sich relativer Unfallkenngrößen. Gemäß [FGSV 2009], werden zwei Arten von Unfallkenngrößen unterschieden:

- Anteilswerte dienen dazu, die Struktur des Unfallgeschehens zu analysieren. Sie werden errechnet durch den Quotienten aus Teilmenge zu Gesamtmenge eines bestimmten Basiswertes. Anteilswerte sind z. B. der Anteil eines bestimmten Unfalltyps an allen Unfalltypen oder der Anteil der Innerortsunfälle an allen Unfällen eines Betrachtungsgebietes.
- Verhältniswerte dienen dazu, das Unfallgeschehen zu bewerten. Als Verhältniswerte dienen Kennwerte, die sich durch den Quotienten zweier Basiswerte berechnen, wie z. B. die Anzahl der Getöteten bezogen auf die Anzahl der Unfälle mit Personenschaden oder die Anzahl der Unfälle bezogen auf die Fahrleistung.

Neben der Anzahl der Unfälle und der Unfallschwere ist der Unfallhergang für die Beurteilung des Unfallgeschehens von Bedeutung. Dieser wird u. a. durch den Unfalltyp, der den Verkehrsvorgang bzw. die Konfliktsituation beschreibt, woraus der betreffende Unfall entstanden ist, wiedergegeben. Üblicherweise werden 7 Unfalltypen unterschieden. In Tabelle 2 ist die Beschreibung der Unfalltypen dokumentiert.

Die im Rahmen der Untersuchung erfolgten Auswertungen der Unfalldaten beziehen sich auf die Unfallkategorie und den Unfalltyp.

2.2 Unfalldichten

Die Unfalldichte ist eine auf die betrachtete Streckenlänge bezogene Unfallkenngröße. Sie beziffert die Häufigkeit von Unfällen in einem definierten Zeitraum (i. d. R. ein Jahr) auf einem bestimmten Streckenabschnitt oder Knotenpunkt.

Die Unfalldichte als Kenngröße für das Unfallgeschehen kann eingesetzt werden, wenn Situationen oder Zustände in Bezug auf die Verkehrssicherheit verglichen werden sollen, bei denen sich Verkehrsbelastungen und Fahrleistungen im betrachteten Straßennettausschnitt nicht unterscheiden.

Für die Beurteilung der Sicherheitswirkungen von Ortsumgehungen ist die Unfalldichte nicht geeignet, da sich durch die Realisierung von Ortsumgehungen sowohl die Straßennetzlänge als auch die Verkehrsbelastungen im betrachteten Straßennettausschnitt verändern.

2.3 Unfallraten für die Streckenabschnitte und Knotenpunkte

Zur Beschreibung der fahrleistungsbezogenen Unfallhäufigkeit dienen Unfallraten. Dabei wird die Anzahl der Unfälle, die sich ereignet haben, in Bezug gesetzt zum Betrachtungszeitraum, der Länge des betrachteten Straßenabschnitts und der Kraftfahrzeugbelastung (was der Jahresfahrleistung entspricht). Folglich beschreiben Unfallraten (UR) die durchschnittliche Anzahl der Unfälle, die sich bei einer Fahrleistung von 1 Mio. Kfz·km in dem betreffenden Streckenabschnitt ereignet haben.

$$UR = \frac{10^6 \cdot U}{365 \cdot DTV \cdot L \cdot t} \left[\frac{U}{10^6 (\text{Kfz} \cdot \text{km})} \right]$$

Für Knotenpunkte gilt entsprechend:

$$UR = \frac{10^6 \cdot U}{365 \cdot 0,5 \cdot DTV \cdot t} \left[\frac{U}{10^6 \text{Kfz}} \right]$$

Darin bedeuten:

UR: Unfallrate Strecke [U/10⁶ Kfz·km]
bzw. Knoten [U/10⁶ Kfz]

U: Anzahl Unfälle [-]

DTV: Verkehrsstärke [Kfz/24h], bei Knoten Summe der Knotenpunktarme

L: Abschnittslänge [km]

t: Betrachtungszeitraum [Jahre]

Durch die Zuordnung der Unfälle zu den einzelnen Streckenabschnitten bzw. Knotenpunkten und die damit verbundene Verknüpfung mit den zugehörigen

Verkehrsbelastungen können für die einzelnen Streckenabschnitte und Knotenpunkte die Unfallraten ermittelt werden.

2.4 Unfallkostensätze

Bei vergleichenden Unfalluntersuchungen ist es sinnvoll, neben der Anzahl der Unfälle auch die Unfallfolgen in die Betrachtung einzubeziehen. Dabei erfolgt die Bewertung der Unfallfolgen nach [FGSV 1991] anhand der Unfallkosten, die aufgrund bestimmter Kostensätze für die jeweiligen Unfallfolgen (Schwere der Verletzung bzw. Schwere des Unfalls) zu ermitteln sind. Basis dieser Kostensätze ist die Ermittlung der volkswirtschaftlichen Kosten durch Straßenverkehrsunfälle [HÖHNSCHEID et al. 2000].

Die durchschnittlichen (pauschalen) Unfallkostensätze für verschiedene Straßenkategorien innerhalb und außerhalb geschlossener Ortschaften für den Preisstand 2000 sind der Tabelle 3 zu entnehmen.

Für große Unfallkollektive (Zahl der Unfälle mit Personenschaden außerorts ≥ 10, innerorts ≥ 15) werden Unfälle mit schwerem Personenschaden und Unfälle mit leichtem Personenschaden getrennt bewertet und die Unfallkosten nach folgender Gleichung ermittelt:

$$UK(P) = U(SP) \cdot WU(SP) + U(LV) \cdot WU(LV)$$

mit

UK(P): Kosten der Unfälle mit Personenschaden [€]

U(SP): Anzahl der Unfälle mit Getöteten oder Schwerverletzten [-]

| Unfallkategorie (schwerste Unfallfolge) | Unfallkostensätze WU [€/U] | | | | |
|--|----------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------|
| | außerorts | | innerorts | | |
| | Autobahn* (1) | Landstraße* (2) | Verkehrsstr. (3) | Erschl.str. (4) | Gesamt (5) |
| SP: Unfall mit Getöteten oder Schwerverletzten | 300.000 | 270.000 | 160.000 | 130.000 | 145.000 |
| LV: Unfall mit Leichtverletzten | 31.000 | 18.000 | 12.500 | 10.000 | 11.000 |
| P: Unfall mit Personenschaden | 105.000 | 110.000 | 45.000 | 33.500 | 38.500 |
| SS: Schwerwiegender Unfall mit Sachschaden | 18.500 | 13.000 | 12.000 | 11.500 | 11.500 |
| LS: Sonstiger Unfall mit Sachschaden | 8.000 | 6.000 | 6.000 | 5.500 | 5.500 |
| S: Unfall mit Sachschaden | 10.500 | 7.000 | 6.500 | 5.500 | 6.000 |

* Autobahn: zweibahnig planfrei geführte Außerortsstraße
** Landstraße: einbahnige Außerortsstraße

Tab. 3: Pauschale Unfallkostensätze WU[€/U] für Straßenverkehrsunfälle – Preisstand 2000 [FGSV 2003a]

U(LV): Anzahl der Unfälle mit Leichtverletzten [-]

WU(SP): pauschaler Unfallkostensatz für Unfälle mit Getöteten oder Schwerverletzten [€/U]

WU(LV): pauschaler Unfallkostensatz für Unfälle mit Leichtverletzten [€/U]

Die Kosten der Unfälle mit Sachschaden werden wie folgt ermittelt:

$$UK(S) = U(SS) \cdot WU(SS) + U(LS) \cdot WU(LS)$$

mit

UK(S): Kosten der Unfälle mit Sachschaden [€]

U(SS): Anzahl der schwerwiegenden Unfälle mit Sachschaden [-]

U(LS): Anzahl der sonstigen Unfälle mit Sachschaden [-]

WU(SS): pauschaler Unfallkostensatz für einen schwerwiegenden Unfall mit Sachschaden [€/U]

WU(LS): pauschaler Unfallkostensatz für einen sonstigen Unfall mit Sachschaden [€/U]

Für eine Untersuchung der Besonderheiten der Verkehrssicherheit von Streckenabschnitten und Knotenpunkten empfiehlt sich nach [FGSV 2003a] die Verwendung von angepassten Unfallkostensätzen in Abhängigkeit von Unfalltypen zur Ermittlung indirekter angepasster Unfallkosten. In Tabelle 4 sind angepasste Unfallkostensätze in Abhängigkeit der Unfalltypen und der Straßenkategorie aufgeführt.

Die in Abhängigkeit von dem Unfalltyp und der Straßenkategorie indirekt angepassten Unfallkosten werden nach folgender Gleichung berechnet:

$$UKa(P) = U(SP) \cdot WU_{UT}(SP) + U(LV) \cdot WU_{UT}(LV)$$

mit

UKa(P):s angepasste Unfallkosten für Unfälle mit Personenschaden [€]

U(SP): Anzahl der Unfälle mit schwerem Personenschaden [-]

U(LV): Anzahl der Unfälle mit leichtem Personenschaden [-]

WU_{UT}(SP): angepasster Unfallkostensatz für Unfälle mit schwerem Personenschaden [€/U]

WU_{UT}(LV): angepasster Unfallkostensatz für Unfälle mit leichtem Personenschaden [€/U]

Die Unfallkostensätze werden ausschließlich für Unfälle mit Personenschaden angepasst.

| Unfalltyp | Unfallkategorie (schwerste Unfallfolge) | Unfallkostensätze WU [€/U] | | | | |
|-----------|---|----------------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------|
| | | außerorts | | innerorts | | |
| | | Autobahn* (1) | Landstraße* (2) | Verkehrsstr. (3) | Erschl.str. (4) | Gesamt (5) |
| 1: F | SP | 305.000 | 280.000 | 200.000 | 150.000 | 175.000 |
| | LV | 30.500 | 17.500 | 12.500 | 10.000 | 11.000 |
| | P | 125.000 | 135.000 | 80.000 | 55.000 | 65.000 |
| 2: AB | SP | 240.000 | 195.000 | 135.000 | 125.000 | 130.000 |
| | LV | 31.000 | 18.500 | 12.500 | 10.000 | 11.000 |
| | P | 75.000 | 70.000 | 37.000 | 27.000 | 31.500 |
| 3: EK | SP | 210.000 | 255.000 | 135.000 | 120.000 | 125.000 |
| | LV | 31.000 | 18.000 | 12.500 | 10.000 | 11.000 |
| | P | 70.000 | 95.000 | 37.000 | 27.500 | 31.000 |
| 4: ÜS | SP | 700.000 | 385.000 | 190.000 | 140.000 | 160.000 |
| | LV | 30.000 | 16.000 | 12.000 | 9.500 | 10.500 |
| | P | 500.000 | 245.000 | 95.000 | 55.000 | 70.000 |
| 5: RV | SP | 500.000 | 190.000 | 120.000 | 120.000 | 120.000 |
| | LV | 31.000 | 175.000 | 12.500 | 9.500 | 10.500 |
| | P | 180.000 | 65.000 | 34.000 | 27.500 | 29.500 |
| 6: LV | SP | 275.000 | 315.000 | 150.000 | 125.000 | 135.000 |
| | LV | 31.500 | 18.000 | 13.000 | 10.500 | 11.500 |
| | P | 85.000 | 105.000 | 28.000 | 21.500 | 24.500 |
| 7: SO | SP | 340.000 | 220.000 | 150.000 | 135.000 | 140.000 |
| | LV | 30.500 | 17.000 | 12.500 | 9.500 | 10.500 |
| | P | 130.000 | 90.000 | 47.000 | 37.500 | 40.500 |

* Autobahn: zweibahnig planfrei geführte Außerortsstraße

** Landstraße: einbahnige Außerortsstraße

Tab. 4: Pauschale Unfallkostensätze WU_{UT} [€/U] für Unfalltypen und Unfälle mit Personenschaden – Preisstand 2000 [FGSV 2003a]

2.5 Unfallkostenraten

Aus der Verknüpfung der Unfallkosten mit den zugehörigen Verkehrsbelastungen lassen sich sog. Unfallkostenraten ermitteln. Die Unfallkostenraten

ergeben sich für Streckenabschnitte entsprechend der folgenden Gleichungen:

$$UKR = \frac{1.000 \cdot UK}{365 \cdot DTV \cdot L \cdot t} \left[\frac{\text{€}}{(10^3 (\text{Kfz} \cdot \text{km}))} \right]$$

Für Knotenpunkte gilt entsprechend:

$$UKR = \frac{1.000 \cdot UK}{365 \cdot 0,5 \cdot DTV \cdot t} \left[\frac{\text{€}}{(10^3 \text{Kfz})} \right]$$

Darin bedeuten:

UKR: Unfallkostenrate Strecke [€/1.000 Kfz·km]
bzw. Knoten [€/1.000 Kfz]

UK: Unfallkosten [€]

DTV Verkehrsstärke [Kfz/24h], bei Knoten Summe der Knotenpunktarme

L: Abschnittslänge [km]

t: Betrachtungszeitraum [Jahre]

3 Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen

3.1 Bisherige Erkenntnisse

Zur Beurteilung der Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen ist ein Vorher-Nachher-Vergleich für realisierte Ortsumgehungen erforderlich. Bislang existieren zu dieser Thematik zwei Untersuchungen, die sich mit Beispielen in Deutschland befassen.

Die erste Untersuchung, die den Einfluss von einzelnen Ortsumgehungen auf die Verkehrssicherheit in ihrer Gesamtwirkung berücksichtigt, wurde auf der Basis von insgesamt 12 Ortsumgehungen für einen Vorher-Nachher-Untersuchungszeitraum zwischen 1975 und 1982 durchgeführt [WEISSBRODT 1984]. Es wurde davon ausgegangen, dass durch den Bau von Ortsumgehungen die Einflüsse auf das Unfallgeschehen nicht nur den engeren Bereich der Ortsumgehung und der Ortsdurchfahrt betreffen können. Deshalb wurde auch die Unfallentwicklung im unmittelbar umliegenden Straßennetz erfasst. Hierzu wurden die klassifizierten Straßen, die innerhalb eines Radius von ca. 2 bis 4 km um den jeweiligen Untersuchungsort liegen, mit einbezogen. Die Unfälle auf nicht klassifizierten Gemeindestraßen wurden nicht erfasst. Daher können

Rückstufungen der Ortsdurchfahrt zur Gemeindestraße die Struktur der Unfalldaten im Nachher-Zeitraum beeinflussen. Nach Angaben des Verfassers treten solche Effekte allerdings nicht ein. Um außerdem die Veränderungen des Unfallgeschehens, die sich aus der zeitlichen Entwicklung ergeben könnten, zu berücksichtigen, wurden den jeweiligen Untersuchungsgebieten benachbarte Ortsdurchfahrten als Kontrollgröße zugeordnet (Kontrollgruppe).

Die Betrachtung der Veränderung des Unfallgeschehens in den Ortsdurchfahrten zeigt, dass sich in den Untersuchungsorten nach Bau der Ortsumgehung ein Rückgang der Unfallzahlen über 50 % einstellt. Im Gegensatz dazu konnte auf den Ortsdurchfahrten der Kontrollgruppe ein Anstieg der Unfallzahlen um über 10 % festgestellt werden.

Betrachtet man das Unfallgeschehen auf allen untersuchten Straßenabschnitten im Untersuchungsgebiet, so ergibt sich im Nachher-Zeitraum eine Abnahme der Unfälle um rd. 43 % gegenüber dem Vorher-Zeitraum. Im Gegensatz dazu ergab sich für die Kontrollgruppe (Untersuchungsgebiete ohne Ortsumgehung) eine Zunahme der Unfallzahlen um etwas mehr als 10 %.

Neben der Wirkung auf die Unfallzahlen insgesamt konnten die Anteile der Unfälle mit Personenschaden im Durchschnitt der betrachteten Ortsumgehungen um etwa 5 % reduziert werden.

Bei einem Vergleich der Unfalltypenverteilung vor und nach dem Bau der Ortsumgehungen zeigte sich, dass im Nachher-Zeitraum auf den Ortsdurchfahrten vor allem die Fahrnfälle, die Unfälle durch den ruhenden Verkehr und die Überschreiten-Unfälle erheblich zurückgingen. Bei den übrigen Unfalltypen waren dagegen nur geringe Auswirkungen festzustellen.

Da bei dieser Untersuchung nicht nach den Ausbauformen der Streckenabschnitte und der Knotenpunkte differenziert wurde, waren nur allgemeine Aussagen über die Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen möglich. Allerdings weisen die Ergebnisse darauf hin, dass unabhängig vom Ausbaustandard ein positiver Einfluss auf die Verkehrssicherheit durch den Bau von Ortsumgehungen zu erwarten ist. Als wesentliche Ergebnisse dieser Untersuchung lässt sich festhalten:

- Die Unfälle auf der Ortsdurchfahrt reduzieren sich um 40 bis 90 %;

- im gesamten Untersuchungsgebiet ist eine Verringerung der Unfallzahlen um 16 bis 80 % festzustellen;
- im Mittel aller Untersuchungsorte zeigt sich ein Rückgang der Unfallzahlen für das gesamte Straßennetz um 43 %, wobei die Anzahl der schweren Personenschäden sich um 47 % und die der Leichtverletzten um 44 % verringerten.

Eine Analyse der Auswirkungen von fünf Ortsumgehungen in Nordrhein-Westfalen auf die Verkehrssicherheit [SCHOLAS 1988] kommt zu einem grundsätzlich anderen Ergebnis. Im Rahmen dieser Untersuchung wurden die Unfälle auf der Ortsdurchfahrt vor der Verkehrsfreigabe der Ortsumgebung mit den Unfällen auf der Ortsumgebung und der Ortsdurchfahrt nach der Verkehrsfreigabe verglichen. Der Analysezeitraum umfasste dabei das Unfallgeschehen in 2,5 Jahren vor der Verkehrsfreigabe und in 2,5 Jahren nach der Verkehrsfreigabe. Neben der Anzahl der Unfälle und deren Unfallschwere wurden die Unfalltypen und die Unfallursachen erhoben. Bei der Betrachtung der Ergebnisse ist zu beachten, dass die Untersuchungszeiträume (Vorher und Nachher) nicht jahreszeitlich gleich lagen und die Bauzeiten sowie die Zeiträume unmittelbar nach der Verkehrsfreigabe in den Unfallanalysen mit betrachtet wurden.

In den Ortsdurchfahrten ging die Anzahl aller Unfälle nach Bau der Ortsumgebung um mehr als die Hälfte zurück. Bei den Unfällen mit Schwerverletzten oder Getöteten waren sogar Abnahmen über 60 % zu verzeichnen. Der Bau einer Ortsumgebung führt demnach auf den Ortsdurchfahrten zu einer starken Erhöhung der Verkehrssicherheit.

Bezieht man für die Betrachtung des Nachher-Zeitraumes zusätzlich zum Unfallgeschehen auf den Ortsdurchfahrten auch das Unfallgeschehen auf der Ortsumgebung mit ein, so kehrt sich das Bild um; es erhöht sich die Anzahl der Unfälle insgesamt für den Nachher-Zeitraum gegenüber dem Vorher-Zeitraum um 25 %. Betrachtet man zusätzlich die Unfallschwere, so sind bei den Unfällen mit Schwerverletzten eine Zunahme um über 60 % und bei den Leichtverletzten eine Zunahme um über 35 % zu verzeichnen (vgl. Tabelle 5).

Der negative Trend wird vorwiegend durch die hohe Anzahl an Unfällen vom Unfalltyp 2 (Abbiege-Unfall) und Unfalltyp 3 (Einbiegen/Kreuzen-Unfall) verursacht. Während alle anderen Unfalltypen im Gesamtvergleich zwischen Vorher- und Nachher-

| | Ortsdurchfahrten Vorher-/Nachher- Zeiträume | Gesamtvergleich Vorher-/Nachher- Zeiträume |
|-----------------|---|--|
| Unfälle gesamt | - 50,9 % | + 26,8 % |
| Tote | - 75,0 % | + 125,0 % |
| Schwerverletzte | - 58,9 % | + 62,5 % |
| Leichtverletzte | - 49,5 % | + 36,1 % |
| Unfalltyp 1 | - 25,0 % | 0,0 % |
| Unfalltyp 2 | - 46,2 % | + 82,1 % |
| Unfalltyp 3 | - 51,5 % | + 81,8 % |
| Unfalltyp 4 | - 50,0 % | - 50,0 % |
| Unfalltyp 5 | - 75,0 % | - 75,0 % |
| Unfalltyp 6 | - 60,0 % | 0,0 % |

Tab. 5: Prozentuale Veränderung der Unfallstruktur aller Maßnahmen, Quelle: [SCHOLAS 1988]

Zeiträumen entweder unverändert bleiben oder hohe Rückgänge aufweisen, liegen die Zunahmen bei den Unfalltypen 2 und 3 bei über 80 %. Dies bedeutet, dass der Sicherheitsgewinn in den Ortsdurchfahrten insbesondere in den Knotenpunktsbereichen an den Ortsumgehungen kompensiert wird. Die Knotenpunktsbereiche stellen damit ein besonders hohes Sicherheitsrisiko im Zuge von Ortsumgehungen dar.

Beide Untersuchungen [WEISSBRODT 1984], [SCHOLAS 1988] kommen zu dem Ergebnis, dass sich Ortsumgehungen deutlich auf das Unfallgeschehen auf den Ortsdurchfahrten auswirken. Hier ist mit einem Rückgang der Unfallzahlen um über 50 % zu rechnen. Die wesentlichen Differenzen der beiden Untersuchungen liegen im Unfallgeschehen auf den Ortsumgehungen selbst. [SCHOLAS 1988] findet eine mögliche Erklärung dieses Phänomens in den unterschiedlichen Knotenpunktstypen im Zuge der untersuchten Ortsumgehungen. Während die in Nordrhein-Westfalen untersuchten Ortsumgehungen überwiegend mit plangleichen Knotenpunkten ausgestattet waren, wiesen die von [WEISSBRODT 1984] untersuchten Ortsumgehungen zur Hälfte planfreie Knotenpunkte auf. Detaillierte Untersuchungen des Unfallgeschehens an Knotenpunkten auf Außerortsstraßen liefern allerdings keinen Hinweis auf diese Vermutung (vgl. [RICHTER 1993]). RICHTER vermutet, dass sich ein Großteil der Unfälle mit schwerem Personenschaden kurz nach der Verkehrsfreigabe der Ortsumgebung ereignete, noch bevor an den betreffenden Knotenpunkten Lichtsignalanlagen installiert wurden.

Insgesamt zeigt sich, dass die bisher vorliegenden Untersuchungen keine eindeutigen Aussagen zu

den Wirkungen von Ortsumgehungen auf die Verkehrssicherheit zulassen. Das Ziel der vorliegenden Untersuchung war deshalb die Analyse der Auswirkungen realisierter Ortsumgehungen auf die Verkehrssicherheit.

3.2 Aufbau der Datengrundlage für Untersuchungsbeispiele

3.2.1 Auswahl geeigneter Ortsumgehungen

In den Jahren 1995 bis 2004 wurden in Deutschland ca. 500 Ortsumgehungen dem Verkehr übergeben. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden in einem ersten Arbeitsschritt für diese geplanten Ortsumgehungen Kartendarstellungen beschafft, auf denen der genaue Verlauf und die Einbindung in das vorhandene Straßennetz zu erkennen sind. Auf dieser Grundlage war zu entscheiden, welche Ortsumgehungen als Beispiele geeignet sind und zu denen weitere Daten zu erheben waren. Dazu sollten folgende Kriterien eingehalten werden:

- Die jeweilige Ortsumgehung sollte dem Idealtyp einer Umgehungsstraße möglichst nahekommen, also einen Innerortsbereich – durch den eine klassifizierte Straße führt – im Zuge einer Umfahrung entlasten.
- Die Ortsumgehung sollte keine großräumigen verkehrlichen Effekte aufweisen, da in diesem Fall die Verlagerungswirkungen von der Ortsdurchfahrt auf die Ortsumgehung durch zusätzliche Verkehrsverlagerungen im umliegenden Straßennetz überlagert werden und somit klare Aussagen zu den Verkehrssicherheitswirkungen erschwert werden.

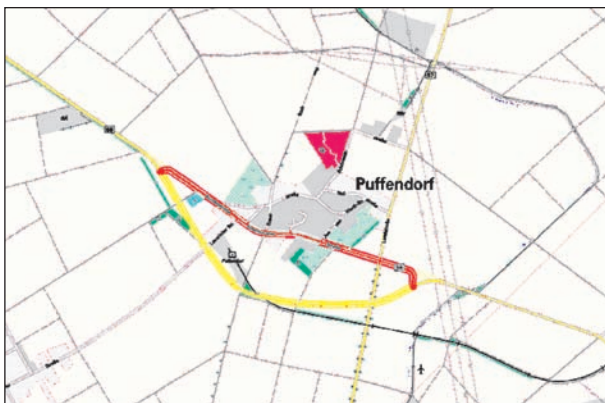


Bild 2: Ortsumgehung Puffendorf im Zuge der B 56

- Die Ortsumgehung sollte keine innerörtliche Entlastungsstraße sein, deren verkehrliche Wirkungen sich ohne aufwändige Modellrechnungen nicht abbilden lassen.
- Die Ortsumgehung sollte nicht im Zusammenhang mit weiteren großräumigen Netzergänzungen bzw. Netzveränderungen im klassifizierten Straßennetz stehen, da auch in diesen Fällen eine differenzierte Betrachtung der verkehrlichen Wirkungen erschwert wird.
- Der umgangene Ort sollte eine bestimmte Größe (ca. 30.000 Einwohner) nicht überschreiten, da die erhobenen Unfallkenngrößen für den Innerortsbereich dieser Charakteristik entsprechend entwickelt wurden und entsprechende komplexe innerörtliche Verlagerungswirkungen bei größeren Orten zu erwarten sind.

Typische Ortsumgehungen, die sich als Beispiele eignen, sind in Bild 2 und Bild 3 wiedergegeben.

Die Auswahl entsprechend den o. g. Kriterien führte zu dem Ergebnis, dass für die weitere Bearbeitung ca. 200 Ortsumgehungen geeignet waren.

Für die als Beispiele zu untersuchenden Ortsumgehungen erfolgte eine detaillierte Datenrecherche. Im Einzelnen wurden folgende Informationen benötigt:

- Lageplan der Ortsumgehung, aus der die Querschnittsgestaltung und die Gestaltung der Knotenpunkte hervorgehen,
- Informationen zur Verkehrsregelung auf der Ortsumgehung und insbesondere an den Knotenpunkten,
- Signalsteuerungsprogramme für die Lichtsignalanlagen an den Knotenpunkten, wobei hierbei



Bild 3: Ortsumgehung Rheindahlen im Zuge der B 57

insbesondere Informationen zu der Linksabbiegeführung erforderlich waren,

- Verkehrsuntersuchungen oder Ergebnisse von Verkehrszählungen, die im Vorfeld der Realisierung der Ortsumgehung erstellt wurden,
- Unfallzahlen möglichst für drei Jahre vor und drei Jahre nach Inbetriebnahme der Ortsumgehung. Dabei sollten für die einzelnen Unfälle Informationen zur genauen Lage, um eine Verortung zu ermöglichen, zur Unfallkategorie, zum Unfalltyp sowie zur Anzahl der verunglückten Personen vorliegen.

Aufgrund der verfügbaren Daten – insbesondere erwies es sich als sehr schwierig, verortete Unfallinformationen vollständig für den Vorher- und den Nachher-Zeitbereich zu erhalten – reduzierte sich die Anzahl der Beispiele auf 21 Ortsumgehungen, die für die Untersuchung genutzt werden konnten, sie sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

| | Straße | Bundesland |
|-----------------------------------|---------------|---------------------|
| OU Amtzell | B 32 | Baden-Württemberg |
| OU Biedenkopf/Wallau | B 62 | Hessen |
| OU Brechen/Oberbrechen | B 8 | Hessen |
| OU Burggrub | B 89 | Bayern |
| OU Enger | L 557 | Nordrhein-Westfalen |
| OU Isselburg | L 605 | Nordrhein-Westfalen |
| OU Kappelrodeck | L 87 | Baden-Württemberg |
| OU Klosterlechfeld | B 17 | Bayern |
| OU Korschenbroich/ Neersbroich | L 31 | Nordrhein-Westfalen |
| OU Krempe | L 119 | Schleswig-Holstein |
| OU Lichtenstein | B 173 | Sachsen |
| OU Mauer | B 45 | Baden-Württemberg |
| OU Meinersen | B 188 | Niedersachsen |
| OU Menden/Lendringsen | B 515 | Nordrhein-Westfalen |
| OU Metzgingen | B 28 | Baden-Württemberg |
| OU Müllrose | B 87 | Brandenburg |
| OU Raesfeld | B 70 | Nordrhein-Westfalen |
| OU Wasser | B 3 | Baden-Württemberg |
| OU Wilting-Traitsching | B 20 | Bayern |
| OU Wintersdorf | St 2245 | Bayern |
| Verlegung bei Bad Buchau | L 275 | Baden-Württemberg |

Tab. 6: Ortsumgehungen, die für die Evaluation des Verfahrens genutzt wurden

3.2.2 Abgrenzung des relevanten Untersuchungsnetzes

Bei der Abgrenzung des relevanten Straßennetzes für die Untersuchungsbeispiele waren folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Für die Analyse der Verkehrssicherheitswirkungen sind nur die Straßenabschnitte relevant, auf denen sich beim Vergleich zwischen der Situation ohne Ortsumgehung und der Situation mit Ortsumgehung Änderungen der Straßenraumsituation oder/und der Verkehrsregelung bzw. Änderungen der Verkehrsbelastung ergeben. Alle anderen Streckenabschnitte, auf denen sich die Verkehrsbelastung durch die Realisierung der Ortsumgehung nicht ändert und auch keine baulichen oder verkehrlichen Maßnahmen ergriffen werden, sind für die Betrachtung nicht relevant. Dabei wurde vorausgesetzt, dass sich keine Belastungsänderungen durch die allgemeine Verkehrsentwicklung oder sonstige strukturelle Änderungen ergeben.
- Da die Verkehrsbelastungen mit Hilfe eines Verkehrsmodells ermittelt wurden, das anhand der Zählergebnisse aus der SVZ 2000 geeicht wurde, ist eine Netzstruktur zu berücksichtigen, die einen klar definierten, zusammenhängenden Straßennetzbereich abgrenzt und sämtliche relevanten Einspeisepunkte umfasst. Einspeisepunkte können Siedlungsbereiche innerhalb des Gebietes oder Anbindungen an das umliegende Straßennetz sein. Dementsprechend sind neben dem innerörtlichen Hauptverkehrsstraßennetz sowie den relevanten Sammelstraßen auch alle Verkehrsstraßen, die den Ort mit dem Umland verbinden, in die Netzstruktur mit einzubeziehen. Dazu gehören auch sämtliche Straßen, die an die Ortsumgehung anbinden.

Bild 4 enthält eine schematische Darstellung für die Ortsumgehung Amtzell im Zuge der B 32, bei der das relevante Straßennetz für die Verkehrssicherheitsanalyse und für die Verkehrsmodellrechnung die relevanten Strecken markiert sind. Generell müssen sämtliche Strecken, die bei der Verkehrssicherheitsanalyse einbezogen werden, auch im Modellnetz für die Verkehrsdatenermittlung enthalten sein.

Eine Besonderheit ergibt sich immer dann, wenn sich die Verkehrsnetzsituation – ergänzend zu der Realisierung der Ortsumgehung – zwischen der

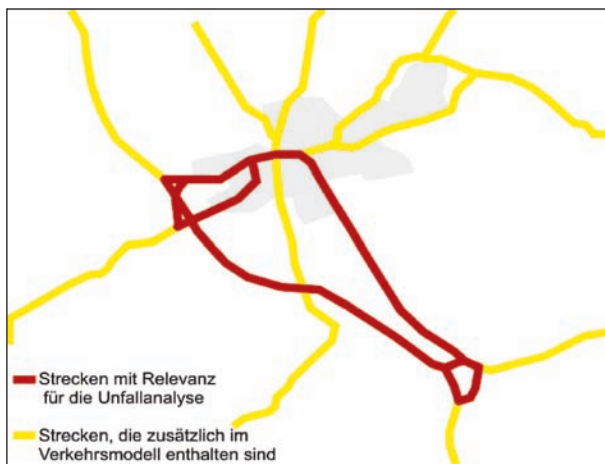


Bild 4: Darstellung des relevanten Straßennetzes für die Verkehrsdatenermittlung bzw. die Verkehrssicherheitsanalyse am Beispiel der Ortsumgehung Amtzell (B 32)

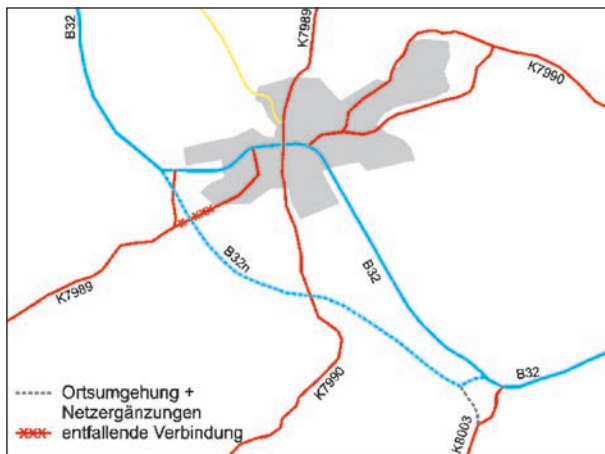


Bild 5: Netzsituation für die Ortsumgehung Amtzell (B 32) mit Markierung der bei Realisierung der Ortsumgehung eintretenden Netzveränderungen



Bild 6: Netzsituation für die Ortsumgehung Klosterlechfeld (B 17) mit Markierung der bei Realisierung der Ortsumgehung eintretenden Netzveränderungen

Vorher- und Nachher-Situation unterscheidet. In Bild 5 und Bild 6 sind am Beispiel der Ortsumge-

hungen Amtzell (B 32) und Klosterlechfeld (B 17) solche Netzänderungen dokumentiert.

In Amtzell wurde die Kreisstraße K 7989, die vor Realisierung der Ortsumgehung in den Ort hineinführte und dort an die B 32 angebunden war, nach Realisierung der Ortsumgehung außerorts auf die bestehende B 32 geführt und damit ein Innerortsbereich zusätzlich vom Verkehr entlastet.

In Klosterlechfeld wurde die Trasse der alten B 17 nach Realisierung der B 17 n komplett aufgegeben.

In solchen Fällen muss die Netzänderung bei der Verkehrsdatenermittlung und auch bei der Auswertung der Unfalldaten berücksichtigt werden.

Bei den ausgewerteten Beispielen zeigte sich, dass in allen Fällen die Berücksichtigung des vor Realisierung der Ortsumgehung klassifizierten Straßennetzes sowie einiger weniger Hauptverkehrsstraßen und Hauptsammelstraßen ausreichte. Die Verkehrsbelastungen im Straßennetz, das den Hauptverkehrsstraßen nachgeordnet ist, waren so niedrig und die Unfallzahlen so gering, dass eine Berücksichtigung bei der Aufstellung der Unfalldaten nicht erforderlich war. Insofern zeigte sich bereits bei der Datenerfassung, dass eine Verdichtung des zur Verkehrsermittlung einzubeziehenden innerörtlichen Straßennetzes über die Hauptverkehrsstraßen hinaus nicht erforderlich ist.

3.2.3 Verkehrsbelastungen

Die Verkehrszahlen der Straßenverkehrszählungen aus den Jahren 1990 bis 2005 spiegeln die Verkehrsentwicklung im Straßennetz wider. Eine Auswertung der Verkehrsentwicklung auf den außerörtlichen Bundes- und Landesstraßen zeigte, dass die entsprechenden Entwicklungen in den zurückliegenden Jahren insgesamt nur gering waren. In Tabelle 7 ist die Verkehrsentwicklung auf den Bundesstraßen bundesweit sowie auf den Landesstraßen in Nordrhein-Westfalen für den 5-Jahreszeitraum 2000 bis 2004 dokumentiert.

Für die Auswertungen wurde eine Vorgehensweise gewählt, die die Ermittlung der Verkehrsbelastungen im Untersuchungsnetz sowohl für den Vorher- als auch für den Nachher-Zustand modelltechnisch unter Berücksichtigung der gleichen Verkehrsnachfrage vorsieht. Dies bedeutet, dass für beide Netzfälle (vor und nach Realisierung der Ortsumgehung) die gleiche Verkehrsnachfragematrix genutzt wurde. Es wurde der Zeithorizont 2000 gewählt, da

für dieses Jahr netzdeckend Ergebnisse der Straßenverkehrszählung vorliegen und sich dieser Zeitpunkt in der Mitte des Zeitintervalls 1995 bis 2005 befindet, für den die Unfallzahlen der Beispiele ausgewertet wurden.

Entsprechend der zeitlichen Entwicklung des Verkehrs könnten für die Jahre, für die die Unfalldaten ausgewertet werden, entsprechende Korrekturen für die Unfallraten und die Unfallkostenraten angesetzt werden. Diese Korrekturfaktoren wären für die betrachteten Straßennetze bundeseinheitlich oder auf Landesebene anzusetzen. Eine Berücksichtigung der lokalen Verkehrsentwicklung ist nicht sinnvoll, da aufgrund zufälliger Schwankungen der Verkehrsbelastungen an den einzelnen Querschnitten und der angewendeten Hochrechnungsmethodik von gewissen Ungenauigkeiten der Zählergebnisse auszugehen ist, die eine eindeutige Trendaussage auf lokaler Ebene erschweren.

Aufgrund der geringen Verkehrszunahmen auf den Bundes- und Landesstraßen im Außerortsbereich konnte vereinfachend davon ausgegangen werden, dass die Verkehrsnachfrage im gesamten Untersuchungszeitbereich 1995 bis 2005 konstant bleibt.

Die Grundlage für die Ermittlung der Verkehrsbelastungen im Bereich der Ortsumgehungen und des umliegenden Straßennetzes bildeten somit die Ergebnisse der turnusmäßigen Straßenverkehrszählung SVZ 2000.

Für die ausgewählten Beispiele wurde für die Ermittlung der Verkehrsbelastungen im Wirkungsbe-

reich der Ortsumgehungen ein begrenztes Verkehrsnetzmodell für jede betrachtete Ortsumgehungen erstellt. Wie beschrieben wurde dabei neben den Einspeisestrecken grundsätzlich derjenige Netzbereich in das Modell einbezogen, in dem Verkehrsverlagerungen durch die Realisierung der Ortsumgehungen zu erwarten waren.

Auf der Basis der verfügbaren Zählungen aus der SVZ 2000 sowie Strukturdateninformationen zu den umgangenen Orten bzw. Ortsteilen wurden Verkehrsnachfragematrizen abgeschätzt. Dazu waren Verkehrsbelastungen grundsätzlich für sämtliche Strecken, über die der Untersuchungsausschnitt an das umliegende Straßennetz angebunden ist, erforderlich. Immer dann, wenn für einzelne dieser Anbindungsstrecken keine Zählwerte verfügbar waren, erfolgte eine Abschätzung der Verkehrsbelastung unter Berücksichtigung von Siedlungsstruktur, Netzstruktur und möglicher benachbarter Zählquerschnitte. In der Regel waren die Straßenabschnitte, für die keine Zählwerte vorliegen, von untergeordneter verkehrlicher Bedeutung, sodass eine Abschätzung mit relativ hoher Zuverlässigkeit möglich war. In Bild 7 sind die verfügbaren Zählwerte für eine Beispielortsumgehungen einschließlich der abgeschätzten Werte wiedergegeben.

Um das Verkehrsaufkommen des durch die Ortsumgehungen entlasteten Ortsteils oder Ortes zu berücksichtigen, erfolgte eine Abschätzung auf Basis der Strukturdaten. In der Regel waren dies die Einwohnerzahlen; sofern besondere Nutzungen

| Jahresfahrleistungen | | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Bundesstraßen außerorts, bundesweit | Mio. Kfz-km | 108.200 | 107.300 | 108.000 | 109.100 | 109.600 |
| | Veränderung | | -0,83 % | 0,65 % | 1,02 % | 0,46 % |
| Bundesstraßen außerorts, Nordrhein-Westfalen | Mio. Kfz-km | 14.500 | 14.500 | 14.500 | 14.700 | 14.800 |
| | Veränderung | | 0,00 % | 0,00 % | 1,38 % | 0,68 % |
| Landesstraßen außerorts, Nordrhein-Westfalen | Mio. Kfz-km | 18.300 | 18.300 | 18.200 | 18.200 | 18.300 |
| | Veränderung | | 0,00 % | -0,55 % | 0,00 % | 0,55 % |
| Durchschnittliche Verkehrsbelastungen | | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
| Bundesstraßen außerorts, bundesweit | Kfz/24h | 9.270 | 9.210 | 9.250 | 9.330 | 9.340 |
| | Veränderung | | -0,65 % | 0,43 % | 0,86 % | 0,11 % |
| Bundesstraßen außerorts, Nordrhein-Westfalen | Kfz/24h | 10.600 | 10.600 | 10.650 | 10.750 | 10.780 |
| | Veränderung | | 0,00 % | 0,47 % | 0,94 % | 0,28 % |
| Landesstraßen außerorts, Nordrhein-Westfalen | Kfz/24h | 5.380 | 5.380 | 5.360 | 5.350 | 5.350 |
| | Veränderung | | 0,00 % | -0,37 % | -0,19 % | 0,00 % |

Tab. 7: Verkehrsentwicklung auf den Bundesstraßen (bundesweit) sowie auf den Landesstraßen in Nordrhein-Westfalen

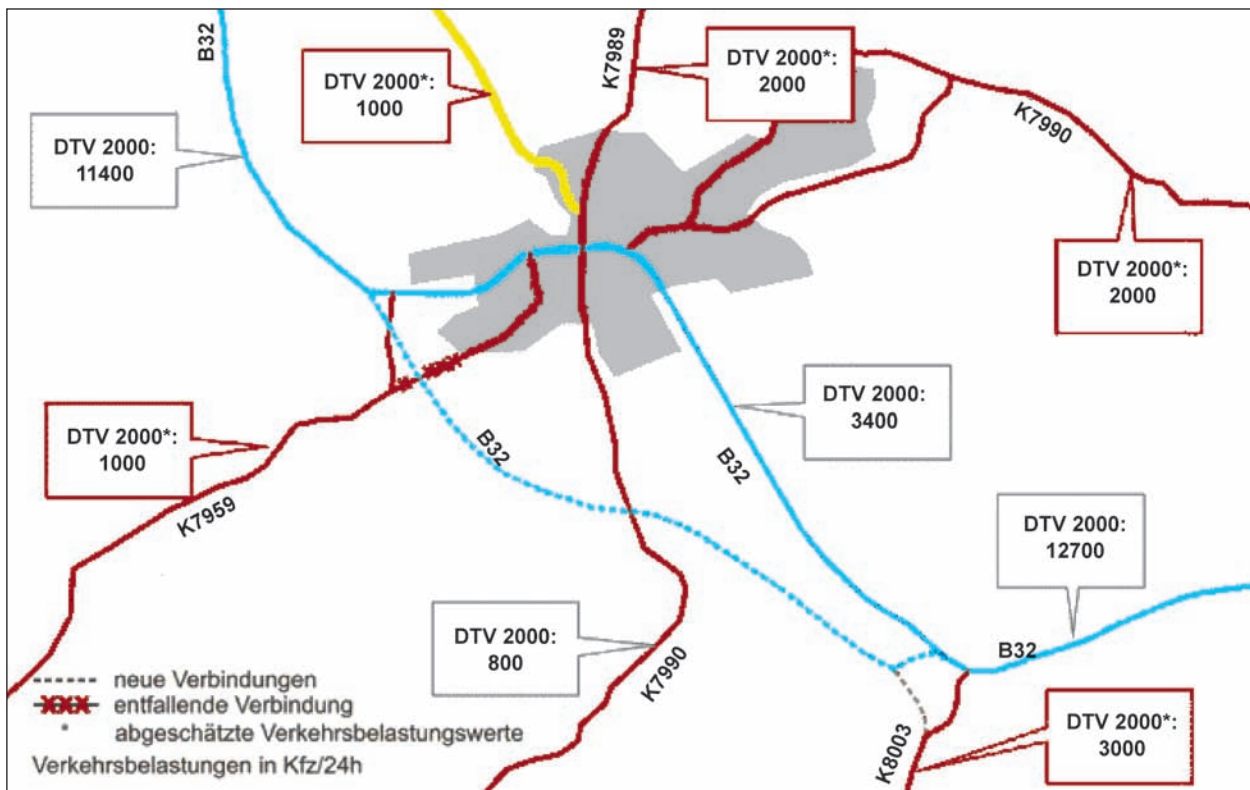


Bild 7: Zählwerte der SVZ 2000 sowie abgeschätzte Verkehrsbelastungswerte für die Ortsumgehung Amtzell

vorhanden waren (z. B. größere Gewerbegebiete), wurden hier auch die Arbeitsplätze berücksichtigt. Die Abschätzung des Verkehrsaufkommens der unterschiedlichen Nutzungen erfolgte dann unter Berücksichtigung typischer Mobilitätskenngrößen.

Die Einspeisepunkte der Orte bzw. Ortsteile für die Verkehrsnachfragematrix wurden entsprechend der Netzstruktur und der vorhandenen Ortssituation festgelegt. Einspeisepunkte sind in jedem Fall die Anbindungen des Untersuchungsnetzausschnitts an das umliegende Straßennetz sowie die Siedlungsstrukturen der Ortslage, die durch die Ortsumgehung entlastet werden. Im Innerortsbereich wurden mehrere Einspeisepunkte festgelegt; dadurch ergibt sich die Möglichkeit, auch die Binnenverkehre bei der Ermittlung der Verkehrsbelastungen zu berücksichtigen.

Die Matrixschätzung erfolgte dann auf Basis eines Berechnungsalgorithmus, der die gleichmäßige Verteilung der Verkehrsbeziehungen entsprechend den Verkehrsbelastungen auf den zulaufenden Strecken bzw. an den Einspeisepunkten der entlasteten Ortslagen vorsieht. Dabei waren allerdings die Strukturen im umliegenden Straßennetz zu berücksichtigen, um Implausibilitäten auszuschließen. In einem weiteren iterativen Schritt er-

folgte ein Matrixabgleich, um die Verkehrsbelastungen an den Einspeisepunkten mit ausreichender Genauigkeit zu erreichen.

Die Verkehrsbelastungen wurden danach der Netz-situation ohne Ortsumgehung und der Netz-situation nach Realisierung der Ortsumgehung zugeordnet. Damit lagen für den betrachteten Netzausschnitt abschnittsweise Verkehrsbelastungen vor (durchschnittlicher täglicher Verkehr DTV in Kfz/24h), die als Grundlage für die Ermittlung von Unfallkenngrößen genutzt werden konnten. In Bild 8 und Bild 9 sind beispielhaft die modellmäßig ermittelten Verkehrsbelastungen für Amtzell ohne und mit Ortsumgehung wiedergegeben.

3.2.4 Unfallzahlen

Für das relevante Straßennetz der Untersuchungsbeispiele wurden die Unfalldaten bei den zuständigen Polizeidienststellen recherchiert. Nach Möglichkeit wurden dabei die Unfalldaten für drei (Kalendar-)Jahre vor und nach der Verkehrsübergabe der Ortsumgehung zur Verfügung gestellt.

Im Regelfall liegen die Unfalldaten bei den Polizeidienststellen nur für die vergangenen 5 Jahre vor. Daher wurden zusätzlich die Statistischen Lan-

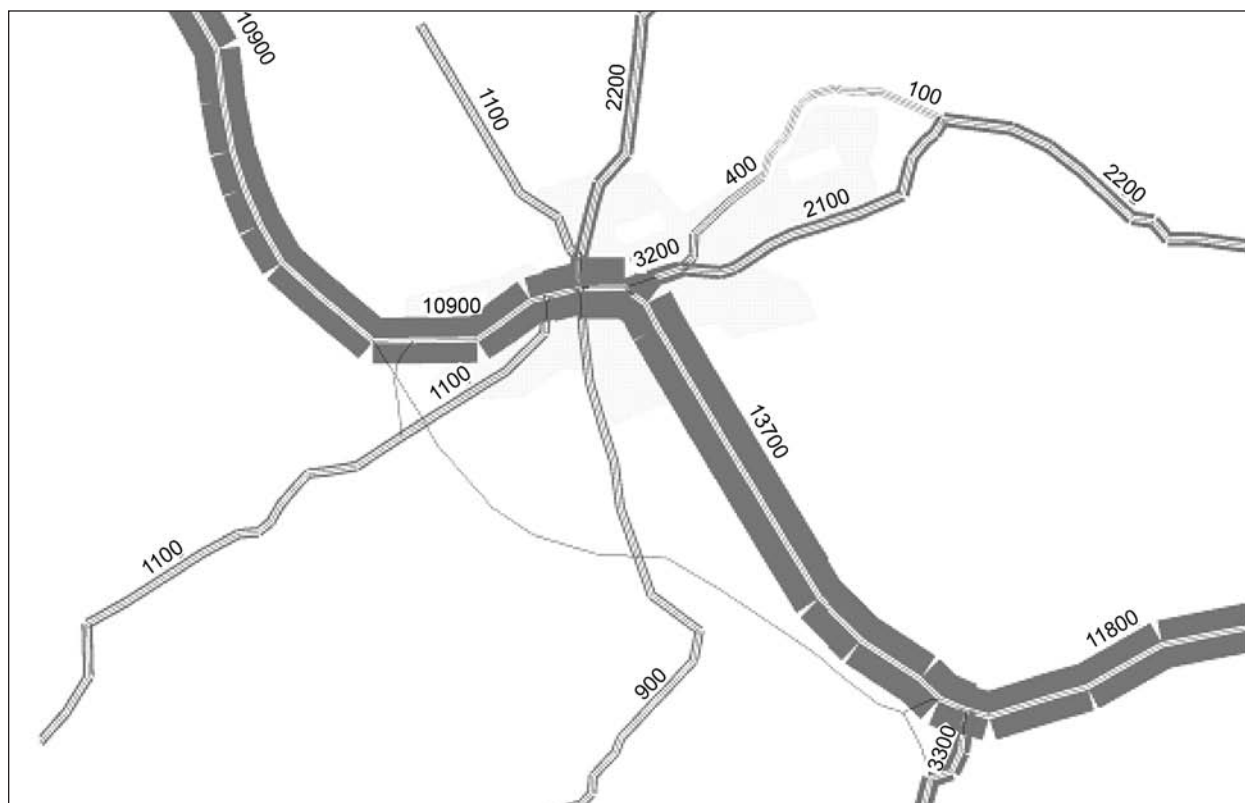


Bild 8: Verkehrsbelastungen (Kfz/24h) für den Vorher-Fall für die Ortsumgehung Amtzell



Bild 9: Verkehrsbelastungen (Kfz/24h) für den Nachher-Fall für die Ortsumgehung Amtzell

desämter angefragt. Dadurch konnten die Erfassungszeitbereiche einzelner Untersuchungsbei-

spiele erweitert werden. Dennoch liegen für einige Untersuchungsbeispiele nur für einen einge-

schränkten Zeitbereich Unfalldaten vor. In Tabelle 8 sind die Betrachtungszeiträume für die einzelnen Untersuchungsbeispiele zusammengestellt.

Bei den Betrachtungszeiträumen wurde darauf geachtet, dass nach der Verkehrsfreigabe der Ortsumgebung eine gewisse Zeitspanne – in der sich die Verkehrsteilnehmer auf die neue Situation einstellen – nicht in die Auswertungen einbezogen wurde. Ohne die Eliminierung dieser Eingewöhnungszeit können die Ergebnisse verfälscht werden, weil kurz nach der Freigabe der Ortsumgebung die Anzahl der Unfälle zunächst nicht repräsentativ ist. Ursache dafür ist die neue Verkehrssituation, an die sich auch ortskundige Verkehrsteilnehmer zunächst gewöhnen müssen.

Die Unfalldaten wurden vor der Auswertung aufbereitet und entsprechend auf Plausibilität geprüft. Dabei konnten fehlerhafte Zuordnungen zu Unfallkategorien oder Unfalltypen korrigiert werden. Lediglich die von den Innenministerien bzw. Statisti-

| Bsp.-Nr. | Vorher | | Nachher | |
|----------|-------------------|-------|-------------------|-------|
| | Zeitraum | Jahre | Zeitraum | Jahre |
| 1 | 01/2002 - 12/2004 | 3 | 01/2006 - 12/2007 | 2 |
| 2 | 01/2001 - 12/2002 | 2 | 06/2004 - 05/2006 | 2 |
| 3 | 01/2000 - 12/2002 | 3 | 07/2004 - 06/2006 | 2 |
| 4 | 01/1996 - 12/1997 | 2 | 01/1999 - 12/2001 | 3 |
| 5 | 01/1996 - 12/1997 | 2 | 01/1999 - 12/2001 | 3 |
| 6 | 01/1997 - 12/1998 | 2 | 01/2000 - 12/2002 | 3 |
| 7 | 01/1999 - 12/2001 | 3 | 01/2003 - 12/2005 | 3 |
| 8 | 01/2000 - 12/2001 | 2 | 01/2003 - 12/2005 | 3 |
| 9 | 01/1999 - 12/2001 | 3 | 08/2003 - 07/2005 | 2 |
| 10 | 03/2000 - 02/2002 | 2 | 01/2004 - 12/2005 | 2 |
| 11 | 01/1995 - 12/1997 | 3 | 01/1999 - 12/2001 | 3 |
| 12 | 01/2000 - 12/2001 | 2 | 01/2003 - 12/2005 | 3 |
| 13 | 01/2000 - 12/2001 | 2 | 01/2004 - 12/2005 | 2 |
| 14 | 01/1996 - 12/1998 | 3 | 07/2004 - 06/2006 | 2 |
| 15 | 01/1996 - 12/1998 | 3 | 01/2000 - 12/2002 | 3 |
| 16 | 01/1996 - 12/1998 | 3 | 01/2000 - 12/2002 | 3 |
| 17 | 03/1998 - 02/2001 | 3 | 06/2003 - 05/2006 | 3 |
| 18 | 01/1998 - 12/2000 | 3 | 01/2002 - 12/2004 | 3 |
| 19 | 01/1995 - 12/1997 | 3 | 01/1999 - 12/2001 | 3 |
| 20 | 01/1999 - 12/2001 | 3 | 01/2004 - 12/2005 | 2 |
| 21 | 01/2001 - 12/2002 | 2 | 07/2004 - 06/2006 | 2 |

Tab. 8: Erfassungszeiträume der Unfalldaten für die einzelnen Untersuchungsbeispiele

schen Landesämtern übermittelten Unfalldaten konnten aufgrund der bereits erfolgten Aggregation nur bedingt auf Plausibilität geprüft werden.

Bei den 21 Untersuchungsbeispielen ereigneten sich auf dem relevanten Straßennetz im ausgewerteten Vorher-Zeitraum bei insgesamt 54 Untersuchungsjahren 1.974 Unfälle; im betrachteten Nachher-Zeitraum (ebenfalls 54 Untersuchungsjahre) ereigneten sich 1.667 Unfälle. In Tabelle 9 sind die Unfallzahlen für die Untersuchungsbeispiele in Abhängigkeit von der Unfallkategorie wiedergegeben. Im Durchschnitt ereignen sich im Vorher-Zeitraum 1,6 U(SP) und 7,4 U(LV) pro Jahr.

| Bsp.-Nr. | Zeitraum | | Erfasste Unfälle im relevanten Netz | | | | | | | | | |
|----------|----------|-----|-------------------------------------|--------|--------|--------|----------|----------------------|--------|--------|--------|----------|
| | | | Vorher-Zeitraum [U] | | | | | Nachher-Zeitraum [U] | | | | |
| | [a] | [a] | Kat. 1 | Kat. 2 | Kat. 3 | Kat. 4 | Kat. 5/6 | Kat. 1 | Kat. 2 | Kat. 3 | Kat. 4 | Kat. 5/6 |
| 1 | 3 | 2 | 0 | 6 | 19 | 4 | 169 | 0 | 2 | 8 | 6 | 92 |
| 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 12 | 0 | 2 | 0 | 3 | 7 | 6 | 10 |
| 3 | 3 | 2 | 0 | 4 | 54 | 19 | 39 | 1 | 3 | 15 | 7 | 29 |
| 4 | 2 | 3 | 0 | 3 | 11 | 6 | 8 | 0 | 5 | 4 | 3 | 7 |
| 5 | 2 | 3 | 0 | 1 | 10 | 5 | 9 | 0 | 4 | 9 | 8 | 22 |
| 6 | 2 | 3 | 0 | 1 | 7 | 4 | 14 | 1 | 4 | 15 | 6 | 16 |
| 7 | 3 | 3 | 1 | 7 | 15 | 6 | 26 | 0 | 12 | 11 | 15 | 13 |
| 8 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 8 | 0 | 0 | 2 | 10 | 8 | 13 |
| 9 | 3 | 2 | 0 | 6 | 16 | 10 | 1 | 0 | 1 | 2 | 7 | 0 |
| 10 | 2 | 2 | 0 | 3 | 5 | 4 | 2 | 0 | 3 | 3 | 11 | 8 |
| 11 | 3 | 3 | 0 | 0 | 10 | 8 | 0 | 0 | 1 | 7 | 5 | 3 |
| 12 | 2 | 3 | 0 | 0 | 4 | 0 | 6 | 1 | 2 | 5 | 3 | 12 |
| 13 | 2 | 2 | 0 | 4 | 45 | 40 | 96 | 0 | 5 | 32 | 24 | 123 |
| 14 | 3 | 2 | 0 | 2 | 19 | 5 | 68 | 0 | 7 | 8 | 5 | 68 |
| 15 | 3 | 3 | 0 | 0 | 32 | 6 | 93 | 0 | 7 | 12 | 5 | 89 |
| 16 | 3 | 3 | 2 | 18 | 73 | 14 | 337 | 3 | 11 | 43 | 24 | 273 |
| 17 | 3 | 3 | 0 | 0 | 7 | 5 | 33 | 0 | 0 | 6 | 1 | 25 |
| 18 | 3 | 3 | 0 | 16 | 32 | 21 | 263 | 2 | 10 | 19 | 23 | 200 |
| 19 | 3 | 3 | 0 | 0 | 6 | 0 | 26 | 0 | 0 | 2 | 4 | 32 |
| 20 | 3 | 2 | 0 | 0 | 6 | 0 | 4 | 0 | 0 | 5 | 0 | 5 |
| 21 | 2 | 2 | 0 | 7 | 17 | 11 | 115 | 1 | 8 | 19 | 15 | 100 |
| Σ | 54 | 54 | 4 | 82 | 401 | 176 | 1.311 | 9 | 90 | 242 | 186 | 1.140 |
| Σ | 1.974 | | | | | 1.667 | | | | | | |

Tab. 9: Unfallzahlen auf dem relevanten Untersuchungsnetz der Beispiele für die ausgewerteten Jahre vor und nach Realisierung der Ortsumgehungen

Im Nachher-Zeitraum sind es 1,8 U(SP) und 4,5 U(LV) pro Jahr. Daraus ist bereits eine deutliche Abnahme der Unfälle mit Personenschaden zu erkennen.

Aus Tabelle 9 ist zudem ersichtlich, dass es deutliche Unterschiede je Beispiel im Bezug auf den Anteil der Unfälle mit leichten Sachschäden gibt. In einer gesonderten Auswertung konnten hierbei keine deutlichen Unterschiede zwischen Innerorts- und Außerorts-Unfällen festgestellt werden, jedoch zeigten sich erhebliche Differenzen zwischen den Bundesländern. Es ist daher zu vermuten, dass systematische Unterschiede bei der Aufnahme der Unfälle mit leichtem Sachschaden U(LS) in den Bundesländern bestehen.

Nach Prüfung und Aufbereitung der Unfalldaten wurden diese den einzelnen Streckenabschnitten und den Knotenpunkten zugeordnet. Dabei erfolgte die Verortung der Unfälle über die angegebenen Netzknoten, Stationierungen oder sonstige Angaben zur Lage. Bei planfreien, teilplanfreien und teilplangleichen Knotenpunkten wurden Unfälle auf den Rampen dem Knotenpunkt zugeordnet. In Bild 10 ist die Zuordnung der Unfälle im Nachher-Zeitbereich für die Ortsumgehung Metzgingen-Neuhausen beispielhaft wiedergegeben.

Aufgrund der Unterteilung des relevanten Untersuchungsnetzes in Abschnitte und Knotenpunkte ergeben sich für die einzelnen Abschnitte z. T. sehr geringe Unfallzahlen. Daraus wird bereits deutlich, dass sich eine abgesicherte Aussage zum Unfallgeschehen auf dieser (geringen) Datenbasis spezifisch für einzelne Ortsumgehungen nicht treffen lässt. Dies war bei der Entwicklung des Berechnungsansatzes (vgl. Kapitel 5) zu berücksichtigen. Belastbare Aussagen zum Unfallgeschehen sind

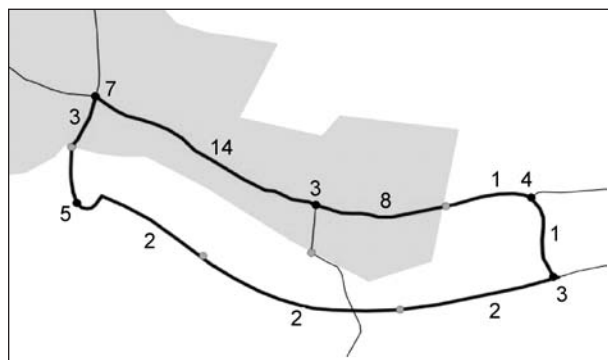


Bild 10: Unfälle für den Nachher-Zeitbereich für die Ortsumgehung Metzgingen-Neuhausen (2 Jahre)

nur möglich, wenn Unfalldaten über verschiedene Strecken und Knotenpunkte gleicher Typisierung – auch aus verschiedenen Untersuchungsbeispielen – zusammen betrachtet werden.

3.3 Verkehrssicherheitswirkungen für die Untersuchungsbeispiele

3.3.1 Allgemeines

In Kapitel 3.3 werden die Netzlängen, Fahrleistungen und Unfallzahlen für den Zustand vor und nach Realisierung der Ortsumgehungen miteinander verglichen. Dazu werden für jedes der 21 recherchierten Beispiele die kumulierten Unfallkenngrößen gegenübergestellt. Im Anhang 1 sind ergänzend dazu detaillierte Informationen zu den Untersuchungsbeispielen und den durchgeführten Auswertungen enthalten, in denen auch die Unfallkenngrößen wesentlich differenzierter ausgewiesen sind.

3.3.2 Straßennetzlängen

Durch die Realisierung der Ortsumgehungen vergrößert sich die Netzlänge, da zusätzlich zu der Ortsdurchfahrt auch eine Entlastungsstraße im Außerortsbereich realisiert wird. Für die 21 Beispielgebiete bedeutet dies, dass sich die Netzlänge insgesamt um knapp 63 km erhöht; für das relevante Straßennetz entspricht dies einer Streckenverlängerung um 60 %.

Auch die Anzahl der Knotenpunkte wird durch die Realisierung der Ortsumgehungen deutlich erhöht, da i. d. R. sowohl am Beginn als auch am Ende der Ortsumgehungen ein zusätzlicher Knoten entsteht. Gleiches gilt für mögliche Zwischenanbindungen. Dementsprechend erhöht sich die Anzahl der Verkehrsknoten für die 21 Beispielgebiete um 55; bezogen auf das relevante Straßennetz entspricht das einer Zunahme um 87 %.

In Tabelle 10 ist eine entsprechende Zusammenstellung enthalten.

| Bsp.-Nr. | Streckenlänge im relevanten Netz insgesamt | | | |
|----------|--|--------------|-----------------|-------|
| | Vorher [km] | Nachher [km] | Veränderung [%] | |
| 1 | 9,3 | 16,0 | 6,7 | 72 % |
| 2 | 3,3 | 6,1 | 2,9 | 88 % |
| 3 | 4,8 | 7,6 | 2,9 | 60 % |
| 4 | 3,2 | 5,6 | 2,4 | 78 % |
| 5 | 4,4 | 6,6 | 2,3 | 52 % |
| 6 | 3,8 | 5,9 | 2,1 | 57 % |
| 7 | 7,1 | 10,1 | 3,0 | 42 % |
| 8 | 2,5 | 2,5 | 0,0 | 1 % |
| 9 | 6,4 | 10,0 | 3,6 | 55 % |
| 10 | 3,2 | 5,2 | 2,0 | 61 % |
| 11 | 1,7 | 2,6 | 0,9 | 56 % |
| 12 | 1,2 | 1,7 | 0,6 | 50 % |
| 13 | 11,2 | 19,8 | 8,5 | 76 % |
| 14 | 3,7 | 6,1 | 2,4 | 66 % |
| 15 | 4,8 | 6,8 | 2,1 | 44 % |
| 16 | 8,4 | 13,2 | 4,9 | 58 % |
| 17 | 2,5 | 3,9 | 1,4 | 54 % |
| 18 | 7,3 | 11,1 | 3,8 | 52 % |
| 19 | 2,3 | 3,2 | 0,9 | 41 % |
| 20 | 5,2 | 9,1 | 3,9 | 75 % |
| 21 | 8,4 | 13,9 | 5,5 | 66 % |
| Σ | 104,3 | 167,1 | 62,8 | 60 % |
| ∅ | 5,0 | 8,0 | 3,0 | 60 % |
| Bsp.-Nr. | Knotenpunkte im relevanten Netz insgesamt | | | |
| | Vorher [-] | Nachher [-] | Veränderung [%] | |
| 1 | 5 | 9 | 4 | 80 % |
| 2 | 1 | 4 | 3 | 300 % |
| 3 | 3 | 5 | 2 | 67 % |
| 4 | 7 | 8 | 1 | 14 % |
| 5 | 1 | 5 | 4 | 400 % |
| 6 | 5 | 7 | 2 | 40 % |
| 7 | 3 | 6 | 3 | 100 % |
| 8 | 2 | 2 | 0 | 0 % |
| 9 | 4 | 7 | 3 | 75 % |
| 10 | 2 | 4 | 2 | 100 % |
| 11 | 0 | 2 | 2 | - % |
| 12 | 1 | 3 | 2 | 200 % |
| 13 | 5 | 10 | 5 | 100 % |
| 14 | 2 | 5 | 3 | 150 % |
| 15 | 2 | 5 | 3 | 150 % |
| 16 | 3 | 7 | 4 | 133 % |
| 17 | 2 | 3 | 1 | 50 % |
| 18 | 7 | 10 | 3 | 43 % |
| 19 | 1 | 3 | 2 | 200 % |
| 20 | 2 | 6 | 4 | 200 % |
| 21 | 5 | 7 | 2 | 40 % |
| Σ | 63 | 118 | 55 | 87 % |
| ∅ | 3,0 | 5,6 | 2,6 | 87 % |

Tab. 10: Veränderung der Länge des relevanten Straßennetzes und der Anzahl der Knotenpunkte durch Realisierung der Ortsumgehungen für die Beispiele

3.3.3 Fahrleistungen

Die Fahrleistungen des Kfz-Verkehrs sind eine wesentliche Grundlage zur Beurteilung der Verkehrssicherheitssituation im Straßennetz und der Ermittlung der Unfallraten und Unfallkostenraten. Dabei wird davon ausgegangen, dass sich das Unfallgeschehen über einen Bezug zur Fahrleistung normieren lässt. Dies beruht auf der Annahme, dass zwischen der Unfallhäufigkeit und den Fahrleistungen im Kfz-Verkehr ein linearer funktionaler Zusammenhang besteht.

Die Realisierung einer Ortsumgehung bedeutet i. d. R. eine Verlängerung des Straßennetzes.

Aufgrund der Verkehrsverlagerungen von der Ortsdurchfahrt auf die Ortsumgehung ergibt sich somit ein grundsätzlich anderes Verkehrsbelastungsbild. Dabei können, je nach Netzkonzeption, für die Orts-

| Bsp.-Nr. | Jahresfahrleistungen im relev. Netz insgesamt | | | |
|----------|---|-------------------------|-----------------|-------|
| | Vorher [Mio. Kfz-km/a] | Nachher [Mio. Kfz-km/a] | Veränderung | |
| | | | [Mio. Kfz-km/a] | [%] |
| 1 | 23,8 | 23,8 | 0,0 | 0 % |
| 2 | 17,1 | 20,1 | 3,0 | 18 % |
| 3 | 25,2 | 25,1 | -0,2 | -1 % |
| 4 | 11,1 | 12,6 | 1,5 | 14 % |
| 5 | 18,1 | 19,1 | 1,0 | 5 % |
| 6 | 10,8 | 11,0 | 0,2 | 2 % |
| 7 | 13,6 | 12,4 | -1,2 | -9 % |
| 8 | 17,6 | 16,5 | -1,0 | -6 % |
| 9 | 16,2 | 18,2 | 1,9 | 12 % |
| 10 | 5,2 | 5,4 | 0,2 | 4 % |
| 11 | 8,0 | 7,4 | -0,6 | -7 % |
| 12 | 3,5 | 3,5 | 0,0 | 0 % |
| 13 | 52,6 | 49,6 | -3,0 | -6 % |
| 14 | 11,9 | 11,1 | -0,7 | -6 % |
| 15 | 16,9 | 13,7 | -3,2 | -19 % |
| 16 | 47,1 | 46,0 | -1,0 | -2 % |
| 17 | 10,2 | 9,1 | -1,1 | -11 % |
| 18 | 28,9 | 31,1 | 2,1 | 7 % |
| 19 | 5,3 | 4,5 | -0,8 | -16 % |
| 20 | 10,4 | 11,3 | 0,8 | 8 % |
| 21 | 26,7 | 29,3 | 2,6 | 10 % |
| Σ | 380,2 | 380,7 | 0,5 | 0 % |

Tab. 11: Jahresfahrleistungen im relevanten Straßennetz der Untersuchungsbeispiele

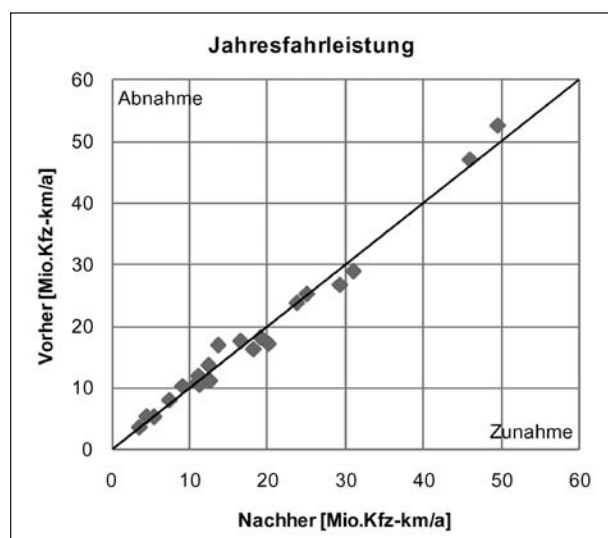


Bild 11: Entwicklung der Jahresfahrleistung im relevanten Straßennetz durch Realisierung der Ortsumgehungen für die Untersuchungsbeispiele

umgehung Fahrleistungszunahmen oder Fahrleistungsabnahmen eintreten. Ersteres erfolgt dann, wenn die Ortsumgehung im Vergleich zur Nutzung der Ortsdurchfahrt einen Umweg darstellt, aber aufgrund der höheren Fahrgeschwindigkeiten dennoch in Anspruch genommen wird. Eine Fahrleistungsreduzierung ist dann zu erwarten, wenn durch die Realisierung der Ortsumgehung für die durchfahrenden Verkehre eine Abkürzung geschaffen wird.

Für die 21 Beispiele wurden die Fahrleistungen im relevanten Untersuchungsnetz jeweils vor und nach Realisierung der Ortsumgehung ermittelt. Dabei zeigte sich, dass Fahrleistungsabnahmen bis zu 19 % und Fahrleistungszunahmen bis zu 18 % zu beobachten waren. Die Gesamtfahrleistungsbilanz über alle 21 Beispiele gesehen war nahezu ausgeglichen (vgl. Tabelle 11).

In Bild 11 wird deutlich, dass sich die Gesamtfahrleistung im relevanten Straßennetz der einzelnen Beispiele nur relativ geringfügig ändert, wodurch die Aussage, dass die Gesamtfahrleistungsbilanz weitgehend konstant bleibt, belegt wird.

3.3.4 Anzahl der Unfälle

In Tabelle 12 sind die Unfallzahlen im relevanten Straßennetz der 21 Beispiele sowohl für den Vorher- als auch für den Nachher-Zeitraum zusammengestellt, wobei auch die Unfälle mit leichtem Sachschaden berücksichtigt wurden. Damit unterschiedlich lange Vorher- und Nachher-Zeiträume

| Bsp.-Nr. | Zeitraum | | Unfälle (P,S) pro Jahr im relevanten Netz | | | |
|----------|----------|-----|--|---------|-------------|-------|
| | | | Vorher | Nachher | Veränderung | |
| | [a] | [a] | [U/a] | [U/a] | [U/a] | [%] |
| 1 | 3 | 2 | 66,0 | 54,0 | -12,0 | -18 % |
| 2 | 2 | 2 | 8,0 | 13,0 | 5,0 | 63 % |
| 3 | 3 | 2 | 38,7 | 27,5 | -11,2 | -29 % |
| 4 | 2 | 3 | 14,0 | 6,3 | -7,7 | -55 % |
| 5 | 2 | 3 | 12,5 | 14,3 | 1,8 | 15 % |
| 6 | 2 | 3 | 13,0 | 14,0 | 1,0 | 8 % |
| 7 | 3 | 3 | 18,3 | 17,0 | -1,3 | -7 % |
| 8 | 2 | 3 | 6,0 | 11,0 | 5,0 | 83 % |
| 9 | 3 | 2 | 11,0 | 5,0 | -6,0 | -55 % |
| 10 | 2 | 2 | 7,0 | 12,5 | 5,5 | 79 % |
| 11 | 3 | 3 | 6,0 | 5,3 | -0,7 | -11 % |
| 12 | 2 | 3 | 5,0 | 7,7 | 2,7 | 53 % |
| 13 | 2 | 2 | 92,5 | 92,0 | -0,5 | -1 % |
| 14 | 3 | 2 | 31,3 | 44,0 | 12,7 | 40 % |
| 15 | 3 | 3 | 43,7 | 37,7 | -6,0 | -14 % |
| 16 | 3 | 3 | 148,0 | 118,0 | -30,0 | -20 % |
| 17 | 3 | 3 | 15,0 | 10,7 | -4,3 | -29 % |
| 18 | 3 | 3 | 110,7 | 84,7 | -26,0 | -23 % |
| 19 | 3 | 3 | 10,7 | 12,7 | 2,0 | 19 % |
| 20 | 3 | 2 | 3,3 | 5,0 | 1,7 | 50 % |
| 21 | 2 | 2 | 75,0 | 71,5 | -3,5 | -5 % |
| Σ | 54 | 54 | 735,7 | 663,8 | -71,8 | -10 % |

Tab. 12: Durchschnittlich erfasste Unfälle U(P,S) pro Jahr im relevanten Straßennetz der Untersuchungsbeispiele

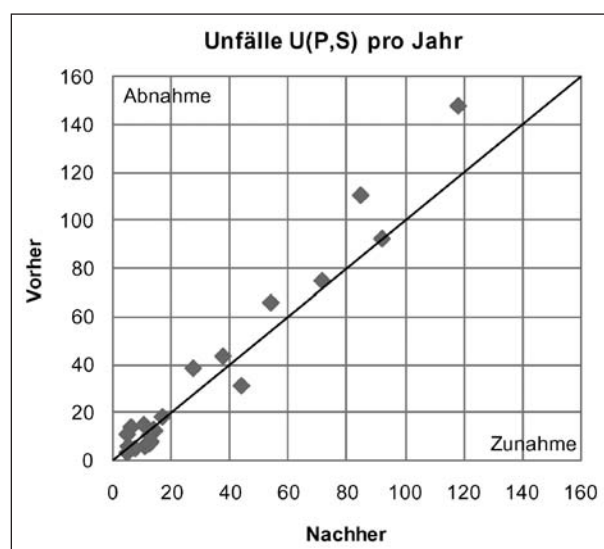


Bild 12: Entwicklung der durchschnittlich erfassten Unfälle U(P,S) pro Jahr im relevanten Straßennetz der Untersuchungsbeispiele

| Bsp.- Nr. | Zeitraum | | Unfälle (P,SS) pro Jahr im relevanten Netz | | | |
|--------------|----------|-----|---|--------------|--------------|--------------|
| | | | Vorher | Nachher | Veränderung | |
| | [a] | [a] | [U/a] | [U/a] | [U/a] | [%] |
| 1 | 3 | 2 | 9,7 | 8,0 | -1,7 | -17 % |
| 2 | 2 | 2 | 7,0 | 8,0 | 1,0 | 14 % |
| 3 | 3 | 2 | 25,7 | 13,0 | -12,7 | -49 % |
| 4 | 2 | 3 | 10,0 | 4,0 | -6,0 | -60 % |
| 5 | 2 | 3 | 8,0 | 7,0 | -1,0 | -13 % |
| 6 | 2 | 3 | 6,0 | 8,7 | 2,7 | 44 % |
| 7 | 3 | 3 | 9,7 | 12,7 | 3,0 | 31 % |
| 8 | 2 | 3 | 6,0 | 6,7 | 0,7 | 11 % |
| 9 | 3 | 2 | 10,7 | 5,0 | -5,7 | -53 % |
| 10 | 2 | 2 | 6,0 | 8,5 | 2,5 | 42 % |
| 11 | 3 | 3 | 6,0 | 4,3 | -1,7 | -28 % |
| 12 | 2 | 3 | 2,0 | 3,7 | 1,7 | 83 % |
| 13 | 2 | 2 | 44,5 | 30,5 | -14,0 | -31 % |
| 14 | 3 | 2 | 8,7 | 10,0 | 1,3 | 15 % |
| 15 | 3 | 3 | 12,7 | 8,0 | -4,7 | -37 % |
| 16 | 3 | 3 | 35,7 | 27,0 | -8,7 | -24 % |
| 17 | 3 | 3 | 4,0 | 2,3 | -1,7 | -42 % |
| 18 | 3 | 3 | 23,0 | 18,0 | -5,0 | -22 % |
| 19 | 3 | 3 | 2,0 | 2,0 | 0,0 | 0 % |
| 20 | 3 | 2 | 2,0 | 2,5 | 0,5 | 25 % |
| 21 | 2 | 2 | 17,5 | 21,5 | 4,0 | 23 % |
| Summe | | | 256,7 | 211,3 | -45,3 | -18 % |

Tab. 13: Durchschnittlich erfasste Unfälle mit Personenschaden und schwerwiegende Unfälle mit Sachschaden U(P,SS) pro Jahr im relevanten Straßennetz der Untersuchungsbeispiele

miteinander verglichen werden können, wurden die durchschnittlichen Unfälle pro Jahr ermittelt.

Nur etwas mehr als die Hälfte der Untersuchungsbeispiele (12 Beispiele) weist eine positive Unfallbilanz für das relevante Straßennetz auf, während sich bei den übrigen 9 Beispielen die Anzahl der Unfälle nach Realisierung der Ortsumgehungen erhöht hat. Da sich insbesondere bei den Ortsdurchfahrten, in denen sich im Vorher-Zeitraum viele Unfälle ereigneten, eine positive Unfallbilanz zeigt, reduziert sich die Gesamtzahl der Unfälle im relevanten Straßennetz um 10 %.

Wertet man ausschließlich die Unfälle mit Personenschaden und schwerwiegende Unfälle mit Sachschaden U(P,SS) aus, so ergibt sich sogar eine Abnahme der Unfallzahlen um insgesamt 18 %, obwohl nur bei 11 Untersuchungsbeispielen

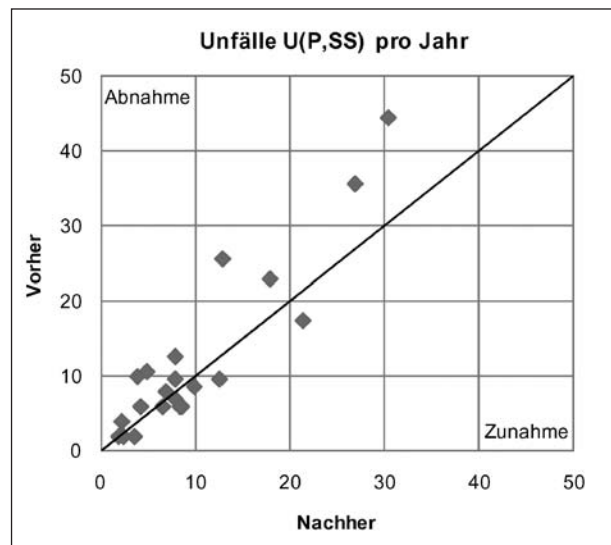


Bild 13: Entwicklung der durchschnittlich erfassten Unfälle U(P,SS) pro Jahr im relevanten Straßennetz der Untersuchungsbeispiele

ein Rückgang der U(P,SS) zu verzeichnen war. Die Anzahl geht von 257 Unfällen vor Realisierung der Ortsumgehungen auf 211 Unfälle nach Realisierung der Ortsumgehungen zurück (vgl. Tabelle 13 und Bild 13).

Insgesamt ergibt sich somit eine positive Bilanz bei den Unfallzahlen. Zu berücksichtigen ist allerdings, dass die Unfälle im Außerortsbereich häufig schwerer sind als Unfälle im Innerortsbereich, sodass aufgrund der Tatsache, dass durch die Realisierung der Ortsumgehungen Verkehre aus dem Innerortsbereich auf Außerortsstraßen verlagert werden, die Unfallschwere zunimmt. Probleme bereiten hier insbesondere die zusätzlichen Knotenpunkte außerorts, die mit der Realisierung von Ortsumgehungen verbunden sind.

3.3.5 Unfalldichte

Grundsätzlich gilt, dass die Unfalldichte zur Beschreibung des Unfallgeschehens für die Beurteilung der Sicherheitswirkungen von Ortsumgehungen nicht geeignet ist, da die Kenngröße keinen Bezug zur Verkehrsbelastung herstellt. Die Unfalldichte kann als Kenngröße für das Unfallgeschehen nur bei Untersuchungen angesetzt werden, bei denen Situationen verglichen werden, bei denen sich die Verkehrsbelastung im Straßennetz nicht verändert.

Durch die Realisierung von Ortsumgehungen erfolgt i. d. R. eine deutliche Verlängerung des rele-

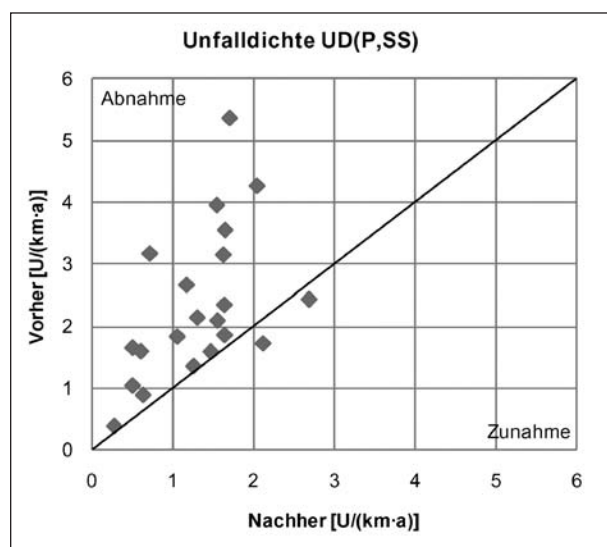


Bild 14: Entwicklung der Unfalldichte UD(P,SS) im Vorher- und im Nachher-Zeitraum im relevanten Straßennetz der Untersuchungsbeispiele

vanten Straßennetzes. Die Fahrleistung verteilt sich somit auf ein wesentlich längeres Straßennetz. Im Fall der 21 Untersuchungsbeispiele erhöht sich die Länge des relevanten Straßennetzes von 104 auf 167 km, was einer Zunahme um rd. 60 % entspricht. Da die Fahrleistung – über alle Beispiele gesehen – ungefähr unverändert bleibt, verteilt sich diese auch im Nachher-Fall auf ein wesentlich längeres Straßennetz. Die Unfalldichte UD(P,SS) reduziert sich somit von vorher 2,5 auf 1,3 Unfälle/km·a, was einem Rückgang um 49 % entspricht (vgl. Bild 14).

Betrachtet man die Innerortsbereiche der Ortsdurchfahrten und berücksichtigt man zusätzlich die leichten Sachschäden, so ergibt sich ein Rückgang der Unfalldichte von 10,3 Unfällen/km·a auf 6,4 Unfälle/km·a; dies entspricht 38 %. Durch die Verkehrsbelastung reduziert sich die Gesamtanzahl der Unfälle in der Ortsdurchfahrt, deren Länge ja unverändert bleibt, deutlich.

3.3.6 Unfallraten für die ausgewählten Untersuchungsbeispiele

Um die Unfallsituation auf einzelnen Strecken bzw. an den Knotenpunkten der Untersuchungsbeispiele vergleichen zu können, muss das Unfallgeschehen ins Verhältnis zur Verkehrsleistung gesetzt werden. Dies erfolgt mit Hilfe der Unfallraten. In Tabelle 14 sind die Unfallraten bezogen auf 1 Jahr für das jeweils relevante Straßennetz der Untersuchungsbeispiele zusammengestellt.

| Bsp.-Nr. | Unfallraten UR (P,SS) im relevanten Netz | | | |
|----------|--|-------------------------------|--------------------|--------------|
| | Vorher [U/Mio. Kfz-km] | Nachher [U/Mio. Kfz-km] | Veränderung | |
| | | | [U/Mio. Kfz-km] | [%] |
| 1 | 0,41 | 0,34 | -0,07 | -17 % |
| 2 | 0,41 | 0,40 | -0,01 | -3 % |
| 3 | 1,02 | 0,52 | -0,50 | -49 % |
| 4 | 0,90 | 0,32 | -0,58 | -65 % |
| 5 | 0,44 | 0,37 | -0,08 | -17 % |
| 6 | 0,56 | 0,79 | 0,23 | 42 % |
| 7 | 0,71 | 1,02 | 0,31 | 43 % |
| 8 | 0,34 | 0,40 | 0,06 | 18 % |
| 9 | 0,66 | 0,28 | -0,38 | -58 % |
| 10 | 1,15 | 1,57 | 0,42 | 37 % |
| 11 | 0,75 | 0,59 | -0,17 | -22 % |
| 12 | 0,57 | 1,05 | 0,48 | 84 % |
| 13 | 0,85 | 0,61 | -0,23 | -27 % |
| 14 | 0,73 | 0,90 | 0,17 | 23 % |
| 15 | 0,75 | 0,59 | -0,16 | -22 % |
| 16 | 0,76 | 0,59 | -0,17 | -23 % |
| 17 | 0,39 | 0,26 | -0,13 | -34 % |
| 18 | 0,80 | 0,58 | -0,22 | -27 % |
| 19 | 0,38 | 0,45 | 0,07 | 18 % |
| 20 | 0,19 | 0,22 | 0,03 | 16 % |
| 21 | 0,66 | 0,73 | 0,08 | 12 % |
| Σ | 0,68 | 0,56 | -0,12 | -18 % |

Tab. 14: Unfallraten UR(P,SS) im Vorher- und im Nachher-Zeitraum für das relevante Straßennetz der Untersuchungsbeispiele

Bei der Auswertung wurden lediglich die Unfälle mit Personenschaden und die schwerwiegenden Unfälle mit Sachschaden U(P,SS) berücksichtigt, um eine Verzerrung durch die hohe Anzahl von Unfällen mit leichtem Sachschaden, die aber für die Beurteilung der Verkehrssicherheit eher geringe Bedeutung haben, auszuschließen.

Da sich die Fahrleistung bei den Beispielen i. d. R. nur geringfügig ändert und in der Bilanz sogar nahezu unverändert bleibt, ist zu erwarten, dass die Unfallraten ein ähnliches Bild widerspiegeln wie die Auswertung der Unfallzahlen. In Bild 15 sind die Unfallraten für den Vorher- und den Nachher-Zeitraum gegenübergestellt; im Durchschnitt ergibt sich eine Abnahme der Unfallraten um 18 %.

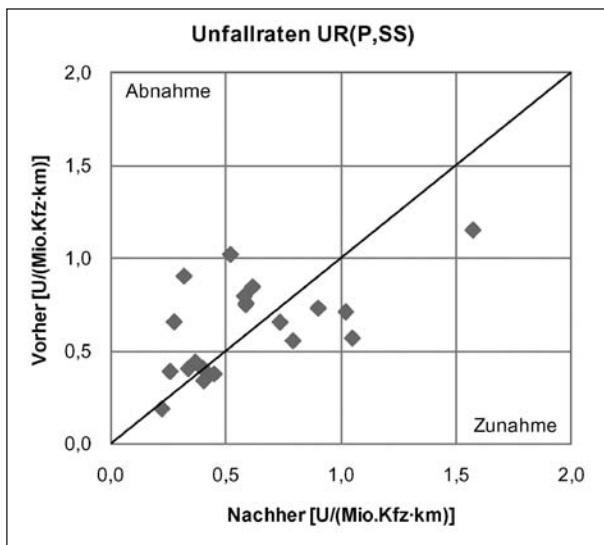


Bild 15: Entwicklung der Unfallraten UR(P,SS) im Vorher- und im Nachher-Zeitraum im relevanten Straßennetz der Untersuchungsbeispiele

3.3.7 Unfallkosten

Zur Beurteilung der Verkehrssicherheit auf den Straßennetzen der Untersuchungsbeispiele muss zusätzlich zur Anzahl der Unfälle die Unfallschwere mit berücksichtigt werden. Dies geschieht durch die Verwendung von Unfallkosten.

Bei der Auswertung der Unfallkosten wurden grundsätzlich auch die Unfälle mit leichtem Sachschaden berücksichtigt, um eine Gesamtbilanz der entstehenden Kosten zu erhalten. Diese haben zwar vergleichsweise niedrige Kosten pro Unfall, nehmen jedoch durch die große Anzahl in der Gesamtbilanz einen erheblichen Anteil ein.

Für die Ermittlung der Unfallkosten sind unterschiedliche Berechnungsansätze möglich:

Ansatz 1: Pauschale Kostensätze für Unfälle mit Personenschaden, schwerwiegende Unfälle mit Sachschaden und sonstige Unfälle mit Sachschaden (WU(P,SS,LS))

Dieser Berechnungsansatz wird insbesondere dann empfohlen, wenn nur eine geringe Anzahl von Unfällen mit Personenschaden U(P) ausgewertet werden soll, um z. B. bei kleinen Fallzahlen den Einfluss der Zufälligkeit von Unfällen mit schwerem Personenschaden zu glätten und dementsprechend realistische Unfallkosten zu ermitteln. Dieser Berechnungsansatz ist sinnvoll, wenn z. B. Unfallkenngrößen für jedes einzelne Beispiel ermittelt werden sollen.

Ansatz 2: Pauschale Kostenansätze für Unfälle mit schwerem Personenschaden, leichtem Personenschaden, schwerwiegende Unfälle mit Sachschaden und sonstige Unfälle mit Sachschaden (WU(SP,LV,SS,LS))

Dieser Ansatz kann gewählt werden, wenn eine größere Anzahl von Unfällen mit Personenschaden vorliegt, die ausgewertet werden soll. Diese, im Vergleich zum Ansatz 1 differenziertere Betrachtung der Unfallschwere bei Unfällen mit Personenschaden kommt infrage, wenn z. B. mehrere Untersuchungsbeispiele zusammenfassend ausgewertet werden, um über das Gesamtkollektiv gesehen repräsentative Unfallkosten abzuleiten. Bei der Betrachtung einzelner Beispiele vor und nach Realisierung einer Ortsumgehung sollte dieser Ansatz jedoch nicht angewendet werden, da hier seltene, zufällige Ereignisse – wie z. B. ein Unfall mit schwerem Personenschaden – das Ergebnis sehr stark beeinflussen würden.

Ansatz 3: Differenzierte Berücksichtigung der Personenschäden durch eine direkte Anpassung der Unfallkosten (WV(GT,SV,LV), WUS(SP,LV) und WU(SS,LS))

Liegt eine sehr große Anzahl von Unfällen einer Auswertung der Unfallkosten zugrunde – etwa auf Landesebene oder auf Bundesebene –, so können die Kosten der Unfälle mit Personenschaden differenziert ermittelt werden, indem für jeden Unfall die Anzahl der Getöteten, der Schwerverletzten und der Leichtverletzten mit dem jeweiligen Kostensatz sowie ein zusätzlicher Kostensatz für die Berücksichtigung des Sachschadens einbezogen werden. Diese Vorgehensweise kommt für die Auswertung der 21 Untersuchungsbeispiele nicht infrage, da hier bereits ein einzelner bei einem Unfall Getöteter aufgrund des hohen Kostensatzes das Ergebnis der Auswertung deutlich verzerren würde, sodass die Unfallkosten sehr stark von einem einzelnen zufälligen Ereignis – nämlich dem Unfall mit Getöteten – abhängen würde.

Ansatz 4: Nach Unfalltypen differenzierte Ermittlung der Unfallkosten mit pauschalen Kostenansätzen für Unfälle mit schwerem Personenschaden, leichtem Personenschaden, schwerwiegende Unfälle mit Sachschaden und sonstige Unfälle mit Sachschaden (WU_{UT}(SP,LV) und WU(SS,LS))

Bei diesem Ansatz werden die spezifischen Eigenheiten der verschiedenen Unfalltypen im Bezug auf die Unfallschwere berücksichtigt. Für die Beurteilung der Verkehrssicherheitswirkung von Ortsumgehungen ist dieser Ansatz deshalb interessant, weil hierdurch berücksichtigt wird, dass im Innerortsbereich und im Außerortsbereich die einzelnen Unfalltypen unterschiedlich häufig vorkommen. Aufgrund der geringen Anzahl von Unfällen mit schwerem Personenschaden sollte auch dieser Ansatz, differenziert nach Unfällen mit schwerem und mit leichtem Personenschaden nicht für einen Vergleich der einzelnen Beispiele vor und nach Realisierung einer Ortsumgehung angewendet werden.

Ansatz 5: Nach Unfalltypen differenzierte Ermittlung der Unfallkosten mit pauschalen Kostensätzen für Unfälle mit Personenschaden, schwerwiegende Unfälle mit Sachschaden und sonstige Unfälle mit Sachschaden (WU_{UT}(P) und WU(SS, LS))

Um einerseits die spezifischen Eigenheiten der verschiedenen Unfalltypen im Innerortsbereich und im Außerortsbereich zu unterscheiden und andererseits Unfälle mit schwerem Personenschaden aufgrund der Seltenheit dieser Unfälle und der nur kurzen Beobachtungszeiträume nicht falsch einzuschätzen, eignet sich die Anwendung dieses Ansatzes. Insofern bildet dieser Ansatz eine geeignete Grundlage, um die Unfallkosten vor und nach Realisierung der Ortsumgehung zu berücksichtigen.

In Bild 17 sind die unterschiedlich berechneten Unfallkosten (Ansatz 1-5) für die 21 Untersuchungsbeispiele zusammenfassend gegenübergestellt.

Für die weiteren Betrachtungen wurde der Berechnungsansatz Nr. 5 – mit einer Ermittlung der Unfallkosten für Unfälle mit Personenschaden nach Unfalltypen differenziert (vgl. Tabelle 4) und für schwerwiegende Unfälle mit Sachschaden und sonstige Unfälle mit Sachschaden unter Berücksichtigung pauschaler Kostenansätze – zugrunde gelegt. In Tabelle 15 und Bild 16 sind die Unfallkosten für die 21 Untersuchungsbeispiele jeweils für den Vorher- und den Nachher-Zeitbereich gegenübergestellt.

Nur bei 9 der 21 untersuchten Beispiele reduzieren sich die Unfallkosten in der Bilanz über das relevante Straßennetz nach Realisierung der Ortsumgehung. Ein großer Teil der Verkehre, die vor Realisierung der Ortsumgehung die Ortsdurchfahrt

| Bsp.- Nr. | Unfallkosten UK(P,SS,LS) auf dem relevanten Netz | | | |
|--------------|--|-------------------|-----------------|-------------|
| | Vorher [€/a] | Nachher [€/a] | Veränderung | |
| | | | [€/a] | [%] |
| 1 | 894.333 | 715.500 | -178.833 | -20 % |
| 2 | 271.500 | 518.500 | 247.000 | 91 % |
| 3 | 1.033.333 | 675.000 | -358.333 | -35 % |
| 4 | 712.500 | 308.667 | -403.833 | -57 % |
| 5 | 349.000 | 428.667 | 79.667 | 23 % |
| 6 | 215.500 | 558.667 | 343.167 | 159 % |
| 7 | 689.333 | 716.667 | 27.333 | 4 % |
| 8 | 121.500 | 424.333 | 302.833 | 249 % |
| 9 | 433.333 | 104.000 | -329.333 | -76 % |
| 10 | 342.000 | 410.000 | 68.000 | 20 % |
| 11 | 171.000 | 287.000 | 116.000 | 68 % |
| 12 | 146.000 | 201.000 | 55.000 | 38 % |
| 13 | 1.805.000 | 1.634.250 | -170.750 | -9 % |
| 14 | 522.667 | 816.000 | 293.333 | 56 % |
| 15 | 756.667 | 650.667 | -106.000 | -14 % |
| 16 | 2.151.667 | 1.597.000 | -554.667 | -26 % |
| 17 | 237.000 | 242.667 | 5.667 | 2 % |
| 18 | 1.706.333 | 1.274.667 | -431.667 | -25 % |
| 19 | 222.000 | 124.667 | -97.333 | -44 % |
| 20 | 151.333 | 246.000 | 94.667 | 63 % |
| 21 | 1.116.500 | 1.538.500 | 422.000 | 38 % |
| Σ | 14.048.500 | 13.472.417 | -576.083 | -4 % |

Tab. 15: Unfallkosten UK(P,SS,LS) – berechnet mit WU_{UT}(P) und WU(SS,LS) – im Vorher- und im Nachher-Zeitraum für die relevanten Netzabschnitte der Untersuchungsbeispiele

nutzten, wird in den Außerortsbereich verlagert. Die Unfallzahlen in der Ortsdurchfahrt gehen dadurch jedoch nur relativ wenig zurück. Dieser Unfallrückgang kann die höheren Kosten, die Unfälle im Außerortsbereich durchschnittlich verursachen, nur in geringem Maße ausgleichen. Insofern ergibt sich in der Gesamtbilanz der Beispielgebiete nur eine geringe Abnahme der Unfallkosten um -4 %.

Für die Unfallkosten wurde eine weitere differenzierte Betrachtung nach Strecken und Knoten jeweils für den Innerorts- und den Außerortsbereich durchgeführt, wobei auch hier der Vorher- und der Nachher-Zustand verglichen wurde (vgl. Tabelle 16).

Dabei zeigt sich, dass der Anteil der Kosten, der durch Unfälle im Innerortsbereich hervorgerufen

wird, von 76 % auf 42 % zurückgeht, was einer absoluten Kostenreduzierung in der Summe der 21 Beispiele um 5,1 Mio. € entspricht. Im Gegenzug dazu steigt der Anteil der Unfallkosten im Außerortsbereich von 24 % auf 58 %, was absolut einem Kostenbetrag von 4,5 Mio. € entspricht.

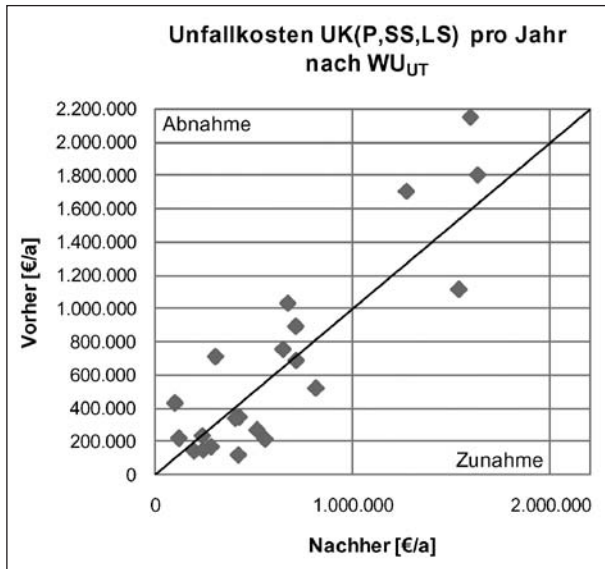


Bild 16: Vergleich der Unfallkosten UK(P,SS,LS) – berechnet mit $WU_{UT}(P)$ und $WU(SS,LS)$ – im Vorher- und im Nachher-Zeitraum für das relevante Straßennetz der Untersuchungsbeispiele

Innerorts reduzieren sich die Unfallkosten für Knoten und Strecken gleichermaßen. Hier wurden keine wesentlichen Änderungen im relevanten Streckennetz durchgeführt. Der Rückgang ist auf die reduzierte Verkehrsleistung infolge der Ortsumgehungen zurückzuführen.

Auffällig ist der hohe Zuwachs der Unfallkosten an Knotenpunkten außerorts. Bei einer detaillierteren Betrachtung der Unfallkosten im Außerortsbereich, die sich für die Strecken bzw. für die Knotenpunkte

| Ortslage | UK(P,SS,LS) nach Ortslage mit WU_{UT} | | | |
|--------------------|---|-------------------|-----------------|-------------|
| | Vorher [€/a] | Nachher [€/a] | Veränderung | |
| | | | [€/a] | [%] |
| Strecken innerorts | 8.765.500 | 4.505.000 | -4.260.500 | -49 % |
| Strecken außerorts | 2.837.833 | 4.398.500 | 1.560.667 | 55 % |
| Knoten innerorts | 1.961.833 | 1.141.417 | -820.417 | -42 % |
| Knoten außerorts | 483.333 | 3.427.500 | 2.944.167 | 609 % |
| Summe | 14.048.500 | 13.472.417 | -576.083 | -4 % |

Tab. 16: Differenzierung der Unfallkosten UK(P,SS,LS) – berechnet mit $WU_{UT}(P)$ und $WU(SS,LS)$ – nach Knoten und Strecken für den Innerortsbereich und den Außerortsbereich, jeweils für das gesamte Beispielkollektiv

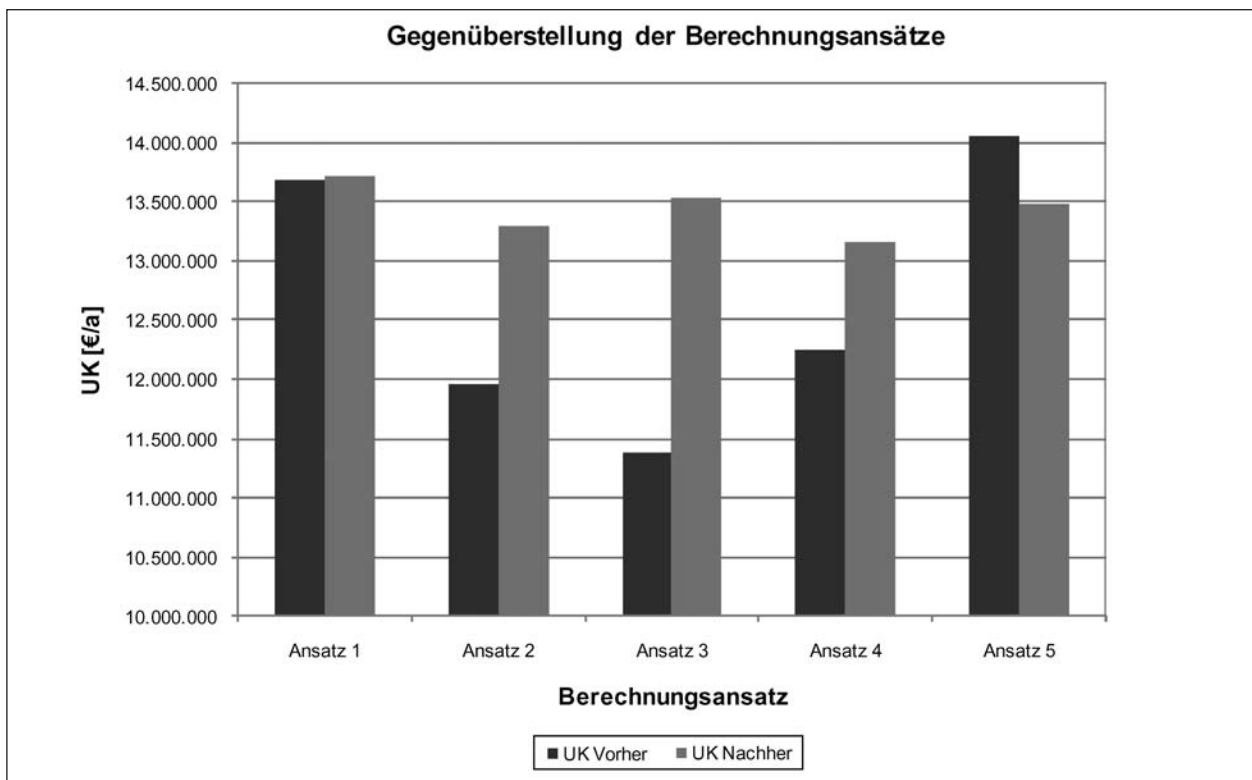


Bild 17: Gegenüberstellung der nach unterschiedlichen Ansätzen berechneten Unfallkosten für die 21 Beispiele

ergeben, zeigt sich, dass die Strecken entsprechend ihrer Längenzunahme und die Knoten entsprechend ihrer Anzahl eine Zunahme der Unfallkosten bewirken. Das relevante Straßennetz erhöhte sich außerorts um 60 %, die Unfallkosten auf den Strecken entsprechend um 55 %. Die Anzahl der Knotenpunkte außerorts erhöht sich nach Realisierung der Ortsumgehungen um 55; das entspricht einer Zunahme der Anzahl an Verkehrsknoten auf das 6,5fache der Situation vor Realisierung der Ortsumgehungen. Dieser Erhöhung der Knotenpunktanzahl steht entsprechend eine Erhöhung der Unfallkosten auf das 6,1fache gegenüber.

Durch die Verlagerung der Durchgangsverkehre auf die Ortsumgehung verändert sich auch die Struktur des Unfallgeschehens. In Tabelle 17 sind die Unfallkosten differenziert nach Unfalltypen für das Gesamtkollektiv der Beispiele im Vorher/Nachher-Vergleich wiedergegeben.

| Unfalltyp | UK(P,SS,LS) nach Typ mit WU _{UT} | | | |
|---|---|-------------------|-----------------|-------------|
| | Vorher [€/a] | Nachher [€/a] | Veränderung | |
| | | | [€/a] | [%] |
| Typ 1 Fahrunfall (F) | 2.205.750 | 3.127.167 | 921.417 | 42 % |
| Typ 2 Abbiege- Unfall (AB) | 2.181.583 | 1.781.333 | -400.250 | -18 % |
| Typ 3 Einbiegen/ Kreuzen- Unfall (EK) | 2.390.000 | 3.598.250 | 1.208.250 | 51 % |
| Typ 4 Überschrei- ten-Unfall (ÜS) | 2.523.667 | 783.833 | -1.739.833 | -69 % |
| Typ 5 Unfall durch ruhenden Verkehr (RV) | 441.583 | 302.917 | -138.667 | -31 % |
| Typ 6 Unfall im Längsverkehr (LV) | 2.916.083 | 2.134.667 | -781.417 | -27 % |
| Typ 7 Sonstiger Unfall (SO) | 1.375.833 | 1.705.250 | 329.417 | 24 % |
| Unfälle ohne Angabe des Unfalltyps | 14.000 | 39.000 | 25.000 | 179 % |
| Summe | 14.048.500 | 13.472.417 | -576.083 | -4 % |

Tab. 17: Unfallkosten UK(P,SS,LS) – berechnet mit WU_{UT}(P) und WU(SS,LS) – differenziert nach Unfalltypen für das Gesamtkollektiv der Beispiele im Vorher-Nachher-Vergleich

Dabei zeigt sich, dass die Unfallkosten der typischen Innerortsunfälle erwartungsgemäß zurückgehen. Dies betrifft die Unfallkosten von Unfällen im ruhenden Verkehr (Typ 5), Unfällen im Längsverkehr (Typ 6) sowie von Überschreiten-Unfällen (Typ 4), bei denen Fußgänger beteiligt sind. Im Gegenzug sind deutliche Zunahmen bei den Unfallkosten durch Fahrunfälle (Typ 1) sowie durch Einbiegen/Kreuzen-Unfälle (Typ 3) zu verzeichnen. Auch hier zeigt sich, dass die Unfallkosten durch Unfälle im Bereich der Knotenpunkte aufgrund der Realisierung der Ortsumgehungen überdurchschnittlich ansteigen. Die Zunahme der Unfallkosten durch sonstige Unfälle (Typ 7) lässt sich auf eine erhöhte Anzahl von Unfällen mit Wild im Außerortsbereich zurückführen.

| Bsp.- Nr. | Unfallkosten UK(P,SS,LS) im Knotenpunktsbereich | | | |
|--------------|---|------------------|------------------|-------------|
| | Vorher [€/a] | Nachher [€/a] | Veränderung | |
| | | | [€/a] | [%] |
| 1 | 139.333 | 96.000 | -43.333 | -31 % |
| 2 | 23.500 | 150.000 | 126.500 | 538 % |
| 3 | 177.333 | 228.500 | 51.167 | 29 % |
| 4 | 103.000 | 194.667 | 91.667 | 89 % |
| 5 | 15.000 | 180.000 | 165.000 | 1.100 % |
| 6 | 80.000 | 258.000 | 178.000 | 223 % |
| 7 | 108.333 | 239.667 | 131.333 | 121 % |
| 8 | 18.500 | 17.000 | -1.500 | -8 % |
| 9 | 66.667 | 61.000 | -5.667 | -8 % |
| 10 | 6.000 | 123.000 | 117.000 | 1.950 % |
| 11 | 0 | 76.333 | 76.333 | - % |
| 12 | 53.500 | 149.333 | 95.833 | 179 % |
| 13 | 264.500 | 570.250 | 305.750 | 116 % |
| 14 | 88.667 | 411.500 | 322.833 | 364 % |
| 15 | 185.667 | 233.667 | 48.000 | 26 % |
| 16 | 147.000 | 193.333 | 46.333 | 32 % |
| 17 | 132.333 | 93.333 | -39.000 | -29 % |
| 18 | 434.333 | 342.333 | -92.000 | -21 % |
| 19 | 14.000 | 54.000 | 40.000 | 286 % |
| 20 | 4.000 | 118.000 | 114.000 | 2.850 % |
| 21 | 383.500 | 779.000 | 395.500 | 103 % |
| Σ | 2.445.167 | 4.568.917 | 2.123.750 | 87 % |

Tab. 18: Unfallkosten UK(P,SS,LS) – berechnet mit WU_{UT}(P) und WU(SS,LS) – der Knotenpunkte nach Realisierung der Ortsdurchfahrten, zusammengefasst für die 21 Beispiele

Eine Auswertung der Unfallkosten an Knotenpunkten (vgl. Tabelle 18) zeigt, dass hier bei einem Vorher/Nachher-Vergleich eine Zunahme um 87 % zu beobachten ist. Nur bei 5 der 21 Beispiele ergeben sich leichte Abnahmen der Unfallkosten an den Knotenpunkten, während bei den übrigen 16 Beispielen Zunahmen – teilweise über 1.000 % – zu verzeichnen sind. Diese Auswertung verdeutlicht, dass die Anzahl der Knotenpunkte im Außerortsbereich wesentlichen Einfluss auf die Verkehrssicherheitsbilanz von Ortsumgehungen hat.

In Tabelle 19 sind die Unfallkosten, die an Knotenpunkten entstehen, den gesamten Unfallkosten für die 21 Beispiele gegenübergestellt. Dabei zeigt sich, dass vor Realisierung der Ortsumgehungen die Unfälle an Verkehrsknoten nur einen Anteil von 17 % an den gesamten Unfallkosten hatten. Dieser

Anteil erhöht sich nach Realisierung der Ortsumgehungen auf 34 %.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Unfallkostenbilanz der 21 Untersuchungsbeispiele wesentlich durch das Unfallgeschehen an den Knotenpunkten im Außerortsbereich geprägt wird.

3.3.8 Unfallkostenraten

Um eine Vergleichbarkeit des fahrleistungsbezogenen Risikos, zu verunfallen, für die Untersuchungsbeispiele zu ermöglichen, können die Unfallkosten in Relation zur Verkehrsleistung gesetzt werden. In Tabelle 20 sind die entsprechenden Unfallkostenraten zusammengestellt. Der Vergleich der Unfallkostenraten im Vorher-Zeitraum mit denen im

| Bsp.-Nr. | Anteile der Unfallkosten UK(P,SS,LS) an Knotenpunkten an den Gesamtkosten | | | | | |
|----------|---|------------------|-------------|-------------------|------------------|-------------|
| | Vorher | | | Nachher | | |
| | UK [€/a] Gesamt | UK [€/a] Knoten | % | UK [€/a] Gesamt | UK [€/a] Knoten | % |
| 1 | 894.333 | 139.333 | 16 % | 715.500 | 96.000 | 13 % |
| 2 | 271.500 | 23.500 | 9 % | 518.500 | 150.000 | 29 % |
| 3 | 1.033.333 | 177.333 | 17 % | 675.000 | 228.500 | 34 % |
| 4 | 712.500 | 103.000 | 14 % | 308.667 | 194.667 | 63 % |
| 5 | 349.000 | 15.000 | 4 % | 428.667 | 180.000 | 42 % |
| 6 | 215.500 | 80.000 | 37 % | 558.667 | 258.000 | 46 % |
| 7 | 689.333 | 108.333 | 16 % | 716.667 | 239.667 | 33 % |
| 8 | 121.500 | 18.500 | 15 % | 424.333 | 17.000 | 4 % |
| 9 | 433.333 | 66.667 | 15 % | 104.000 | 61.000 | 59 % |
| 10 | 342.000 | 6.000 | 2 % | 410.000 | 123.000 | 30 % |
| 11 | 171.000 | 0 | 0 % | 287.000 | 76.333 | 27 % |
| 12 | 146.000 | 53.500 | 37 % | 201.000 | 149.333 | 74 % |
| 13 | 1.805.000 | 264.500 | 15 % | 1.634.250 | 570.250 | 35 % |
| 14 | 522.667 | 88.667 | 17 % | 816.000 | 411.500 | 50 % |
| 15 | 756.667 | 185.667 | 25 % | 650.667 | 233.667 | 36 % |
| 16 | 2.151.667 | 147.000 | 7 % | 1.597.000 | 193.333 | 12 % |
| 17 | 237.000 | 132.333 | 56 % | 242.667 | 93.333 | 38 % |
| 18 | 1.706.333 | 434.333 | 25 % | 1.274.667 | 342.333 | 27 % |
| 19 | 222.000 | 14.000 | 6 % | 124.667 | 54.000 | 43 % |
| 20 | 151.333 | 4.000 | 3 % | 246.000 | 118.000 | 48 % |
| 21 | 1.116.500 | 383.500 | 34 % | 1.538.500 | 779.000 | 51 % |
| Σ | 14.048.500 | 2.445.167 | 17 % | 13.472.417 | 4.568.917 | 34 % |

Tab. 19: Anteile Unfallkosten UK(P,SS,LS) – berechnet mit $WU_{UT}(P)$ und $WU(SS,LS)$ – der Knotenpunkte an den gesamten Unfallkosten des relevanten Netzes für die 21 Beispiele

| Bsp.-Nr. | Unfallkostenraten UKR(P,SS,LS) auf dem relevanten Netz | | | |
|----------|--|--------------------------|------------------|-------------|
| | Vorher [€/1.000 Kfz-km] | Nachher [€/1.000 Kfz-km] | Veränderung | |
| | | | [€/1.000 Kfz-km] | [%] |
| 1 | 37,62 | 30,07 | -7,55 | -20 % |
| 2 | 15,87 | 25,75 | 9,88 | 62 % |
| 3 | 40,99 | 26,94 | -14,05 | -34 % |
| 4 | 64,26 | 24,50 | -39,76 | -62 % |
| 5 | 19,26 | 22,42 | 3,16 | 16 % |
| 6 | 19,96 | 50,92 | 30,96 | 155 % |
| 7 | 50,65 | 57,66 | 7,01 | 14 % |
| 8 | 6,92 | 25,66 | 18,74 | 271 % |
| 9 | 26,70 | 5,72 | -20,98 | -79 % |
| 10 | 65,46 | 75,75 | 10,28 | 16 % |
| 11 | 21,50 | 38,87 | 17,38 | 81 % |
| 12 | 41,59 | 57,38 | 15,79 | 38 % |
| 13 | 34,29 | 32,94 | -1,35 | -4 % |
| 14 | 44,04 | 73,36 | 29,31 | 67 % |
| 15 | 44,77 | 47,59 | 2,82 | 6 % |
| 16 | 45,71 | 34,70 | -11,01 | -24 % |
| 17 | 23,21 | 26,75 | 3,54 | 15 % |
| 18 | 58,99 | 41,05 | -17,94 | -30 % |
| 19 | 41,99 | 27,94 | -14,05 | -33 % |
| 20 | 14,52 | 21,86 | 7,34 | 51 % |
| 21 | 41,81 | 52,50 | 10,69 | 26 % |
| Σ | 36,95 | 35,39 | -1,56 | -4 % |

Tab. 20: Unfallkostenraten UKR(P,SS,LS) im Vorher- und im Nachher-Zeitraum für die relevanten Netzabschnitte der Untersuchungsbeispiele

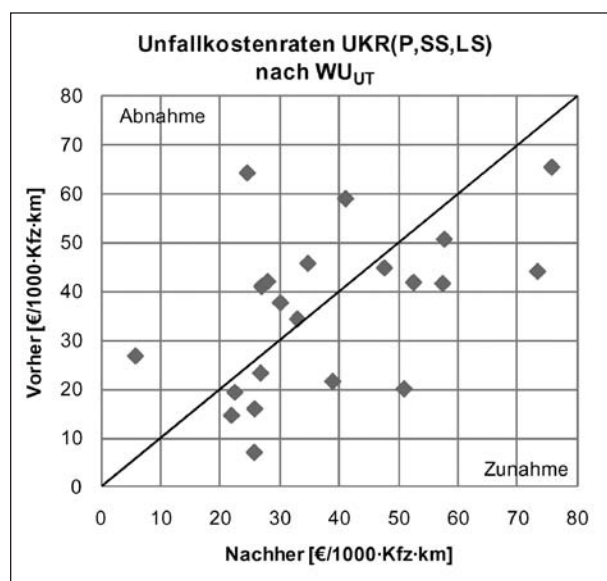


Bild 18: Vergleich der Unfallkostenraten UKR(P,SS,LS) im Vorher- und im Nachher-Zeitraum für die relevanten Netzabschnitte der Untersuchungsbeispiele

Nachher-Zeitraum zeigt ein ähnliches Bild wie beim Vergleich der Unfallkosten (vgl. Bild 18).

Folglich ergibt sich auch bei einer Betrachtung der Unfallkostenraten für die 21 Untersuchungsbeispiele eine Abnahme um ca. 4 %. Für die Beurteilung der Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen sind aber nicht die Unfallkostenraten, sondern die bilanzierten Unfallkosten relevant, da mögliche Fahrleistungsänderungen bei der Beurteilung einzubeziehen sind.

3.3.9 Beurteilung der Verkehrssicherheitswirkungen der erhobenen Beispiele

Ein Vergleich der Unfallzahlen der Untersuchungsbeispiele weist insgesamt einen Rückgang im Nachher-Zeitraum gegenüber dem Vorher-Zeitraum aus. Allerdings waren die Unfallzahlen nur bei 12 der 21 untersuchten Beispiele rückläufig.

Bezieht man zusätzlich zur Anzahl der Unfälle auch die Unfallkosten in eine vergleichende Bewertung mit ein, so ergibt sich aufgrund der größeren Unfallschwere im Außerortsbereich insgesamt nur eine geringe Verbesserung der Verkehrssicherheit im Nachher-Zeitraum. Insgesamt weisen nur 9 der 21 Untersuchungsbeispiele im Nachher-Zeitraum niedrigere Unfallkosten als im Vorher-Zeitraum auf.

Einen großen Anteil an den Unfallkosten haben die Knotenpunkte im Zuge der Ortsumgehungen. Daher sind für eine positive Unfallbilanz insbeson-

dere die Anzahl und die verkehrssichere Gestaltung bzw. die Wahl der Verkehrsregelung an den Knotenpunkten im Zuge der Ortsumgehungen entscheidend.

4 Standardisierte Unfallkenngrößen

4.1 Grundlagen

4.1.1 Grundlagen für den Außerortsbereich

Der Untersuchungsansatz des Forschungsvorhabens sah ursprünglich die Auswertung sämtlicher in einem zurückliegenden 10-Jahres-Zeitraum realisierten Ortsumgehungen vor. Eine Vorabrecherche führte zu dem Ergebnis, dass seit 1995 mehr als 400 Ortsumgehungen realisiert wurden, sodass die Ausgangssituation für eine breit angelegte Datenbasis günstig erschien.

Bei einer ersten Auswertung zeigte sich allerdings, dass mehr als die Hälfte der Maßnahmen, die als Ortsumgehungen deklariert wurden, für die vorgesehene Untersuchung aus verschiedenen Gründen nicht geeignet war. Für die verbleibenden ca. 200 Ortsumgehungen erfolgte dann eine intensive Datenrecherche bei den zuständigen Behörden und Dienststellen der Länder.

Dies führte nur teilweise zu dem erwünschten Ergebnis. Wesentliche Problempunkte waren u. a.:

- Die Bundesländer sind nur verpflichtet, die Unfalldaten über einen Zeitraum von 5 Jahren vorzuhalten. Folglich war es schwierig, Unfalldaten für jeweils drei Jahre vor und nach Realisierung einer Ortsumgehung zu erhalten.
- Die Lokalisierung der Unfälle war teilweise ungenau und lückenhaft, sodass ein Teil der bereitgestellten Daten nicht verwendet werden konnte.
- Hinzu kam, dass die zur Verfügung gestellten Planunterlagen nicht immer dem tatsächlich realisierten Ausbau entsprachen, sodass eine Nacherhebung anhand von Luftbildern bzw. Begehungen vor Ort erforderlich wurde.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass zwar für insgesamt 100 Ortsumgehungen Daten recherchiert wurden, die allerdings teilweise lückenhaft sind und dementsprechend für eine Auswertung im

Rahmen der Untersuchung nicht genutzt werden konnten. Die Ableitung von standardisierten Unfallkenngrößen ausschließlich auf dieser Datenbasis wäre mit erheblichen Unsicherheiten behaftet gewesen.

Um die Verkehrssicherheit von Außerortsstraßen differenziert nach verschiedenen Verkehrsanlagen und Betriebsformen mit aktuellen standardisierten Unfallkenngrößen belegen zu können, war eine erheblich größere Stichprobe notwendig.

Da zeitlich versetzt das Forschungsvorhaben FE82.311/2006: „Quantifizierung der Sicherheitswirkungen verschiedener Bau-, Gestaltungs- und Betriebsformen auf Landstraßen“ [VIETEN 2010] bearbeitet wurde, wurde die Möglichkeit genutzt, Ergebnisse zum Unfallgeschehen auf Außerortsstraßen aus dieser Untersuchung zu übernehmen und damit die Datenbasis entscheidend zu verbessern. Für Knotenpunkte, Strecken und Einflussbereiche der Knoten wurden durch [VIETEN 2010] auf der Grundlage von landesweiten Straßeninformations- und Unfalldatenbanken Unfallkenngrößen für typisierte Landstraßenelemente ermittelt.

Insgesamt wurden von vier Bundesländern die für die Untersuchung notwendigen Daten in Form von Datenbanktabellen zur Verfügung gestellt. Dabei handelte es sich um die Bundesländer Bayern, Brandenburg, Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz.

Nach Auswahl der aufgrund der Datenlage nutzbaren Streckenabschnitte ergab sich ein Untersuchungskollektiv von 5.530 Untersuchungsabschnitten mit einer Gesamtlänge von 15.244 km. Außerdem waren 840 Knotenpunkte auswertbar. Auf diesen Strecken ereigneten sich in den Jahren 2002 bis 2006 über 160.000 Unfälle, die in die Auswertungen einbezogen wurden.

4.1.2 Grundlagen für den Innerortsbereich

Für den Innerortsbereich war eine differenzierte Ermittlung von Unfallkenngrößen ursprünglich nicht vorgesehen; hier sollte auf vorhandene Erkenntnisse aus früheren Untersuchungen zurückgegriffen werden. Im Zuge der Projektbearbeitung zeigte sich jedoch, dass auch für diesen Bereich auf eine differenzierte Betrachtung des Unfallgeschehens nicht verzichtet werden sollte.

Im Rahmen eines Unterauftrags an den Lehrstuhl für Straßenverkehrstechnik der Universität Dresden wurden Unfalldaten im Innerortsbereich ausgewertet, um belastbare Aussagen zu standardisierten Unfallkenngrößen innerorts zu erhalten. Die Ergebnisse dieser Detailuntersuchung sind im Anhang 2 enthalten.

Die Arbeit befasste sich mit der Bestimmung der Sicherheitsgrade von Ortsdurchfahrten. In die Betrachtungen wurden Ortsdurchfahrten in Sachsen, Sachsen-Anhalt sowie den Landkreisen Kleve und Winsen a. d. Luhe durch Ortschaften unterschiedlicher Größe mit maximal 30.000 Einwohnern betrachtet. Die Unfallkenngrößen wurden für unterschiedliche, ortsdurchfahrtstypische Entwurfselemente bestimmt. Grundsätzlich wurden die Ortsdurchfahrten nach den folgenden drei Grundelementen unterteilt und ausgewertet:

- Verkehrsknotenpunkte,
- Einflussbereiche der Knotenpunkte und
- freie Strecken.

Diese Unterteilung resultiert aus der Annahme, dass diese drei Bereiche Unterschiede im Unfallgeschehen aufweisen. In Tabelle 21 ist das Untersuchungskollektiv, das den Auswertungen zugrunde lag, beschrieben.

| Untersuchungskollektiv | Sachsen | Sachsen-Anhalt | Kleve/Harburg | Gesamt |
|---------------------------------|---------|----------------|---------------|---------|
| Anzahl der Ortschaften | 287 | 63 | 256 | 606 |
| Länge des Streckennetzes [km] | 957,5 | 241,7 | 326,5 | 1.525,6 |
| Anzahl der Knotenpunkte | 527 | 168 | 244 | 939 |
| Anzahl der Einflussbereiche | 1.713 | 556 | 803 | 3.072 |
| Anzahl der freien Strecken | 2.181 | 511 | 782 | 3.474 |
| Länge der Einflussbereiche [km] | 92,1 | 27,5 | 40,8 | 160,4 |
| Länge der freien Strecken [km] | 865,4 | 214,2 | 285,6 | 1.365,2 |

Tab. 21: Kollektiv der Ortsdurchfahrten, die für die Ermittlung der Unfallkenngrößen innerorts ausgewertet wurden

4.2 Allgemeines zu den standardisierten Unfallkenngrößen

4.2.1 Unfälle mit leichtem Sachschaden

Vor der Ermittlung der Unfallkenngrößen war zu klären, wie die Unfälle mit leichtem Sachschaden zu berücksichtigen sind.

Unfälle mit leichtem Sachschaden haben einen erheblichen Anteil am Unfallgeschehen und beeinflussen dementsprechend die Kenngrößen zur Beschreibung des Unfallgeschehens u. U. erheblich. Die Auswertung netzweiter Unfalldaten – dies betrifft sowohl die Ergänzungsuntersuchung zu den Innerortsunfällen (vgl. Anhang 2) als auch die Untersuchung von [VIETEN 2010] – zeigte, dass zwischen den Bundesländern und Regionen ein deutlicher Unterschied bei der Aufnahme der Unfälle mit leichtem Sachschaden U(LS) besteht.

Aufgrund der Zielsetzung, ein Bewertungsverfahren für Ortsumgehungen zu entwickeln, welches das gesamte Unfallgeschehen berücksichtigt, kann der Einfluss der Unfälle mit leichtem Sachschaden U(LS) nicht vernachlässigt werden.

Deshalb wurde im Rahmen der Auswertung der Innerortsunfälle geprüft, ob eine pauschale Berücksichtigung des Unfallgeschehens mit ausschließlich leichtem Sachschaden U(LS) über einheitliche Faktoren erfolgen kann. Als Grundlage für die Bildung entsprechender Faktoren wurden die Unfallkollektive von Ortsdurchfahrten in den Bundesländern Sachsen und Sachsen-Anhalt ausgewertet. Diese wiesen einen hohen Anteil U(LS) am Gesamtunfallgeschehen auf. Es wurde deshalb davon ausgegangen, dass in diesen Ländern ein großer Anteil der U(LS) durch die Polizei aufgenommen und in die Unfallstatistik übernommen wurde und deshalb als repräsentativer Anteil am gesamten Unfallgeschehen angesehen werden kann.

Insgesamt stimmten die Anteilswerte der Unfallkategorien beider Länder sehr gut überein, sodass der Schluss nahliegt, dass von einem konstanten Anteil der Unfälle mit leichten Sachschäden am gesamten Unfallgeschehen in den Ortsdurchfahrten ausgegangen werden kann. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass aufgrund lokaler Gegebenheiten im Einzelfall Abweichungen zwischen realem Unfallgeschehen und den pauschalen Werten auftreten. Zudem wurden die Anteile der Unfallkategorien nur für die Gesamtkollektive betrachtet. Eine Unterscheidung nach Entwurfselementen bzw.

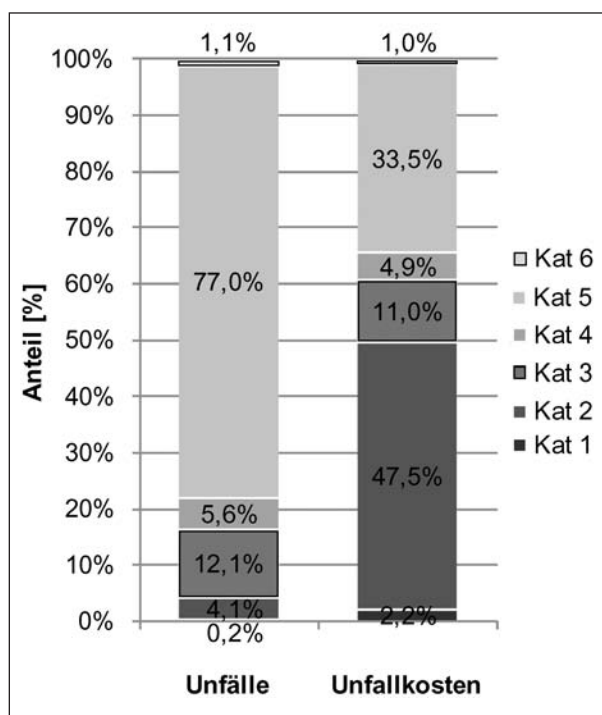


Bild 19: Unfälle und pauschale Unfallkosten UK(P,S) Sachsen und Sachsen-Anhalts nach Unfallkategorien (Anteile am Gesamtunfallgeschehen auf Ortsdurchfahrten)

deren Untergruppen (Knotenpunkttypen, Entwurfs-situationen) erfolgte nicht, sodass zu deren Einfluss auf die Anteile der U(LS) keine Aussage gemacht werden kann.

Aus der Zusammenfassung der Unfallzahlen beider Bundesländer ergibt sich für U(LS) ein Anteil von 77 % am Gesamtunfallgeschehen der betrachteten Ortsdurchfahrten (vgl. Bild 19). Werden die Kosten je Unfall in die Betrachtung einbezogen, verringert sich der Beitrag der U(LS) auf 33 %. Grundlage für die Bestimmung der Unfallkosten dieser Gegenüberstellung waren die pauschalen Unfallkostensätze nach [FGSV 2003a].

Aus den Auswertungen ergaben sich für die Ortsdurchfahrten die folgenden gerundeten Faktoren zur Berücksichtigung der Unfälle mit leichtem Sachschaden:

$$U(P,S)_{IO} = 4,35 \cdot U(P,SS)_{IO}$$

$$UK(P,S)_{IO} = 1,50 \cdot UK(P,SS)_{IO}$$

Zur Berücksichtigung der Unfälle mit leichtem Sachschaden im Außerortsbereich wurde auf bundesweite Auswertungen zurückgegriffen, die durch die Bundesanstalt für Straßenwesen zur Verfügung gestellt wurden. Auf dieser Datengrundlage ergeben sich für den Außerortsbereich – und dies gilt

auch für die Ortsumgehungen – die folgenden Faktoren:

$$U(P,S)_{AO} = 3,92 \cdot U(P,SS)_{AO}$$

$$UK(P,S)_{AO} = 1,22 \cdot UK(P,SS)_{AO}$$

Die Faktoren wurden ausschließlich auf die Gesamtkollektive angewendet. Eine Bestimmung der $U(LS)$ und $UK(LS)$ für Einzelelemente oder kleine Kollektive führte aufgrund der zufallsbedingten Streuungen der Unfallzahlen $U(P,SS)$ und Unfallkosten $UK(P,SS)$ zu großen Ungenauigkeiten der $U(LS)$ und $UK(LS)$.

4.2.2 Anpassung der Unfallkostensätze für Unfälle mit Personenschaden

Im Rahmen der Ergänzungsuntersuchung zur Ermittlung der Unfallkenngrößen für den Innerortsbereich wurde auch analysiert, in welchem Umfang bestimmte Faktoren einen Einfluss auf die Unfallschwererestruktur haben. Da es das Ziel war, das Unfallgeschehen der Ortsdurchfahrten möglichst differenziert zu beschreiben, erfolgte die Ermittlung der Unfallkosten getrennt für Knotenpunkte, Einflussbereiche der Knotenpunkte und freie Strecken. Insbesondere wurden mögliche Unterschiede der Unfallschwere von Knotenpunkten und den freien Strecken analysiert.

Durch die Verwendung von nach Unfalltypen angepassten Unfallkostensätzen wird die (bekannte) unterschiedliche Unfallschwere berücksichtigt. Außerdem eignet sich eine Anpassung der Unfallkostensätze nach Unfalltypen, um Besonderheiten der Verkehrssicherheit von Streckenabschnitten und Knotenpunkten abzubilden, da die Unfälle unterschiedlicher Typen an Knoten und Strecken unterschiedlich häufig vorkommen. Mittels dieser angepassten Unfallkostensätze wurden in Abhängigkeit von den Unfalltypen die Unfallkosten für Knoten, Einflussbereiche und freie Strecken ermittelt.

Zudem bietet diese Anpassung der Unfallkostensätze den Vorteil, dass die aus den Nutzungsstrukturen resultierende Unfalltypenverteilung (z. B. Überschreiten-Unfälle in örtl. Geschäftsstraße) berücksichtigt wird.

Die angepassten Unfallkostensätzen nach Unfalltypen sind in Bild 20 den durchschnittlichen Unfallkostensätzen für Unfalltypen nach der Schwerestruktur in Deutschland auf innerörtlichen Verkehrsstraßen nach [FGSV 2003] gegenübergestellt. Bei der Interpretation der dargestellten angepassten Unfallkostensätze und der daraus resultierenden Unfallkosten ist zu beachten, dass das Kollektiv des Unfalltyps 5 (Unfälle durch ruhenden Verkehr) mit 130 $U(P)$ für eine Anpassung nur unzurei-

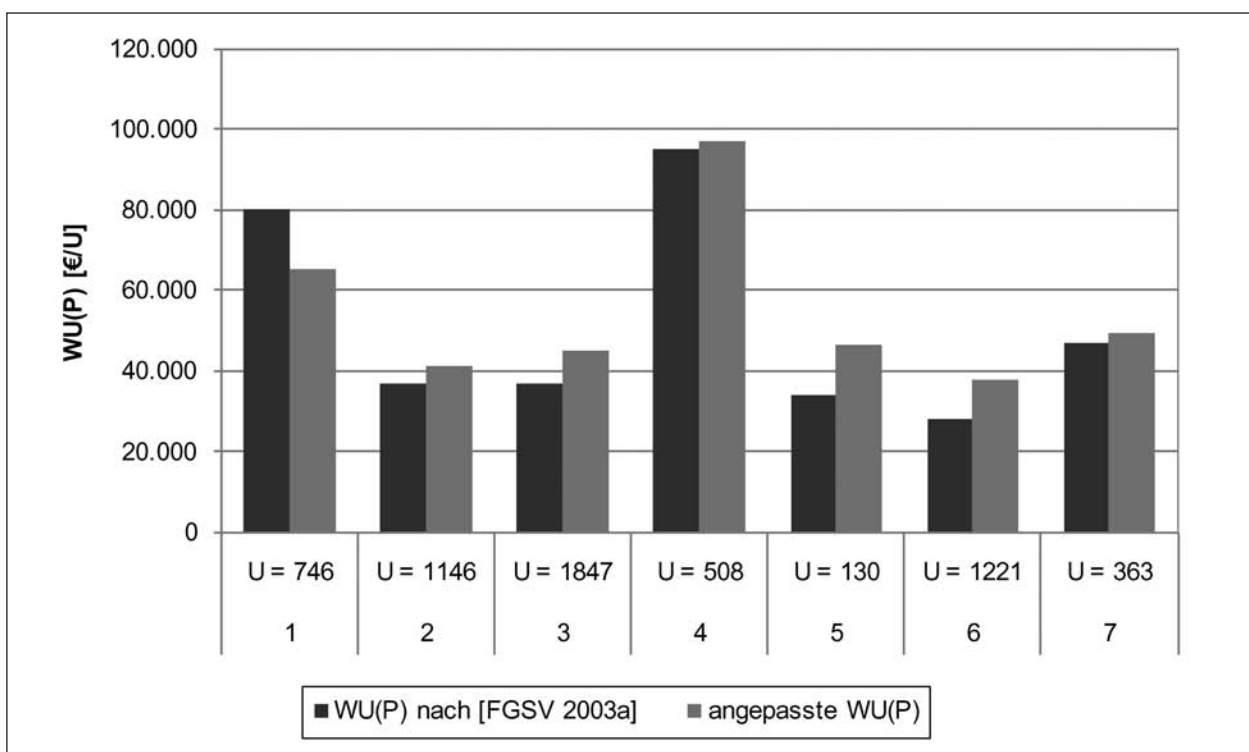


Bild 20: Angepasste und durchschnittliche Unfallkostensätze $WU_{UT}(P)$ für Unfalltypen auf innerörtlichen Verkehrsstraßen

chend besetzt ist. Für die Bestimmung aussagekräftiger Unfallkosten ist nach [FGSV 2003a] innerorts eine Kollektivgröße von 400 U(P) erforderlich. Dennoch wird der Wert aus Gründen einheitlicher Verfahrensweise verwendet. Den übrigen angepassten Unfallkostensätzen für die Unfalltypen liegen jeweils mehr als 400 U(P) zugrunde. Allein Unfalltyp 7 (sonstiger Unfall) umfasst nur 363 U(P). Allerdings wird die Aussagekraft der daraus resultierenden Werte als ausreichend genau erachtet.

Die angepassten Unfallkostensätze liegen meist über den im Merkblatt, Teil 1 angegebenen Unfallkostensätzen (vgl. Tabelle 17 in [FGSV 2003a]). Dies weist auf eine höhere Unfallschwere im vorliegenden Untersuchungskollektiv im Vergleich zu den gesamtdeutschen Durchschnittswerten hin. Insbesondere die Unfallschwere der Fahrurfälle (Typ 6) weist einen um ca. 35 % höheren Unfallkostensatz auf als für diesen Typ auf Innerortsstraßen üblich ist. Nur die angepassten Unfallkostensätze für Fahrurfälle (Typ 1) liegen um ca. 20 % unter den deutschlandweiten Werten.

Im Rahmen der Untersuchung [VIETEN 2010] wurden sowohl die pauschalen als auch die nach Unfalltypen angepassten Unfallkostensätze angewendet, um die Vergleichbarkeit mit anderen Untersuchungen zu ermöglichen.

Für die weitere Untersuchung wurden jedoch auch hier die angepassten Unfallkostensätze nach Unfalltypen zugrunde gelegt, da diese das unterschiedliche Unfallgeschehen auf den freien Streckenabschnitten, innerhalb der Einflussbereiche der Knotenpunkte und an den Knotenpunkten berücksichtigen und somit eine höhere Aussagekraft besitzen.

4.3 Standardisierte Unfallkenngrößen für den Außerortsbereich

4.3.1 Bisherige Erkenntnisse

In der Vergangenheit wurde eine Vielzahl von Untersuchungen durchgeführt, die sich mit dem Unfallgeschehen auf Außerortsstraßen befassten. Die Analysen wurden nach unterschiedlichen Kriterien durchgeführt. Die Ergebnisse sind nicht immer vergleichbar und führten zu unterschiedlichen Aussagen. Grundsätzlich unterscheiden sich die Analysen hinsichtlich des erhobenen und ausgewerteten Kollektivs (Betriebsform und Verkehrsanlage).

Zudem wurden unterschiedliche Kriterien zur Auswertung herangezogen. Analysen, die freie Streckenabschnitte betrachtet haben, bezogen sich häufig auf den Zusammenhang zwischen Querschnitt/Querschnittbreite und Unfallgeschehen. Die umfangreichsten Arbeiten haben dabei für einzelne Querschnitte entsprechende Unfallkenngrößen abgeleitet [u. a. KREBS 1977; BRANNOLTE 1993; PALM 1999; WEBER 2003]. Ebenso wurden umfangreiche Untersuchungen zum Unfallgeschehen an den Knotenpunkten von Landstraßen durchgeführt [u. a. STURM 1989; RICHTER 1993; SCHNÜLL 1994; RICHTER 1996; KÖLLE 1999; ECKSTEIN, MEEWES 2002]. Hierbei wurden für unterschiedliche Knotenpunktarten entsprechende Unfallraten und Unfallkostenraten ermittelt. Den Einfluss der Knotenpunkte auf das Unfallgeschehen der angrenzenden Streckenabschnitte (Einflussbereiche) betrachtete nur eine Untersuchung [ECKSTEIN, MEEWES 2002].

In den genannten Untersuchungen wurden in Abhängigkeit der unterschiedlichen Einflussgrößen Unfallkenngrößen berechnet. In fast allen vorliegenden Fällen wurden die Unfallkenngrößen nur eindimensional ausgewertet (also für eine Einflussgröße). Die Korrelationen zwischen mehreren Einflussgrößen wurden selten berücksichtigt.

4.3.2 Unfallkenngrößen für Knotenpunkte im Außerortsbereich

Im Rahmen der Untersuchung [VIETEN 2010] wurden insgesamt 796 Knotenpunkte im Außerortsbereich, für die neben den Unfallzahlen auch Verkehrsbelastungen für alle Knotenpunktarme verfügbar waren, ausgewertet. Dabei wurde nach den folgenden Knotenpunktarten differenziert:

- Einmündung, verkehrszeichengeregelt (E-VZ),
- Kreuzung, verkehrszeichengeregelt (K-VZ),
- Einmündung, signalgeregelt ohne Linksabbiegerschutz (E-LSA-oLAS),
- Einmündung, signalgeregelt mit Linksabbiegerschutz (E-LSA-mLAS),
- Kreuzung, signalgeregelt ohne Linksabbiegerschutz (K-LSA-oLAS),
- Kreuzung, signalgeregelt mit Linksabbiegerschutz (K-LSA-mLAS),
- Kreisverkehr (KREIS).

| Knotentyp | Stichprobe n | Anzahl Unfälle | DTV [Kfz/24h] | Mittlere UR(P,SS) [U/10 ⁶ Kfz] | UKRa(P,SS) [€/1.000 Kfz] |
|------------|-----------------|-------------------|------------------|---|-----------------------------|
| E-VZ | 525 | 1.521 | 6.780 | 0,23 | 13,1 |
| K-VZ | 107 | 573 | 6.376 | 0,46 | 25,4 |
| E-LSA-oLAS | 6 | 35 | 15.238 | 0,21 | 10,9 |
| E-LSA-mLAS | 49 | 208 | 20.297 | 0,11 | 5,9 |
| K-LSA-oLAS | 45 | 428 | 16.695 | 0,31 | 16,3 |
| K-LSA-mLAS | 28 | 242 | 19.962 | 0,24 | 12,6 |
| KREIS | 36 | 130 | 10.510 | 0,19 | 8,7 |

Tab. 22: Unfallraten UR(P,SS) und Unfallkostenraten UKRa (P,SS) von Knotenpunkten außerorts [VIETEN 2010]

Die Informationen zu den Knotenpunktelementen und zur Verkehrsregelung lagen in den Straßeninformationsdatenbanken nur eingeschränkt vor und mussten einzeln aus Stadtplänen, Luftbildern und telefonisch von den jeweiligen Straßenbauämtern nacherhoben werden.

Als Unfall am Knotenpunkt zählten alle Unfälle, die sich innerhalb eines 50-m-Radius vom Zentrum des Knotenpunktes aus ereigneten.

In Tabelle 22 sind die ermittelten Unfallraten und die angepassten Unfallkostenraten für die unterschiedlichen Knotenpunktarten dokumentiert.

Da in der Untersuchung [VIETEN 2010] keine Aussagen zu planfreien, teilplanfreien und teilplangleichen Knotenpunkten gemacht werden, wurde hierzu im Weiteren auf die Ergebnisse von [ECKSTEIN, MEEWES 2002] zurückgegriffen.

4.3.3 Unfallkenngrößen für Einflussbereiche an Knotenpunkten im Außerortsbereich

Die Literatur zur Unfallsituation außerörtlicher Straßen lässt erkennen, dass sowohl die Querschnittsgestaltung als auch die Ausbildung der Knotenpunkte wichtige Einflussgrößen für die Verkehrssicherheit eines Straßenzuges sind. Für beide Bereiche existieren verschiedene Untersuchungen zum Unfallgeschehen. Aufgrund der verkehrlichen Wechselwirkungen zwischen Strecke und Knoten liegt die Vermutung nahe, dass sich beide Netzelemente auch bezüglich des Unfallgeschehens gegenseitig beeinflussen.

Die erste Untersuchung, die sich umfassend mit der Wechselwirkung zwischen Knotenpunkten und un-

mittelbar angrenzenden Streckenabschnitten befasst hat, wurde von [ECKSTEIN, MEEWES 2002] erstellt. Untersucht wurde im Rahmen dieser Arbeit, ob es einen wesentlichen Einfluss des Knotenpunktes auf das Unfallgeschehen der angrenzenden Streckenabschnitte gibt und wie groß die räumliche Ausdehnung dieses Einflusses ist. Um diesen Einfluss quantifizieren zu können, wurde das Unfallgeschehen auf den Zufahrten zu den Knotenpunkten betrachtet.

Eine Auswertung aller Knotenpunkte zeigt einen erkennbaren Einfluss der Knotenpunkte auf die Verkehrssicherheit der angrenzenden Streckenabschnitte. Die Betrachtung aller auswertbaren Zufahrten zeigt, dass sich die Knotenpunkte bis zu einem Abstand von rd. 500 m auf die Streckenunfallkenngrößen auswirken. Zusätzlich wurden die Zufahrten getrennt nach der Verkehrsregelung am Knotenpunkt betrachtet. Außer für die wartepflichtigen Knotenpunktzufahrten lässt sich ein positiver Einfluss des Knotenpunktes auf das Unfallgeschehen der angrenzenden Streckenabschnitte feststellen.

Im Rahmen der Untersuchung [VIETEN 2010] wurden Unfallkenngrößen von Einflussbereichen ermittelt, die zur Abschätzung der Sicherheitswirkungen von Ortsumgehungen eingesetzt werden können.

Grundsätzlich stellte sich die Frage, ob das Unfallgeschehen auf den Einflussbereichen stärker von der Verkehrsregelung am Knotenpunkt oder von der Querschnittsgestaltung auf dem 450 m (500 m abzgl. 50 m, die zum Knotenpunkt gezählt wurden) langen Einflussbereich abhängt. Deshalb wurden beide Kriterien berücksichtigt.

In die Ermittlung der Unfallraten wurden zunächst alle 7.179 Einflussbereiche einbezogen. Die Unfallraten wurden dabei getrennt nach den Querschnittstypen der angrenzenden freien Streckenabschnitte berechnet (vgl. Tabelle 23). Die Stichprobengröße für Straßenquerschnitte mit einer Fahrbahnbreite < 5,00 m und > 8,50 m war allerdings so gering, dass für diese Fahrbahnbreiten keine belastbaren Aussagen getroffen werden konnten.

Die mittleren Unfallraten UR(P,SS) der Einflussbereiche mit einbahnig zweistreifigen Querschnitten zeigen in ihrer Tendenz einen gleichen Verlauf wie die Unfallraten der anschließenden freien Streckenabschnitte. Mit Zunahme der Fahrbahnbreite ist eine Abnahme der mittleren Unfallrate verbunden.

| Fahrbahnbreite [m] | Stichproben | Anzahl Unfälle | Ø DTV [Kfz/24h] | Mittlere UR(P,SS) [Unfälle/10 ⁶ Kfz · km] |
|--------------------|-------------|----------------|-----------------|--|
| 5,00 | 388 | 254 | 1.186 | 0,61 |
| 5,50 | 525 | 372 | 1.409 | 0,55 |
| 6,00 | 820 | 1.172 | 2.869 | 0,55 |
| 6,50 | 657 | 940 | 3.628 | 0,43 |
| 7,00 | 426 | 719 | 4.946 | 0,37 |
| 7,50 | 816 | 1.380 | 5.838 | 0,32 |
| 8,00 | 728 | 1.266 | 7.654 | 0,25 |
| 8,50 | 1.142 | 2.339 | 7.971 | 0,28 |

Tab. 23: Mittlere Unfallraten UR(P,SS) der Einflussbereiche bei anschließenden einbahnigen zweistreifigen Querschnitten [VIETEN 2010]

| Querschnitt | Stichproben | Anzahl Unfälle | Mittlere UR(P,SS) [Unfälle/10 ⁶ Kfz · km] |
|-------------------------|-------------|----------------|--|
| einbahnig dreistreifig | 46 | 101 | 0,20 |
| zweibahnig vierstreifig | 185 | 829 | 0,19 |

Tab. 24: Mittlere Unfallraten UR(P,SS) der Einflussbereiche bei anschließenden einbahnigen dreistreifigen und zweibahnig vierstreifigen Querschnitten [VIETEN 2010]

Aufgrund der begrenzten Stichprobengröße bei den einbahnig dreistreifigen Querschnitten und den vierstreifigen Querschnitten wurde hier jeweils nur ein Wert für die mittlere Unfallrate UR(P,SS) ermittelt (vgl. Tabelle 24).

In [VIETEN 2010] erfolgte auch eine Differenzierung der Unfallraten UR(P,SS) für die Einflussbereiche der Knotenpunkte entsprechend der Kombination aus Verkehrsregelung am Knotenpunkt und Straßenquerschnitt. Da diese Ergebnisse allerdings keine eindeutigen Abhängigkeiten erkennen ließen, wurde von einer Berücksichtigung der Verkehrsregelung am Knotenpunkt zur Differenzierung der Unfallraten UR(P,SS) abgesehen.

Um einen praxistauglichen Umgang mit den Unfallkostenraten in den Einflussbereichen zu ermöglichen, wurden für die Einflussbereiche Abminderungswerte der Unfallkostenraten über das gesamte Kollektiv gebildet. In Tabelle 25 sind die Werte zusammengefasst. Daraus ergeben sich die in Tabelle 26 dokumentierten Unfallkostenraten UKRa(P,SS).

| Verkehrsregelung am Knotenpunkt | Abminderung der UKRa(P,SS) der freien Streckenabschnitte um ... [€/10 ³ Kfz · km] |
|---------------------------------|--|
| Bevorrechtigt | 5,1 |
| Wartepflichtig | 8,2 |
| Signalgeregelt | 7,4 |

Tab. 25: Ansatz der angepassten Unfallkostenraten UKRa(P,SS) der Einflussbereiche bei anschließenden einbahnigen zweistreifigen Querschnitten [VIETEN 2010]

| Fahrbahnbreite [m] | Mittlere UKRa(P,SS) [€/10 ³ Kfz · km] in der Zufahrt am Knotenpunkt | | |
|--------------------|--|----------------|----------------|
| | bevorrechtigt | signalgeregelt | wartepflichtig |
| 5,00 | 50,7 | 48,4 | 47,6 |
| 5,50 | 58,7 | 56,4 | 55,6 |
| 6,00 | 52,8 | 50,5 | 49,7 |
| 6,50 | 39,4 | 37,1 | 36,3 |
| 7,00 | 30,9 | 28,6 | 27,8 |
| 7,50 | 26,1 | 23,8 | 23,0 |
| 8,00 | 18,8 | 16,5 | 15,7 |
| 8,50 | 18,0 | 15,7 | 14,9 |

Tab. 26: Mittlere angepasste Unfallkostenraten UKRa(P,SS) der Einflussbereiche bei anschließenden einbahnigen zweistreifigen Querschnitten in Abhängigkeit von der Verkehrsregelung am Knotenpunkt

| Querschnitt | Mittlere UKRa(P,SS) [€/10 ³ Kfz · km] | |
|-------------------------|--|----------------|
| | bevorrechtigt | signalgeregelt |
| einbahnig dreistreifig | 25,9 | 19,4 |
| zweibahnig vierstreifig | 17,2 | 12,8 |

Tab. 27: Mittlere angepasste Unfallkostenraten UKRa(P,SS) der Einflussbereiche bei anschließenden einbahnigen dreistreifigen bzw. zweibahnig vierstreifigen Querschnitten

Bei den Einflussbereichen im Anschluss an die drei- und vierstreifigen freien Streckenabschnitte ist eine deutliche Zunahme der mittleren angepassten Unfallkostenraten gegenüber derjenigen der anschließenden freien Strecken zu verzeichnen. Die sich ergebenden angepassten Unfallkostenraten sind in Tabelle 27 zusammengestellt.

4.3.4 Unfallkenngrößen für freie Strecken im Außerortsbereich

Die bisherigen Untersuchungen zum Unfallgeschehen auf den freien Streckenabschnitten von Außerortsstraßen haben gezeigt, dass der Querschnitt und die Fahrbahnbreite den größten Einfluss auf das Unfallgeschehen haben.

In der vorliegenden Literatur zu Unfallkenngrößen von Strecken im Außerortsbereich wurde neben dem Zusammenhang zwischen Unfallgeschehen und Querschnittsaufteilung/Querschnittsbreite auch der Zusammenhang zwischen Unfallgeschehen und weiteren Parametern wie z. B. Kurvenradius, Kurvigkeit, Längsneigung, Überholmöglichkeit und Geschwindigkeit untersucht, aufgrund der mangelnden Datengrundlage sind diese Einflüsse für

| Fahrbahnbreite [m] | Stichprobe n | Anzahl Unfälle | Ø DTV [Kfz/24h] | Mittlere UR(P,SS) [Unfälle/10 ⁶ Kfz·km] | UKRa(P,SS) [Euro/1.000 Kfz·km] |
|--------------------|--------------|----------------|-----------------|--|--------------------------------|
| 5,00 | 457 | 1.125 | 1.264 | 0,69 | 55,8 |
| 5,50 | 617 | 1.917 | 1.570 | 0,65 | 63,8 |
| 6,00 | 954 | 5.414 | 3.020 | 0,62 | 57,9 |
| 6,50 | 674 | 3.896 | 3.825 | 0,48 | 44,5 |
| 7,00 | 438 | 2.701 | 5.216 | 0,37 | 36,0 |
| 7,50 | 662 | 5.322 | 6.418 | 0,37 | 31,2 |
| 8,00 | 516 | 3.639 | 8.442 | 0,25 | 23,9 |
| 8,50 | 753 | 5.557 | 8.765 | 0,25 | 23,1 |

Tab. 28: Nach der Fahrbahnbreite typisierte Unfallraten UR(P,SS) und angepasste Unfallkostenraten UKRa (P,SS) von freien Strecken bei zweistreifigen Straßen außerorts [VIETEN 2010]

| Querschnitt | Stichprobe n | Anzahl Unfälle | Ø DTV [Kfz/24h] | Mittlere UR(P,SS) [U/10 ⁶ Kfz·km] | UKRa(P,SS) [€/1.000 Kfz·km] |
|--------------|--------------|----------------|-----------------|--|-----------------------------|
| 3-streifig | 48 | 335 | 11.747 | 0,20 | 14,8 |
| 2+2-streifig | 119 | 1.443 | 27.486 | 0,15 | 9,8 |

Tab. 29: Typisierte Unfallraten UR(P,SS) und angepasste Unfallkostenraten UKRa(P,SS) von freien Strecken bei Straßen mit mehr als zwei Fahrstreifen außerorts [VIETEN 2010]

große Untersuchungskollektive jedoch nur schwerlich zu quantifizieren.

Durch [VIETEN 2010] wurden aktuelle Unfallkenngrößen von Streckenabschnitten in Abhängigkeit der Querschnittsgestaltung ermittelt. In Tabelle 28 sind die Unfallraten UR(P,SS) und die Unfallkostenraten UKR(P,SS) für die freien Strecken (ohne Einflussbereiche) der Außerortsstraßen wiedergegeben.

Die generelle Tendenz, dass die Unfallraten und Unfallkostenraten mit zunehmender Fahrbahnbreite abnehmen, die bereits bei den Einflussbereichen festgestellt wurde, zeigt sich auch bei den freien Strecken. Dementsprechend liegen die Unfallraten UR(P,SS) zwischen 0,69 U/Mio. Kfz·km und 0,25 U/Mio. Kfz·km. Für die Unfallkostenraten liegt der Schwankungsbereich in Abhängigkeit von der Fahrbahnbreite zwischen 63,8 €/1.000 Kfz·km und 23,1 €/1.000 Kfz·km. Da für Straßenquerschnitte mit einer Breite von mehr als 8,50 m keine ausreichend große Stichprobe verfügbar war, wurden auch für breitere Querschnitte die Unfallkenngrößen der höchsten Fahrbahnbreitenklasse angesetzt.

Die Unfallkenngrößen der freien Strecken für die Fahrbahnen mit mehr als 2 Fahrstreifen sind in Tabelle 29 wiedergegeben.

4.3.5 Übertragbarkeit der Unfallkenngrößen auf Ortsumgehungen

Um die Übertragbarkeit abzuklären, war zu untersuchen, ob die Ergebnisse, die für das untersuchte Kollektiv der Landstraßen (Bestand) ermittelt wurden, auf die Ortsumgehungen (Neubau) übertragbar sind. Möglicherweise müssten die Unfallkenngrößen der Landstraßen für die Anwendung auf Ortsumgehungen, die in der Regel einen moderneren Ausbaustandard und ein höheres Sicherheitsniveau besitzen, angepasst werden.

Ein Vergleich der Unfallschwerstruktur des Kollektivs der 21 erhobenen Beispiele mit dem Kollektiv des Projektes von [VIETEN 2010] scheint die Vermutung zunächst zu bestätigen. Unfälle mit schwerem und leichtem Personenschaden treten im Kollektiv der Ortsumgehungen im Durchschnitt seltener auf als im Gesamtkollektiv der untersuchten Landstraßen (vgl. Tabelle 30).

Bei der Abwägung, ob die Unfallkenngrößen der Landstraßen für die Anwendung auf Ortsumgehungen angepasst werden sollen, ist zu beachten, dass

| Unfälle AO der 21 Bsp. | Knotenpunkte | Einflussbereiche | Freie Strecken | Gesamt |
|-------------------------|--------------|------------------|----------------|---------|
| U(P,SS) | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % |
| U(P) | 59,4 % | 60,5 % | 68,9 % | 62,6 % |
| U(SP) | 18,8 % | 21,1 % | 19,4 % | 19,7 % |
| U(LV) | 40,6 % | 39,5 % | 49,5 % | 42,9 % |
| U(SS) | 40,6 % | 39,5 % | 31,1 % | 37,4 % |
| Unfälle der Landstraßen | Knotenpunkte | Einflussbereiche | Freie Strecken | Gesamt |
| U(P,SS) | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % |
| U(P) | 67,0 % | 74,2 % | 76,9 % | 75,6 % |
| U(SP) | 17,5 % | 23,8 % | 29,2 % | 27,1 % |
| U(LV) | 49,5 % | 50,4 % | 47,8 % | 48,5 % |
| U(SS) | 33,0 % | 25,8 % | 23,1 % | 24,4 % |

Tab. 30: Vergleich der Unfallschwerstruktur des Kollektivs der Unfälle außerorts der 21 erhobenen Beispiele mit dem Kollektiv der Untersuchung [VIETEN 2010]

hier ein sehr geringes Kollektiv von Unfällen auf Ortsumgehungen (insgesamt 350 U(P,SS)) einem Kollektiv von 45.487 U(P,SS) gegenübergestellt wurde. Daher soll zunächst ein Vergleich der über standardisierte Unfallkostenraten ermittelten Unfallkosten mit den realen Unfallkosten der 21 Beispiele durchgeführt werden, bevor auf die Fragestellung der Übertragbarkeit der ermittelten Unfallkenngrößen für Außerortsstraßen auf den Spezialfall der Ortsumgehungen eingegangen wird (vgl. Kapitel 5.4).

4.4 Unfallkenngrößen für den Innerortsbereich

4.4.1 Bisherige Erkenntnisse

Die meisten Arbeiten zur Verkehrssicherheit im Innerortsbereich stammen aus den 70er und 80er Jahren bzw. basieren auf Unfalldaten aus diesem Zeitraum. Im Vordergrund des Interesses bei diesen Untersuchungen stand der Zusammenhang zwischen dem Verkehrssicherheitsniveau und der Fahrbahnbreite bzw. den Verkehrsbedingungen.

Die ersten umfassenderen Untersuchungen zum Unfallgeschehen auf deutschen Innerortsstraßen wurden in den 70er Jahren für die Stadtgebiete von Frankfurt [BIRR et al. 1977] und Berlin [PFUNDT et al. 1977] durchgeführt. Dabei konnte mit steigendem Ausbaustandard der Straßen ein Ansteigen der Verkehrssicherheit festgestellt werden. Die Untersuchung für Berlin kommt zu dem Ergebnis, dass

die niedrigsten Unfallraten auf Streckenabschnitten mit überwiegend Verbindungsfunktionen zu beobachten sind. Mit steigendem Anteil von Erschließungs- und Aufenthaltsfunktionen steigen die Unfallraten deutlich an.

Um ein genaueres Bild über das innerörtliche Unfallgeschehen zu bekommen, wurde von [HIERSCHKE et al. 1987] das Unfallgeschehen auf Hauptverkehrs- und Hauptsammelstraßen untersucht. Dabei wurde der Einfluss unterschiedlicher baulicher Merkmale untersucht. Zusammenfassend lassen sich folgende Erkenntnisse für Streckenabschnitte innerörtlicher Hauptverkehrsstraßen festhalten:

- Der Kurvenradius beeinflusst das Unfallgeschehen auffallend, dabei steigt die Verkehrssicherheit mit größer werdenden Radien.
- Die Anzahl der Unfälle nimmt mit ansteigender Kurvigkeit zu.
- Die Fahrbahnbreite bestimmt sehr stark das Unfallgeschehen, dabei nehmen die Unfallrate und die Unfallkostenrate mit wachsender Fahrbahnbreite ab.
- Ein Sicherheitsgewinn bzgl. des Ausbaustandards ist nur festzustellen bei einer konsequenten Anlage von getrennten Geh- und Radwegen links und rechts der Fahrbahn.
- Parkstreifen entlang der Fahrbahn erhöhen das Unfallrisiko für Fußgänger.
- Zwischen der Verkehrsstärke und dem Unfallrisiko besteht durchweg ein straffer Zusammenhang; sowohl Unfallrate als auch Unfallkostenrate sinken mit steigender Verkehrsstärke.

Im Rahmen der Vorarbeiten für die RAS-W [FGSV 1986] wurde eine umfangreiche Untersuchung zum Unfallgeschehen auf Innerortsstraßen durchgeführt [HARDER et al. 1986]. Neben der Netzfunktion wurden die untersuchten Streckenabschnitte nach weiteren Merkmalen unterteilt. Dabei wurde nach einer Vielzahl von Merkmalen der Verkehrsanlage und des Verkehrsumfeldes unterschieden. Um aus der Vielzahl der Einflussgrößen eine handhabbare Definition von Streckentypen zu erhalten, wurden diejenigen Merkmale, die einen deutlichen und plausiblen Einfluss auf die Unfallrate aufweisen, zur Unterteilung der Untersuchungsstrecken herangezogen. Diese Typisierung führte schließlich dazu, dass 10 verschiedene Gruppen von Streckenab-

schnitten, die sich leicht mit Hilfe von Merkmalen der Verkehrsanlage bzw. des Verkehrsumfeldes beschreiben lassen, definiert wurden. Diese verschiedenen Gruppen weisen ein in sich homogenes Unfallgeschehen auf und grenzen sich bezüglich der Unfallkenngrößen von den anderen Gruppen ab. Die Gruppierung erfolgte dabei durch die Kombination der Merkmale Netzfunktion, Art der Bebauung, Fahrstreifenanzahl und Richtungstrennung.

Die Untersuchung von [HARDER et al. 1986] war auch die Datenbasis für die in der EWS [FGSV 1997] angegebenen Straßentypen und Unfallkennwerte für Innerortsstraßen.

Die erste umfangreiche Untersuchung zum Unfallgeschehen an innerörtlichen Knotenpunkten wurde Ende der 60er Jahre durchgeführt [MENSEBACH 1970]. Dabei wurde deutlich, dass neben der Knotenform die Verkehrsregelung, die Anzahl der Fahrstreifen in den Knotenzufahrten und der Anteil an Kreuzungs- bzw. Abbiegeverkehren einen Einfluss auf die Verkehrssicherheit haben.

Im Rahmen der Untersuchung zu den Möglichkeiten der Einbeziehung von Unfallkosten im städtischen Bereich in die RAS-W [HARDER et al. 1986] wurde neben dem Unfallgeschehen auf den Streckenabschnitten auch die Verkehrssicherheit von Knotenpunkten untersucht. Im Rahmen der Knotenpunktstypisierung wurden ausschließlich diejenigen Merkmale herangezogen, die einen deutlichen und plausiblen Einfluss auf die Unfallrate an Knotenpunkten aufweisen. Dabei konnten insgesamt sechs verschiedene Typen von Knotenpunkten definiert werden. Die Unterscheidung der sechs Untergruppen erfolgte dabei in Bezug auf die Netzfunktion, die Art der umgebenden Bebauung und die Zahl der Zufahrten am Knoten. Für diese Knotenpunktstypen wurden folgende Erkenntnisse bezüglich der Verkehrssicherheit abgeleitet:

- Knotenpunkte zwischen Hauptverkehrsstraßen sind sicherer als Knotenpunkte zwischen Erschließungsstraßen.
- Einmündungen sind sicherer als Kreuzungen.
- Anbaufreie Knotenpunkte sind sicherer als angebaute.

Zu Beginn der 90er Jahre wurden weitere vertiefende Untersuchungen des Unfallgeschehens an innerörtlichen Knotenpunkten durchgeführt [VOSS 1994]. Aus den Untersuchungen des Unfallgesche-

hens an innerörtlichen Knotenpunkten lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

- Die Verkehrsunsicherheit großer Kreisverkehrsplätze ist so beträchtlich, dass diese Knotenpunktform nicht mehr verwendet werden sollte.
- Die sicherste Knotenpunktform stellen die Einmündungen mit Lichtsignalsteuerung dar.
- Für Kreuzungen mit mittlerer und geringer Verkehrsbelastung schneidet der kompakte Kreisverkehrsplatz am günstigsten ab.
- Die untersuchten Kreuzungen mit Lichtsignalanlage haben ein höheres Unfallrisiko als Kreuzungen ohne Lichtsignalanlage; eine Bewertung dieser Tatsache ist allerdings sehr problematisch, da die Verkehrsstärken an Kreuzungen mit Lichtsignalanlage im Mittel doppelt so hoch liegen wie an Kreuzungen ohne Lichtsignalanlage.

In jüngerer Vergangenheit wurden speziell für die Kreisverkehrsplätze weitere Untersuchungen durchgeführt [z. B. SCHNÜLL 2000]. Diese beschäftigen sich mit der Sicherheit unterschiedlicher Gestaltungsformen der Kreisverkehrsplätze.

Eine integrierte Betrachtung der Auswirkungen von Knotenpunkten auf das Unfallgeschehen der unmittelbar angrenzenden Streckenabschnitte wurde für den Innerortsbereich bislang nicht durchgeführt.

4.4.2 Unfallkenngrößen für Knotenpunkte im Innerortsbereich

Als Verkehrsknotenpunkte im Innerortsbereich gelten Kreuzungen, Einmündungen oder Kreisverkehrsplätze, die die überörtlichen Straßen verbinden. Anschlussknotenpunkte, also Knotenpunkte, die nachgeordnete Straßen an die Ortsdurchfahrt anbinden, gehören zum Charakter der Ortsdurchfahrten und wurden nicht getrennt betrachtet. Für die betrachteten Knotenpunkte erfolgte zunächst eine Einteilung nach der Knotenpunktgrundform:

- Einmündungen,
- Kreuzungen und
- Kreisverkehre.

Die Kollektive der Einmündungen und Kreuzungen wurden weiter nach der Art der Verkehrsregelung unterteilt, sodass sich die folgende Typisierung ergab:

- Einmündung mit Verkehrszeichenregelung,
- Einmündung mit abknickender Vorfahrt,
- Einmündung mit Lichtsignalanlage,
- Kreuzung mit Verkehrszeichenregelung,
- Kreuzung mit abknickender Vorfahrt,
- Kreuzung mit Lichtsignalanlage und
- Kreisverkehr.

Für Kreisverkehre erfolgte keine weitere Unterteilung. Als maßgebend für Ortsdurchfahrten haben sich solche mit einstreifig befahrbaren Kreisfahrbahnen herausgestellt.

Insgesamt wurden im Rahmen der ergänzenden Untersuchung an den Ortsdurchfahrten 926 Verkehrsknotenpunkte betrachtet. Davon waren allerdings nur für 362 Knoten Verkehrsdaten verfügbar, sodass sich das Untersuchungskollektiv entsprechend reduzierte (vgl. Tabelle 31). Einmündungen bilden mit 67 % den Großteil des Untersuchungskollektivs. Etwa 30 % der Verkehrsknotenpunkte an Ortsdurchfahrten sind Kreuzungen und ca. 3 % Kreisverkehre.

An den 362 Verkehrsknotenpunkten ereigneten sich in einem Betrachtungszeitraum von drei Jahren 3.131 Unfälle. 15 % waren Unfälle mit Personenschaden, 8 % waren schwerwiegende Unfälle mit Sachschaden und etwa 77 % sonstige Unfälle mit Sachschaden. An Einmündungen (67 % aller Knotenpunkte) ereigneten sich dabei 43 % aller Unfälle. Kreuzungen, die weniger als ein Drittel aller Knotenpunkte ausmachen, haben dagegen einen Anteil von 53 % am Unfallgeschehen. Es stellte sich heraus, dass ein großer Anteil der Knotenpunkte in dem betrachteten 3-Jahres-Zeitraum keine schweren Unfälle U(P,SS) aufwies.

In Tabelle 32 sind die kumulierten Verkehrsbelastungen, die Unfallzahlen und die Unfallraten für die ausgewerteten Knotenpunkte wiedergegeben. Dabei zeigt sich, dass sowohl die Unfallzahlen als auch die Raten bei Kreuzungen insgesamt höher liegen als bei Einmündungen.

Bei den Einmündungen weisen die Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage eine geringere Unfallrate auf als die mit Verkehrszeichen geregelten Knoten.

Bei den Kreuzungen weisen die Knotenpunkte mit Lichtsignalanlage niedrigere Unfallraten auf als Kreuzungen mit Verkehrszeichenregelung. Bei den

| | Anz. | U(P) | U(SS) | U(LS) |
|----------------------|------------|------------|------------|--------------|
| Einmündungen | 244 | 198 | 114 | 1.030 |
| mit Verkehrszeichen | 181 | 123 | 70 | 637 |
| mit abkn. Vorfahrt | 35 | 25 | 16 | 136 |
| mit LSA | 28 | 50 | 28 | 258 |
| Kreuzungen | 107 | 250 | 137 | 1.278 |
| mit Verkehrszeichen | 45 | 77 | 52 | 426 |
| mit abkn. Vorfahrt | 7 | 7 | 5 | 40 |
| mit LSA | 55 | 166 | 80 | 812 |
| Kreisverkehre | 11 | 21 | 5 | 86 |
| Gesamt | 362 | 470 | 258 | 2.403 |

Tab. 31: Unfälle an den ausgewerteten Verkehrsknotenpunkten der Ortsdurchfahrten

| | Knoten | U(P,S) [U/a] | Belastung [Kfz] | UR(P,S) [U/(Mio. Kfz)] |
|----------------------|------------|-----------------|----------------------|---------------------------|
| Einmündungen | 244 | 452 | 640.086.083 | 0,70 |
| mit Verkehrszeichen | 181 | 278 | 414.532.508 | 0,67 |
| mit abkn. Vorfahrt | 35 | 59 | 88.631.673 | 0,67 |
| mit LSA | 28 | 113 | 136.921.903 | 0,82 |
| Kreuzungen | 107 | 561 | 433.825.130 | 1,28 |
| mit Verkehrszeichen | 45 | 187 | 119.588.053 | 1,55 |
| mit abkn. Vorfahrt | 7 | 17 | 14.727.203 | 1,18 |
| mit LSA | 55 | 357 | 299.509.875 | 1,18 |
| Kreisverkehre | 11 | 38 | 35.754.123 | 1,04 |
| Gesamt | 363 | 1.056 | 1.115.586.913 | 0,94 |

Tab. 32: Unfallzahlen U(P,S) und Unfallraten UR(P,S) für die ausgewerteten Verkehrsknotenpunkte der Ortsdurchfahrten

Kreisverkehren liegt die Unfallrate mit 1,04 U/Mio. Kfz zwischen der Rate für Einmündungen und der für Kreuzungen. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass Kreuzungspunkte mit Lichtsignalanlagen meist höhere Verkehrsbelastungen aufweisen als Kreuzungen ohne Lichtsignalanlage, sodass eine direkte Vergleichbarkeit nicht gegeben ist.

Die Einbeziehung der Unfallkosten bestätigt diese Unterschiede (vgl. Tabelle 33). Die Ermittlung der Unfallkostenraten ergibt 8,3 €/1.000 Kfz für Einmündungen und 15,5 €/1.000 Kfz für Kreuzungen.

Auch bei Betrachtung der Unfallkostenraten liegen lichtsignalgeregelte Einmündungen über den Einmündungen mit Verkehrszeichenregelung. Bei den

Kreuzungen ist es umgekehrt; hier liegt die Unfallkostenrate für Kreuzungen mit LSA deutlich unter derer für verkehrszeichengeregelte Kreuzungen.

Die Unfallkostenrate der Kreisverkehre ist mit 9,0 €/Mio. Kfz ebenfalls deutlich niedriger als bei den Kreuzungen mit Verkehrszeichenregelung und geringfügig niedriger als die der Kreuzungen mit LSA.

| | Knoten | UK(P,S) [€/a] | UR(P,S) [U/(10 ⁶ Kfz)] | UKR(P,S) [€/1.000 Kfz] |
|----------------------|------------|-------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| Einmündungen | 244 | 5.309.167 | 0,70 | 8,3 |
| mit Verkehrszeichen | 181 | 3.208.167 | 0,67 | 7,7 |
| mit abkn. Vorfahrt | 35 | 662.000 | 0,67 | 7,5 |
| mit LSA | 28 | 1.437.000 | 0,82 | 10,5 |
| Kreuzungen | 107 | 6.705.167 | 1,28 | 15,5 |
| mit Verkehrszeichen | 45 | 2.490.000 | 1,55 | 20,8 |
| mit abkn. Vorfahrt | 7 | 128.667 | 1,18 | 8,7 |
| mit LSA | 55 | 4.088.500 | 1,18 | 13,7 |
| Kreisverkehre | 11 | 434.833 | 1,04 | 12,2 |
| Gesamt | 363 | 12.477.333 | 0,94 | 11,2 |

Tab. 33: Unfallkosten UK(P,S) und Unfallkostenraten UKR(P,S) für die ausgewerteten Verkehrsknotenpunkte der Ortsdurchfahrten

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass für einige der betrachteten Knotenpunktformen nur sehr geringe Untersuchungskollektive verfügbar waren, sodass die Ergebnisse nicht belastbar sind. Dies gilt für die Kreuzungen mit abknickender Vorfahrtregelung und die Kreisverkehre. In Bild 21 sind die ermittelten Unfallkenngrößen für die unterschiedlichen Knotenpunkttypen einschließlich der Angaben zu den zugrunde liegenden Kollektiven zusammengestellt.

4.4.3 Unfallkenngrößen für Einflussbereiche an Knotenpunkten im Innerortsbereich

Im Übergangsbereich zwischen Knotenpunkt und freier Strecke wurde auch in den Ortsdurchfahrten ein Einfluss des Knotenpunktes auf den Verkehrsablauf bzw. das Unfallgeschehen des angrenzenden Streckenabschnitts vermutet. Aus diesem Grund erfolgte eine gesonderte Betrachtung der Einflussbereiche von Knotenpunkten auch für die Innerortsbereiche. Der Einflussbereich umfasst den Abschnitt einer an einen Knotenpunkt angrenzenden Strecke, auf dem das Verkehrs- und Unfallgeschehen vom Knotenpunkt beeinflusst wird. Um die Länge des Abschnittes, auf dem das Unfallgeschehen der freien Strecke vom Knotenpunkt beeinflusst wird, zu bestimmen, kann man iterativ das Unfallgeschehen der Strecke in Abhängigkeit von

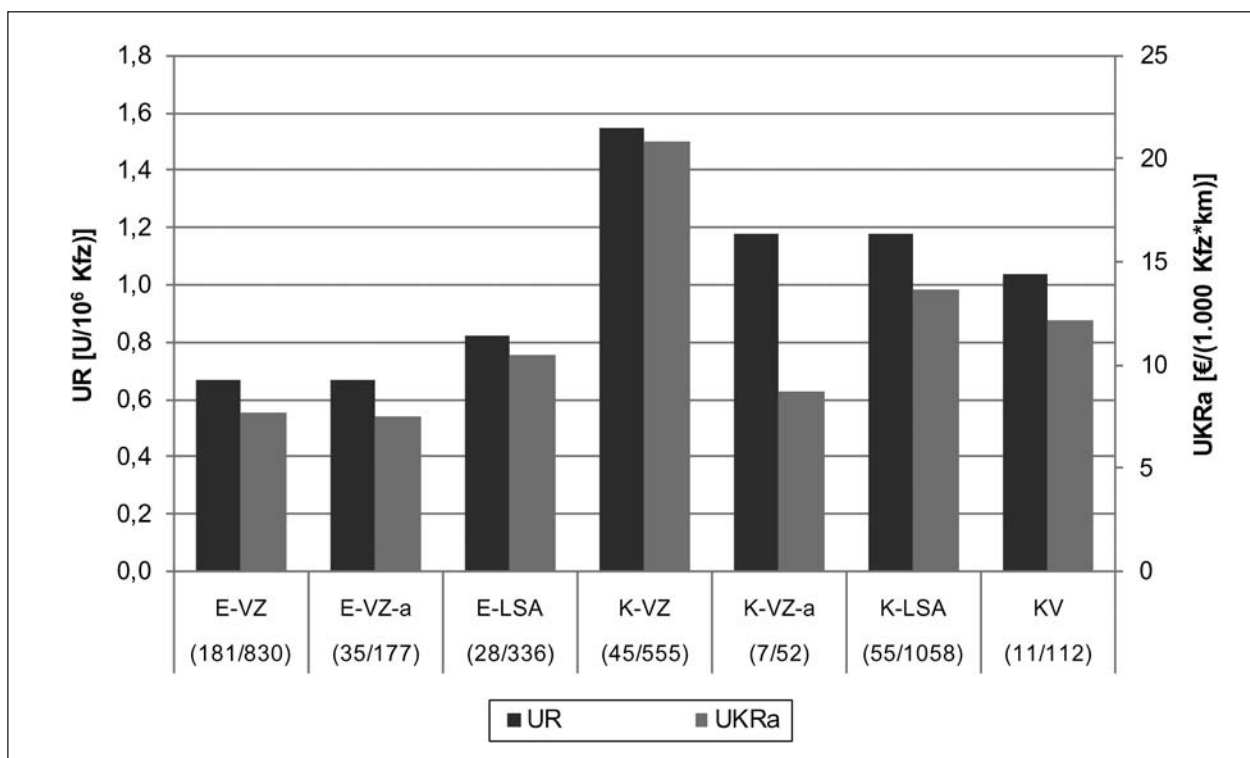


Bild 21: Unfallrate UR(P,S) und Unfallkostenrate UKR(P,S) für die unters. Knotenpunkttypen und Verkehrsregelungen

der Entfernung vom Knotenpunkt betrachten. Untersuchungen dieser Form wurden durch die Professur Straßenverkehrstechnik der TU-Dresden in früheren Projekten durchgeführt. Dabei stellte sich heraus, dass ein Einfluss an großen lichtsignalisierten Knotenpunkten auf einer Länge von etwa 50 m vom Knotenpunkt nachgewiesen werden kann [BAIER 2007]. Bei den hier betrachteten Ortsdurchfahrten war von kleineren Knotenpunkten auszugehen und aus diesem Grund größere Einflussbereiche nicht zu erwarten. Deshalb wurde ein Abschnitt von 50 m als Einflusslänge des Knotenpunktes definiert.

Grundsätzlich kann eine Auswertung nach Entwurfssituationen und Querschnittselementen des angrenzenden Streckenabschnittes erfolgen. Gleichzeitig beeinflusst die Verkehrsregelung des angrenzenden Knotenpunktes das Unfallgeschehen. Diese Einflüsse werden sich voraussichtlich überlagern. Eine nach allen Einflussgrößen differenzierte Betrachtung würde zu insgesamt 56 Untersuchungskollektiven führen, die aufgrund der geringen Fallzahlen nicht mehr aussagekräftig wären.

Die Gestaltung und damit Unfallcharakteristik der Einflussbereiche sind i. d. R. stärker von der angrenzenden Knotenpunktart bestimmt und nicht von der Entwurfssituation der angrenzenden Strecke. Deshalb erfolgte die Differenzierung der Einflussbereiche in Abhängigkeit von der Art des angrenzenden Knotenpunktes.

Die Gesamtlänge der ausgewerteten Einflussbereiche von Knotenpunkten beträgt 113 km. Das heißt, dass insgesamt 2.156 Einflussbereiche in die Aus-

wertungen einbezogen wurden. Dabei handelt es sich ausschließlich um Bereiche, für die Angaben zu Verkehrsstärken und Art des angrenzenden Knotenpunktes verfügbar waren. Insgesamt ereigneten sich in diesen Einflussbereichen 444 Unfälle U(P,SS). Auf deren Basis wurde die Zahl der Unfälle mit leichtem Sachschaden U(LS) pauschal zu 1.465 abgeschätzt. Insgesamt ereigneten sich im Einflussbereich der Knotenpunkte somit 1.909 Unfälle (vgl. Tabelle 34). Daraus wird bereits deutlich, dass ein erheblicher Teil der Einflussbereiche in dem dreijährigen Untersuchungszeitbereich keine Unfälle aufwies. An rund 85 % der Einflussbereiche ereigneten sich keine schweren Unfälle.

Bei der Betrachtung der Unterkategorien für Einmündungen und Kreuzungen ist zu beachten, dass die Kollektivgrößen große Unterschiede aufweisen. Insbesondere die Einflussbereiche an Knotenpunkten mit abknickender Vorfahrtstraße, aber auch an Einmündungen mit LSA verfügen nur über geringe Netzlängen. Für Kreuzungen mit abknickender Vorfahrtstraße können auf Basis der 2 U(P) und daraus ermittelten 7 U(LS) keine Aussagen getroffen werden. Ebenso verfügen die Einflussbereiche von Kreisverkehren über ein für statistisch gesicherte Aussagen unzureichendes Kollektiv.

Aus den durchgeführten Auswertungen ergaben sich bei einer Differenzierung nach der Knotenpunktgrundform (Einmündung/Kreuzung/Kreisverkehr) und der Verkehrsregelung am Knotenpunkt deutlichere Unterschiede hinsichtlich der Unfallkenngrößen als bei der Unterscheidung nur nach der Verkehrsregelung. Deshalb wurde bei der Differenzierung der Unfallkenngrößen die Unterscheidung nach Knotenpunktgrundform und Verkehrsregelung zugrunde gelegt.

In Tabelle 35 sind die Unfallzahlen und die daraus resultierenden Unfallraten der Einflussbereiche für die unterschiedlichen Knotenpunktarten zusammengestellt. Bemerkenswert ist, dass die Unfallraten auf den Einflussbereichen der Einmündungen mit durchschnittlich 3,5 U/Mio. Kfz-km durchweg über den entsprechenden Werten der Kreuzungen (2,7 U/Mio. Kfz-km) liegen. Die Unfallraten auf den Einflussbereichen der Kreisverkehre liegen mit 4,2 U/Mio. Kfz-km über den Werten der übrigen Knotenpunkte.

Bei Berücksichtigung der Unfallschwere anhand der Unfallkosten zeigen sich auf den Einflussbereichen an Einmündungen höhere Unfallkostenraten

| | Anzahl | Länge [km] | U(P) | U(SS) | U(LS) |
|----------------------|--------------|--------------|------------|------------|--------------|
| Einmündungen | 1.247 | 65,8 | 197 | 71 | 884 |
| Verkehrszeichen | 920 | 48,3 | 129 | 39 | 554 |
| mit abkn. Vorfahrt | 201 | 10,6 | 27 | 15 | 139 |
| mit LSA | 126 | 6,9 | 41 | 17 | 191 |
| Kreuzungen | 809 | 42,2 | 111 | 42 | 505 |
| Verkehrszeichen | 389 | 20,2 | 31 | 13 | 145 |
| mit abkn. Vorfahrt | 60 | 3,1 | 2 | 0 | 7 |
| mit LSA | 360 | 18,9 | 78 | 29 | 353 |
| Kreisverkehre | 100 | 5,1 | 19 | 4 | 76 |
| Gesamt | 2.156 | 113,0 | 327 | 117 | 1.465 |

Tab. 34: Unfälle in den Einflussbereichen von Verkehrsknotenpunkten an Ortsdurchfahrten

als an Kreuzungen. Die deutlich höhere Unfallkostenrate auf Einflussbereichen von Kreisverkehren beruht auf lediglich 8 Unfällen und hat daher keine Aussagekraft (vgl Tabelle 36).

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist außerdem zu berücksichtigen, dass für einige der betrachteten

| | Str. | U(P,SS) [U/a] | Länge [km] | Fahrleistung [1.000 Kfz-km] | UR(P,S) [U/(Mio. Kfz-km)] |
|----------------------|--------------|------------------|---------------|--------------------------------|------------------------------|
| Einmündungen | 1.247 | 89 | 65,8 | 111.127 | 3,5 |
| mit Verkehrszeichen | 920 | 56 | 48,3 | 72.899 | 3,3 |
| mit abkn. Vorfahrt | 201 | 14 | 10,6 | 16.684 | 3,6 |
| mit LSA | 126 | 19 | 6,9 | 21.545 | 3,9 |
| Kreuzungen | 809 | 51 | 42,2 | 79.782 | 2,7 |
| mit Verkehrszeichen | 389 | 15 | 20,2 | 26.450 | 2,4 |
| mit abkn. Vorfahrt | 60 | 1 | 3,1 | 3.522 | 0,9 |
| mit LSA | 360 | 36 | 18,9 | 49.811 | 3,1 |
| Kreisverkehre | 100 | 8 | 5,1 | 7.869 | 4,2 |
| Gesamt | 2.156 | 148 | 113,0 | 198.778 | 3,2 |

Tab. 35: Unfallzahlen und Unfallraten UR(P,S) für die ausgewerteten Einflussbereiche an Verkehrsknoten der Ortsdurchfahrten

Knotenpunktformen nur sehr geringe Untersuchungskollektive verfügbar waren, sodass die Ergebnisse nicht belastbar sind. Dies gilt für die Kreuzungen mit abknickender Vorfahrtregelung. In Bild 22 sind die ermittelten Unfallkenngrößen für die unterschiedlichen Knotenpunkttypen einschließlich der Angaben zu den zugrunde liegenden Kollektiven zusammengestellt.

| | Länge [km] | UK(P,S) [€/a] | UKR(P,S) [€/1.000 Kfz-km] |
|----------------------|---------------|------------------|------------------------------|
| Einmündungen | 65,8 | 5.470.500 | 49,2 |
| mit Verkehrszeichen | 48,3 | 3.529.500 | 48,4 |
| mit abkn. Vorfahrt | 10,6 | 844.667 | 50,6 |
| mit LSA | 6,9 | 1.096.333 | 50,9 |
| Kreuzungen | 42,2 | 3.092.167 | 38,8 |
| mit Verkehrszeichen | 20,2 | 887.833 | 33,6 |
| mit abkn. Vorfahrt | 3,1 | 44.333 | 12,6 |
| mit LSA | 18,9 | 2.160.000 | 43,4 |
| Kreisverkehre | 5,1 | 523.333 | 66,5 |
| Gesamt | 113,0 | 9.086.000 | 45,7 |

Tab. 36: Unfallkosten UK(P,S) und Unfallkostenraten UKR(P,S) für die ausgewerteten Einflussbereiche der Verkehrsknotenpunkte in Ortsdurchfahrten

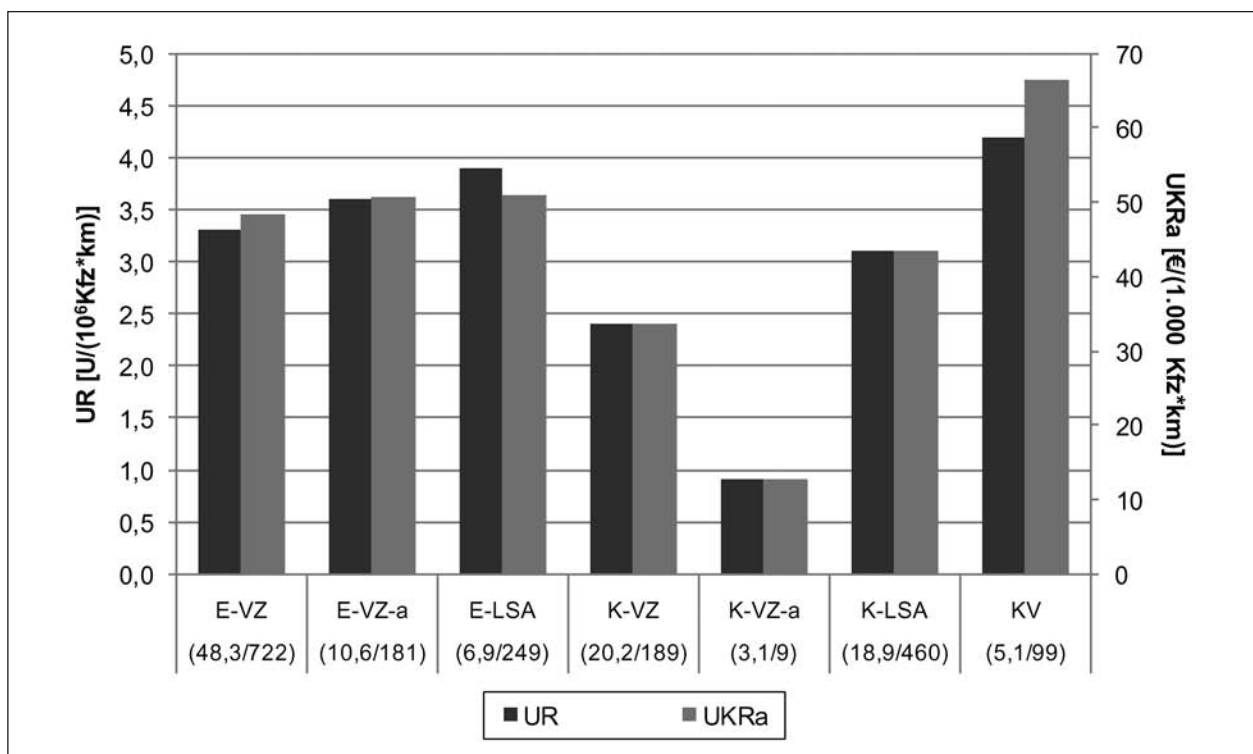


Bild 22: Unfallrate UR(P,S) und Unfallkostenrate UKR(P,S) für Einflussbereiche von Knotenpunkten differenziert nach Art und Verkehrsregelung des angrenzenden Knotenpunktes

4.4.4 Unfallkenngrößen für freie Strecken im Innerortsbereich

Als freie Strecke wird der Bereich bezeichnet, der sich entweder zwischen zwei Knotenpunkten und außerhalb von deren Einflussbereichen oder zwischen dem Ende eines Einflussbereiches und dem Ortsrand befindet. Zu berücksichtigen ist, dass im Bereich der freien Strecke (wie auch bei den Landstraßen) durchaus auch kleinere nachgeordnete Knotenpunkte vorzufinden sind. Diese Knotenpunkte binden das untergeordnete, innerörtliche Straßennetz an das übergeordnete Straßennetz an. Auch bei früheren Untersuchungen über das Verkehrsstraßennetz von Städten wurden solche Anschlussknotenpunkte der durchgehenden Strecke zugeordnet.

Die freien Streckenabschnitte wurden ihrer Charakteristik entsprechend Entwurfssituationen nach RAST 2006 [FGSV 2006] zugewiesen. Es wurden folgende Entwurfssituationen vorgefunden:

- dörfliche Hauptstraße,
- örtliche Einfahrtstraße,
- Quartierstraße,
- örtliche Geschäftsstraße,
- Verbindungsstraße,
- Gewerbestraße,
- Industriestraße,
- anbaufreie Straße.

Durch die Angabe der Entwurfssituation lassen sich die wesentlichen Charakteristika einer innerörtlichen Strecke einfach beschreiben. Insbesondere die Randnutzung der betrachteten Streckenabschnitte bestimmt die Charakteristik. Die vorhandenen Querschnittselemente und Verkehrsstärken der untersuchten Ortsdurchfahrten entsprachen häufig den in der RAST 06 beschriebenen Eigenschaften der typischen Entwurfssituationen.

Aus den 606 Ortsdurchfahrten, die in die Auswertungen einbezogen wurden, wurde das in Tabelle 37 dargestellte Untersuchungskollektiv der freien Strecken übernommen. Da nur Strecken, für die Verkehrswerte verfügbar waren, berücksichtigt werden konnten, reduzierte sich das Untersuchungsnetz auf ca. 1.100 km. Auf diesen Abschnitten eigneten sich in dem 3-Jahres-Zeitraum 20.864 Un-

| Entwurfssituation | Länge [km] | U(P) | U(S) |
|-------------------------|----------------|--------------|---------------|
| dörfliche Hauptstraße | 425,4 | 667 | 3.478 |
| örtliche Einfahrtstraße | 276,9 | 1.055 | 5.163 |
| Quartierstraße | 87,0 | 642 | 2.940 |
| örtl. Geschäftsstraße | 7,8 | 88 | 376 |
| Verbindungsstraße | 103,9 | 432 | 2.174 |
| Gewerbestraße | 48,4 | 217 | 1.129 |
| Industriestraße | 32,5 | 95 | 430 |
| anbaufreie Straße | 105,5 | 335 | 1.643 |
| Gesamt | 1.087,4 | 3.531 | 17.333 |

Tab. 37: Streckennetz und Unfallzahlen auf freien Strecken von Ortsdurchfahrten

fälle. 17 % dieser Unfälle hatten Personenschäden zur Folge.

Den größten Anteil am Untersuchungskollektiv hatten die „dörflichen Hauptstraßen“ mit fast 40 % der Gesamtstreckenlänge. Weitere, häufig auftretende Entwurfssituationen sind neben der „örtlichen Einfahrtstraße“ auch die „anbaufreien Straßen“ und „Verbindungsstraßen“. Diese sind im Wesentlichen durch ihre Lage am Ortsrand bzw. die Ausrichtung vom Ortsrand hin zum Zentrum charakterisiert. Dabei weisen die einzelnen Abschnitte oft größere Längen auf. „Quartierstraßen“ und die, bezogen auf die Gesamtstreckenlänge, kleinste Gruppe der „örtlichen Geschäftsstraßen“ sind dagegen meist in den Ortsmitten und hier insbesondere in größeren Orten vorzufinden. Aufgrund der begrenzten Ausdehnung der Innenbereiche der betrachteten Ortschaften (bis 30.000 Einwohner) weisen Abschnitte dieser Entwurfssituationen häufig geringe Abschnittslängen auf. Das Kollektiv der „örtlichen Geschäftsstraßen“ kann aber im Hinblick auf das Ziel der Untersuchungen nicht vernachlässigt werden. Insbesondere Durchfahrten von Orten mit mehr als 3.000 Einwohnern weisen im Ortszentrum häufig Abschnitte auf, die den Charakteristika der „örtlichen Geschäftsstraße“ weitgehend entsprechen. Diese Entwurfssituation bildet somit trotz der geringen Längenanteile einen wichtigen Teil der zu untersuchenden Ortsdurchfahrten.

Die Unfallzahlen und Unfallraten für die unterschiedlichen Entwurfssituationen sind in Tabelle 38 wiedergegeben.

„Quartierstraßen“ und „örtliche Geschäftsstraßen“ weisen die höchsten Unfallraten auf. Die niedrigs-

ten Unfallraten wurden für „dörfliche Hauptstraßen“ sowie „anbaufreie Straßen“ ermittelt.

Ein Vergleich aller Entwurfssituationen zeigt, dass mit ansteigender Nutzungsintensität auch die Unfallrate einer Strecke ansteigt. Für Abschnitte von

Ortsdurchfahrten mit geringen Nutzungsansprüchen, wie die Situationen der „dörflichen Hauptstraße“ und der „anbaufreien Straßen“, wurden die geringsten Unfallraten UR bestimmt. Treten aufgrund dichter Besiedlung und Geschäftsbesatz,

| | U(P,SS) [U/a] | Länge [km] | Fahrleistung [1.000 Kfz-km] | UR(P,S) [U/(Mio. Kfz-km)] |
|----------------------|------------------|----------------|--------------------------------|------------------------------|
| dörf. Hauptstraße | 321 | 425,4 | 664.929 | 2,1 |
| örtl. Einfahrtstraße | 482 | 276,9 | 566.676 | 3,7 |
| Quartierstraße | 278 | 87,0 | 262.891 | 4,6 |
| örtl. Geschäftsstr. | 36 | 7,8 | 21.162 | 7,4 |
| Verbindungsstraße | 202 | 103,9 | 337.962 | 2,6 |
| Gewerbestraße | 104 | 48,4 | 133.059 | 3,4 |
| Industriestraße | 41 | 32,5 | 55.734 | 3,2 |
| anbaufreie Straße | 153 | 105,5 | 302.523 | 2,2 |
| Gesamt | 2.722 | 1.087,4 | 3.946.900 | 3,0 |

Tab. 38: Unfallzahlen und Unfallraten UR(P,S) für die unterschiedlichen Entwurfssituationen der Ortsdurchfahrten

| | Länge [km] | UK(P,S) [€/a] | UKR(P,S) [€/(1.000 Kfz-km)] |
|----------------------|----------------|-------------------|-----------------------------|
| dörf. Hauptstraße | 425,4 | 19.552.333 | 29,6 |
| örtl. Einfahrtstraße | 276,9 | 28.795.000 | 51,0 |
| Quartierstraße | 87,0 | 17.554.666 | 67,4 |
| örtl. Geschäftsstr. | 7,8 | 2.232.167 | 106,9 |
| Verbindungsstraße | 103,9 | 11.769.166 | 34,8 |
| Gewerbestraße | 48,4 | 6.417.333 | 48,5 |
| Industriestraße | 32,5 | 2.419.000 | 44,2 |
| anbaufreie Straße | 105,5 | 9.108.167 | 31,0 |
| Gesamt | 1.087,4 | 97.847.833 | 42,1 |

Tab. 39: Unfallkosten je Knoten UK(P,S) und Unfallkostenraten UKR(P,S) für die unterschiedlichen Entwurfssituationen der Ortsdurchfahrten

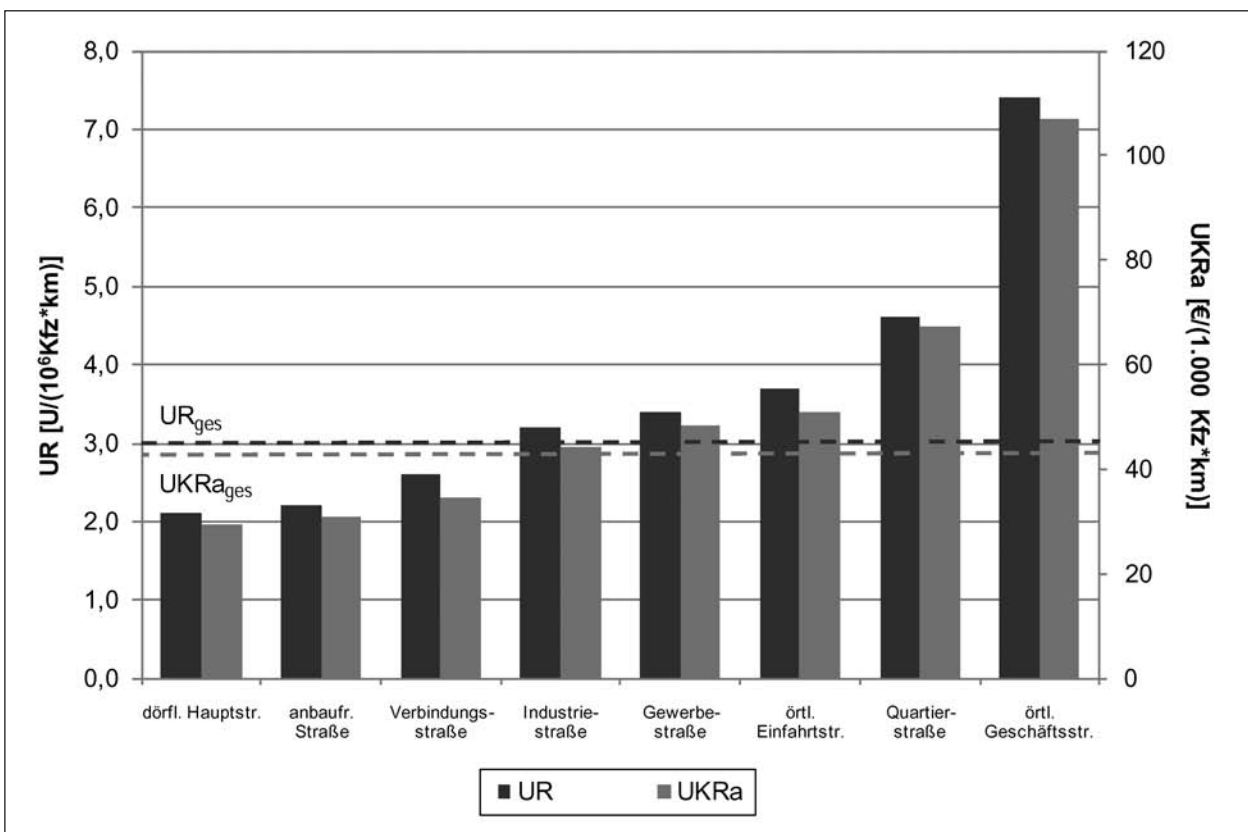


Bild 23: Unfallrate UR(P,S) und Unfallkostenrate UKR(P,S) für freie Strecken in Innerortsbereichen, differenziert nach Entwurfssituationen

wie dies in „Quartierstraßen“ und „örtlichen Geschäftsstraßen“ der Fall ist, gehäuft verschiedene Ansprüche an die Nutzung auf, weisen diese Abschnitte auch höhere Unfallraten auf.

Eine Berücksichtigung der Unfallschwere mittels der Unfallkosten und Unfallkostenraten bestätigt diese Ergebnisse (vgl. Tabelle 39).

In Bild 23 sind die ermittelten Unfallkenngrößen für die unterschiedlichen Knotenpunkttypen einschließlich der Angaben zu den zugrunde liegenden Kollektiven zusammengestellt.

4.4.5 Übertragbarkeit der Unfallkenngrößen auf Ortsdurchfahrten

Die Erhebung der Unfälle erfolgte für Ortsdurchfahrten von Orten mit bis zu 30.000 Einwohnern in Sachsen, Sachsen-Anhalt sowie den Landkreisen Kleve und Wunstorf a. d. Luhe. Damit orientierte sich die Auswahl des Untersuchungskollektivs in erster Linie an den verfügbaren Datengrundlagen und nicht an einer möglichst repräsentativen Auswahl für das gesamte Bundesgebiet.

Dennoch kann davon ausgegangen werden, dass das Unfallgeschehen in Ortsdurchfahrten auch in anderen Bundesländern nicht signifikant von den ermittelten Werten abweicht, da sich die Rahmenbedingungen der OD-Gestaltung nicht wesentlich unterscheiden. Insofern wurde davon ausgegangen, dass die ermittelten Unfallkenngrößen für sämtliche Ortsdurchfahrten repräsentativ sind.

| Unfälle IO der 21 Bsp. | Knotenpunkte | Einflussbereiche | Freie Strecken | Gesamt |
|------------------------------|--------------|------------------|----------------|---------|
| U(P,SS) | 100,0 % | 100,0 % | | 100,0 % |
| U(P) | 63,9 % | 74,8 % | | 72,5 % |
| U(SP) | 12,2 % | 14,2 % | | 13,8 % |
| U(LV) | 51,7 % | 60,6 % | | 58,7 % |
| U(SS) | 36,1 % | 25,2 % | | 27,5 % |
| Unfälle der Ortsdurchfahrten | Knotenpunkte | Einflussbereiche | Freie Strecken | Gesamt |
| U(P,SS) | 100,0 % | 100,0 % | | 100,0 % |
| U(P) | 66,0 % | 72,6 % | | 71,2 % |
| U(SP) | 13,8 % | 19,1 % | | 18,0 % |
| U(LV) | 52,2 % | 53,5 % | | 53,2 % |
| U(SS) | 34,0 % | 27,4 % | | 28,8 % |

Tab. 40: Vergleich der Unfallschwerstruktur des Kollektivs der Unfälle innerorts der 21 erhobenen Beispiele mit dem Kollektiv der ergänzenden Untersuchung an den Ortsdurchfahrten

Ein Vergleich der Unfallschwerstruktur des Kollektivs der 21 erhobenen Beispiele mit dem Kollektiv der ergänzenden Untersuchung an den Ortsdurchfahrten zeigt Tabelle 40. Das Kollektiv der Unfälle innerorts der 21 Beispiele (insgesamt 840 U(P,SS)) wurde einem Kollektiv von 8.388 U(P,SS) aus der ergänzenden Untersuchung gegenübergestellt. Unfälle mit schwerem Personenschaden treten im Kollektiv der 21 Beispiele innerorts seltener auf als im Kollektiv der ergänzenden Untersuchung; Unfälle mit leichtem Personenschaden treten dafür häufiger auf. Die Unfallschwerstruktur der beiden Kollektive weicht nicht stark voneinander ab, sodass die Übertragung der Ergebnisse als Grundlage für das Bewertungsverfahren vertretbar erscheint.

5 Ansätze zur Bewertung der Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen

5.1 Vorhandene Bewertungsverfahren

5.1.1 Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen (ESN)

In den Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen, ESN, Ausgabe 2003 [FGSV 2003], wird ein Verfahren beschrieben, um Straßennetze im Bezug auf die Verkehrssicherheit zu bewerten, auf dieser Basis Maßnahmen zu entwickeln und somit die Unfallsituation in den betrachteten Straßennetzen zu verbessern. Der Bewertung liegen Unfallkostenraten bzw. Unfallkostendichten zugrunde, auf deren Ermittlung in den Empfehlungen im Detail eingegangen wird. Dabei werden die Unfallkosten durch Multiplikation der Unfallzahlen mit den Unfallkostensätzen getrennt für Unfälle mit schwerem Personenschaden U(SP), Unfälle mit Leichtverletzten U(LV), schwerwiegende Unfälle mit Sachschaden U(SS) und sonstige Unfälle mit Sachschaden U(LS) ermittelt. Der Betrachtungszeitraum der Unfallanalyse sollte entsprechend den Empfehlungen mindestens drei Jahre betragen. In Tabelle 41 sind die Unfallkostensätze für Landstraßen (außerorts) und Verkehrsstraßen (innerorts) aus der ESN zusammengestellt.

Als Maßstab für eine Bewertung des Unfallgeschehens auf bestimmten Streckenabschnitten oder Straßennetzteilen werden Grundunfallkostenraten gUKR benutzt, mit denen das erfasste Unfallgeschehen auf den betrachteten Strecken verglichen

wird. Die Differenz zwischen den erfasstem Unfallkosten und den Grundunfallkosten dient dann zur Beurteilung des Verbesserungspotenzials.

| Unfallkategorie | | | Unfallkostensätze WU | |
|-----------------|---|--------------------|-----------------------|---------------------------|
| | | | Landstraßen außerorts | Verkehrsstraßen innerorts |
| 1+2 | Unfall mit schwerem Personenschaden (SP) | 230.000 315.000 | 140.000 195.000 | |
| 3 | Unfall mit leichtem Personenschaden (LV) | 18.000 | 12.500 | |
| 4+6 | schwerwiegender Unfall mit Sachschaden (SS) | 13.000 | 12.000 | |
| 5 | sonstiger Unfall mit Sachschaden (LS) | 6.000 | 6.000 | |
| 4-6 | Unfall mit Sachschaden (S) | 7.000 | 6.500 | |
| Preisstand 2000 | | | | |

Tab. 41: Unfallkostensätze WU [€/U] zur Bewertung des aktuellen Unfallgeschehens in Abhängigkeit von Unfallkategorie und Straßenkategorie [FGSV 2003]

Bei der Sicherheitsanalyse werden die Unfälle an Knotenpunkten nicht gesondert betrachtet. Die Empfehlungen enthalten lediglich einen Hinweis darauf, wie Unfälle an Knotenpunkten den benachbarten Streckenabschnitten zuzuordnen sind.

5.1.2 Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung (BVWP)

Bei den Bewertungen der Straßenprojekte im Rahmen der Fortschreibung des Bundesverkehrswegeplans 2003 wurde – wie bei den früheren Bundesverkehrswegeplänen auch – das gesamtwirtschaftliche Bewertungsverfahren der Nutzen-Kosten-Analyse angewendet [BMVBW 2005]. Dabei werden den Investitions- und Betriebskosten der Verkehrsprojekte auch unterschiedliche Nutzenkomponenten gegenübergestellt und so das Nutzen-Kosten-Verhältnis ermittelt. Eine dieser Nutzenkomponenten ist die „Erhöhung der Verkehrssicherheit“ (NS), die durch die Veränderung der Unfallkosten

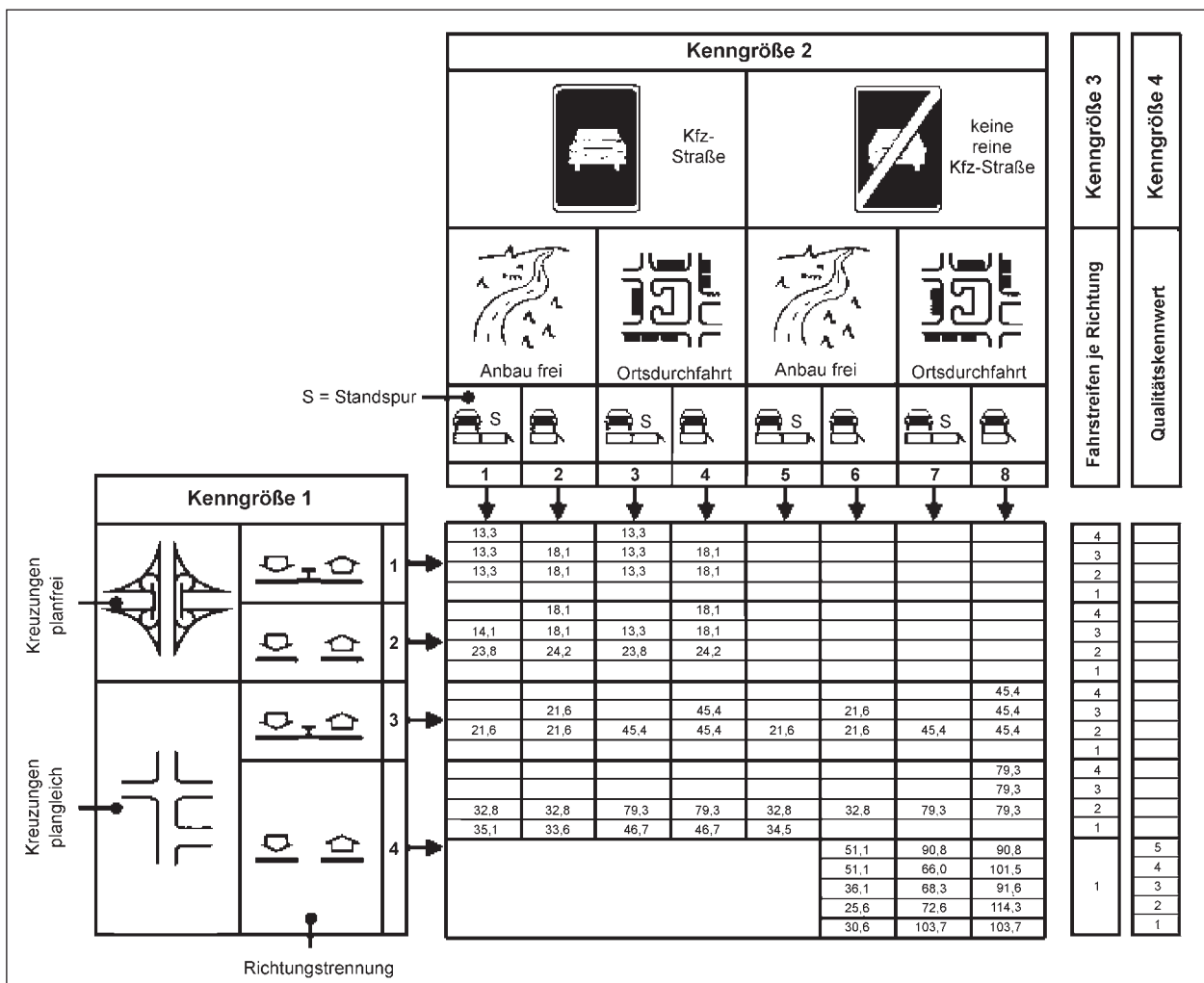


Bild 24: Unfallkostenraten der Verkehrsunfälle je Streckentyp [€/1.000 Kfz-km] (eigene Berechnung und Darstellung, Grundlage: [BMVBW 2005])

quantifiziert wird. Bei den Berechnungen wird nach Unfällen mit Personen- und mit Sachschaden unterschieden.

Die eingesparten Unfallkosten ergeben sich aus der Differenz der Unfallkosten im Vergleichsfall (Situation ohne geplante Maßnahme) und im Planfall (Situation mit geplanter Maßnahme). Sie werden quantifiziert, indem für alle Wirkungsstrecken sog. Unfallrisikopotenziale abgeleitet und mit Unfallkostensätzen multipliziert werden. Hierbei sind die Unfallrisikopotenziale das Produkt aus Verkehrsleistungen und den für die einzelnen Streckenabschnitte spezifischen Unfallraten.

Die bei der Bewertung anzusetzenden Unfallraten sind nach Streckentypen (Querschnittausbildung, innerorts/außerorts, plangleiche/planfreie Knoten, Streckenqualität) und Unfallkategorie Personenschäden, Sachschäden) differenziert. Auch für den Sonderquerschnitt 2+1 sind Unfallraten angegeben.

Die Kosten je Unfall sind ebenfalls nach Streckentypen und Unfallkategorie analog zu den Unfallraten differenziert. Aus den vorgegebenen Unfallraten und Kostensätzen lassen sich spezifisch für die einzelnen Streckentypen Unfallkostenraten ableiten.

Für dreistreifige Querschnitte lässt sich aus den Einzeldaten ebenfalls eine Unfallkostenrate ableiten. Diese liegt bei 27,3 €/Kfz·km.

Die Unfallkostenraten des BVWP-Verfahrens weichen deutlich von den vergleichbaren Werten der aktuellen Untersuchung ab. Dabei ist allerdings auch zu berücksichtigen, dass hier die Unfälle an Knotenpunkten nicht getrennt behandelt werden.

Bemerkenswert ist, dass die Unfallkostenraten auf den zweistreifigen Außerortsstraßen deutlich unter den entsprechenden Werten der Innerortsstraßen liegen. Für die Bewertung der Sicherheitswirkungen von Ortsumgehungen bedeutet das, dass – vorausgesetzt, die Gesamtfahrleistung bleibt unverändert – mit der Realisierung immer eine Reduzierung der Unfallkosten verbunden ist.

5.1.3 Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen

Die Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS) aus dem Jahr 1997 [FGSV 1997] beinhalten ebenfalls ein Verfahren zur gesamtwirtschaftlichen Bewertung von Straßenabschnitten bzw. Straßennetzen. Der Berechnungs-

| ST | Beschreibung | UKR _{ST} [€/1.000 Kfz·km] |
|----------|---|--|
| 1 | Planfreie Richtungsfahrbahnen, außerhalb bebauter Gebiete | |
| 1.11 | Rampe planfreier Knoten (1 Fahrstreifen) | 17,9 |
| 1.21 | 2 Fahrstreifen, mit Standstreifen | 17,9 |
| 1.22 | 2 Fahrstreifen, ohne Standstreifen | 23,4 |
| 2 | Sonstige Außerortsstraßen | |
| 2.10 | 2+1 Fahrstreifen (wechselseitig), planfrei (plangleich) | 27,3 |
| 2.11 | 1 Fahrstreifen je Richtung, FB über 8 m, plangleich (planfrei) | 47,9 |
| 2.12 | 1 Fahrstreifen je Richtung, FB 7 m bis 8 m, plangleich (planfrei) | 45,7 |
| 2.13 | 1 Fahrstreifen je Richtung, FB über 6 m bis 7 m, plangleich (planfrei) | 47,9 |
| 2.14 | 1 Fahrstreifen je Richtung, FB unter 6 m, plangleich | 57,5 |
| 2.21 | 2 Fahrstreifen, mit Mittelstreifen, plangleich | 28,5 |
| 2.22 | 2 Fahrstreifen, ohne Mittelstreifen, plangleich | 44,5 |
| 3 | Planfreie Richtungsfahrbahnen innerhalb bebauter Gebiete | |
| 3.11 | Rampe planfreier Knoten (1 Fahrstreifen) | 17,9 |
| 3.21 | 2 Fahrstreifen, mit Standstreifen | 17,9 |
| 3.22 | 2 Fahrstreifen, ohne Standstreifen | 23,4 |
| 4 | Vorfahrtberechtigte Innerortsstraßen ohne Behinderung, plangleich | |
| 4.10 | 1 Fahrstreifen, mit Mittelstreifen oder Mittelinsel in kurzen Abständen | 42,7 |
| 4.11 | 1 Fahrstreifen, anbaufrei zul. V > 50 km/h | 57,7 |
| 4.12 | 1 Fahrstreifen, angebaut | 57,7 |
| 4.21 | 2 Fahrstreifen, mit Mittelstreifen | 54,1 |
| 4.22 | 2 Fahrstreifen, ohne Mittelstreifen | 93,8 |
| 5 | Vorfahrtberechtigte Innerortsstraßen mit Behinderungen, plangleich | |
| 5.10 | 1 Fahrstreifen, mit Mittelstreifen oder Mittelinsel in kurzen Abständen | 65,9 |
| 5.11 | 1 Fahrstreifen, offene, mehrg. Bebauung | 83,8 |
| 5.12 | 1 Fahrstreifen, geschlossene Bebauung | 110,5 |
| 5.13 | 1 Fahrstreifen, Geschäftsstraße | 177,8 |
| 5.21 | 2 Fahrstreifen, mit Mittelstreifen | 57,7 |
| 5.22 | 2 Fahrstreifen, ohne Mittelstreifen | 93,8 |
| 6 | Innerortsstraßen mit Behinderungen durch fehlende Vorfahrt etc. | |
| 6.01 | offene Bebauung, bauliche Geschwindigkeitsbegrenzung | 63,1 |

Tab. 42: Unfallkostenraten für die Straßentypen der EWS [FGSV 1997]

ansatz entspricht grundsätzlich demjenigen, der auch bei den Berechnungen für den Bundesverkehrswegeplan 2003 eingesetzt wurde. Auch wenn

die einzelnen Berechnungsformeln anders zusammengestellt sind, bleibt es bei dem Grundsatz, dass die Unfallkosten für einen Vergleichsfall und für einen Planfall gegenübergestellt werden.

Die Unfallkostenraten, die für die Berechnungen zugrunde zu legen sind, werden in den Empfehlungen in Tabellen vorgegeben. Dabei wird nach Straßentypen unterschieden. In Tabelle 42 sind für die Straßentypen, die für die Bewertung von Ortsumgehungen relevant sind, Unfallkostenraten zusammengestellt. Die Unfallkostenraten der EWS und des BVWP-Bewertungsverfahrens unterscheiden sich zwar im Detail, spiegeln aber die gleichen Tendenzen wider. Auch hier weisen die Innerortsbereiche die höchsten Unfallkostenraten auf, sodass bei Anwendung der EWS zur Bewertung von Ortsumgehungen in der Regel auch eine positive Wirkung auf die Verkehrssicherheit ermittelt wird.

5.1.4 Beurteilung der Bewertungsverfahren

Die Streckentypisierung bei der gesamtwirtschaftlichen Bewertung entsprechend den EWS bzw. dem BVWP-Verfahren orientiert sich in erster Linie an der Leistungsfähigkeit und der Verkehrsqualität auf den Streckenabschnitten. Dementsprechend erfolgt eine Untergliederung sowohl für die Innerorts- als auch die Außerortsstraßen vornehmlich nach der Betriebsweise und der Fahrbahnaufteilung. Die Randnutzungen im Innerortsbereich werden ausschließlich in den EWS und hier nur für Erschließungsstraßen berücksichtigt, sodass sie für die Ortsdurchfahrten weitgehend unberücksichtigt bleiben. Eine Untergliederung nach Knotenpunkten und Streckenabschnitten erfolgt grundsätzlich nicht.

Dementsprechend ist die in den EWS sowie im BVWP-Verfahren vorgesehene Streckentypisierung für eine differenzierte Beurteilung der Verkehrssicherheit – dies gilt für die Ortsdurchfahrten genauso wie für die Außerortsstrecken und Ortsumgehungen – nur bedingt geeignet. Aus der Unfallkostenbilanz der 21 Untersuchungsbeispiele (Kapitel 3.3.8) konnte die Erkenntnis gewonnen werden, dass das Unfallgeschehen wesentlich durch die Knotenpunkte im Außerortsbereich geprägt wird. Daher ist es erforderlich, bei der Verkehrssicherheitsbeurteilung eine differenziertere Typisierung als in den EWS und dem BVWP-Verfahren vorzunehmen. Zentraler Ansatzpunkt ist die Unterscheidung zwischen Streckenabschnitten und Knotenpunkten sowie ggf. den Einflussbereichen der Knotenpunkte.

5.2 Grundlagen für ein Bewertungsverfahren

5.2.1 Abgrenzung des relevanten Untersuchungsnetzes

Bei den Untersuchungsbeispielen wurden exemplarisch die relevanten Straßennetze abgegrenzt, für die die Verkehrssicherheit vor und nach Realisierung der Ortsumgehung bilanziert wurde. Folglich ist auch als Grundlage für ein Bewertungsverfahren in einem ersten Schritt das relevante Straßennetz abzugrenzen. Grundsätzlich gilt, dass nur die Straßenabschnitte relevant sind, auf denen sich beim Vergleich zwischen der Situation ohne Ortsumgehung und der Situation mit Ortsumgehung Änderungen der Straßenraumsituation oder/ und der Verkehrsregelung bzw. Änderungen der Verkehrsbelastung ergeben. Alle anderen Streckenabschnitte, auf denen sich die Verkehrsbelastung durch die Realisierung der Ortsumgehung nicht ändert und auch keine baulichen oder verkehrlichen Maßnahmen ergriffen werden, sind für die Betrachtung nicht relevant.

Eine Besonderheit ergibt sich immer dann, wenn sich die Verkehrsnetzsituation – ergänzend zu der Realisierung der Ortsumgehung – zwischen der Vorher- und der Nachher-Situation unterscheidet. In solchen Fällen sind die Netzänderungen bei der Abgrenzung des Untersuchungsnetzes zu berücksichtigen.

Bei den ausgewerteten Beispielen zeigte sich, dass in allen Fällen die Berücksichtigung des vor Realisierung der Ortsumgehung klassifizierten Straßennetzes sowie einiger weniger Hauptverkehrsstraßen und Hauptsammelstraßen ausreichte. Die Verkehrsbelastungen im – den Hauptverkehrsstraßen – nachgeordneten Straßennetz waren bei den ausgewerteten Beispielen so niedrig und die Unfallzahlen so gering, dass eine Berücksichtigung bei der Aufstellung der Unfallbilanz nicht erforderlich war. Insofern zeigte sich bereits bei der Datenerfassung, dass eine Verdichtung des zur Verkehrsermittlung einzubeziehenden innerörtlichen Straßennetzes über die Hauptverkehrsstraßen hinaus nicht erforderlich ist.

Nach Realisierung einer Ortsumgehung verändert sich die Funktion der Ortsdurchfahrt i. d. R. grundlegend. Da eines der wesentlichen Ziele von Ortsumgehungen die Verkehrsentlastung sensibler innerörtlicher Straßenbereiche ist, wird hier eine deutliche Verkehrsreduzierung bewirkt. Dabei er-

folgt eine Entlastung vom gesamten oder zumindest vom überwiegenden Teil des Durchgangsverkehrs; teilweise werden auch Quell- und Zielverkehre auf die Ortsumgehung verlagert.

Insofern ergibt sich auch eine Veränderung der verkehrlichen Funktion der entlasteten Ortsdurchfahrt. Auf dem Straßenabschnitt, bei dem vor Realisierung der Ortsumgehung die Verbindungsfunktion dominierte – Erschließung und Aufenthalt hatten hier häufig nur eine untergeordnete Bedeutung –, steht jetzt die Erschließung häufig im Vordergrund, die Verbindungsfunktion entfällt oder hat nur noch untergeordnete Bedeutung.

Folglich bietet sich prinzipiell die Möglichkeit, den Straßenraum entsprechend der veränderten Funktion umzugestalten, um den innerörtlichen Verkehren eine höhere Priorität zu geben und die Konflikte mit den vorhandenen Nutzungen zu reduzieren. Dies gilt auch für die Knotenpunkte. Hier kann sich in erster Linie die Verkehrsregelung ändern, da beispielsweise nach Realisierung einer Ortsumgehung auf die vorher vorhandene Lichtsignalanlage verzichtet wird.

Die Recherchen zu den 21 Beispielgebieten zeigen, dass die Realisierung einer Ortsumgehung nicht zu Maßnahmen im Innerortsbereich führte, die mit einer veränderten Verkehrsführung verbunden waren und somit Einfluss auf die Abgrenzung des relevanten Straßennetzes hätten.

5.2.2 Abschnittseinteilung des Straßennetzes

Sowohl die Gestaltung der Netzelemente als auch die Verkehrsmengen, die auf ihnen abgewickelt werden, beeinflussen das Unfallgeschehen maßgebend. Daher muss zusätzlich zur Abgrenzung des relevanten Untersuchungsnetzes eine Unterteilung des Straßennetzes in die verschiedenen Abschnitte erfolgen. Entsprechend den Untersuchungen zu den Unfallkenngrößen in Ortsdurchfahrten und auf Landstraßen wird das Straßennetz in Streckenabschnitte, Einflussbereiche und Knotenpunkte untergliedert.

Für die Einflussbereiche an Verkehrsknoten (Verknüpfung von klassifizierten Straßen) gilt im Außerortsbereich pauschal eine Länge von 500 m; im Innerortsbereich wird eine Länge von 50 m angesetzt. Die Reststrecke gilt dann als freie Strecke, auch wenn dort Verknüpfungen mit nachgeordneten Straßen vorhanden sind.

Die Abgrenzung der Knotenpunkte zu den Einflussbereichen der anschließenden Strecken erfolgte im Innerortsbereich an den Haltelinien der Zufahrten bzw. den Fußgängerfurten. Im Außerortsbereich wurde ein Radius von 50 m um den Knotenmittelpunkt gezogen und dieser Bereich als Knoten definiert.

In Bild 25 ist beispielhaft die Abschnittseinteilung für eine Ortsumgehung in Knoten, Strecken und Einflussbereiche dargestellt.

Die Abschnittseinteilung im Innerortsbereich ist beispielhaft in Bild 26 wiedergegeben. Als Verkehrsknoten werden nur diejenigen Kreuzungen oder Einmündungen berücksichtigt, an denen klassifizierte Straßen miteinander verknüpft sind.

Es ist anzumerken, dass die Länge einzelner Abschnitte zwischen zwei Knotenpunkten insbesondere im Außerortsbereich gleich der oder geringer als die Summe der relevanten Einflusslängen sein kann. Daraus folgt, dass der Abschnitt zwischen den Knotenpunkten nur in zwei Einflussbereiche unterteilt werden kann.

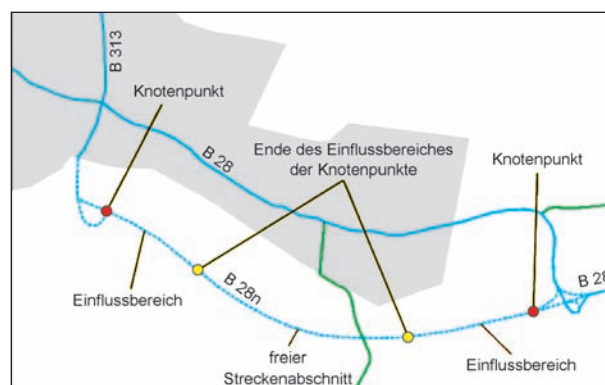


Bild 25: Abschnittseinteilung für eine Ortsumgehung

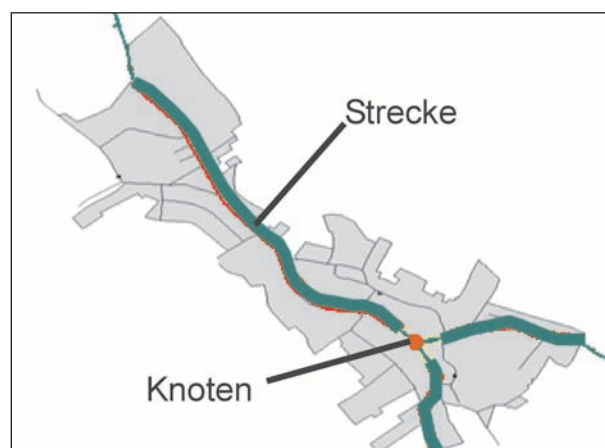


Bild 26: Abschnittseinteilung für eine Ortsdurchfahrt

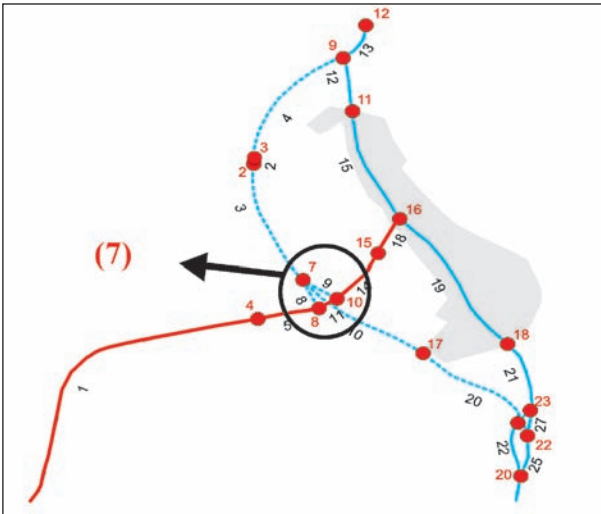


Bild 27: Abschnittseinteilung für eine Ortsumgehung

Ist die Länge des Abschnittes kleiner als 1.000 m, so entsprechen die Längen der jeweiligen Einflussbereiche genau der Hälfte der Abschnittslänge.

Die Abschnittseinteilung des Straßennetzes erfolgte auf Grundlage von Stadtplänen, Netzknotenkarten und Luftbildern. In Bild 27 ist die Abschnittseinteilung exemplarisch für eine Ortsumgehung dargestellt.

In Einzelfällen war zu entscheiden, ob bei der Abschnittseinteilung bzw. Knotenpunktabgrenzung teilplanfreie Knoten als ein komplexer Knoten betrachtet werden oder in seine Einzelelemente zerlegt werden. Im Beispiel der Ortsumgehung in Bild 27 heißt dies, dass die Teilknoten 7, 8 und 10 sowie die Rampen 8 und 9 als teilplanfreier Knotenpunkt (7) zusammengefasst wurden.

5.2.3 Typisierung der Strecken, Einflussbereiche und Knoten

Die Form und Gestaltung von Straßen und Knotenpunkten haben maßgebenden Einfluss auf die Verkehrssicherheit dieser Elemente. Folglich ist eine Untergliederung/Typisierung, entsprechend der in den Kapiteln 4.3 und 4.4 entwickelten Differenzierung, für die Unfallkenngrößen sinnvoll.

Dementsprechend werden die Knotenpunkte im Außerortsbereich in 8 Klassen typisiert (vgl. Tabelle 43).

Für den Innerortsbereich wurde eine Klasseneinteilung übernommen, die sich an den Ergebnissen der Ergänzungsuntersuchung zur Verkehrssicherheit der Ortsdurchfahrten anlehnt. Aufgrund der ähnlichen

| Typnummer | Bezeichnung |
|-----------|---|
| K01 | Einmündung (\perp), verkehrszeichengeregt, außerorts |
| K02 | Kreuzung (+), verkehrszeichengeregt, außerorts |
| K03 | Einmündung(\perp), signalgeregt ohne Linksabbiegerschutz, außerorts |
| K04 | Einmündung(\perp), signalgeregt mit Linksabbiegerschutz, außerorts |
| K05 | Kreuzung (+), signalgeregt ohne Linksabbiegerschutz, außerorts |
| K06 | Kreuzung (+), signalgeregt mit Linksabbiegerschutz, außerorts |
| K07 | Kreisverkehr (\square), außerorts |
| K08 | teilplanfrei, außerorts |

Tab. 43: Knotenpunkttypisierung außerorts

Unfallkenngrößen bei Einmündungen mit abknickender Vorfahrt und „normalen“ Einmündungen ohne Lichtsignalisierung und des geringen Stichprobenumfangs bei den Kreuzungen mit abknickender Vorfahrt wurde auf eine getrennte Typisierung der Knoten mit abknickender Vorfahrt verzichtet. Folglich ergibt sich eine Untergliederung in 5 Typen (vgl. Tabelle 44).

In der Untersuchung [VIETEN 2010] erfolgte eine Differenzierung der Einflussbereiche nach der Querschnittgestaltung und Verkehrsregelung am Knotenpunkt. Diese Ergebnisse werden auch für die Typisierung zugrunde gelegt. Dementsprechend ergeben sich die in Tabelle 45 wiedergegebenen Typen.

Für die Einflussbereiche im Innerortsbereich, die lediglich eine Länge von 50 m aufweisen, stellte sich die Frage, ob diese als gesonderte Kenngröße zu berücksichtigen sind oder bzgl. des Unfallgeschehens den Strecken oder Knoten zugeschlagen werden sollten. Um die Spezifika dieser Bereiche zu berücksichtigen, erfolgt vorerst eine getrennte Typisierung, die in Tabelle 46 dokumentiert ist. Dementsprechend gliedern sich die Einflussbereiche innerorts wie die Knotenpunkte nach 5 Typen.

Für Außerortsstraßen wird die Typisierung der freien Streckenabschnitte entsprechend ihrer Streifigkeit und Breite gewählt. Diese kann aus vorhandenen Luftbildern, einer Ortsbegehung oder den Planungen für die Ortsumgehung entnommen werden. Dabei werden die Streckenabschnitte zunächst entsprechend ihrer Fahrstreifenanzahl unterschieden. Hierbei erfolgt eine Unterteilung in Streckenabschnitte mit 2, 3 (2+1) und 4 Fahrstreifen.

| Typnummer | Bezeichnung |
|-----------|--|
| K21 | Einmündung (\perp) innerorts mit Verkehrszeichenregelung |
| K22 | Einmündung (\perp) innerorts mit LSA-Regelung |
| K23 | Kreuzung (+) innerorts mit Verkehrszeichenregelung |
| K24 | Kreuzung (+) innerorts mit LSA-Regelung |
| K25 | Kreisverkehr (\square) innerorts |

Tab. 44: Knotenpunkttypisierung innerorts

| Anzahl Fahrstreifen | Fahrbahnbreite [m] | | Typ bevorrechtigt | Typ LSA-geregt | Typ wartepflichtig |
|---------------------|--------------------|----------------|-------------------|----------------|--------------------|
| | | | | | |
| 2 | 4,75 m bis 5,25 m | b = 5,0 m | E01A | E01B | E01C |
| 2 | 5,25 m bis 5,75 m | b = 5,5 m | E02A | E02B | E02C |
| 2 | 5,75 m bis 6,25 m | b = 6,0 m | E03A | E03B | E03C |
| 2 | 6,25 m bis 6,75 m | b = 6,5 m | E04A | E04B | E04C |
| 2 | 6,75 m bis 7,25 m | b = 7,0 m | E05A | E05B | E05C |
| 2 | 7,25 m bis 7,75 m | b = 7,5 m | E06A | E06B | E06C |
| 2 | 7,75 m bis 8,25 m | b = 8,0 m | E07A | E07B | E07C |
| 2 | 8,25 m bis 8,75 m | b = 8,5 m | E08A | E08B | E08C |
| 2 | über 8,75 m | b \geq 9,0 m | E09A | E09B | E09C |
| 3 | alle Breiten | | E10 | | |
| 2+2 | alle Breiten | | E11 | | |

Tab. 45: Typisierung Einflussbereiche außerorts

| Typnummer | Typ Einflussbereiche Innerorts |
|-----------|--|
| E21 | Einmündung (\perp) innerorts mit Verkehrszeichenregelung |
| E22 | Einmündung (\perp) innerorts mit LSA-Regelung |
| E23 | Kreuzung (+) innerorts mit Verkehrszeichenregelung |
| E24 | Kreuzung (+) innerorts mit LSA-Regelung |
| E25 | Kreisverkehr (\square), innerorts |

Tab. 46: Typisierung Einflussbereiche innerorts

Danach erfolgt eine weitere Unterteilung nach Fahrbahnbreiten im 50-Zentimeter-Raster, da die Fahrstreifenbreiten in Deutschland im Regelfall in Stufen von 0,25 m ausgebildet werden.

In Tabelle 47 ist die Typisierung für Außerortsstraßen wiedergegeben. Insgesamt ergeben sich somit 11 unterschiedliche Streckentypen für den Außerortsbereich.

Im Innerortsbereich werden den freien Streckenabschnitten entsprechend ihrer Charakteristik Ent-

| Typnummer | Anzahl Fahrstreifen | Fahrbahnbreite | |
|-----------|---------------------|-------------------|----------------|
| | | | |
| S01 | 2 | 4,75 m bis 5,25 m | b = 5,0 m |
| S02 | 2 | 5,25 m bis 5,75 m | b = 5,5 m |
| S03 | 2 | 5,75 m bis 6,25 m | b = 6,0 m |
| S04 | 2 | 6,25 m bis 6,75 m | b = 6,5 m |
| S05 | 2 | 6,75 m bis 7,25 m | b = 7,0 m |
| S06 | 2 | 7,25 m bis 7,75 m | b = 7,5 m |
| S07 | 2 | 7,75 m bis 8,25 m | b = 8,0 m |
| S08 | 2 | 8,25 m bis 8,75 m | b = 8,5 m |
| S09 | 2 | über 8,75 m | b \geq 9,0 m |
| S10 | 3 | alle Breiten | |
| S11 | 2+2 | alle Breiten | |

Tab. 47: Streckentypisierung außerorts

| Typnummer | Bezeichnung |
|-----------|-----------------------------|
| S21 | dörfliche Hauptstraße |
| S22 | örtliche Einfahrtstraße |
| S23 | Quartierstraße/Sammelstraße |
| S24 | örtliche Geschäftsstraße |
| S25 | Verbindungsstraße |
| S26 | Gewerbestraße |
| S27 | Industriestraße |
| S28 | anbaufreie Straße |

Tab. 48: Streckentypisierung innerorts

wurfssituationen nach RASt 2006 zugewiesen. Diese Zuweisung kann zunächst qualitativ durch die Auswertung des Bestands anhand von Luftbildern erfolgen. Eine Prüfung der Situation vor Ort ist allerdings empfehlenswert. Dabei sind die Bebauungssituation und die Nutzungsansprüche zu berücksichtigen. Hierbei kann es vorkommen, dass im Bestand auch Entwurfssituationen oder Mischformen an Ortsdurchfahrten vorzufinden sind, die nicht in der RASt 2006 enthalten sind. Diese müssen dann einer Entwurfssituation entsprechend Tabelle 48 zugeordnet werden, die einen vergleichbaren Charakter haben.

Bei einer Klassifizierung der Innerortsstraßen entsprechend den Entwurfssituationen der Tabelle 48 zeigte sich, dass in nahezu allen Fällen, für den Zustand vor und nach Fertigstellung der Ortsumgehung die gleiche Entwurfssituation zugeordnet wurde. Dies erscheint auch plausibel, da beispielsweise eine örtliche Geschäftsstraße, die nach Realisierung einer Ortsumgehung vom Durchgangsver-

kehr entlastet und ggf. auch umgestaltet wird, auch nach Realisierung der Ortsumgehung als örtliche Geschäftsstraße eingestuft werden muss. In diesem Fall ergeben sich die Unterschiede im innerörtlichen Unfallgeschehen lediglich aus veränderter Verkehrsbelastung bzw. Fahrleistung.

Kleinteilige Veränderungen der Straßenraumgestaltung oder der Verkehrsregelungen führen i. d. R. nicht dazu, dass eine veränderte Entwurfsituation und dementsprechend veränderte Unfallraten bzw. Unfallkostenraten angenommen werden können.

In Einzelfällen können sich die Entwurfsituationen auch ohne wesentliche bauliche oder verkehrstechnische Maßnahmen ändern. Dies kann z. B. der Fall sein, wenn Teile der früheren Ortsdurchfahrt abgebunden werden und somit aus einer Verbindungsstraße oder einer örtlichen Einfahrtsstraße eine Sammelstraße wird. Dann sind für den betreffenden Straßenabschnitt eine entsprechend veränderte Typisierung und die dazugehörige Unfallrate bzw. Unfallkostenrate anzusetzen.

5.2.4 Verkehrsbelastungen

Wesentliche Zielsetzung der Realisierung von Ortsumgehungen ist die Entlastung der Ortsdurchfahrten vom Durchgangsverkehr. Folglich sind im Vorfeld einer Bewertung der Verkehrssicherheitswirkungen die Verlagerungswirkungen zu ermitteln.

Da häufig im Rahmen von Variantenuntersuchungen auch Verkehrsmodellrechnungen zur Ermittlung der Verlagerungswirkungen durchgeführt werden, kann auf diese Daten und Ergebnisse aufgebaut werden. Häufig sind somit Verkehrsbelastungszahlen für den sog. Prognose-null-Fall (Vergleichsfall, Bezugsfall) und die Situation nach Realisierung der Ortsumgehung verfügbar. Diese können dann auch zur Ermittlung der Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen genutzt werden. Diese Ergebnisse liefern auch Hinweise für die Abgrenzung des für die Bewertung relevanten Straßennetzes.

Stehen keine Verkehrsbelastungszahlen zur Verfügung, sollten diese mit Hilfe eines Verkehrsmodells ermittelt werden, das anhand von Zählergebnissen geeicht wurde. Dabei ist eine Netzstruktur zu berücksichtigen, die einen klar definierten, zusammenhängenden Straßennetzbereich abgrenzt und sämtliche relevanten Einspeisepunkte umfasst. Einspeisepunkte können Siedlungsbereiche innerhalb des Gebietes oder Anbindungen an das umlie-

gende Straßennetz sein. Dementsprechend sind neben dem innerörtlichen Hauptverkehrsstraßennetz sowie den relevanten Sammelstraßen auch alle Verkehrsstraßen, die den Ort mit dem Umland verbinden, in die Netzstruktur mit einzubeziehen. Dazu gehören auch sämtliche Straßen, die an die Ortsumgehung angebunden sind.

5.3 Konzept für ein Bewertungsverfahren

Grundsätzlich bestehen unterschiedliche Möglichkeiten, um die Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen zu quantifizieren:

- Zum einen kann der Einsatz standardisierter Unfallkenngrößen – i. d. R. sind dies Unfallkostenraten – sowohl für den Vorher-Fall ohne Ortsumgehung als auch für den Nachher-Fall mit Ortsumgehung eingesetzt werden. Die Verkehrssicherheitswirkungen ergeben sich dann aus einer Bilanzierung des Unfallgeschehens vor und nach Realisierung der Ortsumgehung. Grundsätzlich müssen in beiden Fällen sämtliche Streckenabschnitte und Knotenpunkte einbezogen werden, in denen sich Änderungen der Verkehrsbelastung oder des Entwurfstyps ergeben.
- Alternativ wäre für den Abschnitt der Ortsdurchfahrt auch die Nutzung realer Unfalldaten, also erhobener Unfallzahlen bzw. Unfallkosten der Unfälle, die sich in einem 3-Jahres-Zeitraum ereigneten, möglich. Aus diesen Unfallzahlen werden dann Unfallraten bzw. Unfallkostenraten für die einzelnen Abschnitte bzw. Knotenpunkte der Ortsdurchfahrt ermittelt, die dann auch für den Prognosezeithorizont (nach Realisierung der Ortsumgehung) angesetzt werden.

Der letztgenannte Berechnungsansatz bietet den Vorteil, dass auch die Besonderheiten einer jeden Ortsdurchfahrt im Bezug auf die Verkehrssicherheit berücksichtigt werden können. Entscheidender Nachteil ist allerdings, dass häufig eine mangelhafte Absicherung der berechneten Unfallkostenraten besteht, da diese nur auf einer vergleichsweise geringen Datenbasis aufbauen und somit nur über eine mangelhafte statistische Sicherheit verfügen.

Die Anwendung standardisierter Unfallkostenraten und damit auch Unfallkosten für die Ortsumgehung ermöglicht im Weiteren die Bewertung der Auswirkungen, die der Bau einer Ortsumgehung auf die

Verkehrssicherheit hat, ohne Kenntnis des realen Unfallgeschehens. Eine Gegenüberstellung von realem und standardisiertem Unfallgeschehen kann für den Einzelfall nicht vorgenommen werden. Das reale Unfallgeschehen ist in seiner Ausprägung von örtlichen Gegebenheiten abhängig, die Besonderheiten im Unfallgeschehen bedingen. Eine Berücksichtigung aller unfallbeeinflussenden Faktoren kann ein Bewertungssystem wie das vorliegende nicht leisten.

Deshalb wird ein Verfahrensansatz, bei dem ausschließlich standardisierte Unfallkenngrößen sowohl für den Vorher- als auch für den Nachher-Zeitraum verwendet werden, weiter verfolgt. Dabei wird grundsätzlich nach Knoten und Strecken unterschieden. Dadurch ist generell ein Gewinn an Genauigkeit im Vergleich zu den bestehenden Verfahren zu erwarten, da Knotenpunktabstand und -anzahl bei einzelnen Streckenzügen sehr unterschiedlich sein können.

Die in Kapitel 5.2.3 beschriebene Typisierung der Knoten und Strecken orientiert sich an den spezifischen Anforderungen einer Bewertung der Verkehrssicherheit und nicht an sonstigen Kriterien der gesamtwirtschaftlichen Bewertung.

Es stellt sich allerdings die Frage, wie mit den Einflussbereichen im Innerorts- und im Außerortsbereich umzugehen ist. Die Einflussbereiche unterscheiden sich im Bezug auf die Länge (im Innerortsbereich sind es 50 m, im Außerortsbereich 450 m) und auf die Abgrenzung der Knotenpunkt-

bereiche (im Innerortsbereich wurden die Haltelinien als Grenze gewählt, im Außerortsbereich war es ein Radius von 50 m als Abgrenzung). Die sehr enge Abgrenzung im Innerortsbereich wird auch dadurch bedingt, dass die nachgeordneten Knoten den Strecken zugeordnet wurden. Außerdem befinden sich innerhalb des 50-m-Bereichs innerorts auch die Aufweitungen für Abbiegespuren an den Knoten, die bzgl. ihrer Funktion dem Knoten zuzuordnen sind. Insofern liegt es nahe, die Einflussbereiche innerorts mit den Knotenpunkten zusammenzufassen.

Für die Außerortsbereiche kommt dagegen eher eine Kombination mit den freien Strecken in Frage, da davon auszugehen ist, dass sich die Verkehrssicherheit mit zunehmendem Abstand vom Knoten mehr derjenigen der freien Strecke angleicht. Außerdem erfolgt hier auch für die Einflussbereiche eine Differenzierung nach der Fahrbahnbreite, sodass eine Zuordnung zum Knotenpunkt die Vorgehensweise deutlich komplizierter machen würde.

Eine Zuordnung der Einflussbereiche zu den freien Strecken würde auch den Umgang mit Streckenabschnitten, deren Gesamtlänge unter 1.000 m liegt, deutlich vereinfachen.

Die in den beiden Kapiteln 4.3 und 4.4 beschriebenen Untersuchungen ermittelten Unfallkenngrößen werden für das Bewertungsverfahren angesetzt. Diese sind in Tabelle 50 bis Tabelle 54 zusammengestellt. Dabei erfolgte die Berücksichtigung der Unfälle mit leichtem Sachschaden über die Faktoren, die in Kapitel 4.2.1 ausgewiesen wurden. Die Unfallkostenraten für Einflussbereiche an Knoten außerorts lassen sich auch über Faktoren aus den entsprechenden Werten der freien Strecken ableiten (vgl. Tabelle 25); im Sinne

| Nr. | Knotentyp außerorts | UR(P,SS) [U/(Mio. Kfz)] | UKR(P,SS) [€/1.000Kfz] | UR(P,S) [U/(Mio. Kfz)] | UKR(P,S) [€/1.000 Kfz] |
|-----|---------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| K01 | ⊥ VZ | 0,23 | 13,1 | 0,90 | 16,0 |
| K02 | + VZ | 0,46 | 25,4 | 1,80 | 31,0 |
| K03 | ⊥ LSA, ohne Linksabbiegerschutz | 0,21 | 10,9 | 0,82 | 13,3 |
| K04 | ⊥ LSA, mit Linksabbiegerschutz | 0,11 | 5,9 | 0,43 | 7,2 |
| K05 | + LSA, ohne Linksabbiegerschutz | 0,31 | 16,3 | 1,22 | 19,9 |
| K06 | + LSA, mit Linksabbiegerschutz | 0,24 | 12,6 | 0,94 | 15,4 |
| K07 | ⊚ Kreisverkehr | 0,19 | 8,7 | 0,74 | 10,6 |
| K08 | teilplanfrei | 0,25 | 13,9 | 0,98 | 17,0 |

Tab. 49: Unfallkenngrößen für die Knotenpunkte auf Hauptverkehrsstraßen im Außerortsbereich

| Nr. | Knotentyp innerorts | UR(P,SS) [U/(Mio. Kfz)] | UKR(P,SS) [€/1.000Kfz] | UR(P,S) [U/(Mio. Kfz)] | UKR(P,S) [€/1.000 Kfz] |
|-----|---------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| K21 | ⊥ Verkehrszeichen | 0,15 | 5,1 | 0,67 | 7,7 |
| K22 | ⊥ signal geregelt | 0,19 | 7,0 | 0,82 | 10,5 |
| K23 | + Verkehrszeichen | 0,36 | 13,9 | 1,55 | 20,8 |
| K24 | + signal geregelt | 0,27 | 9,1 | 1,18 | 13,7 |
| K25 | ⊚ Kreisverkehr | 0,24 | 8,1 | 1,04 | 12,2 |

Tab. 50: Unfallkenngrößen für die Knotenpunkte auf Hauptverkehrsstraßen im Innerortsbereich

| Nr. | Typ Einflussbereich außerorts | UR(P,SS) [U/(Mio. Kfz-km)] | UKR(P,SS) [€/(1.000Kfz-km)] | | |
|-----|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------|-------|
| | | | bev. | sign. | wart. |
| E01 | 2 FS/b = 5,0 m | 0,61 | 50,7 | 48,4 | 47,6 |
| E02 | 2 FS/b = 5,5 m | 0,55 | 58,7 | 56,4 | 55,6 |
| E03 | 2 FS/b = 6,0 m | 0,55 | 52,8 | 50,5 | 49,7 |
| E04 | 2 FS/b = 6,5 m | 0,43 | 39,4 | 37,1 | 36,3 |
| E05 | 2 FS/b = 7,0 m | 0,37 | 30,9 | 28,6 | 27,8 |
| E06 | 2 FS/b = 7,5 m | 0,32 | 26,1 | 23,8 | 23,0 |
| E07 | 2 FS/b = 8,0 m | 0,25 | 18,8 | 16,5 | 15,7 |
| E08 | 2 FS/b = 8,5 m | 0,28 | 18,0 | 15,7 | 14,9 |
| E09 | 2 FS/b ≥ 9,0 m | 0,28 | 18,0 | 15,7 | 14,9 |
| E10 | 3 FS/ein- u. zweibahnig | 0,20 | 25,9 | 19,4 | - |
| E11 | 4 FS/zweibahnig | 0,19 | 17,2 | 12,8 | - |

Tab. 51: Unfallkenngrößen UR(P,SS) und UKR(P,SS) für die Einflussbereiche auf Hauptverkehrsstraßen im Außerortsbereich

| Nr. | Typ Einflussbereich außerorts | UR(P,S) [U/(Mio. Kfz-km)] | UKR(P,S) [€/(1.000Kfz-km)] | | |
|-----|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------|-------|
| | | | bev. | sign. | wart. |
| E01 | 2 FS/b = 5,0 m | 2,39 | 61,9 | 59,0 | 58,1 |
| E02 | 2 FS/b = 5,5 m | 2,16 | 71,6 | 68,8 | 67,8 |
| E03 | 2 FS/b = 6,0 m | 2,16 | 64,4 | 61,6 | 60,6 |
| E04 | 2 FS/b = 6,5 m | 1,69 | 48,1 | 45,3 | 44,3 |
| E05 | 2 FS/b = 7,0 m | 1,45 | 37,7 | 34,9 | 33,9 |
| E06 | 2 FS/b = 7,5 m | 1,25 | 31,8 | 29,0 | 28,1 |
| E07 | 2 FS/b = 8,0 m | 0,98 | 22,9 | 20,1 | 19,2 |
| E08 | 2 FS/b = 8,5 m | 1,10 | 22,0 | 19,2 | 18,2 |
| E09 | 2 FS/b ≥ 9,0 m | 1,10 | 22,0 | 19,2 | 18,2 |
| E10 | 3 FS/ein- u. zweibahnig | 0,78 | 31,6 | 23,7 | - |
| E11 | 4 FS/zweibahnig | 0,74 | 21,0 | 15,6 | - |

Tab. 52: Unfallkenngrößen UR(P,S) und UKR(P,S) für die Einflussbereiche auf Hauptverkehrsstraßen im Außerortsbereich

einer einheitlichen Verfahrensweise sind diese aber in Tabelle 51 und Tabelle 52 explizit ausgewiesen.

Eine detailliertere Beschreibung des Bewertungsverfahrens, in dem auch die Erkenntnisse aus der Überprüfung des Verfahrens berücksichtigt sind (vgl. Kapitel 5.4), ist in Kapitel 6 enthalten.

| Nr. | Typ Einflussbereich innerorts | UR(P,SS) [U/(Mio. Kfz-km)] | UKR(P,SS) [€/(1.000Kfz-km)] | UR(P,S) [U/(Mio. Kfz-km)] | UKR(P,S) [€/(1.000 Kfz-km)] |
|-----|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| | | | | | |
| E22 | ⊥ signalgeregelt | 0,90 | 33,9 | 3,90 | 50,9 |
| E23 | + Verkehrszeichen | 0,55 | 22,4 | 2,40 | 33,6 |
| E24 | + signalgeregelt | 0,71 | 28,9 | 3,10 | 43,4 |
| E25 | ⊠ Kreisverkehrsplatz | 0,97 | 44,3 | 4,20 | 66,5 |

Tab. 53: Unfallkenngrößen für die Einflussbereiche auf Hauptverkehrsstraßen im Innerortsbereich

| Nr. | Streckentyp außerorts | UR(P,SS) [U/(Mio. Kfz-km)] | UKR(P,SS) [€/(1.000Kfz-km)] | UR(P,S) [U/(Mio. Kfz-km)] | UKR(P,S) [€/(1.000 Kfz-km)] |
|-----|-------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| | | | | | |
| S02 | 2 FS/b = 5,5 m | 0,65 | 63,8 | 2,55 | 77,8 |
| S03 | 2 FS/b = 6,0 m | 0,62 | 57,9 | 2,43 | 70,6 |
| S04 | 2 FS/b = 6,5 m | 0,48 | 44,5 | 1,88 | 54,3 |
| S05 | 2 FS/b = 7,0 m | 0,37 | 36,0 | 1,45 | 43,9 |
| S06 | 2 FS/b = 7,5 m | 0,37 | 31,2 | 1,45 | 38,1 |
| S07 | 2 FS/b = 8,0 m | 0,25 | 23,9 | 0,98 | 29,2 |
| S08 | 2 FS/b = 8,5 m | 0,25 | 23,1 | 0,98 | 28,2 |
| S09 | 2 FS/b ≥ 9,0 m | 0,25 | 23,1 | 0,98 | 28,2 |
| S10 | 3 FS/ein- u. zweibahnig | 0,20 | 14,8 | 0,78 | 18,1 |
| S11 | 4 FS/zweibahnig | 0,15 | 9,8 | 0,59 | 12,0 |

Tab. 54: Unfallkenngrößen für die freien Strecken auf Hauptverkehrsstraßen im Außerortsbereich

| Nr. | Streckentyp innerorts | UR(P,SS) [U/(Mio. Kfz-km)] | UKR(P,SS) [€/(1.000Kfz-km)] | UR(P,S) [U/(Mio. Kfz-km)] | UKR(P,S) [€/(1.000 Kfz-km)] |
|-----|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| | | | | | |
| S22 | örtliche Einfahrtstraße | 0,85 | 34,0 | 3,70 | 51,0 |
| S23 | Quartierstraße/ Sammelstraße | 1,06 | 44,9 | 4,60 | 67,4 |
| S24 | örtliche Geschäftsstraße | 1,70 | 71,3 | 7,40 | 106,9 |
| S25 | Verbindungsstraße | 0,60 | 23,2 | 2,60 | 34,8 |
| S26 | Gewerbestraße | 0,78 | 32,3 | 3,40 | 48,5 |
| S27 | Industriestraße | 0,74 | 29,5 | 3,20 | 44,2 |
| S28 | anbaufreie Straße | 0,51 | 20,7 | 2,20 | 31,0 |

Tab. 55: Unfallkenngrößen für die freien Strecken auf Hauptverkehrsstraßen im Innerortsbereich

5.4 Überprüfung des Bewertungsverfahrens anhand der Beispiele

5.4.1 Vergleich der berechneten Unfallkosten mit den realen Werten

Um Aussagen dazu zu erhalten, inwieweit sich das Unfallgeschehen durch die Berechnung der Unfallkosten mit Hilfe von Unfallkostenraten für Strecken, Knotenpunkte und Einflussbereiche ermitteln lässt, wurde der oben beschriebene Bewertungsansatz auf die 21 Beispiele angewendet und die Verkehrssicherheitswirkungen ermittelt und mit dem realen Unfallgeschehen verglichen.

Bei der Betrachtung von Einzelstrecken, wie sie in der Überprüfung und zukünftig auch in der praktischen Anwendung des Verfahrens zur Beurteilung der Verkehrssicherheit von Ortsumgehungen vorgenommen werden, ergaben sich z. T. deutliche Abweichungen von den durch das Verfahren bestimmten Unfallkosten. Diese resultieren aus den zufälligen Schwankungen des Unfallgeschehens sowie aus örtlichen, baulichen oder verkehrlichen Besonderheiten, deren Einflüsse durch ein Bewertungsverfahren nicht abgebildet werden können. Somit ist das Bewertungsverfahren nicht in der Lage, die tatsächlichen Unfallkosten einzelner Ortsumgehungen und ihrer Wirkungsbereiche (relevantes Streckennetz) abzubilden. Vor dem Hintergrund, dass es sich bei Unfällen um zufällige Ereignisse handelt und dass bei der Bewertung von Ortsumgehungen z. T. sehr kurze Streckenabschnitte betrachtet werden, ist für Einzelbetrachtungen von einer geringen, statistisch nicht aussagekräftigen Anzahl von Unfällen auszugehen. Einzelne Unfälle können in Abhängigkeit ihrer Schwere unterschiedlich starken Einfluss auf die Ergebnisse der Unfallkosten und weiterer Kenngrößen nehmen.

In einem ersten Schritt wurden die kumulierten realen Unfallkosten der 21 Beispiele für den Vorher- und den Nachher-Zeitraum summiert und den Unfallkosten, die über die standardisierten Unfallkostenraten ermittelt wurden, gegenübergestellt. Das Ergebnis ist in Tabelle 56 wiedergegeben.

Dabei zeigt sich, dass die über Unfallkostenraten ermittelten Werte um 34 % über den realen Werten liegen. Die Tendenz, dass die über Raten berechneten Werte über den realen Werten liegen, tritt innerorts an Knotenpunkten sowie außerorts grundsätzlich auf, wobei die Höhe der Abweichung deutlich unterschiedlich ist. Während das Unfallgeschehen innerorts nur um 15 % überschätzt wird,

| Ortslage | UK(P,SS,LS) _{real} [€/a] | UK(P,S) _{ST} [€/a] | Abweichung | |
|---------------|--------------------------------------|--------------------------------|------------------|-------------|
| | | | [€/a] | [%] |
| IO Strecke | 13.270.500 | 14.119.392 | 848.892 | 6 % |
| IO Knoten | 3.103.250 | 4.651.515 | 1.548.265 | 50 % |
| AO Strecke | 3.648.833 | 6.121.042 | 2.472.208 | 68 % |
| AO Einflussb. | 3.587.500 | 6.686.031 | 3.098.531 | 86 % |
| AO Knoten | 3.910.833 | 5.309.048 | 1.398.215 | 36 % |
| IO Gesamt | 16.373.750 | 18.770.907 | 2.397.157 | 15 % |
| AO Gesamt | 11.147.167 | 18.116.121 | 6.968.954 | 63 % |
| Summe | 27.520.917 | 36.887.028 | 9.366.111 | 34 % |

Tab. 56: Gegenüberstellung der Unfallkosten aus realen Werten mit den Werten, die über standardisierte Unfallkostenraten ermittelt wurden

ergibt sich für den Außerortsbereich eine Abweichung um 63 %. Die innerörtlichen Strecken zeigen die geringsten Abweichungen auf.

Die höchsten Abweichungen zwischen realen Unfallkosten und berechneten Unfallkosten ergeben sich für die freien Strecken und die Einflussbereiche außerorts; hier liegen die realen Werte nur bei ca. 57 % der berechneten Werte.

Eine getrennte Betrachtung des Vorher- und des Nachher-Zeitraums führt zu dem Ergebnis, dass die Abweichungen für das Saldo aller Strecken und Knoten im Vorher-Zeitbereich mit 35 % höher sind als im Nachher-Zeitbereich mit 33 % (vgl. Tabelle 57).

Auffällig sind die Verschiebungen bei den freien Strecken und den Einflussbereichen außerorts. Durch die Realisierung der Ortsumgehungen entstehen zusätzliche Knoten im Außerortsbereich, wodurch freie Strecken (vorher) zu Einflussbereichen von Knoten (nachher) werden. Die auffällig hohen Abweichungen der realen Kenngrößen zu den standardisierten im Außerortsbereich vorher entsprechen jedoch nicht der Vermutung (vgl. Kapitel 4.3.4), dass neu gebaute Ortsumgehungen (nachher) sicherer sind als durchschnittliche Landstraßen. Insofern müssten die Abweichungen vorher geringer sein als nachher.

Die großen Abweichungen der Einflussbereiche und Knoten im Außerortsbereich vorher können jedoch auch durch die geringen – nicht repräsentativen – Stichprobengrößen hervorgerufen werden.

Die realen Unfallkosten in Tabelle 56 und Tabelle 57 wurden unter Berücksichtigung der erhobenen An-

| Vorher Zeitraum | UK(P,SS,LS) _{real} [€/a] | UK(P,S) _{ST} [€/a] | Abweichung | |
|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------|------------------|-------------|
| | | | [€/a] | [%] |
| IO Strecke | 8.765.500 | 9.906.703 | 1.141.203 | 13 % |
| IO Knoten | 1.961.833 | 3.084.784 | 1.122.951 | 57 % |
| AO Strecke | 2.560.000 | 4.041.799 | 1.481.799 | 58 % |
| AO Einflussb. | 277.833 | 878.378 | 600.544 | 216 % |
| AO Knoten | 483.333 | 1.073.288 | 589.955 | 122 % |
| IO Gesamt | 10.727.333 | 12.991.487 | 2.264.154 | 21 % |
| AO Gesamt | 3.321.167 | 5.993.464 | 2.672.298 | 80 % |
| Summe | 14.048.500 | 18.984.951 | 4.936.451 | 35 % |
| Nachher Zeitraum | UK(P,SS,LS) _{real} [€/a] | UK(P,S) _{ST} [€/a] | Abweichung | |
| | | | [€/a] | [%] |
| IO Strecke | 4.505.000 | 4.212.689 | -292.311 | -6 % |
| IO Knoten | 1.141.417 | 1.566.731 | 425.314 | 37 % |
| AO Strecke | 1.088.833 | 2.079.243 | 990.410 | 91 % |
| AO Einflussb. | 3.309.667 | 5.807.654 | 2.497.987 | 75 % |
| AO Knoten | 3.427.500 | 4.235.760 | 808.260 | 24 % |
| IO Gesamt | 5.646.417 | 5.779.420 | 133.003 | 2 % |
| AO Gesamt | 7.826.000 | 12.122.657 | 4.296.657 | 55 % |
| Summe | 13.472.417 | 17.902.076 | 4.429.660 | 33 % |

Tab. 57: Gegenüberstellung der Unfallkosten aus realen Werten mit den Werten, die über standardisierte Unfallkostenraten ermittelt wurden, getrennt für den Vorher- und den Nachher-Zeitraum

zahl Unfälle mit leichtem Sachschaden U(LS) ermittelt. Da jedoch in Kapitel 3.2.4 festgestellt wurde, dass es deutliche Unterschiede je Bundesland in Bezug auf die erhobene Anzahl der Unfälle mit leichtem Sachschäden gibt (vgl. Tabelle 9), wurden in den nachfolgenden Vergleichen und Berechnungen die Unfälle mit leichtem Sachschaden und deren Unfallkosten über Faktoren berücksichtigt. Tabelle 58 enthält eine Gegenüberstellung der Unfallkosten aus realen Werten mit den Werten, die über standardisierte Unfallkostenraten ermittelt wurden, wobei die Unfallkosten der Unfälle mit leichtem Sachschaden UK(LS) für die realen Werte auch über Faktoren ermittelt wurden. Durch die Berücksichtigung der Unfälle mit leichtem Sachschaden über Faktoren, fällt der Vergleich der Kollektive deutlich günstiger aus; die Abweichung liegt bei 22 %.

Zur Beurteilung trägt auch ein Vergleich der Unfallzahlen bei, der in Tabelle 59 wiedergegeben ist. Dabei zeigt sich auch, dass die Berechnung über Unfallraten das Unfallgeschehen außerorts um 50 % überschätzt, die innerörtlichen Strecken weisen wie bei den Unfallkosten die geringsten Abweichungen auf.

| Ortslage | UK(P,S) _{real} [€/a] | UK(P,S) _{ST} [€/a] | Abweichung | |
|---------------|----------------------------------|--------------------------------|------------------|-------------|
| | | | [€/a] | [%] |
| IO Strecke | 15.000.000 | 14.119.392 | -880.608 | -6 % |
| IO Knoten | 3.396.750 | 4.651.515 | 1.254.765 | 37 % |
| AO Strecke | 3.787.897 | 6.121.042 | 2.333.145 | 62 % |
| AO Einflussb. | 3.821.650 | 6.686.031 | 2.864.381 | 75 % |
| AO Knoten | 4.169.147 | 5.309.048 | 1.139.901 | 27 % |
| IO Gesamt | 18.396.750 | 18.770.907 | 374.157 | 2 % |
| AO Gesamt | 11.778.693 | 18.116.121 | 6.337.428 | 54 % |
| Summe | 30.175.443 | 36.887.028 | 6.711.584 | 22 % |

Tab. 58: Gegenüberstellung der Unfallkosten aus realen Werten mit den Werten, die über standardisierte Unfallkostenraten ermittelt wurden, wobei die Unfälle mit leichtem Sachschaden U(LS) auch für die realen Werte über Faktoren ermittelt wurden

| Ortslage | UK(P,S) _{real} [U/a] | UK(P,S) _{ST} [U/a] | Abweichung | |
|---------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------|-------------|
| | | | [€/a] | [%] |
| IO Strecke | 1.129,6 | 1.013,6 | -116,0 | -10 % |
| IO Knoten | 306,0 | 374,6 | 68,7 | 22 % |
| AO Strecke | 154,8 | 218,8 | 64,0 | 41 % |
| AO Einflussb. | 174,4 | 282,2 | 107,7 | 62 % |
| AO Knoten | 211,7 | 311,5 | 99,8 | 47 % |
| IO Gesamt | 1.435,5 | 1.388,2 | -47,3 | -3 % |
| AO Gesamt | 541,0 | 812,5 | 271,5 | 50 % |
| Summe | 1.976,5 | 2.200,7 | 224,2 | 11 % |

Tab. 59: Gegenüberstellung der Unfallzahlen aus realen Werten mit den Werten, die über standardisierte Unfallraten ermittelt wurden

In Tabelle 60 und Tabelle 61 ist ein Vergleich der Einzelergebnisse für die 21 Beispiele jeweils für den Vorher- und den Nachher-Zeitraum enthalten. Dabei zeigt sich, dass im Vorher-Zeitraum bei 13 der 21 Beispiele durch die Anwendung der standardisierten Unfallkostenraten eine Überschätzung des Unfallgeschehens erfolgt; im Nachher-Zeitraum sind es 14 der 21 Beispiele. Eine Systematik bei den Abweichungen lässt sich nicht erkennen.

Um die Abweichungen zwischen den realen Unfallkosten und den über standardisierte Unfallkostenraten ermittelten Unfallkosten zu erklären, wurden verschiedene Überlegungen angestellt:

Eine mögliche mangelnde Repräsentativität der Unfallzahlen aus den 21 Beispielen ist unwahrscheinlich, da insgesamt rd. 1.200 Unfälle U(P,SS)

| Bsp.-Nr. | UK(P,S) _{real} Vorher [€/a] | UK(P,S) _{ST} Vorher [€/a] | Abweichung | |
|----------|---|---------------------------------------|------------------|-------------|
| | | | [€/a] | [%] |
| 1 | 755.167 | 1.335.596 | 580.429 | 77 % |
| 2 | 398.250 | 744.735 | 346.485 | 87 % |
| 3 | 1.371.027 | 967.629 | -403.398 | -29 % |
| 4 | 879.590 | 877.245 | -2.345 | 0 % |
| 5 | 468.300 | 661.921 | 193.621 | 41 % |
| 6 | 256.610 | 670.867 | 414.257 | 161 % |
| 7 | 858.000 | 877.965 | 19.965 | 2 % |
| 8 | 180.430 | 789.088 | 608.658 | 337 % |
| 9 | 597.813 | 708.113 | 110.300 | 18 % |
| 10 | 441.840 | 200.426 | -241.414 | -55 % |
| 11 | 256.500 | 240.678 | -15.822 | -6 % |
| 12 | 192.000 | 188.394 | -3.606 | -2 % |
| 13 | 2.265.000 | 2.589.836 | 324.836 | 14 % |
| 14 | 563.667 | 521.026 | -42.640 | -8 % |
| 15 | 815.400 | 708.566 | -106.834 | -13 % |
| 16 | 2.216.500 | 2.174.236 | -42.264 | -2 % |
| 17 | 226.167 | 485.358 | 259.192 | 115 % |
| 18 | 1.593.913 | 1.712.576 | 118.662 | 7 % |
| 19 | 255.000 | 287.418 | 32.418 | 13 % |
| 20 | 215.000 | 713.141 | 498.141 | 232 % |
| 21 | 1.131.070 | 1.530.137 | 399.067 | 35 % |
| Σ | 15.937.243 | 18.984.951 | 3.047.708 | 19 % |

Tab. 60: Gegenüberstellung der realen und der über standardisierte Unfallkostenraten ermittelten Unfallkosten für die relevanten Straßennetze der Untersuchungsbeispiele im Vorher-Zustand

in die Auswertungen einbezogen wurden. Hierdurch wäre nur eine relativ geringe Abweichung der Ergebnisse erklärbar. Da die ausgewerteten Beispiele aus verschiedenen Bundesländern stammen, ergibt sich hieraus auch kein Anhaltspunkt für eine mögliche Fehlerquelle.

Die Unfallkenngrößen der Innerortsstrecken basieren auf Auswertungen, die für Ortsdurchfahrten in Sachsen, Sachsen-Anhalt und den Landkreisen Kleve und Winsen an der Luhe durchgeführt wurden. Hier ergeben sich keine Anhaltspunkte dafür, dass in den ausgewählten Ortsdurchfahrten überdurchschnittliche Unfallkosten zu verzeichnen sind.

Eine mögliche Überschätzung des Unfallgeschehens aufgrund erfolgter Umgestaltungen der Ortsdurchfahrten nach Realisierung dürfte sich nur für den Nachher-Zeitraum auswirken. Außerdem

| Bsp.-Nr. | UK(P,S) _{real} Nachher [€/a] | UK(P,S) _{ST} Nachher [€/a] | Abweichung | |
|----------|--|--|------------------|-------------|
| | | | [€/a] | [%] |
| 1 | 565.450 | 1.253.679 | 688.229 | 122 % |
| 2 | 631.670 | 886.532 | 254.862 | 40 % |
| 3 | 831.040 | 1.014.385 | 183.345 | 22 % |
| 4 | 371.907 | 770.258 | 398.351 | 107 % |
| 5 | 482.640 | 801.864 | 319.224 | 66 % |
| 6 | 708.520 | 651.745 | -56.775 | -8 % |
| 7 | 880.413 | 806.161 | -74.253 | -8 % |
| 8 | 503.793 | 774.421 | 270.628 | 54 % |
| 9 | 150.540 | 669.204 | 518.664 | 345 % |
| 10 | 483.800 | 280.340 | -203.460 | -42 % |
| 11 | 345.060 | 356.150 | 11.090 | 3 % |
| 12 | 231.807 | 224.639 | -7.168 | -3 % |
| 13 | 1.752.050 | 1.825.791 | 73.741 | 4 % |
| 14 | 796.760 | 526.275 | -270.485 | -34 % |
| 15 | 644.320 | 610.993 | -33.327 | -5 % |
| 16 | 1.562.687 | 2.013.718 | 451.032 | 29 % |
| 17 | 235.053 | 506.378 | 271.324 | 115 % |
| 18 | 1.114.413 | 1.487.501 | 373.088 | 33 % |
| 19 | 79.707 | 299.861 | 220.154 | 276 % |
| 20 | 299.600 | 689.812 | 390.212 | 130 % |
| 21 | 1.566.970 | 1.452.369 | -114.601 | -7 % |
| Σ | 14.238.200 | 17.902.076 | 3.663.876 | 26 % |

Tab. 61: Gegenüberstellung der realen und der über standardisierte Unfallkostenraten ermittelten Unfallkosten für die relevanten Straßennetze der Untersuchungsbeispiele im Nachher-Zustand

wurde in der Ergänzungsuntersuchung festgestellt, dass sich Struktur, Risiko und Schwere der Unfälle in Ortsdurchfahrten mit und ohne Ortsumgehung kaum unterscheiden.

Für den Außerortsbereich wurden die stärksten Abweichungen zwischen den realen Werten und den über die standardisierten Unfallkenngrößen berechneten Werten festgestellt. Die standardisierten Unfallkenngrößen basieren hier auf einer breiten Datenbasis – das gilt insbesondere für die Strecken – sodass hier eine hohe statistische Sicherheit besteht.

Erste Überlegungen, dass die Abweichungen durch eine besonders hohe Sicherheit der Ortsumgehungen bedingt sein könnten, wurden verworfen, da die Abweichungen besonders stark im Vorher-Zeitraum auftreten.

Die Möglichkeit, dass die Unstimmigkeiten durch eine teilweise unvollständige Erfassung der leichten Unfälle U(LS) bedingt sein könnten, wurde als wesentliche Ursache ebenfalls nicht bestätigt (vgl. Tabelle 58).

Als weitere Ursache für Unstimmigkeiten bleiben die zugrunde gelegten Verkehrsbelastungen. Diese wurden bei den 21 Beispielen mit Hilfe kleiner Verkehrsmodelle, die über Zählwerte der SVZ 2000 ge-
eicht wurden, ermittelt. Hier wären Ungenauigkeiten – insbesondere im Bezug auf das Verlagerungspotenzial der Ortsumgehungen – möglich. Da für die Beispiele aber für die meisten Anbindungsstrecken an das umliegende Straßennetz Verkehrsbelastungsdaten aus der SVZ 2000 verfügbar waren, dürften solche Unstimmigkeiten höchstens für den Nachher-Zeitraum auftreten, da die Verkehrsbelastungen für den Vorher-Zeitraum ausreichend abgesichert sind. Insofern liefern auch die zur Ermittlung der Unfallkosten zugrunde gelegten Verkehrsbelastungen keine plausible Erklärung für die Abweichungen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Unfallkosten in ca. 65 % der Fälle sowohl für den Vorher- als auch für den Nachher-Zeitbereich durch Anwendung der standardisierten Unfallkostenraten überschätzt wurden und das Unfallgeschehen in 35 % der Fälle auch unterschätzt wurde. Die Unfallkosten des Gesamtkollektivs der standardisierten Berechnung liegen um den Faktor 1,22 höher als die Unfallkosten der real erhobenen Beispiele (vgl. Tabelle 62).

Bei der getrennten Betrachtung von Innerorts- und Außerortsbereichen (vgl. Tabelle 58 und Tabelle 59) zeigt sich, dass die Ursache für die Abweichungen zwischen den realen Werten und den über standardisierte Werte ermittelten Unfallkosten bzw. Unfallzahlen im Außerortsbereich liegt. Sowohl die über standardisierte Raten ermittelten Unfallkosten als auch die Unfallzahlen liegen um ca. 50 % über den realen Werten. Dies gilt sowohl für den Vorher-Zeitraum als auch für den Nachher-Zeitraum.

| | UK(P,S) [€/a] | | |
|-----------------------|---------------|------------|------------|
| | Vorher | Nachher | Summe |
| Reale Werte | 15.937.243 | 14.238.200 | 30.175.443 |
| Standardisierte Werte | 18.984.951 | 17.902.076 | 36.887.028 |

Tab. 62: Gegenüberstellung der Unfallkosten für das Gesamtkollektiv der Beispiele

Im Innerortsbereich wird das Unfallgeschehen an den Knoten durch die standardisierten Werte überschätzt, während es auf den freien Strecken leicht unterschätzt wird. Da aber die Verkehrsknoten nur einen Anteil von ca. 22 % an den gesamten Unfallkosten im Innerortsbereich haben, ergibt sich in der Bilanz eine gute Übereinstimmung mit den realen Werten.

Diese Abweichungen im Außerortsbereich lassen sich durch zwei unterschiedliche Effekte erklären:

- In der Untersuchung [VIETEN 2010] wurden die freien Strecken sowie die Einflussbereiche der Knotenpunkte differenziert betrachtet. Nicht betrachtet wurden allerdings die Einflussbereiche der Ortsdurchfahrtsgrenzen. Hier wurde lediglich ein 500 m langer Abschnitt der freien Strecke nicht in die Auswertung einbezogen. Dementsprechend beziehen sich die in dem o. g. Projekt ermittelten Unfallkenngrößen auf freie Strecken, die nicht durch Ortsdurchfahrten beeinflusst werden.
- Aufgrund der niedrigeren Geschwindigkeiten im Annäherungsbereich der Ortsdurchfahrten und ggf. auch erhöhter Aufmerksamkeit ist allerdings davon auszugehen, dass die Unfallkenngrößen im Annäherungsbereich der Ortsdurchfahrten unter den entsprechenden Werten der freien Strecken liegen. Dieser Effekt dürfte die Ursache dafür sein, dass auch im Vorher-Zeitraum die für den Außerortsbereich ermittelten Unfallkenngrößen signifikant unter den realen Werten liegen, die zum überwiegenden Teil durch benachbarte Ortsdurchfahrten beeinflusst sein dürften.
- Für den Nachher-Zustand kommt dann der Effekt zum Tragen, dass es sich bei den Ortsumgehungen überwiegend um modern trassierte Straßenabschnitte handelt, sodass hier davon auszugehen ist, dass das Unfallgeschehen insgesamt niedriger ist als im gesamten außerörtlichen Straßennetz, das den Auswertungen von [VIETEN 2010] zugrunde liegt.

Zusammenfassend bedeutet dies, dass die Abweichungen zwischen den realen Werten für den Außerortsbereich der 21 untersuchten Beispiele und den aus der o. g. Untersuchung ermittelten Unfallkenngrößen insgesamt plausibel erscheinen. Eine Korrektur über Anpassungsfaktoren könnte für das Kollektiv der Außerortsstraßen erfolgen; im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde je-

doch davon abgesehen, da das Kollektiv der 21 erhobenen Beispiele zu gering (und somit nicht repräsentativ) ist.

5.4.2 Vergleich der über Unfallkostenraten ermittelten Sicherheitswirkungen von Ortsumgehungen mit realen Werten

Für sämtliche Netzelemente, auf denen sich durch die Realisierung einer Ortsumgehung Veränderungen der Straßenraumsituation, der Verkehrsregelung oder der Verkehrsbelastungen ergeben, erfolgte eine Bilanzierung der Verkehrssicherheitswirkungen. Dabei wurden die erhobenen Unfalldaten den über standardisierte Unfallkostenraten ermittelten Werten gegenübergestellt. Bei den erhobenen Unfalldaten wurden die Unfälle mit leichtem Sachschaden über Faktoren berücksichtigt. Die Ergebnisse für das relevante Straßennetz der einzelnen Beispiele enthält Tabelle 63. In Bild 28 sind die hierzu gehörenden prozentualen Veränderungen der Unfallkosten, die durch die Realisierung der Ortsumgehung bedingt werden, zusammengestellt.

Negative Werte beschreiben den prozentualen Rückgang der Unfallkosten infolge einer gebauten Ortsumgehung und Entlastung der Ortsdurchfahrt.

Positive Werte weisen dagegen auf eine Verschlechterung der Verkehrssicherheit in der Gesamtbilanz aus Ortsumgehung und Ortsdurchfahrt hin. Verbesserungen können nur bis zu einem An-

teil von 100 % eintreten. Für die mit positivem Vorzeichen bezeichneten Verschlechterungen der Ver-

| Reale Unfallkosten | UK(P,S) _{real} | | | |
|--|-------------------------|-------------------|-------------------|--------------|
| | Vorher [€/a] | Nachher [€/a] | Veränderung | |
| | | | [€/a] | [%] |
| IO Strecke | 10.261.500 | 4.738.500 | -5.523.000 | -54 % |
| IO Knoten | 2.129.000 | 1.267.750 | -861.250 | -40 % |
| AO Strecke | 2.808.440 | 979.457 | -1.828.983 | -65 % |
| AO Einflussb. | 251.117 | 3.570.533 | 3.319.417 | 1.322 % |
| AO Knoten | 487.187 | 3.681.960 | 3.194.773 | 656 % |
| IO Gesamt | 12.390.500 | 6.006.250 | -6.384.250 | -52 % |
| AO Gesamt | 3.546.743 | 8.231.950 | 4.685.207 | 132 % |
| Summe | 15.937.243 | 14.238.200 | -1.699.043 | -11 % |
| Unfallkosten auf Basis Unfallkostenraten | UK(P,S) _{ST} | | | |
| | Vorher [€/a] | Nachher [€/a] | Veränderung | |
| | | | [€/a] | [%] |
| IO Strecke | 9.906.703 | 4.212.689 | -5.694.014 | -57 % |
| IO Knoten | 3.084.784 | 1.566.731 | -1.518.054 | -49 % |
| AO Strecke | 4.041.799 | 2.079.243 | -1.962.556 | -49 % |
| AO Einflussb. | 878.378 | 5.807.654 | 4.929.276 | 561 % |
| AO Knoten | 1.073.288 | 4.235.760 | 3.162.472 | 295 % |
| IO Gesamt | 12.991.487 | 5.779.420 | -7.212.067 | -56 % |
| AO Gesamt | 5.993.464 | 12.122.657 | 6.129.192 | 102 % |
| Summe | 18.984.951 | 17.902.076 | -1.082.875 | -6 % |

Tab. 63: Gegenüberstellung der realen und der über standardisierte Unfallkostenraten ermittelten Unfallkosten der Untersuchungsbeispiele

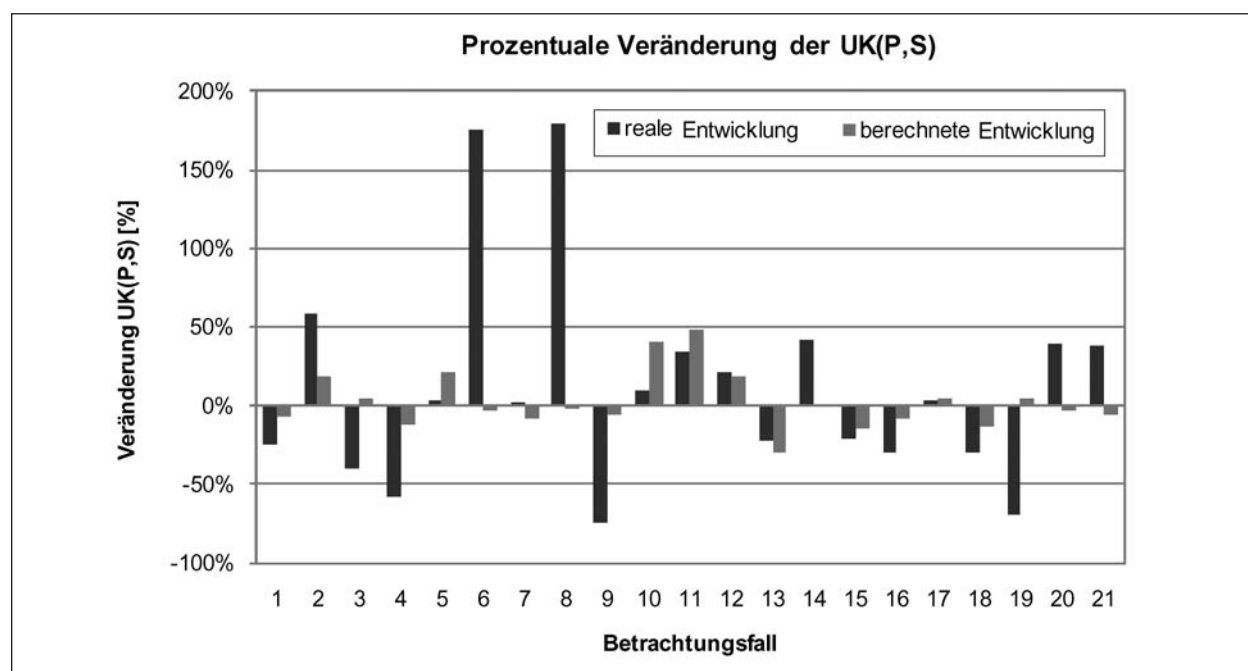


Bild 28: Veränderung der Unfallkosten UK(P,S) im Nachher-Zustand bezogen auf den Vorher-Zustand in % jeweils für reale Werte und über standardisierte Unfallkosten ermittelte Werte

kehrssicherheit nach dem Bau der Ortsumgebung können sich auch Verschlechterungen der Verkehrssicherheit von mehr als 100 % einstellen.

In der Gesamtbilanz ergibt sich bei Ermittlung der Unfallkosten über Unfallkostenraten eine positive Verkehrssicherheitsbilanz für die Ortsumgehungen: Die Unfallkosten gehen um 6 % zurück. Auch die realen Werte der Unfallkosten (unter Berücksichtigung der Unfälle mit leichtem Sachschaden über Faktoren) reduzieren sich um 11 %. Somit spiegelt das Berechnungsverfahren – in der Gesamtbetrachtung aller Beispiele – die Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen gut wider.

Auch die nach Strecken und Knoten differenzierte Betrachtung zeigt, dass die Tendenz für die einzelnen Elemente stimmig ist: Die Unfallkosten gehen im Innerortsbereich zurück, während sie im Außerortsbereich aufgrund der Verkehrsverlagerungen auf die Ortsumgebung ansteigen.

Die Gegenüberstellung der Wirkungen für die einzelnen Beispiele (vgl. Bild 28) zeigt, dass die Berechnung über Unfallkostenraten bei 14 der 21 Beispiele eine positive Unfallkostenbilanz ausweist, während die realen Zahlen eine Verbesserung der Unfallsituation nur für 9 der Beispiele belegen.

Die realen Sicherheitswirkungen schwanken wesentlich stärker als die über standardisierte Unfallkostenraten ermittelten Werte: Bei 2 Beispielen werden die realen Unfallkosten nach Realisierung der Ortsumgebung mehr als verdoppelt; die maximale Verbesserung liegt bei 75 %. Bei den über standardisierte Unfallkostenraten ermittelten Wirkungen liegt der Schwankungsbereich dagegen zwischen 30 % Verbesserung und 48 % Verschlechterung.

In Tabelle 64 sind die Veränderungen, die durch Realisierung der Ortsumgebung bewirkt werden, für jedes der 21 Beispiele ausgewiesen, wobei sowohl die reale Unfallkostendifferenz als auch die über standardisierte Werte ermittelte Unfallkostendifferenz ausgewiesen wurden. Die Einzelergebnisse der 21 Beispiele weisen z. T. erhebliche Abweichungen auf, nur bei 14 der 21 Beispiele trifft der Berechnungsansatz mit standardisierten Unfallkostenraten die generelle Tendenz der realen Unfallentwicklung (positive oder negative Verkehrssicherheitswirkung). In der zusammenfassenden Bilanz aller 21 Beispiele zeigt sich, dass der Berechnungsansatz über standardisierte Unfall-

| Bsp.-Nr. | UK(P,S) _{real} Differenz [€/a] | UK(P,S) _{ST} Differenz [€/a] | Abweichung | |
|----------|---|---|-----------------|--------------|
| | | | [€/a] | [%] |
| 1 | 189.717 | 81.917 | -107.800 | -57 % |
| 2 | -233.420 | -141.797 | 91.623 | -39 % |
| 3 | 539.987 | -46.756 | -586.743 | -109 % |
| 4 | 507.683 | 106.987 | -400.696 | -79 % |
| 5 | -14.340 | -139.944 | -125.604 | 876 % |
| 6 | -451.910 | 19.121 | 471.031 | -104 % |
| 7 | -22.413 | 71.804 | 94.217 | -420 % |
| 8 | -323.363 | 14.667 | 338.030 | -105 % |
| 9 | 447.273 | 38.909 | -408.364 | -91 % |
| 10 | -41.960 | -79.914 | -37.954 | 90 % |
| 11 | -88.560 | -115.471 | -26.911 | 30 % |
| 12 | -39.807 | -36.245 | 3.562 | -9 % |
| 13 | 512.950 | 764.045 | 251.095 | 49 % |
| 14 | -233.093 | -5.248 | 227.845 | -98 % |
| 15 | 171.080 | 97.573 | -73.507 | -43 % |
| 16 | 653.813 | 160.517 | -493.296 | -75 % |
| 17 | -8.887 | -21.019 | -12.133 | 137 % |
| 18 | 479.500 | 225.074 | -254.426 | -53 % |
| 19 | 175.293 | -12.442 | -187.736 | -107 % |
| 20 | -84.600 | 23.329 | 107.929 | -128 % |
| 21 | -435.900 | 77.768 | 513.668 | -118 % |
| Σ | 1.699.043 | 1.082.875 | -616.168 | -36 % |

Tab. 64: Gegenüberstellung der Differenzen der realen und der über standardisierte Unfallkostenraten ermittelten Unfallkosten für die Ortsdurchfahrten der Untersuchungsbeispiele

kostenraten die reale Entwicklung unterschätzt; die Abweichung liegt bei 36 %.

Hier muss wieder auf die begrenzte Stichprobe der 21 Beispiele verwiesen werden, wodurch einzelne ausreißende Werte das Ergebnis deutlich beeinflussen können.

Bei dem Vergleich der Ergebnisse des Bewertungsverfahrens mit den aus dem realen Unfallgeschehen resultierenden Unfallkosten handelt es sich letztendlich um einen Vergleich von aus einer breiten Datenbasis resultierenden Kenngrößen mit Werten, die aus einer geringen Unfallzahl stammen. Die Unfallzahlen der Vergleichs-Ortsdurchfahrten unterliegen – wie die Datenbasis der ermittelten pauschalen Unfallkenngrößen – statistischen Schwankungen. Einzelne Unfälle beeinflussen dabei in Abhängigkeit ihrer Schwere die daraus be-

rechneten Unfallkosten deutlich. Vor diesem Hintergrund können die Einzelbetrachtungen das Verfahren zwar bestätigen, die auftretenden Abweichungen zwischen den pauschal bestimmten Werten und den Unfallkosten aus dem realen Unfallgeschehen können jedoch aufgrund der zuvor beschriebenen Einflüsse der statistischen Schwankungen keine Kalibrierung des Systems rechtfertigen.

Für ein Bewertungsverfahren zur Ermittlung der Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen wird auf eine Anpassung der Unfallkostenraten im Außerortsbereich verzichtet, da keine differenzierten Aussagen zum Verkehrssicherheitsniveau im Annäherungsbereich der Ortsdurchfahrt sowie zur spezifischen Verkehrssicherheit auf Ortsumgehungen verfügbar sind. Außerdem spiegeln die über die vorliegenden standardisierten Unfallkostensätze ermittelten Unfallkosten die Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen ausreichend wider (vgl. Tabelle 64).

Zu beachten ist in der Anwendung immer, dass der gewählte Berechnungsansatz keine örtlichen Besonderheiten, wie Unfallhäufungesstellen oder unfallbegünstigende Umstände, berücksichtigt. Aufgrund des den Unfallkostenraten zugrunde liegenden Datenumfanges kann aber von einer statistisch abgesicherten Aussagekraft der berechneten Unfallkosten ausgegangen werden.

5.5 Vergleich mit bestehenden Bewertungsverfahren

Die Streckentypisierung bei der gesamtwirtschaftlichen Bewertung entsprechend den EWS bzw. dem BVWP-Verfahren orientiert sich in erster Linie an der Leistungsfähigkeit und der Verkehrsqualität auf den Streckenabschnitten. Dementsprechend erfolgt eine Untergliederung sowohl für die Innerorts- als auch die Außerortsstraßen vornehmlich nach der Betriebsweise und der Fahrbahnaufteilung. Die Randnutzungen im Innerortsbereich werden ausschließlich in den EWS und hier nur für Erschließungsstraßen berücksichtigt. Eine Untergliederung nach Knotenpunkten und Streckenabschnitten erfolgt grundsätzlich nicht. Beide Verfahren werden derzeit – auch in angepasster Form etwa bei der gesamtwirtschaftlichen Bewertung von Straßenprojekten in der Landesstraßen-Bedarfsplanung – angewendet. Für die 21 Beispielgebiete wurden die Berechnungen mit dem Verfahren der EWS durch-

| Bsp.-Nr. | Unfallkosten UK(P,S) nach EWS-Verfahren | | | |
|----------|---|-------------------|-------------------|--------------|
| | Vorher [€/a] | Nachher [€/a] | Veränderung | |
| | | | [€/a] | [%] |
| 1 | 1.652.948 | 1.367.571 | -285.378 | -17 % |
| 2 | 1.167.800 | 732.460 | -435.340 | -37 % |
| 3 | 1.669.912 | 1.270.847 | -399.065 | -24 % |
| 4 | 630.015 | 482.537 | -147.478 | -23 % |
| 5 | 1.124.374 | 963.005 | -161.369 | -14 % |
| 6 | 805.333 | 699.423 | -105.910 | -13 % |
| 7 | 1.333.995 | 1.031.054 | -302.942 | -23 % |
| 8 | 989.132 | 812.943 | -176.189 | -18 % |
| 9 | 946.045 | 813.502 | -132.543 | -14 % |
| 10 | 289.753 | 272.086 | -17.667 | -6 % |
| 11 | 558.915 | 366.228 | -192.687 | -34 % |
| 12 | 250.153 | 175.264 | -74.890 | -30 % |
| 13 | 4.832.369 | 2.929.694 | -1.902.674 | -39 % |
| 14 | 761.072 | 514.267 | -246.804 | -32 % |
| 15 | 1.117.618 | 819.545 | -298.073 | -27 % |
| 16 | 3.048.448 | 2.614.727 | -433.721 | -14 % |
| 17 | 739.198 | 433.113 | -306.086 | -41 % |
| 18 | 2.209.247 | 1.842.977 | -366.269 | -17 % |
| 19 | 382.190 | 292.611 | -89.579 | -23 % |
| 20 | 940.979 | 639.001 | -301.978 | -32 % |
| 21 | 1.954.594 | 1.744.812 | -209.782 | -11 % |
| Σ | 27.404.090 | 20.817.669 | -6.586.422 | -24 % |

Tab. 65: Berechnung der Unfallkosten für die 21 Beispiele nach dem Verfahren der EWS

geführt; die Ergebnisse enthält Tabelle 65. Für sämtliche Beispiele werden Rückgänge der Unfallkosten durch Realisierung der Ortsumgehungen ermittelt; die Abnahmen liegen zwischen 6 % und 41 %; der Schwankungsbereich ist also geringer als bei den Berechnungen mit nach Strecken und Knoten differenziertem Ansatz.

In der Summe aller Beispiele ergibt sich eine Abnahme der Unfallkosten um 24 %. Allerdings liegen die ermittelten Unfallkosten sowohl für den Vorher- als auch für den Nachher-Zeitbereich deutlich über den bisher ermittelten Werten, wie Tabelle 66 zeigt.

Die ausgewiesenen Unfallkosten in der Summe aller 21 Beispiele unterscheiden sich bei den unterschiedlichen Berechnungsansätzen erheblich. Das Verfahren der EWS weist die stärksten Abnahmen der Unfallkosten aufgrund der Ortsumgehungen auf

| Berechnungsansatz | | UK(P,S) | | | |
|-------------------------|----|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|
| | | Vorher [€/a] | Nachher [€/a] | Veränderung | |
| | | | | [€/a] | [%] |
| Reale UK | IO | 12.390.500 | 6.006.250 | -6.384.250 | -52 % |
| | AO | 3.546.743 | 8.231.950 | 4.685.207 | 132 % |
| | Σ | 15.937.243 | 14.238.200 | -1.699.043 | -11 % |
| überstandardisierte UKR | IO | 12.991.487 | 5.779.420 | -7.212.067 | -56 % |
| | AO | 5.993.464 | 12.122.657 | 6.129.192 | 102 % |
| | Σ | 18.984.951 | 17.902.076 | -1.082.875 | -6 % |
| EWS | IO | 20.815.783 | 8.531.226 | -12.284.557 | -59 % |
| | AO | 6.588.307 | 12.286.443 | 5.698.136 | 86 % |
| | Σ | 27.404.090 | 20.817.669 | -6.586.422 | -24 % |

Tab. 66: Gegenüberstellung der nach unterschiedlichen Berechnungsansätzen ermittelten Unfallkosten für die Summe der 21 Beispiele

und liegt im Niveau teilweise erheblich über den realen Unfallkosten. Insofern sind die entsprechend den EWS-Verfahren ausgewiesenen positiven Wirkungen zu hinterfragen. Der Berechnungsansatz mit standardisierten Unfallkostenraten für Strecken und Knoten spiegelt die realen Unfallkosten wesentlich besser wider, dies gilt sowohl für die Tendenz als auch für die Absolutzahlen.

6 Verfahren zur Bewertung der Verkehrssicherheit von Ortsumgehungen

6.1 Ablauf des Bewertungsverfahrens

Aufbauend auf den Erkenntnissen und Ergebnissen wird das nachfolgende Verfahren zur Abschätzung der Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen beschrieben. Diese Beschreibung dient als Grundlage für die Anwendung in der Praxis.

Das Verfahren gliedert sich in die folgenden Teilschritte:

- Zunächst ist zu prüfen, ob die vorhandene Straßennetzstruktur und die geplante Ortsumgehungen für eine Prognose mit Hilfe des Verfahrens geeignet sind. Insbesondere, wenn durch die Realisierung der Ortsumgehungen regionale Verkehrsverlagerungen zu erwarten sind, ist das Verfahren nicht oder nur bedingt anwendbar, da der zu betrachtende Netzbereich erheblich ausgeweitet werden müsste.

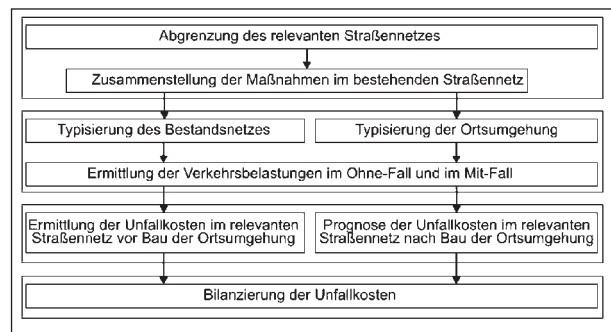


Bild 29: Genereller Ablauf des Verfahrens zur Bewertung der Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen

- Die bei Realisierung der Ortsdurchfahrt zu berücksichtigende Veränderung der Netzsituation innerhalb und außerhalb der Ortsdurchfahrt wird festgelegt. Das relevante Straßennetz, für das Verlagerungen zu erwarten sind, wird definiert.
- Es werden geeignete Netzabschnitte gebildet, die entsprechend ihrer Typisierung und Verkehrsbelastungen ähnlich sind.
- Das Netz wird hinsichtlich seiner Abschnitte typisiert.
- Die Verkehrsbelastungen werden sowohl für den Ohne-Fall als auch für den Mit-Fall mit Hilfe eines einfachen Verkehrsmodells, das sich an Zählwerten orientiert, berechnet.
- Für sämtliche Strecken und Knoten, auf denen sich durch die Realisierung der Ortsumgehungen Veränderungen der Straßenraumsituation, der Verkehrsregelung oder der Verkehrsbelastungen ergeben, erfolgt eine Bilanzierung der Verkehrssicherheit.

In Bild 29 ist der generelle Ablauf des Verfahrens zur Verkehrssicherheitsbewertung von Ortsumgehungen dargestellt.

6.2 Abgrenzung des relevanten Straßennetzes

Bzgl. der Abgrenzung des relevanten Straßennetzes haben sich aus den durchgeführten Recherchen keine grundlegend neuen Erkenntnisse ergeben. Die Abgrenzung des untersuchungsrelevanten Straßennetzes, für das Verkehrsbelastungen und Unfallkosten im Ohne- und im Mit-Fall zu ermitteln sind, erfolgt nach Kriterien, die auch bei der Erstellung typischer Verkehrsuntersuchungen angewendet werden.

Dabei wird im Vorfeld abgeschätzt, auf welchen Netzstrecken sich – bedingt durch die Realisierung einer Ortsumgehung – Verkehrsverlagerungen ergeben können. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass sich mit Realisierung einer Ortsumgehung auch weitere Änderungen in der Straßennetzstruktur ergeben können.

In den meisten Fällen kann das betrachtete Straßennetz auf die Hauptverkehrsstraßen beschränkt werden. Andere Straßen kommen für Verkehrsverlagerungen nicht oder kaum in Betracht, sodass auf eine Einbeziehung verzichtet werden kann, ohne das Untersuchungsergebnis zu beeinträchtigen.

Hinzu kommt, dass aufgrund der geringen Verkehrsbelastungen im nachgeordneten innerstädtischen Straßennetz mit entsprechend niedrigen Unfallzahlen geringe Änderungen der Verkehrsbelastung kaum Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit haben. Für eine Bilanzierung der Verkehrssicherheitswirkungen durch Realisierung einer Ortsumgehung ist deshalb in der Regel die Berücksichtigung des innerörtlichen Hauptverkehrsstraßennetzes ausreichend.

Außerdem sind Informationen zu möglichen Änderungen im bestehenden Straßennetz, z. B. Änderungen in der Ortsdurchfahrt, die im Zusammenhang mit der Realisierung der Ortsumgehung stehen, zusammenzustellen.

6.3 Typisierung der Streckenabschnitte und Knotenpunkte

Für die Bewertung einer Ortsdurchfahrt ist diese zunächst in die Einzelelemente des Bewertungsschemas zu unterteilen. Diese Unterteilung erfolgt analog der unter Kapitel 5.2.3 beschriebenen Vorgehensweise. Unterschieden wird nach Verkehrsknotenpunkten und den Streckenabschnitten. Eine Untergliederung in Einflussbereiche erfolgt nicht, da diese im Bewertungsverfahren zusammen mit den freien Strecken berücksichtigt werden sollen.

Die Typisierung des vorhandenen Straßennetzes erfolgt entsprechend der in Tabelle 67 bis Tabelle 71 enthaltenen Untergliederung. Allerdings ist die Verkehrsregelung an den angrenzenden Knotenpunkten der Strecken im Außerortsbereich differenziert nach den Kriterien „wartepflichtig“, „LSA-geregelt“ und „vorfahrtsberechtig“ mit zu erfassen.

Immer dann, wenn sich die Knoten- oder Streckentypen im Zustand vor und nach Realisierung der Ortsumgehung unterscheiden, ist auch eine unterschiedliche Typisierung erforderlich, über die dann die zugehörigen Unfallkostenraten zugeordnet werden können. Dazu sind eventuell vorhandene Informationen zu geplanten Ergänzungsmaßnahmen zu berücksichtigen.

Für die Ortsumgehung selbst erfolgt die Typisierung der Knoten und Strecken entsprechend den vorgesehenen Planungen.

6.4 Ermittlung der Verkehrsbelastungen im Ohne- und im Mit-Fall

Häufig sind bei geplanten Ortsumgehungen Verkehrsuntersuchungen durchgeführt worden, um die zu erwartenden Verkehrsverlagerungen zu quantifizieren. Die Ergebnisse solcher Untersuchungen können genutzt werden, um die Verkehrsbelastungen auf dem relevanten Straßennetz im Ohne- und im Mit-Fall zu bestimmen.

Liegen keine Verkehrsdaten vor, so können diese mit Hilfe eines einfachen Verkehrsmodells ermittelt werden. Da nur Umgehungsprojekte bewertet werden können, die nicht zu großräumigen Verkehrsverlagerungen führen, lassen sich die Belastungen im relevanten Straßennetz mit einer geschätzten Verkehrsnachfragematrix ermitteln, wenn Informationen zu den Nutzungen und deren Verkehrsaufkommen für den umgangenen Ort und Belastungszahlen für die Anbindungen an das umliegende Straßennetz verfügbar sind.

Eventuell sind auch Prognoseannahmen für die weitere Verkehrsentwicklung zu berücksichtigen.

6.5 Unfallkostenraten für Strecken- und Knotenpunkttypen

Zur Ermittlung und Bilanzierung der Unfallkosten werden standardisierte Unfallkostenraten genutzt. Diese sind für Außer- und Innerortsstraßen in Tabelle 67 bis Tabelle 71 dokumentiert.

Für die 50 m langen Einflussbereiche innerorts werden keine gesonderten Unfallkostenraten ausgewiesen. Da ihre Typisierung gleich ist, kann eine Verknüpfung mit den zugehörigen Knotenpunkten erfolgen. Grundsätzlich ergeben sich die Unfallkos-

| Nr. | Knotenpunktart außerorts | UKR(P,S) [€/1.000 Kfz] |
|-----|---------------------------------|---------------------------|
| K01 | ⊥ VZ | 16 |
| K02 | + VZ | 31 |
| K03 | ⊥ LSA, ohne Linksabbiegerschutz | 12 |
| K04 | ⊥ LSA, mit Linksabbiegerschutz | 7 |
| K05 | + LSA, ohne Linksabbiegerschutz | 20 |
| K06 | + LSA, mit Linksabbiegerschutz | 15 |
| K07 | ⊕ Kreisverkehrsplatz | 11 |
| K08 | teilplanfreie Knotenpunkte | 17 |

Tab. 67: Unfallkostenraten UKR(P,S) für Knotenpunkte außerorts zur Ermittlung der Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen

| Nr. | Knotenpunktart innerorts | UKR(P,S) [€/1.000 Kfz] |
|-----|--------------------------|---------------------------|
| K21 | ⊥ Verkehrszeichen | 13 |
| K22 | ⊥ signalgeregelt | 16 |
| K23 | + Verkehrszeichen | 24 |
| K24 | + signalgeregelt | 18 |
| K25 | ⊕ Kreisverkehrsplatz | 19 |

Tab. 68: Unfallkostenraten UKR(P,S) für Knotenpunkte inkl. Einflussbereiche innerorts zur Ermittlung der Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen

| Nr. | Typ Einflussbereich außerorts | UKR(P,S) [€/1.000 Kfz·km] | | |
|-----|-------------------------------|---------------------------|------|------|
| | | bev. | sig. | war. |
| E01 | 2 FS/b = 5,0 m | 62 | 59 | 58 |
| E02 | 2 FS/b = 5,5 m | 72 | 69 | 68 |
| E03 | 2 FS/b = 6,0 m | 64 | 62 | 61 |
| E04 | 2 FS/b = 6,5 m | 48 | 45 | 44 |
| E05 | 2 FS/b = 7,0 m | 38 | 35 | 34 |
| E06 | 2 FS/b = 7,5 m | 32 | 29 | 28 |
| E07 | 2 FS/b = 8,0 m | 23 | 20 | 19 |
| E08 | 2 FS/b = 8,5 m | 22 | 19 | 18 |
| E09 | 2 FS/b ≥ 9,0 m | 22 | 19 | 18 |
| E10 | 3 FS/ein- u. zweibahnig | 32 | 24 | - |
| E11 | 4 FS/zweibahnig | 21 | 16 | - |

Tab. 69: Unfallkostenraten UKR(P,S) für Einflussbereiche außerorts zur Ermittlung der Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen

ten für die Einflussbereiche eines Knotenpunktes entsprechend der Formel:

$$\sum UK_E = \sum (UKR_E \cdot DTV_E \cdot L_E \cdot 365)/1.000$$

Da die Unfallkostenraten aller Einflussbereiche an einem Knoten aufgrund der Typisierung gleich sind, gilt auch:

$$\sum UK_E = UKR_E \cdot \sum (DTV_E \cdot L_E \cdot 365)/1.000$$

| Nr. | Streckentyp außerorts | UKR(P,S) [€/1.000 Kfz·km] |
|-----|-------------------------|------------------------------|
| S01 | 2 FS/b = 5,0 m | 68 |
| S02 | 2 FS/b = 5,5 m | 78 |
| S03 | 2 FS/b = 6,0 m | 71 |
| S04 | 2 FS/b = 6,5 m | 54 |
| S05 | 2 FS/b = 7,0 m | 44 |
| S06 | 2 FS/b = 7,5 m | 38 |
| S07 | 2 FS/b = 8,0 m | 29 |
| S08 | 2 FS/b = 8,5 m | 28 |
| S09 | 2 FS/b ≥ 9,0 m | 28 |
| S10 | 3 FS/ein- u. zweibahnig | 18 |
| S11 | 4 FS/zweibahnig | 12 |

Tab. 70: Unfallkostenraten UKR(P,S) für freie Strecken außerorts zur Ermittlung der Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen

| Nr. | Streckentyp innerorts | UKR(P,S) [€/1.000 Kfz·km] |
|-----|-----------------------------|------------------------------|
| S21 | dörfliche Hauptstraße | 30 |
| S22 | örtliche Einfahrtstraße | 51 |
| S23 | Quartierstraße/Sammelstraße | 67 |
| S24 | örtliche Geschäftsstraße | 107 |
| S25 | Verbindungsstraße | 35 |
| S26 | Gewerbestraße | 49 |
| S27 | Industriestraße | 44 |
| S28 | anbaufreie Straße | 31 |

Tab. 71: Unfallkostenraten UKR(P,S) für Strecken innerorts zur Ermittlung der Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen

mit:

UK_E : pauschale jährliche Unfallkosten für den Einflussbereich [€/a]

UKR_E : pauschale Unfallkostenraten für die Einflussbereiche [€/1.000 Kfz·km]

DTV_E : durchschnittliche tägliche Verkehrsbelastung der Einflussbereiche [Kfz/24h]

L_E : Länge des Einflussbereiches [m]

Geht man außerdem davon aus, dass die Einflussbereiche an den Knotenpunkten immer 50 m lang sind – was in der Regel der Fall sein wird –, so gilt auch folgende Formel:

$$\sum UK_E = UKR_E \cdot 50 \cdot \sum (DTV_E \cdot 365)/1.000$$

An einem Knotenpunkt gilt grundsätzlich, dass die Summe der Verkehrsbelastungen aller Knoten-

punktarme der doppelten Knotenpunktbelastung entspricht:

$$DTV_K = (\sum DTV_E)/2$$

mit:

DTV_E : durchschnittliche tägliche Verkehrsbelastung der Einflussbereiche [Kfz/24h]

DTV_K : durchschnittliche tägliche Verkehrsbelastung des Knotenpunkts [Kfz/24h]

Damit gilt:

$$\sum UK_E = UKR_E \cdot 50 \cdot 2 \cdot DTV_K \cdot 365/1.000$$

Somit lassen sich die Unfallkosten der Einflussbereiche auch durch die Unfallkostenrate der Einflussbereiche, die Knotenpunktbelastung und die Knotenpunktart beschreiben. Es lag also nahe, die Unfallkostenrate der Einflussbereiche der Innerortsknoten in die Unfallkostenrate des Knotens einzubeziehen.

6.6 Ermittlung der Unfallkosten für die Strecken und Knoten

Für jedes einzelne Element (Knoten oder Strecke) erfolgt die Ermittlung der Unfallkosten getrennt für den Vorher- und den Nachher-Zeitraum.

Für die Knotenpunkte ergeben sich die zu ermittelnden Unfallkosten UK entsprechend der Formel:

$$UK_K = UKR_K \cdot DTV_K \cdot 365/1.000$$

mit:

UK_K : jährliche Unfallkosten für den Knotenpunkt [€/a]

UKR_K : standardisierte Unfallkostenrate für den Knotenpunkt [€/1.000 Kfz·km]

DTV_K : durchschnittliche tägliche Verkehrsbelastung des Knotenpunkts [Kfz/24h]

Die Unfallkosten für die Strecken werden prinzipiell nach der folgenden Formel berechnet:

$$UK_S = UKR_S \cdot DTV_S \cdot L_S \cdot 365/1.000$$

mit:

UK_S : jährliche Unfallkosten für die Strecke [€/a]

UKR_S : standardisierte Unfallkostenrate für die Strecke [€/1.000 Kfz·km]

DTV_S : durchschnittliche tägliche Verkehrsbelastung der Strecke [Kfz/24h]

L_S : Länge der Strecke [m]

Für den Innerortsbereich ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Einflussbereiche den Knotenpunkten zugeordnet wurden. Deshalb ist die Streckenlänge pro angrenzendem Knotenpunkt um 50 m zu reduzieren. Von einer z. B. 600 m langen Strecke werden demnach zweimal 50 m den benachbarten Knoten zugeordnet; Basis für die Ermittlung der Unfallkosten der Strecke in diesem Fall sind also noch 500 m (vgl. Bild 30).

Außerorts werden für die Einflussbereiche gesonderte Unfallkostenraten angegeben. Dementsprechend ergibt sich die Untergliederung der Strecke zwischen den Netzknoten entsprechend Bild 31.

Die ersten 50 m an jeder Seite der Strecke werden dem Knotenpunkt zugeordnet. Danach folgt ein wie z. B. in Bild 31 dargestellter 450 m langer Abschnitt auf jeder Seite der Strecke, für den die Unfallkostenraten der Einflussbereiche gelten. Erst danach gelten die Unfallkostenraten der freien Strecke.

In der Praxis sind Strecken zwischen den Knotenpunkten außerorts häufig auch kürzer als 1.000 m, sodass unter den oben beschriebenen Rahmenbe-

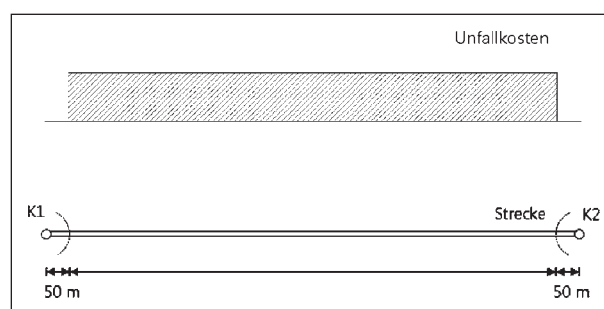


Bild 30: Streckenaufteilung zur Ermittlung der Unfallkosten im Innerortsbereich

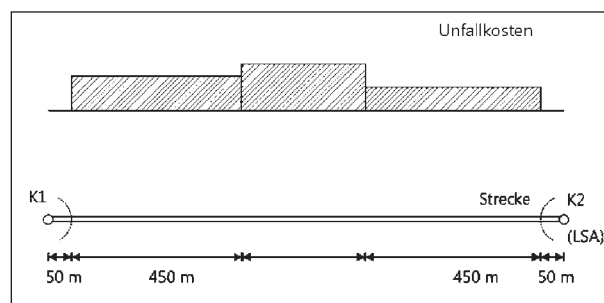


Bild 31: Streckenaufteilung zur Ermittlung der Unfallkosten im Außerortsbereich

dingungen keine freie Strecke übrig bleibt; die Einflussbereiche stoßen direkt aneinander. In solchen Fällen wird die Strecke mittig geteilt; es verbleiben somit Einflussbereiche, die kürzer als 450 m sind.

Hier werden trotz der verkürzten Länge der Einflussbereiche die Unfallkostenraten UKR_E unverändert angesetzt.

6.7 Bilanzierung der Verkehrssicherheit

Mit Hilfe der Berechnungsansätze werden für die einzelnen Knoten und Strecken die Unfallkosten jeweils für den Vorher- und den Nachher-Zeitbereich ermittelt. Eine Gegenüberstellung bilanziert dann die Auswirkungen der Ortsumgehung auf die Verkehrssicherheit.

6.8 Berechnungsblatt zur Bestimmung der Verkehrssicherheitswirkungen von Ortsumgehungen

Um die Berechnung der Auswirkungen von Ortsumgehungen auf die Verkehrssicherheit zu vereinfachen, wurde auf Basis des Programmsystems Excel ein Berechnungs-Formblatt erstellt. Darin

sind die oben genannten Unfallkostenraten enthalten und die Berechnungsformeln abgebildet. Die Bildschirmoberfläche ist in Bild 32 wiedergegeben.

Unterteilt ist die Eingabeoberfläche in einen Spaltenbereich für die Dateneingabe für Strecken und Knotenpunkte. Es werden die folgenden Input-Daten benötigt:

Für Strecken:

- Streckennummer (zur Identifizierung der Strecke),
- Ortslage (innerorts/außerorts),
- Netz (vor oder nach Realisierung der Ortsumgehung),
- Streckentyp (für Innerortsstrecken und für Außerortsstrecken),
- Streckenlänge zwischen Knotenpunkten bzw. zwischen Knotenpunkten und OD-Grenze in Meter,
- Verkehrsbelastung als DTV in Kfz/24h,
- Verkehrsregelung am Knoten 1,
- Verkehrsregelung am Knoten 2.

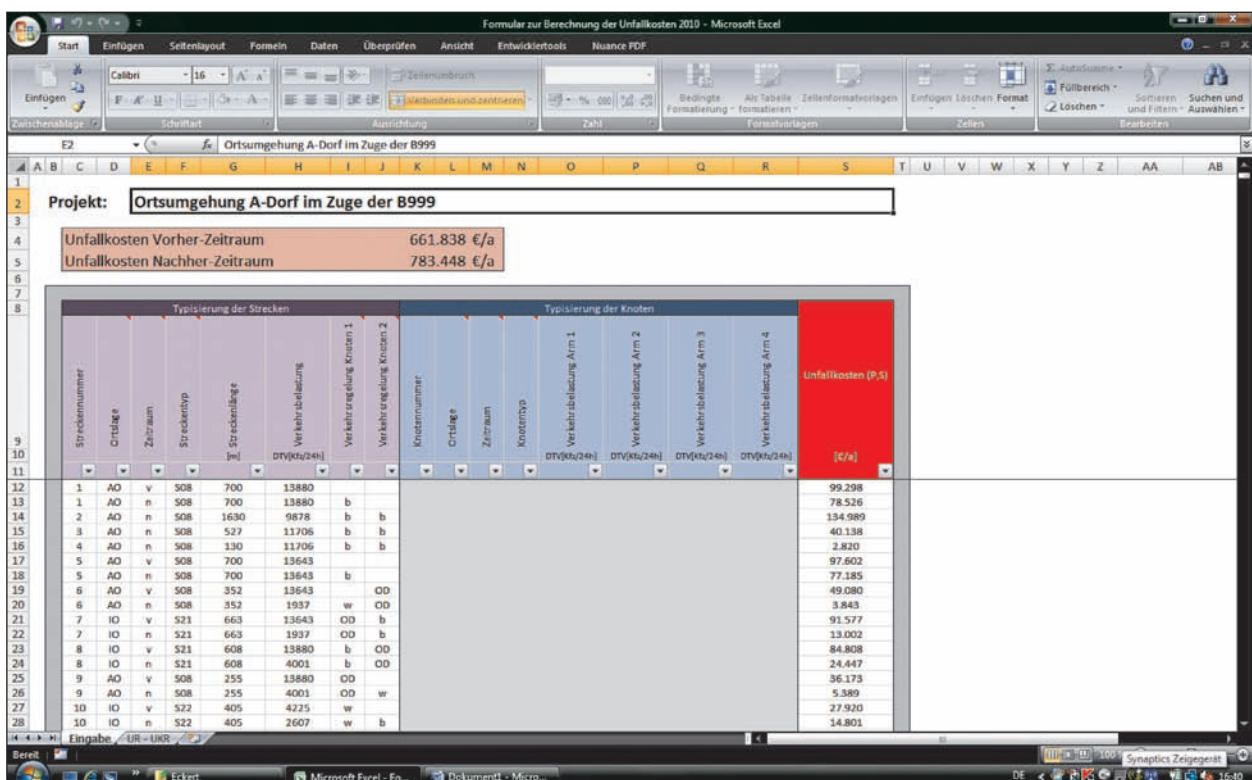


Bild 32: Formblatt zur Bestimmung der Gesamtunfallkosten auf dem relevanten Straßennetz

Für Knoten:

- Knotennummer (zur Identifizierung des Knotens),
- Ortslage (innerorts/außerorts),
- Netz (vor oder nach Realisierung der Ortsumgehung),
- Knotentyp (für Innerortsknoten und für Außerortsknoten),
- Verkehrsbelastungen am Knotenpunktarm 1,
- Verkehrsbelastungen am Knotenpunktarm 2,
- Verkehrsbelastungen am Knotenpunktarm 3,
- Verkehrsbelastungen am Knotenpunktarm 4.

Die oben beschriebenen Informationen werden jeweils in getrennten Zeilen für den Vorher- und für den Nachher-Zeitraum eingetragen. Für die Ortsumgehung selbst, die nur im Nachher-Zeitraum zu berücksichtigen ist, muss dementsprechend auch nur eine Zeile – die für den Nachher-Zeitraum – ausgefüllt werden.

Für jede der eingegebenen Zeilen werden die Unfallkosten UK(P,S) berechnet und am Ende der

Zeile ausgewiesen. Die Unfallkosten der einzelnen Elemente werden getrennt für den Vorher- und den Nachher-Zeitraum saldiert und über der Berechnungstabelle ausgewiesen.

Um die Dateneingabe zu erleichtern, sind in den Feldern der Tabellenüberschriften Kommentare enthalten, die sichtbar werden, wenn der Cursor auf das entsprechende Feld geführt wird (vgl. Bild 33). Durch Pull-down-Felder bei den Strecken- und Knotentypen wird außerdem sichergestellt, dass in diesen Feldern nur zulässige Eingaben getätigt werden können (Bild 34).

Mit dem Berechnungsblatt besteht die Möglichkeit, die Auswirkungen von Ortsumgehungen auf die Verkehrssicherheit mit relativ geringem Aufwand abzuschätzen, wenn die Verkehrsbelastungen für den Vorher-Fall (ohne Ortsumgehung) und für den Nachher-Fall (mit Ortsumgehung) zur Verfügung stehen.

Das Berechnungsverfahren wurde umgesetzt in einer Excel-Anwendung. Diese Datei steht zum kostenlosen Download auf der Homepage der Bundesanstalt für Straßenwesen (www.bast.de/Publikationen) zur Verfügung.

Projekt: **Ortsumgehung A-Dorf im Zuge der B999**

Unfallkosten Vorher-Zeitraum 661.838 €/a
Unfallkosten Nachher-Zeitraum 783.448 €/a

| Streckennummer | Ortslage | Zeitraum | Streckentyp | Typisierung der Knoten | | | | Unfallkosten (P,S) [€/a] |
|----------------|----------|----------|-------------|------------------------|----------|-----------|---|-----------------------------|
| | | | | Ortslage | Zeitraum | Knotentyp | Verkehrsbelastung Arm 1 DTV[kfz/24h] | |
| 1 | AO | v | S08 | | | | | 99.298 |
| 1 | AO | n | S08 | | | | | 78.526 |
| 2 | AO | n | S08 | | | | | 134.989 |
| 3 | AO | n | S08 | | | | | 40.138 |
| 4 | AO | n | S08 | | | | | 2.820 |
| 5 | AO | v | S08 | | | | | 97.602 |
| 5 | AO | n | S08 | | | | | 77.185 |
| 6 | AO | v | S08 | | | | | 49.080 |
| 6 | AO | n | S08 | | | | | 3.843 |
| 7 | IO | v | S21 | | | | | 91.577 |
| 7 | IO | n | S21 | | | | | 13.002 |
| 8 | IO | v | S21 | | | | | 84.808 |
| 8 | IO | n | S21 | | | | | 24.447 |
| 9 | AO | v | S08 | | | | | 36.173 |
| 9 | AO | n | S08 | | | | | 5.389 |
| 10 | IO | v | S22 | | | | | 27.920 |
| 10 | IO | n | S22 | | | | | 14.801 |

Außerorts
S01 = 2 Fahrstreifen, b = 4,75m bis 5,25m
S02 = 2 Fahrstreifen, b = 5,25m bis 5,75m
S03 = 2 Fahrstreifen, b = 5,75m bis 6,25m
S04 = 2 Fahrstreifen, b = 6,25m bis 6,75m
S05 = 2 Fahrstreifen, b = 6,75m bis 7,25m
S06 = 2 Fahrstreifen, b = 7,25m bis 7,75m
S07 = 2 Fahrstreifen, b = 7,75m bis 8,25m
S08 = 2 Fahrstreifen, b = 8,25m bis 8,75m
S09 = 2 Fahrstreifen, b > 8,75m
S10 = 3 Fahrstreifen, alle Breiten
S11 = 2+2 Fahrstreifen, alle Breiten

Innerorts
S21 = Dörfliche Hauptstraße
S22 = Örtliche Einfahrtstraße
S23 = Quartierstraße/ Sammelstraße
S24 = Örtliche Geschäftsstraße
S25 = Verbindungsstraße
S26 = Gewerbestraße
S27 = Industriestraße
S28 = Anbaufreie Straße

Eingabe UR - UKR

Bild 33: Formblatt zur Bestimmung der Gesamtunfallkosten auf dem relevanten Straßennetz mit angewähltem Kommentar zur Erläuterung der Knotentypen

Projekt: Ortsumgehung A-Dorf im Zuge der B999

| | |
|-------------------------------|-------------|
| Unfallkosten Vorher-Zeitraum | 661.838 €/a |
| Unfallkosten Nachher-Zeitraum | 783.448 €/a |

| Typisierung der Strecken | | | | | | | Typisierung der Knoten | | | | Unfallkosten (P,S) [€/a] | | | | | | |
|--------------------------|----------|----------|-------------|----------------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------|----------|----------|-----------------------------|-----------|---|---|---|---|---------|
| Streckennummer | Ortslage | Zeitraum | Streckentyp | Streckenlänge [m] | Verkehrsbelastung DTV[Kfz/24h] | Verkehrsregelung Knoten 1 | Verkehrsregelung Knoten 2 | Knotennummer | Ortslage | Zeitraum | | Knotentyp | Verkehrsbelastung Arm 1 DTV[Kfz/24h] | Verkehrsbelastung Arm 2 DTV[Kfz/24h] | Verkehrsbelastung Arm 3 DTV[Kfz/24h] | Verkehrsbelastung Arm 4 DTV[Kfz/24h] | |
| 10 | IO | v | S22 | 405 | 4225 | w | | | | | | | | | | | |
| 10 | IO | n | S22 | 405 | 2607 | w | b | | | | | | | | | | 14.801 |
| 11 | IO | v | S25 | 673 | 4225 | | OD | | | | | | | | | | 36.325 |
| 11 | IO | n | S25 | 673 | 4225 | b | OD | | | | | | | | | | 33.626 |
| | | | | | | | | 1 | AO | n | K01 | 13880 | 9878 | 4001 | | | 81.056 |
| | | | | | | | | 2 | AO | n | K01 | 9878 | 11706 | 2607 | 4225 | | 88.161 |
| | | | | | | | | 3 | AO | n | K02 | 11706 | 11706 | | | | 68.363 |
| | | | | | | | | 4 | AO | n | K03 | 11706 | 13643 | 1937 | | | 79.675 |
| | | | | | | | | 5 | IO | v | K04 | 13643 | 13880 | 4225 | | | 139.056 |
| | | | | | | | | 5 | IO | n | K05 | 1937 | 4001 | 2607 | | | 37.427 |
| | | | | | | | | | | | K06 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | K07 | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | K08 | | | | | | |

Bild 34: Formblatt zur Bestimmung der Gesamtunfallkosten auf dem relevanten Straßennetz mit angezeigtem Pull-down-Feld zur Anzeige der möglichen Knotenpunkttypen

Literatur

- BAIER, R.; MAIER, R.; u. a. (2007): Sicherheitsgrad von Stadtstraßen mit und ohne schienengebundenem ÖPNV, Schlussbericht, laufendes Forschungsprojekt im Auftrag des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherer (GDV), unveröffentlicht. Berichte und Materialien; Aachen, Dresden 2007
- BAST (2009): Verkehrs- und Unfalldaten, Kurzzusammenstellung der Entwicklung in Deutschland, Bergisch Gladbach, Oktober 2009
- BIRR, M.; HEINRICHS DORF, F.; SCHORLING, M. (1977): Wirtschaftlichkeitsuntersuchung Allee-tunnel Frankfurt/Main, in: Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 232
- BMVBW (2005): Die gesamtwirtschaftliche Bewertungsmethodik Bundesverkehrswegeplan 2003, Schlussbericht zum FE-Vorhaben 96.0790/2003, Stand: Januar 2005
- BRANNOLTE, U.; BARTH, H.-B.; SCHWARZMANN, R. (1993): Sicherheitsbewertung von Querschnitten außerörtlicher Straßen, in: Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 5
- ECKSTEIN, K.; MEEWES, V. (2002): Sicherheit von Landstraßenknotenpunkten, in: Mitteilungen des Institutes für Straßenverkehr Köln (ISK), Nr. 40
- FGSV (Hrsg.) (1986): Richtlinien für die Wirtschaftlichkeitsberechnung von Straßen, RAS-W 86
- FGSV (Hrsg.) (1991): Hinweise zur Methodik der Untersuchung von Straßenverkehrsunfällen, Ausgabe 1991, FGSV Verlag, Köln – FGSV 356
- FGSV (Hrsg.) (1997): Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen – EWS, Aktualisierung der RAS-W 86, Ausgabe 1997
- FGSV (Hrsg.) (2002): Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 2: Maßnahmen gegen Unfallhäufungen, Ausgabe 2002
- FGSV (Hrsg.) (2003): Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen – ESN, Ausgabe 2003

- FGSV (Hrsg.) (2003a): Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen, Teil 1: Führen und Auswerten von Unfalltypen-Steckkarten, Ausgabe 2003
- FGSV (Hrsg.) (2006): Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen – RAS 06, Ausgabe 2006
- FGSV (Hrsg.) (2009): Handbuch für die Verkehrssicherheit von Straßen (HVS), Entwurf 2009, unveröffentlicht
- HARDER, G.; KINZEL, O.; SANITER, D. (1986): Möglichkeiten der Einbeziehung von Unfallkosten im städtischen Bereich in die RAS-W unter besonderer Berücksichtigung des Mengengerüsts, in: Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 471
- HÖHNSCHEID, K. J.; KÖPPEL, B.; KRUPP, R.; MEEWES, V. (2000): Bewertung der Straßenverkehrsunfälle – Entwicklung der Unfallkosten in Deutschland 1995 bis 1998 – Unfallkostensätze 2000, in: Straßenverkehrstechnik, Heft 9/2000, Kirschbaumverlag, Bonn
- HIERSCHKE, E.-U.; TAUBMANN, A. (1987): Untersuchungen über Unfallraten in Abhängigkeit von Straßen- und Verkehrsbedingungen innerhalb bebauter Gebiete, in: Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 538
- KÖLLE, M.; SCHNÜLL, R. (1999): Sicherheitseigenschaften außerörtlicher Knotenpunkte, in: Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 67
- KREBS, H. G.; KLÖCKNER, J. H. (1977): Untersuchungen über Unfallraten in Abhängigkeit von Straßen- und Verkehrsbedingungen außerhalb geschlossener Ortschaften, in: Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 223
- MAIER, R.; ENKE, M. (2009): Ergänzungsauftrag zum FE 82.278/2004: „Bewertung von Ortsumgehungen aus Verkehrssicherheitssicht“
- MENSEBACH, W. (1970): Unfallziffern typischer innerstädtischer Knotenpunkte, in: Zeitschrift für Verkehrssicherheit 16 (1970), Nr. 1
- PALM, I.; SCHMIDT, G. (1999): Querschnittsbreiten einbahniger Außerortsstraßen und Verkehrssicherheit, in: Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 64
- PFUNDT, K.; HÜLSEN, H. (1977): Verkehrsunfälle in Berlin, entnommen aus: HARDER, G.; KINZEL, O.; SANITER, D. (1986)
- RICHTER, T. (1993): Entwurfsstandards für Knotenpunkte an Ortsumgehungen, in: Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 653
- RICHTER, T. (1996): Entwurfsstandards für Knotenpunkte an Ortsumgehungen, in: Straße + Autobahn, Heft 10/1993, Seite 609-614
- RICHTER, T.; HÜLSKEN, B. (1998): Einsatzkriterien für Kreisverkehrsplätze außerhalb bebauter Gebiete, in: Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 757
- SCHNÜLL, R.; RICHTER, T. (1994): Sicherheitsvergleich der Knotenpunktgrundformen Kreuzung und Rechtsversatz an Straßen außerhalb bebauter Gebiete, in: Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 683
- SCHNÜLL, R. (2000): Einsatzkriterien für große Kreisverkehrsplätze mit und ohne Lichtsignalanlage an klassifizierten Straßen, in: Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Heft 788
- SCHOLAS, M. (1988): Auswirkungen von Ortsumgehungen im Zuge von Bundes- und Landesstraßen in Nordrhein-Westfalen unter besonderer Berücksichtigung des Unfallgeschehens, Dissertation eingereicht am Fachbereich Raumplanung der Universität Dortmund
- Statistisches Bundesamt (2007): Verkehrsunfälle – Zeitreihen 2006, Ausgabe 2007
- STURM, P. (1989): Verkehrssicherheit an plangleichen und teilweise planfreien Knotenpunkten von Außerortsstraßen, Dissertation eingereicht am Fachbereich Wasser und Verkehr der TH Darmstadt
- VIETEN, M.; DOHMEN, R.; DÜRHAGER, U.; LEGGE, K. (2010): Quantifizierung der Sicherheitswirkungen verschiedener Bau-, Gestaltungs- und Betriebsformen auf Landstraßen (FE 82.0311/2006), Schlussbericht, März 2010
- VOSS, H. (1994): Zur Verkehrssicherheit innerörtlicher Knotenpunkte, in: Zeitschrift für Verkehrssicherheit 40 (1994), Nr. 2; Seiten 68-72

WEBER, R.; LÖHE, U. (2003): Verkehrssicherheit und Verkehrsablauf auf b2+1-Strecken mit allgemeinem Verkehr, in: Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Verkehrstechnik, Heft V 109

WEISSBRODT, G. (1984): Auswirkungen von Ortsumgehungen auf die Verkehrssicherheit, Schriftenreihe Unfall- und Sicherheitsforschung Straßenverkehr, Heft 48, 1984, herausgegeben im Auftrag des Bundesministers für Verkehr von der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bereich Unfallforschung

Schriftenreihe

Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen

Unterreihe „Verkehrstechnik“

2007

- V 144: Umsetzung der Neuerungen der StVO in die straßenverkehrsrechtliche und straßenbauliche Praxis
Baier, Peter-Dosch, Schäfer, Schiffer € 17,50
- V 145: Aktuelle Praxis der Parkraumbewirtschaftung in Deutschland
Baier, Klemp, Peter-Dosch € 15,50
- V 146: Prüfung von Sensoren für Glättemeldeanlagen
Badelt, Breitenstein, Fleisch, Häusler, Scheurl, Wendl € 18,50
- V 147: Luftschadstoffe an BAB 2005
Baum, Hasskelo, Becker, Weidner € 14,00
- V 148: Berücksichtigung psychologischer Aspekte beim Entwurf von Landstraßen – Grundlagenstudie –
Becher, Baier, Steinauer, Scheuchenpflug, Krüger € 16,50
- V 149: Analyse und Bewertung neuer Forschungserkenntnisse zur Lichtsignalsteuerung
Boltze, Friedrich, Jentsch, Kittler, Lehnhoff, Reusswig € 18,50
- V 150: Energetische Verwertung von Grünabfällen aus dem Straßenbetriebsdienst
Rommeiß, Thrän, Schlägl, Daniel, Scholwin € 18,00
- V 151: Städtischer Liefer- und Ladeverkehr – Analyse der kommunalen Praktiken zur Entwicklung eines Instrumentariums für die StVO
Böhl, Mause, Kloppe, Brückner € 16,50
- V 152: Schutzeinrichtungen am Fahrbahnrand kritischer Streckenabschnitte für Motorradfahrer
Gerlach, Oderwald € 15,50
- V 153: Standstreifenfreigabe – Sicherheitswirkung von Umnutzungsmaßnahmen
Lemke € 13,50
- V 154: Autobahnverzeichnis 2006
Kühnen € 22,00
- V 155: Umsetzung der Europäischen Umgebungslärmrichtlinie in Deutsches Recht
Bartolomaeus € 12,50
- V 156: Optimierung der Anfeuchtung von Tausalzen
Badelt, Seliger, Moritz, Scheurl, Häusler € 13,00
- V 157: Prüfung von Fahrzeugrückhaltesystemen an Straßen durch Anprallversuche gemäß DIN EN 1317
Klößner, Fleisch, Balzer-Hebborn, Ellmers, - Friedrich, Kübler, Lukas € 14,50
- V 158: Zustandserfassung von Alleebäumen nach Straßenbaumaßnahmen
Wirtz € 13,50
- V 159: Luftschadstoffe an BAB 2006
Baum, Hasskelo, Siebertz, Weidner € 13,50
- V 160: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2005 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen
Fitschen, Koßmann € 25,50
- V 161: Quantifizierung staubedingter jährlicher Reisezeitverluste auf Bundesautobahnen – Infrastrukturbedingte Kapazitätsengpässe
Listl, Otto, Zackor € 14,50
- V 162: Ausstattung von Anschlussstellen mit dynamischen Wegweisern mit integrierter Stauinformation – dWiSta
Grahl, Sander € 14,50

- V 163: Kriterien für die Einsatzbereiche von Grünen Wellen und verkehrsabhängigen Steuerungen
Brilon, Wietholt, Wu € 17,50
- V 164: Straßenverkehrszählung 2005 – Ergebnisse
Kathmann, Ziegler, Thomas € 15,00

2008

- V 165: Ermittlung des Beitrages von Reifen-, Kupplungs-, Brems- und Fahrbahnabrieb an den PM₁₀-Emissionen von Straßen
Quass, John, Beyer, Lindermann, Kuhlbusch, - Hirner, Sulkowski, Sulkowski, Hippler € 14,50
- V 166: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2006 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen
Fitschen, Koßmann € 26,00
- V 167: Schadstoffe von Bankettmaterial – Bundesweite Datenauswertung
Kocher, Brose, Siebertz € 14,50
- V 168: Nutzen und Kosten nicht vollständiger Signalisierungen unter besonderer Beachtung der Verkehrssicherheit
Frost, Schulze € 15,50
- V 169: Erhebungskonzepte für eine Analyse der Nutzung von alternativen Routen in übergeordneten Straßennetzen
Wermuth, Wulff € 15,50
- V 170: Verbesserung der Sicherheit des Betriebspersonals in Arbeitsstellen kürzerer Dauer auf Bundesautobahnen
Roos, Zimmermann, Riffel, Cypra € 16,50
- V 171: Pilotanwendung der Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen (ESN)
Weinert, Vengels € 17,50
- V 172: Luftschadstoffe an BAB 2007
Baum, Hasskelo, Siebertz, Weidner € 13,50
- V 173: Bewertungshintergrund für die Verfahren zur Charakterisierung der akustischen Eigenschaften offenporiger Straßenbeläge
Altreuther, Beckenbauer, Männel € 13,00
- V 174: Einfluss von Straßenzustand, meteorologischen Parametern und Fahrzeuggeschwindigkeit auf die PM_x-Belastung an Straßen
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden. -
Düring, Lohmeyer, Moldenhauer, Knörr, Kutzner, - Becker, Richter, Schmidt € 29,00
- V 175: Maßnahmen gegen die psychischen Belastungen des Personals des Straßenbetriebsdienstes
Fastenmeier, Eggerdinger, Goldstein € 14,50

2009

- V 176: Bestimmung der vertikalen Richtcharakteristik der Schallabstrahlung von Pkw, Transportern und Lkw
Schulze, Hübel € 13,00
- V 177: Sicherheitswirkung eingefräster Rüttelstreifen entlang der BAB A24
Lerner, Hegewald, Löhe, Velling € 13,50
- V 178: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2007 – Jahresauswertung der automatischen Dauerzählstellen
Fitschen € 26,00
- V 179: Straßenverkehrszählung 2005: Methodik
Kathmann, Ziegler, Thomas € 15,50
- V 180: Verteilung von Tausalzen auf der Fahrbahn
Hausmann € 14,50
- V 181: Voraussetzungen für dynamische Wegweisung mit integrierten Stau- und Reisezeitinformationen
Hülsemann, Krems, Henning, Thiemer € 18,50

V 182: Verkehrsqualitätsstufenkonzepte für Hauptverkehrsstraßen mit straßenbündigen Stadt-/Straßenbahnkörpern
Sümmermann, Lank, Steinauer, M. Baier, R. Baier, Klemps-Kohnen € 17,00

V 183: Bewertungsverfahren für Verkehrs- und Verbindungsqualitäten von Hauptverkehrsstraßen
Lank, Sümmermann, Steinauer, Baur, Kemper, Probst, M. Baier, R. Baier, Klemps-Kohnen, Jachtmann, Hebel € 24,00

V 184: Unfallrisiko und Regelakzeptanz von Fahrradfahrern
Alrutz, Bohle, Müller, Prahlow, Hacke, Lohmann € 19,00

V 185: Möglichkeiten zur schnelleren Umsetzung und Priorisierung straßenbaulicher Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit
Gerlach, Kesting, Thiemeyer € 16,00

V 186: Beurteilung der Streustoffverteilung im Winterdienst
Badelt, Moritz € 17,00

V 187: Qualitätsmanagementkonzept für den Betrieb der Verkehrsrechnerzentralen des Bundes
Kirschfink, Aretz € 16,50

2010

V 188: Stoffeinträge in den Straßenseitenraum – Reifenabrieb
Kocher, Brose, Feix, Görg, Peters, Schenker € 14,00

V 189: Einfluss von verkehrsberuhigenden Maßnahmen auf die PM10-Belastung an Straßen
Düring, Lohmeyer, Pöschke, Ahrens, Bartz, Wittwer, - Becker, Richter, Schmidt, Kupiainen, Pirjola, - Stojiljkovic, Malinen, Portin € 16,50 -

V 190: Entwicklung besonderer Fahrbahnbeläge zur Beeinflussung der Geschwindigkeitswahl
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.
Lank, Steinauer, Busen € 29,50

V 191: Verkehrsentwicklung auf Bundesfernstraßen 2008
Fitschen, Nordmann € 27,00
Dieser Bericht ist als Buch und als CD erhältlich oder kann ferner als kostenpflichtiger Download unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.

V 192: Anprall von Pkw unter großen Winkeln gegen Fahrzeugrückhaltesysteme
Gärtner, Egelhaaf € 14,00

V 193: Anprallversuche an motorradfahrerfreundlichen Schutzeinrichtungen
Klößner € 14,50

V 194: Einbindung städtischer Verkehrsinformationen in ein regionales Verkehrsmanagement
Ansorge, Kirschfink, von der Ruhren, Hebel, Johanning € 16,50

V 195: Abwasserbehandlung an PWC-Anlagen
Londong, Meyer € 29,50
Dieser Bericht liegt nur in digitaler Form vor und kann kostenpflichtig unter www.nw-verlag.de heruntergeladen werden.

V 196: Sicherheitsrelevante Aspekte der Straßenplanung
Bark, Kutschera, Baier, Klemps-Kohnen € 16,00

V 197: Zählungen des ausländischen Kraftfahrzeugverkehrs auf den Bundesautobahnen und Europastraßen 2008
Lensing € 16,50

V 198: Stoffeintrag in Straßenrandböden – Messzeitraum 2005/2006
Kocher, Brose, Chlubek, Karagüzel, Klein, Siebertz € 14,50

V 199: Stoffeintrag in Straßenrandböden - Messzeitraum 2006/2007
Kocher, Brose, Chlubek, Görg, Klein, Siebertz € 14,00

V 200: Ermittlung von Standarts für anforderungsgerechte Datenqualität bei Verkehrserhebungen
Bäumer, Hautzinger, Kathmann, Schmitz, Sommer, Wermuth € 18,00 -

V 201: Quantifizierung der Sicherheitswirkungen verschiedener Bau-, Gestaltungs- und Betriebsformen auf Landstraßen
Viets, Dohmen, Dürhager, Legge € 16,00

2011

V 202: Einfluss innerörtlicher Grünflächen und Wasserflächen auf die PM₁₀-Belastung
Endlicher, Langner, Dannenmeier, Fiedler, Herrmann, Ohmer, Dalter, Kull, Gebhardt, Hartmann € 16,00 -

V 203: Bewertung von Ortsumgehungen aus Sicht der Verkehrssicherheit
Dohmen, Viets, Kesting, Dürhager, Funke-Akbiyik € 16,50

Alle Berichte sind zu beziehen beim:

Wirtschaftsverlag NW
Verlag für neue Wissenschaft GmbH
Postfach 10 11 10
D-27511 Bremerhaven
Telefon: (04 71) 9 45 44 - 0
Telefax: (04 71) 9 45 44 77
Email: vertrieb@nw-verlag.de
Internet: www.nw-verlag.de

Dort ist auch ein Komplettverzeichnis erhältlich.